

# Змістовий модуль 1. Загальні принципи роботи в середовищі AutoCAD.

## Лекція 1

Тема 1. Загальні принципи побудови систем автоматизованого проектування.

### План лекції

1. Процес проектування. Системи проектування.
2. Системи автоматизації підготовки виробництва, керування виробництвом, технічної підготовки виробництва.
  - 2.1 CAD/CAM системи.
  - 2.2 Комплексні автоматизовані системи.
3. Структура й різновиду САПР.

Системи автоматизованого проектування (САПР) у цей час є одним з найбільш ефективних засобів підвищення продуктивності інженерної праці й наукової діяльності, а також скорочення строків і поліпшення якості розробок. Сучасний світ прагне до одержання й використанню усе більш нових досконалих виробів, а зростаюча конкуренція ринку змушує виробників випускати нові якісні оригінальні вироби промисловості в усі більш короткі строки. Це означає, що весь, так званий, життєвий цикл виробу повинен займати всі менші інтервали часу.

Життєвий цикл виробу:

- Виникнення потреби в новому виробі; виникнення нової ідеї.
- Проектування.
- Виготовлення (виробництво), масовий випуск.
- Експлуатація.
- Утилізація.

Таким чином, створенню будь-якого об'єкта передуює проектування.

### 1. Процес проектування. Системи проектування.

**Проектування** - процес, що дозволяє провести якусь технічну ідею до її інженерної моделі. Результатом цього процесу є проект, який представляє із себе, як правило, графічну частину (креслення, схеми) і пояснювальну записку (опис призначення виробу, функції, технічні характеристики і т.д.).

**Алгоритм проектування** - сукупність розпоряджень, необхідних для виконання проектування. Алгоритм проектування може бути загальним ( для

певного класу об'єктів) і спеціальним ( для одного об'єкта). Під виконанням проектування розуміється знаходження результату проектування.

**Результат проектування** - проектний розв'язок (сукупність проектних розв'язків), що задовольняє заданим вимогам, необхідне для створення об'єкта проектування. У задані вимоги повинні бути включені вимоги до форми представлення проектного розв'язку.

**Ціль процесу проектування** полягає, насамперед, у тому, щоб на основі вихідної інформації, одержуваної в процесі проектування, розробити технічну документацію для виготовлення об'єкта проектування. Проектування містить у собі розробку технічного завдання (ТЗ), що відбиває потреби, і реалізацію ТЗ у вигляді проектної документації.

Процес проектування здійснюється *системою проектування*, тобто сукупністю взаємодіючих один з одним проектувальників і необхідних для проектування технічних засобів.

**Система** - сукупність елементів, об'єднаних єдністю мети й ієрархією взаємин. Частиною системи може бути елемент або інша система (підсистема). По суті, системи проектування можуть розглядатися як складні людино-машинні багатоконтурні, багатомірні системи керування зі зворотним зв'язком, що вимагають збору, передачі, переробки й використання інформації для досягнення мети проектування. Вони повинні бути підлеглі тому або іншому критерію оптимізації, наприклад, критерію найменшої тривалості або максимальної швидкодії при обмежених витратах, або критерію найшвидшої окупності спроектованої системи і т.д.

Спочатку термін «автоматизація проектування» застосовувався у всіх тих випадках, коли ЕОМ використовували для розрахунків, пов'язаних із проектуванням. Але зараз цей термін придбав більш специфічний зміст, що належить до інтерактивних систем, у яких проектувальник і ЕОМ при розв'язку завдань проектування взаємодіють один з одним. За допомогою автоматизації проектування результати проектування об'єктів, у яких використовувалися нові ідеї й технічні засоби, можуть швидко повідомлятися проектувальникові в зручній для нього формі. Завдяки цьому за короткий проміжок часу можна глибоко проникнути в суть проблем, пов'язаних із проектуванням. Автоматизація проектування також дозволяє створювати необхідну документацію й перевіряти отримані результати. Таким чином, сьогодні мова йде про створення, так званих, *інтелектуальних людино-машинних систем*, у рамках яких можливе виконання всього циклу проектних робіт, починаючи від наукових досліджень і кінчаючи виготовленням конструкторської й технологічної документації, а в ряді випадків - макетів або дослідних зразків. Причому, «інтелектуальність» таких систем

визначається тем, у якому ступені ця система сприяє розкриттю й використанню інтелектуальних можливостей людини, його знань і досвіду як фахівця, звільняючи його від механічної й нетворчої роботи.

Необхідно виділити поняття автоматичного проектування, яке залишається для виконання окремих обчислювальних операцій, процедур, виконуваних засобами обчислювальної техніки відповідно закладеним у них програмам.

Т.ч. автоматичним проектуванням називають проектування, при якому всі перетворення описів об'єкта й алгоритму його функціонування здійснюються без участі людини. Автоматичне проектування можливе лише в окремих випадках для порівняно нескладних об'єктів.

## **2. Системи автоматизації підготовки виробництва, керування виробництвом, технічної підготовки виробництва**

### **2.1 CAD/CAM системи**

CAD/CAM системами на заході називають те, що в країнах колишнього СРСР прийнято називати аббревіатурою САПР, тобто **Системи Автоматизованого Проектування**. Уперше термін CAD пролунав наприкінці 50-х рр. минулого століття в Массачусетському технологічному інституті в США. Поширення ця аббревіатура одержала вже в 70-х рр. як міжнародне позначення технології конструкторських робіт. З початком застосування обчислювальної техніки під словом CAD малася на увазі обробка даних засобами машинної графіки. Однак цей один термін не відбиває всього того, що їм іноді називають. Наприклад, САПР можуть призначати для: креслення, для прокреслювання (ескізування) або й для того, і для іншого відразу. Багато систем САПР виконують суттєво більше функцій, чому просте креслення й конструювання. Як правило, сучасні САПР, включають:

**CAD** - Computer Aided Design, або Computer Aided Drafting (проектування й конструювання за допомогою ЕОМ або креслення за допомогою ЕОМ). САПР конструктора.

**CAM** - Computer Aided Manufacturing. (автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва). САПР технолога.

**CAE** - Computer Aided Engineering (інженерні розрахунки за допомогою ЕОМ, крім автоматизування креслярських робіт). Проведення всіх необхідних розрахунків у процесі аналізу виконаної конструкції. Іноді цей термін використовувався як поняття більш високого рівня - для позначення всіх видів діяльності, яку інженер може виконувати за допомогою комп'ютера.

**PDM** - Product Data Management ( керування даними про виріб). Припускає повну інформаційну підтримку виробництва. Експлуатація, рекламація, статистика поведінки виробу (супровід виробу).

Найчастіше говорять про системи **CAD/CAM/CAE/PDM**.

Використання систем автоматизованого проектування дозволяє не тільки знизити трудомісткість, тимчасові й грошові витрати, але звільнити людину від великої кількості одноманітної роботи, наприклад, від оформлення більшої частини документопотока.

CAD/ Cam-Системи знаходять застосування в широкому діапазоні інженерної діяльності, починаючи з розв'язку порівняно простих завдань проектування й виготовлення конструкторсько-технологічної документації й, кінчаючи, завданнями об'ємного геометричного моделювання, веденням проекту, керування розподіленим процесом проектування й т.п.

## 2.2 Комплексні автоматизовані системи



**АСП - Автоматизована Система Планування** - тут виконується планування випуску виробів

**АСНД (рос. – АСНИ) - Автоматизована Система Наукових Досліджень** - тут виконується дослідницька частина конструкторських і технологічних робіт з використанням ЕОМ. Розробка, дослідження нових принципів роботи виробів, пошук і аналіз світових аналогів. Основні види робіт: математичне моделювання, натурні дослідження, (наприклад, створення електромобіля - проводиться аналіз електродвигуна).

**САПР (CAD) - Система Автоматизованого Проектування** - сукупність ув'язаних один з одним моделей проектних процедур, що утворюють логічну схему побудови об'єкта (проекту) на основі математичних методів, інформаційних даних і засобів ОТ.

**АСТПВ (рос. – АСТПП) (САМ) - Автоматизована Система Технологічної Підготовки Виробництва** - полягає в розробці технології: вибір заготовки, визначення технологічних переходів (операцій), вибір устаткування, інструмента, оснащення, аж до керуючих програм для верстатів зі ЧПУ.

Через велику зв'язаність процесу САПР і АСТПП багато сучасних систем автоматизації охоплюють увесь процес, такі системи називаються CAD/CAM системи (Unigraphics)

**АСКП (рос. – АСУП) (PDM) - Автоматизована Система Керування Підприємством** - необхідна для автоматизації організаційного керування на підприємстві. Аналіз діяльності підприємства, планування, диспетчерування, облік, контроль. Автоматизація робіт управлінського персоналу. Керування фінансами; керування запасами (складським господарством); керування постачанням (статистика закупівель, контракти на закупівлю); маркетинг (статистика й аналіз реалізації, контракти на реалізацію, прогноз, реклама).

**АСК ТП (рос. – АСУ ТП) - Автоматизована Система Керування Технологічним Процесом.** Функціями АСУТП є збір і обробка даних про стан устаткування й протікання виробничих процесів для прийняття розв'язків по завантаженню верстатів, виконанню технологічних маршрутів. Програмне забезпечення АСУТП на цих рівнях представлено системою диспетчерського керування й збору даних, названої SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), а технічне забезпечення - персональними ЕОМ і мікрокомп'ютерами, зв'язаними локальної обчислювальною мережею. Для систем АСУТП характерне використання програмувальних логічних контролерів (ПЛК або РЛК - Programmed Logic Controller), - комп'ютерів, вбудованих у технологічне встаткування обчислювальна машина, що управляє й, одночасно.

На рівні керування технологічним устаткуванням в АСУТП виконуються запуск, тестування, вимикання верстатів, сигналізація про несправності, виробіток керуючих впливів для робочих органів програмно керованого встаткування. Для цього в складі технологічного встаткування використовуються системи керування на базі вбудованих контролерів.

### **3. Структура й різновиди САПР**

Згідно з визначенням, рекомендованим Дст, **САПР** - це комплекс програмно-технічних засобів автоматизованого проектування, взаємозалежних з необхідними підрозділами проектної організації або колективом фахівців, що виконують проектування.

Т. ч., САПР - система, що поєднує технічні засоби, математичне й програмне забезпечення, параметри й характеристики яких вибирають із максимальним обліком особливостей завдань інженерного проектування й конструювання.

Метою створення САПР деякого класу виробів є забезпечення повноти всіх функцій по проектуванню, необхідних користувачеві для одержання проекту. Конкретна САПР призначена для розв'язку завдань у певній предметній області (наприклад, САПР друкованих плат).

При розробці САПР виконуються наступні процедури:

1. Проводиться пошук у БД конструкторській документації відомих проектних розв'язків, аналогів виробу (проекту);
2. При необхідності проводиться створення нової конструкції виробу (інженерний синтез);
3. Проводиться аналіз розробки на відповідність заданим вимогам (інженерний аналіз);
4. Формується конструкторська документація.

#### Загальна схема:

**Пошук ⇒ синтез ⇒ аналіз ⇒ випуск проектної документації**

Синтез і аналіз можуть повторюватися.

Класифікацію САПР здійснюють по низці ознак.

**По додатках** найбільш представницькими й широко використовуваними є наступні групи САПР.

1. САПР для застосування в галузях загального машинобудування (машинобудівні САПР).
2. САПР для радіоелектроніки (Electronic CAD) системи.
3. САПР в області архітектури й будівництва.

Крім того, відомо велике число більш спеціалізованих САПР, або виділюваних у зазначених групах, або, що представляють самостійну галузі в класифікації. Наприклад, САПР більших інтегральних схем, САПР літальних апаратів, САПР електричних машин, і т.д.

**По цільовому призначенню** розрізняють САПР (або підсистеми САПР) різні аспекти, що забезпечують, проектування. Так, у складі машинобудівних САПР з'являються САЕ/CAD/CAM системи:

1. конструкторські САПР загального машинобудування, часто називані просто CAD (Computer Aided Design) - системами (проектування й конструювання).

2. технологічні САПР загального машинобудування, інакше називані автоматизованими системами технологічної підготовки виробництва або системами САМ (Computer Aided Manufacturing).

3. САПР функціонального проектування, або САЕ (Computer Aided Engineering) системи (інженерні розрахунки). Проведення всіх необхідних розрахунків у процесі аналізу виконаної конструкції.

4. САПР інформаційної підтримки виробництва PDM (Product Data Management) системи (керування проектними даними).

**По масштабах** (комплексності розв'язуваних завдань) розрізняють окремі програмно-методичні комплекси (ПМК) САПР (наприклад, комплекс аналізу електронних схем); системи ПМК; системи з унікальними архітектурами не тільки програмного, але й технічного забезпечень

**По характеру базової підсистеми - ядра САПР:**

1) САПР на базі підсистеми машинної графіки й геометричного моделювання. Ці САПР орієнтовані на додатки, де основною процедурою проектування є конструювання, тобто визначення просторових форм і взаємного розташування об'єктів.

2) САПР на базі СУБД. Вони орієнтовані на додатки, у яких при порівняно нескладних математичних розрахунках переробляється великий обсяг даних.

3) САПР на базі конкретного прикладного пакета. Фактично це автономно використовувані програмно-методичні комплекси.

4) Комплексні (інтегровані) САПР. Складаються із сукупності підсистем попередніх видів.

Питання для контролю:

1. Яке місце займає етап проектування в життєвому циклі виробу?
2. Як ви розумієте термін «автоматизація проектування»?
3. Дайте порівняну характеристику системам САД/САМ/САЕ/PDM.
4. Місце САПР серед інших комплексних автоматизованих систем на виробництві.
5. Розкажіть про структуру й різновиди САПР.