

11.5 Системи автоматизованого проектування

Математичні моделі, що реалізуються за допомогою математичних пакетів MathCAD, MATLAB, Simulink та інших, зручні, їх можна легко модифікувати, для виконання математичних перетворень та обчислень в цих пакетах існують готові стандартні засоби. Але різноманіття задач, які виникають при дослідженні і застосуванні моделей, значно ширше за можливості будь-якого пакета. Так, наприклад, застосуванню стандартних пакетів у системах автоматичного керування реального часу перешкоджає, як правило, низька швидкодія, а у вбудованих системах на базі контролерів ці пакети взагалі не працюють, оскільки для їх застосування необхідна відповідна операційна система.

У таких випадках для моделювання розробляють спеціалізовані програми, для написання яких використовують *універсальні мови програмування*.

У сучасному виробництві широке застосування одержали **САПР – системи автоматизованого проектування (CAD, computer aided design)**, які дозволяють проектувати системи з меншими витратами часу та засобів, зі збільшенням точності спроектованих процесів і програм обробки.

Математичне забезпечення САПР характеризується різноманітністю методів обчислювальної математики, статистики, математичного програмування, дискретної математики, штучного інтелекту. Програмні комплекси САПР відносять до числа найбільш складних сучасних програмних систем, заснованих на операційних системах Unix, Windows, мовах програмування C, C++, Java і інших, сучасних CASE-технологіях, реляційних і об'єктно-орієнтованих системах управління базами даних (СУБД), стандартах тощо.

Проектування, при якому всі проектні рішення або їхню частину одержують шляхом взаємодії людини та ЕОМ, називають *автоматизованим* на відміну від *ручного* (без використання ЕОМ) або *автоматичного* (без участі людини на проміжних етапах). САПР звичайно використовується разом із системами автоматизації інженерних розрахунків і аналізу САЕ (Computer-Aided engineering).

Структура САПР

САПР складається з проєктувальної і обслуговувальної підсистем. Проєктувальні підсистеми безпосередньо виконують проектні процедури. Прикладами проєктувальних підсистем можуть слугувати підсистеми геометричного тривимірного моделювання механічних об'єктів, виготовлення конструкторської документації, схемотехнічного аналізу, трасування з'єднань у друкованих платах.

Обслуговувальні підсистеми забезпечують функціонування проєктувальних підсистем, їхню сукупність часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР. Типовими обслуговувальними підсистемами є підсистеми керування проектними даними (PDM – Product Data Management), керування процесом проектування (DesPM – Design Process Management), користувацького

інтерфейсу для зв'язку розробників з EOM, CASE (Computer Aided Software Engineering) для розробки та супроводу програмного забезпечення САПР, навчальні підсистеми для освоєння користувачами технологій, реалізованих у САПР. На сьогодні створено велику кількість програмно-методичних комплексів для САПР з різними ступенем спеціалізації й прикладною орієнтацією. У результаті автоматизація проектування стала необхідною складовою частиною підготовки інженерів різних спеціальностей; інженер, що не має знань та не вміє працювати в САПР, не може вважатися повноцінним фахівцем.

Поширені САПР світових виробників

AutoCAD – найвідоміший із продуктів компанії Autodesk, універсальна система автоматизованого проектування, що поєднує у собі функції двовимірного креслення й тривимірного моделювання. З'явилася в 1982 році і була однією з перших САПР, розроблених для РС. Швидко завоювала популярність серед проектувальників, інженерів і конструкторів різних галузей промисловості завдяки демократичним цінам.

AutoCAD прискорює щоденну роботу зі створення креслень, підвищує швидкість і точність їхнього виконання. Середовище концептуального проектування забезпечує легке й інтуїтивне створення та редагування твердих тіл і поверхонь. AutoCAD дозволяє легко й швидко створювати на основі моделі розрізи й проекції, ефективно формувати комплекти креслень і керувати ними: групувати їх за розділами проекту та іншими логічними категоріями, створювати переліки аркушів, керувати видами креслень, архівувати комплекти проектної документації та організовувати спільну роботу фахівців. Наявні в AutoCAD такі засоби візуалізації, як анімація й реалістичне тонування, допомагають виявити будь-які вади на ранніх етапах проектування. Інтерфейс AutoCAD показано на рис. 11.22.

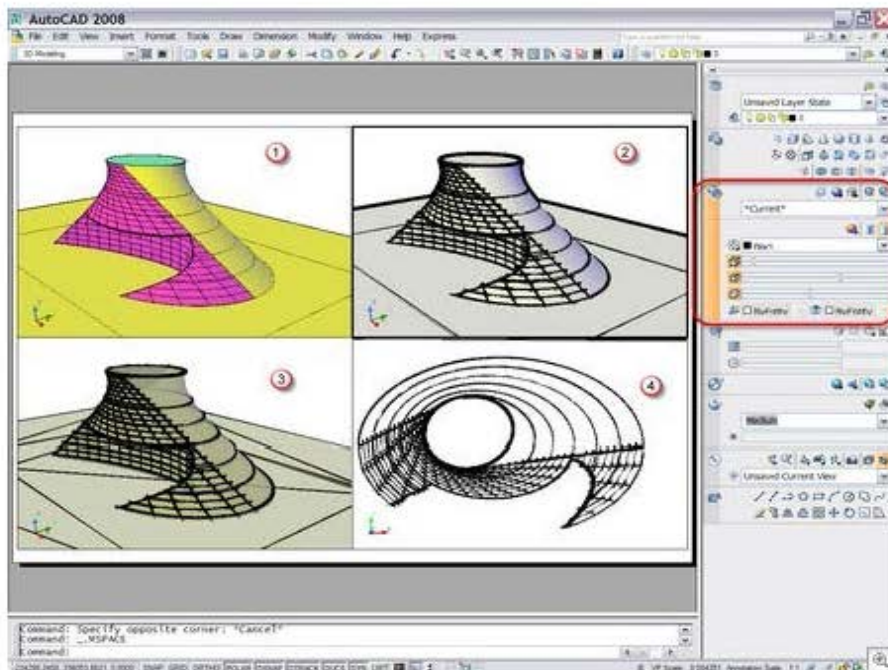


Рисунок 11.22 – Інтерфейс AutoCAD з прикладом 3D-моделювання

Формат DWG, що використовується в AutoCAD, є стандартом серед проєктувальників різних галузей промисловості, крім того, є можливість експорту й імпорту інших розповсюджених файлових форматів, наприклад, pdf, що дозволяє ефективно організувати обмін даними між фахівцями.

Програма постійно розвивається, серед можливостей, що з'явилися нещодавно, можна назвати параметричні взаємозв'язки між об'єктами, створення та редагування об'єктів довільної форми тощо. Існують спеціалізовані галузеві різновиди AutoCAD для архітектури, дорожнього будівництва та землепорядження, електротехніки, машинобудування тощо. Для фахівців, яким не потрібні функції роботи з 3D-графікою, існує полегшена версія AutoCAD, призначена для створення двовимірних креслень – AutoCAD LT.

Рішення Autodesk для промислового виробництва й машинобудування засновані на технології цифрових прототипів, тобто надають конструкторам, інженерам, дизайнерам і технологам можливість повністю досліджувати виріб ще на етапі проєктування. За допомогою даної технології виробники створюють цифрові моделі та проєкти, конструюють, перевіряють, оптимізують і керують ними на всіх етапах – від ідеї до реального втілення.

AutoCAD Mechanical – продукт на платформі AutoCAD для промислового виробництва, що є частиною технології цифрових прототипів Autodesk. Він допомагає прискорити процес проєктування, дозволяючи в той же час використовувати досвід і проєкти, накопичені при роботі в AutoCAD. Маючи у своєму складі бібліотеки ДСТУ, стандартних деталей і функції автоматизації типових завдань, він забезпечує значний вигреш у продуктивності при проєктуванні.

AutoCAD Electrical – це AutoCAD для проектування електричних систем керування, що є важливою частиною технології цифрових прототипів Autodesk і що дозволяє працювати швидко, якісно й зі значно меншими витратами в знайомому середовищі проектування. Спеціалізовані функції й великі бібліотеки умовних позначень дозволяють підвищити продуктивність, усунути ризик виникнення помилок і забезпечити точність інформації, переданої у виробництво.

AutoCAD Inventor Suite являє собою збалансований набір рішень Autodesk для проектування та конструювання в промисловому виробництві. Рішення поєднують у собі інтуїтивне середовище 3D моделювання деталей і виробів з інструментами, дозволяють конструкторам зосередитися на функціональних вимогах до проекту.

MechaniCS – додаток до AutoCAD або Autodesk Inventor, призначений для оформлення креслень відповідно до ЕСКД, проектування систем гідропневмолементаментів, зубчастих зачеплень, валів, інженерного аналізу, розрахунку розмірних ланцюгів, створення користувацьких бібліотек. MechaniCS забезпечує фахівця всім необхідним для проектування машинобудівних об'єктів: більш ніж 1500 стандартами (включаючи ДСТУ, ОСТ, ДІ і ISO) і уніфікованими компонентами, можливістю створювати власні інтелектуальні об'єкти, виконувати інженерні розрахунки з відображенням результатів на моделі, оформляти проекції креслень за ЕСКД і багато іншого. MechaniCS дає конструкторові можливість застосовувати не тільки геометричні параметри стандартних елементів, але й їхні механічні властивості. На об'єкти в складальних кресленнях (при використанні AutoCAD) можна накладати геометричні і параметричні залежності, використовувати попередньо встановлені залежності при їхньому розміщенні на кресленні.

CATIA – система автоматизованого проектування французької фірми Dassault Systems. CATIA V1 була анонсована в 1981 році. У даний момент у світі використовуються дві версії – V4 і V5, які значно відрізняються між собою. CATIA V4 була анонсована в 1993 році й створювалася для Unix-подібних операційних систем, CATIA V5 була анонсована в 1998 році, і це перша з версій, що може працювати під керуванням Microsoft Windows. За запевненнями Dassault Systems, CATIA V5 була написана «з нуля» і втілила в собі передові технології САПР. Спочатку CATIA V5 не користувалася особливою популярністю на ринку, і щоб стимулювати її використання Dassault Systems висунула концепцію PLM (Product Lifecycle Management). Ідея PLM виявилася вдалою і її підхопила майже вся індустрія САПР. У лютому 2008 року Dassault Systems анонсувала нову версію системи – CATIA V6. V6 буде підтримувати програми моделювання для всіх інженерних дисциплін і колективні бізнес-процеси протягом життєвого циклу виробу. Нова концепція фірми одержала назву «PLM 2.0 на платформі V6». Суть концепції – тривимірне моделювання і колективна робота в реальному часі. Для зв'язку між людьми, що перебувають у різних точках світу, передбачені засоби простого підключення до Web. PLM 2.0 – це новий підхід, що відкриває можливість використовувати інтелектуальні результати онлайнного вза-

ємозв'язку. Кожний користувач може придумувати, розробляти продукти та обмінюватися інформацією універсальною 3D-мовою. Користувачі зможуть у наочній формі оперувати одночасно віртуальними та реальними об'єктами.

Pro/Engineer – CAD система високого рівня. Містить у собі всі необхідні модулі для твердотілого моделювання деталей і створення креслярської документації. Має вбудовані можливості для проектування зварних конструкцій.

SolidWorks – продукт компанії SolidWorks Corporation, система автоматизованого проектування у трьох вимірах, працює під керуванням Microsoft Windows. Розроблена як альтернатива для двовимірних програм САПР. Набула популярності завдяки простому інтерфейсу. Основний продукт SolidWorks містить інструменти для тривимірного моделювання, створення креслень, роботи з листовим металом, зварними конструкціями і поверхнями довільної форми. Є можливість імпортування великої кількості файлів 2D і 3D CAD-програм. Є API для програмування в середовищі Visual Basic і C. Також є програма для аналізу методом кінцевих елементів початкового рівня CosmosXpress.

ADEM (Automated Design Engineering Manufacturing) – російська інтегрована CAD/CAM/CAPP-система, призначена для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва (КТПВ). ADEM була створена як єдиний продукт, що містить в собі інструментарій для проєктантів і конструкторів (CAD), технологів (CAPP – Computer-Aided Process Planning) і програмістів ЧПК. Тому вона містить декілька різних предметно-орієнтованих САПР під єдиною логікою керування і на єдиній інформаційній базі. ADEM дозволяє автоматизувати такі види робіт: 3D і 2D моделювання та проектування; оформлення проєктно-конструкторської й технологічної документації; проектування технологічних процесів; аналіз технологічності й нормування проєкту; програмування устаткування. ADEM застосовується у різних галузях: авіаційній, атомній, аерокосмічній, машинобудівній, металургійній, верстатобудівній та інших.

T-FLEX CAD – система автоматизованого проектування, розроблена компанією «Топ Системи» з можливостями параметричного моделювання і наявністю засобів оформлення конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЕСКД (Єдина система конструкторської документації). T-FLEX CAD є ядром комплексу T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM – набору засобів для вирішення завдань технічної підготовки виробництва в різних галузях промисловості. Комплекс поєднує системи для конструкторського і технологічного проектування, модулі підготовки програм керування для верстатів та інженерних розрахунків. Всі програми комплексу функціонують на єдиній інформаційній платформі системи технічного документообігу і ведення складу виробів.

bCAD – дво- і тривимірна система автоматизованого проектування, розроблена російською компанією «ПРОПРО Група». bCAD являє собою інтегрований пакет для двовимірного креслення, об'ємного моделювання й реалістичної візуалізації (рис. 11.23).

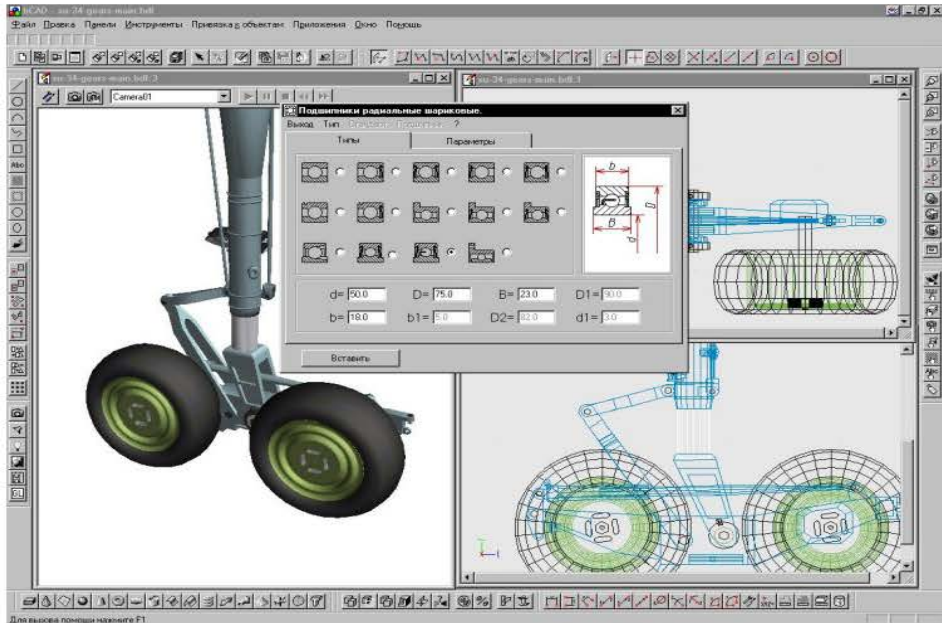


Рисунок 11.23 – Интерфейс bCAD з прикладом 3D-моделювання

Система одержала широке поширення в меблевому виробництві та дизайні інтер'єрів. Незважаючи на досить розвинені засоби проектування, у промисловості практично не застосовується.

КОМПАС – система автоматизованого проектування, розроблена російською компанією «АСКОН» з можливостями оформлення проектної й конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЕСКД і СПДБ (Система проектної документації для будівництва). Існує у двох версіях: Компас-График і КОМПАС-3D, відповідно призначених для плоского креслення і тривимірного проектування.