

УДК 658.512.011.56

Л.Ю.Федік

Луцький національний технічний університет

## НАЙБІЛЬШЗАСТОСОВУЮЧІ СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

**Л.Ю.Федік. Найбільшзастосовуючі системи автоматизованого проектування.** У статті висвітлено актуальність застосування і завдання САПР. Розглянуто основні особливості найбільш поширених САПР. Зокрема: AutoCAD, CATIA, Pro/Engineer, ADEM, Vocad-3D, T-FLEX, КОМПАС, Electric, Free CAD, Qcad Community Edition, BRL-CAD, Cadmech. А також застосування CAD, CAE, CAM-Систем і АСУП.

**Ключові слова:** система автоматизованого проектування, програма, деталь, креслення.

**Л.Ю.Федик. Наиболееиспользуемые системы автоматизированного проектирования.** В статье освещены актуальность применения и задачи САПР. Рассмотрены основные особенности наиболее распространенных САПР. В частности: AutoCAD, CATIA, Pro / Engineer, ADEM, Vocad-3D, T-FLEX, КОМПАС, Electric, Free CAD, Qcad Community Edition, BRL-CAD, Cadmech. А также применение CAD, CAE, САМ-систем и АСУП.

**Ключевые слова:** система автоматизированного проектирования, программа, деталь, чертежи.

**L.Yu.Fedik. Naybilshzastosovuyuchi CAD system.** The article highlights the relevance and application of CAD tasks. The basic features of the most common CAD. In particular: AutoCAD, CATIA, Pro / Engineer, ADEM, Vocad-3D, T-FLEX, Compass, Electric, Free CAD, Qcad Community Edition, BRL-CAD, Cadmech. Also, the use of CAD, CAE, CAM-systems and CAM.

**Keywords:** computer-aided design program, detail drawings.

**Постановка проблеми.** На сьогодні, центральною ланкою у створенні продукції є виробниче підприємство. Його конкурентоспроможність і прибутковість безпосередньо залежать від економічної діяльності підприємства. Зокрема, згідно підвищення якості виробів, скорочення і надійності термінів виконання замовлень, їх індивідуалізації, швидкого реагування на потреби ринку. А цього можна досягнути завдяки автоматизації, використання високих технологій і гнучкості виробництва.

**Зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** У сучасному автоматизованому виробництві широке поширення одержали системи автоматизованого проектування (САПР). Які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими затратами часу і засобів виробництва, витратами матеріалів, з більшою точністю проектуючих процесів, застосуванням програм обробки деталей, що скорочує час їх обробки.

Система САПР, зазвичай, охоплює створення геометричних моделей виробів (твердотільних, тривимірних, складових), а також генерацію креслень проектуючих виробів і їх супровід [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** CAD/CAM/CAE системи класифікуються на «важкі» і «легкі». Повномасштабні повнофункціональні CAD/CAM/CAE системи на робочих станціях називаються "важкими" САПР-ами, а всі інші - "легкими". В останні 2-3 роки значну частку продажів на ринку САПР склали так звані системи «середнього» класу, що функціонують на платформі WINDOWS 95/NT.

**Вирішення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Усічені версії своїх «важких» САПР для персональних комп'ютерів випустили практично всі виробники CAD/CAM/CAE систем. Прикладом можуть слугувати, зокрема, системи PT/Product фірми PTC і Prelude фірми MATRA DATAVISION. Велика кількість нових «середніх» САПР випущена низкою американських фірм: Solid Works Corp., Solid Edge (Intergraph Corp.), Microstation 95 (Bentley Systems), Autodesk Mechanical Desktop (Autodesk Ltd.) [2, 3].

**Формулювання цілей статті.** Оскільки, програмні комплекси САПР відносяться до найбільш складних сучасних програмних систем, які базуються на операційних системах Unix, Windows, мовах програмування C, C++, Java і інших, сучасних CASE технологіях, реляційних і об'єктно-орієнтованих системах керування базами даних (СКБД), стандартах відкритих систем і обміну даними в комп'ютерних середовищах, то метою є характеристика найбільшзастосовуючих САПР. Серед найбільш поширених САПР є AutoCAD. Це універсальна система автоматизованого проектування, що поєднує у собі функції двовимірного креслення й тривимірного моделювання. Ця система є найвідомішим продуктом компанії Autodesk. На даний момент у світі налічується близько шести мільйонів користувачів AutoCAD.

AutoCAD з'явився в 1982 році і був однією з перших САПР, розроблених для PC. Він швидко завоював популярність серед проєктувальників, інженерів і конструкторів різних галузей промисловості завдяки демократичним цінам. AutoCAD дозволяє легко й швидко створювати на основі моделі розрізи й проєкції, ефективно формувати комплекти креслень і керувати ними: групувати їх за розділами проєкту та іншими логічними категоріями, створювати переліки аркушів, керувати видами креслень, архівувати комплекти проєктної документації та організовувати спільну роботу фахівців. Система автоматизованого проєктування CATIA розроблена французькою фірмою 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 запевненням Dassault Systèmes CATIA V5 була відтворена з "нуля" і втілила в собі передові технології САПР кінця 20-го століття - початку 21-го століття. То б то тривимірне моделювання і колективну роботу в реальному часі. Для зв'язку між людьми, що перебувають у різних точках світу, у САПР передбачені засоби простого підключення до Web. Зокрема, PLM 2.0 – це новий підхід, що відкриває можливість використовувати інтелектуальні результати онлайн-взаємозв'язку. Кожен користувач може придумувати, розробляти продукти та обмінюватися інформацією на універсальній 3D-мові. Користувачі можуть у наочній формі оперувати одночасно віртуальними та реальними об'єктами. Основними конкурентами CATIA є *NX (Unigraphics)* і *Pro/ENGINEER*.

*Pro/Engineer* – це CAD система високого рівня. Вона містить у собі всі необхідні модулі для твердотілого моделювання деталей і створення креслярської документації. Має вбудовані можливості для проєктування зварених конструкцій [4, 5].

Заслуговує на увагу продукт компанії SolidWorks Corporation – SolidWorks. Це система автоматизованого проєктування у трьох вимірах, що працює під керуванням Microsoft Windows. Вона розроблена як альтернатива для двовимірних програм САПР. Програма з'явилася в 1993 році і склала конкуренцію таким продуктам як AutoCAD та Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I-DEAS (сьогодні Unigraphics NX) і Pro/ENGINEER. Головне завдання програми - надати користувачеві потужність тривимірної САПР системи за ціною системи двовимірної САПР. САПР SolidWorks придбала популярність завдяки простому інтерфейсу. Основний продукт SolidWorks включає інструменти для тривимірного моделювання, створення креслень, роботи з листовим металом, звареними конструкціями і поверхнями довільної форми. Крім цього існує можливість імпортування великої кількості файлів 2D і 3D CAD програм. Є API для програмування в середовищі Visual Basic і C. Також включена програма для аналізу методом кінцевих елементів початкового рівня CosmosXpress.

САПР ADEM (Automated Design Engineering Manufacturing) – це російська інтегрована CAD/CAM/CAPP-система, призначена для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва (КТПП). ADEM створено як єдиний продукт, що включає в себе інструментарій для проєктантів і конструкторів (CAD), технологів (CAPP - Computer-Aided Process Planning) і програмістів ЧПК. Тому він містить декілька різних предметно-орієнтованих САПР під єдиною логікою керування і на єдиній інформаційній базі. ADEM дозволяє автоматизувати такі види робіт як: 3D і 2D моделювання та проєктування; оформлення проєктно-конструкторської й технологічної документації; проєктування технологічних процесів; аналіз технологічності й нормування проєкту; програмування устаткування. ADEM знайшов застосування у різних галузях промисловості: авіаційній, атомній, аерокосмічній, машинобудівній, металургійній, верстатобудівній і ін. Однією з перших 3D-CAD програм для проєктування металоконструкцій, яка розвивається більше як тридцять років є Vcad-3D. Вона дозволяє конструктору в найкоротші терміни і з великою точністю виконувати дуже складні проєкти будинків і споруд. Після створення 3D-моделі, простановка номерів позицій, створення креслень і специфікацій відбувається в автоматичному режимі, що зменшує кількість помилок під час отримання кінцевого результату. А велика кількість інтерфейсів дозволяє передавати дані з програми в інші додатки (DXF (2D & 3D), DWG, DBF, XML, PDMS, SDNF, SDS / 2 .. і т. д.). Інтерфейс DSTV надає користувачам можливість отримання файлів для верстатів ЧПК.

Продукт T-FLEX CAD - повнофункціональна система автоматизованого проєктування, що володіє сучасними засобами розробки проєктів будь-якої складності. Система об'єднує параметричні можливості тривимірного моделювання із засобами створення та оформлення

конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЄСКД. T-FLEX CAD розроблений російською компанією Топ Системи. Програмний комплекс T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM являє собою набір сучасних програмних засобів для вирішення завдань технічної підготовки виробництва будь-якої складності в різних галузях промисловості. Комплекс об'єднує системи для конструкторського і технологічного проектування, модулі підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК і інженерних розрахунків. Всі програми комплексу функціонують на єдиній інформаційній платформі системи технічного документообігу і ведення складу виробів.

Програмний комплекс T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM включає в себе:

1. конструкторську підготовку виробництва:
  - T-FLEX CAD 3D - тривимірне параметричне твердотільне моделювання;
  - T-FLEX CAD 2D - параметричне креслення та моделювання;
  - T-FLEX CAD LT - автоматизацію креслення;
  - T-FLEX CAD 3D SE - підготовку креслень за 3D моделями;
2. бібліотеки - бібліотеки параметричних елементів:
  - T-FLEX друковані плати - конвертор з електронних САПР
3. технологічну підготовку виробництва:
  - T-FLEX технологія - проектування технологічних процесів;
  - T-FLEX нормування - технічне нормування;
  - T-FLEX ЧПУ - підготовку програм для верстатів з ЧПК;
  - T-FLEX NC Tracer - імітацію процесу обробки деталей;
4. розрахункові системи:
  - T-FLEX Аналіз – звично елементний аналіз;
  - T-FLEX Динаміка - динамічний аналіз механічних систем;
  - T-FLEX Розрахунки - зубчаті передачі ;
  - T-FLEX / Пружини - конструювання пружних елементів;
5. прикладні системи:
  - T-FLEX / ІС - інженерний довідник;
  - T-FLEX / Розкрій - оптимізацію розкрою листового матеріалу;
  - T-FLEX / Штampi - проектування оснащення штампів;
  - T-FLEX / Прес-форми - проектування оснащення прес-форм;
6. документообіг:
  - T-FLEX DOCs - управління проектами та документообігом [4, 5, 6].

Набула широкого застосування система автоматизованого проектування КОМПАС, розроблена російською компанією АСКОН з можливостями оформлення проектної й конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЄСКД і СПДБ (Система проектної документації для будівництва). КОМПАС існує у двох версіях: Компас-Графік і КОМПАС-3D. Відповідно призначених для плоского креслення і тривимірного проектування.

КОМПАС-Графік може використовуватися як повністю інтегрований в КОМПАС-3D модуль роботи з кресленнями та ескізами, так і в якості самостійного продукту. Він повністю закриває завдання 2D-проектування та випуску документації. КОМПАС-Графік автоматично генерує асоціативні види тривимірних моделей (у тому числі розрізи, перерізи, місцеві розрізи, місцеві види, види за стрілкою, види з розривом). Всі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі приводять до зміни зображення на кресленні. Стандартні види автоматично будуються в проекційному зв'язку. Дані в основному написі креслення (позначення, найменування, маса) синхронізуються з даними із тривимірної моделі.

Існує велика кількість додаткових бібліотек до системи КОМПАС, які автоматизують різні спеціалізовані завдання. Cadmech – це САПР компанії Intermech, яка значно розширює можливості AutoCAD в області проектування машинобудівних креслень. Cadmech прискорює проектування в порівнянні з «чистим» AutoCAD в кілька разів і скорочує терміни освоєння AutoCAD до 2-3 днів. САПР Cadmech створений спільними зусиллями конструкторів і програмістів, тому максимально враховує специфіку роботи конструктора-механіка.

Широко використовується для розробки електричних схем і проектування топології друкованих плат система Electric VLSI Design System. Крім іншого, це зручний інструмент для використання мов опису апаратури, таких як VHDL і Verilog. Electric був open-source проектом протягом багатьох років, і зараз він легко доступний через FSF (Free Software Foundation).

Electric VLSI – це система автоматизованого проектування надвеликих інтегральних схем (НВІС). За допомогою Electric можна розробляти інтегральні МОП і біполярні схеми, друковані плати або схеми будь-якого типу. Electric має безліч стилів редагування, що включають планування, схематику, ілюстрації, архітектурне проектування. Electric може взаємодіяти з різними специфікаціями і форматами файлів, як VHDL, CIF, GDS II. Найціннішою в Electric є система прив'язок, яка дає можливість здійснювати проектування зверху вниз з дотриманням цілісності всіх з'єднань.

Вільною САПР, яка підходить для навчання під час комп'ютерного графічного проектування є FreeCAD (AS. Koh's). Її особливістю є наявність засобів моделювання руху і написана на мові Smalltalk. Розробник FreeCAD Юрген Райгель, що працює в корпорації DaimlerCrisler, позиціонує свою програму як перший безкоштовний інструмент проектування механіки (порівнюючи свій продукт з такими розвиненими невеликими системами як CATIA версій 4 і 5, SolidWorks), створений на основі бібліотеки Open CASCADE. Мета програми - надати базовий інструментарій цієї бібліотеки в інтерактивному режимі [5, 6]. Qcad Community Edition - проста 2-мірна САПР з відкритим кодом, яка придатна для креслення архітектурних планів. Працює під Windows, MacOS X та на \* nix системах. Вона досить успішно застосовується в таких країнах, як Тайвань. Деякі тайванські компанії взяли її в якості стандартного рішення. Випуск безкоштовної для особистого використання версії Qcad Community Edition слідує за кілька місяців після професійної версії. Одна ліцензія на професійну версію коштує \$ 33. Qcad надає інструменти для креслення точок, прямих, дуг, кіл, еліпсів, ламаних, NURBS-кривих, тексту, розмірів, штрихування та суцільної заливки. Він також може працювати з растровими зображеннями і має безліч інших інструментів. Командний рядок розташований під головним вікном, у якому можна контролювати хід креслення. З іншого боку, Qcad не підтримує DWG-файли, які використовуються у AutoCAD. BRL-CAD - багатоплатформовий САПР з відкритим кодом. Вона представляє з себе потужний 3D САПР для моделювання складових об'ємних тіл (CSG). BRL-CAD включає в себе інтерактивний геометричний редактор, паралельне променеве трасування, підтримку для прорачунку (rendering) і геометричного аналізу. Продукт BRL-CAD розробляється більше 20 років і використовується збройними силами США. Весь проект поширюється у вихідному коді. Працює на платформах BSD, IRIX, Linux, MacOS X, Solaris і Windows. Cadmech - САПР компанії Intermech. Ця система, значно розширює можливості AutoCAD в області проектування машинобудівних креслень. Cadmech прискорює проектування в порівнянні з В «чистимВ» AutoCAD в кілька разів і скорочує строки освоєння AutoCAD до 2-3 днів. Cadmech створений спільними зусиллями конструкторів і програмістів, тому максимально враховує специфіку роботи конструктора-механіка [4, 5, 6].

**Висновки з даного дослідження і перспективи у даному напрямку.** Найбільше застосування в нашій країні отримали САПР, які відносяться до класу "легких" або "середніх" CAD/CAM/CAE. CAD-Системи використовуються, в основному, для автоматизації креслярських робіт у конструкторських підрозділах підприємства. У цих же підрозділах застосовують і CAE-системи, але геометрична модель об'єкта при цьому будується заново, а не береться з CAD-системи. САМ-системи переважно використовуються в двох напрямках: автоматизація підготовки керуючих програм для технологічного обладнання з ЧПК і автоматизація підготовки паперової технологічної документації (маршрутні, операційні карти і т.п.). Вихідні дані для цих підсистем (в тому числі і геометричні) також вводяться знову засобами САМ. Слід відмітити, що процес інтеграції САПР з іншими автоматизованими системами, які працюють усередині підприємства, в даний час активно розвивається на багатьох підприємствах. А також активізується зв'язок САПР з системами АСУП. При цьому АСУП надає САПР інформацію про склад виробів (замовлень) і графік технічної підготовки для їх виробництва. Отримані в результаті роботи проектні рішення використовуються підсистемами АСУП для формування економічних показників виробництва і подальших управлінських рішень.

### Список використаних джерел

1. [http://otherreferats.allbest.ru/programming/00082343\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/programming/00082343_0.html)
2. <http://ukrefs.com.ua/page,2,172153-Prikladnoe-programmnoe-obespechenie.html>
3. <http://ukrdoc.com.ua/text/945/index-1.html?page=5>
4. <http://vchitel.info/konspekti-urokiv/informatika/11-klas-informatika/1850-ponyattya-programi-yak-avtomatizovanoyi-sistemi.-skladovi-programi-dani-logika-interfeys.-ponyattya-obyekta-u-programuvanni.-vlaktivosti-obyekta.html>
5. <http://ua-referat.com>
6. <http://ukrdoc.com.ua/text/945/index-1.html?page=5>