

Системи автоматизованого проектування (САПР)

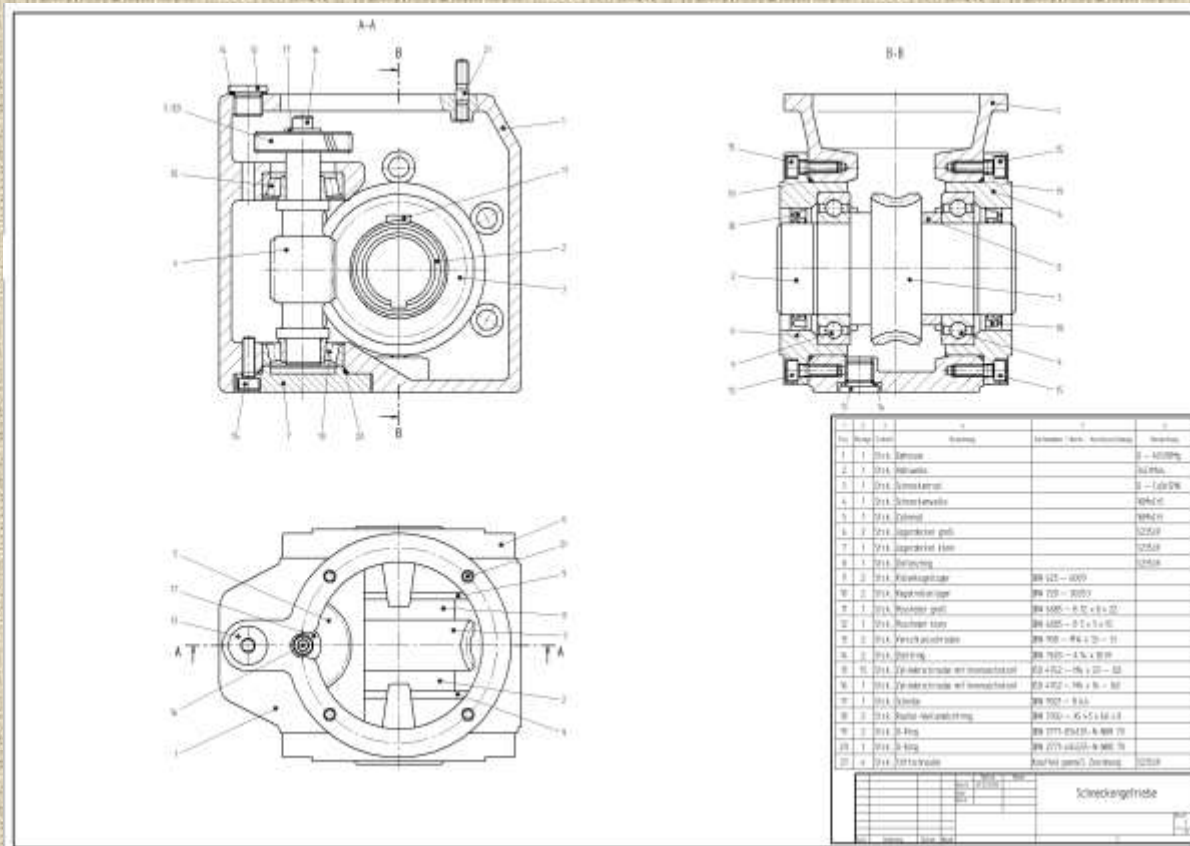
Лекція 13

Лекція 1. Основні поняття про САПР

1.1. Основні поняття процесу проектування

1.2. Класифікація САПР

1.3. Визначення CAD, CAM і CAE



1.1. Основні поняття процесу проектування

САПР забезпечує створення, зберігання і обробку моделей геометричних об'єктів і їх графічне зображення за допомогою комп'ютера.



Система автоматизованого проектування (САП або САПР) або автоматизована система проектування (АСП) — автоматизована система, призначена для автоматизації технологічного процесу проектування виробу, результатом якого є комплект проектно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування. Реалізується на базі спеціального програмного забезпечення, автоматизованих банків даних, широкого набору периферійних пристроїв.

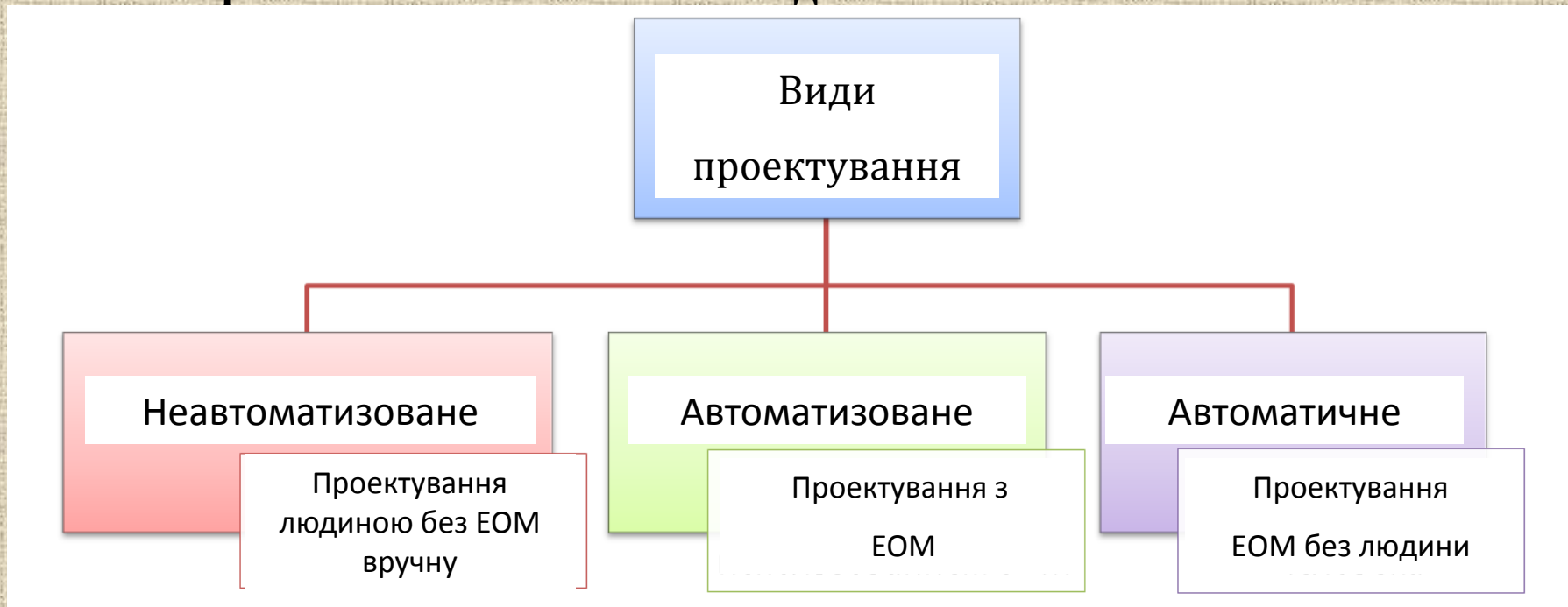
1.1. Основні поняття процесу проектування

Автоматизація проектування - спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються розробником виробу при тісній взаємодії з ПК.

Система автоматизованого проектування (САПР) - це **система**, що включає **користувача** (інженера, конструктора, технолога) і **комплекс засобів автоматизації** проектування, який утворюють **технічне (ПК), програмне, математичне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне** забезпечення.

1.1. Основні поняття процесу проектування

Проектування - це комплекс робіт з дослідженнями, розрахунками та конструюванням нового виробу або нового процесу. В основі проектування лежить первинний опис - технічне завдання.



Неавтоматизоване проектування - процес проектування, здійснюваний людиною вручну (без використання ЕОМ).

Автоматизоване проектування - процес, при якому всі проектні рішення або їх частину отримують шляхом взаємодії людини і ЕОМ.

Автоматичне проектування - процес, при якому всі перетворення описів об'єкта і алгоритму його функціонування здійснюються без участі людини. Автоматичне проектування можливий лише в окремих випадках для порівняно нескладних об'єктів.

САПР: поняття, цілі, функції, можливості

САПР - організаційно-технічна система, що входить в структуру проектної організації (відділу) і здійснює проектування за допомогою комплексу засобів автоматизованого проектування.

Основна функція САПР - виконання автоматизованого проектування на всіх або окремих стадіях проектування об'єктів та їх складових частин.

САПР вирішує завдання автоматизації робіт на стадіях проектування та підготовки виробництва.

Основна мета застосування САПР - підвищення ефективності праці інженерів, включаючи:

- скорочення трудомісткості проектування і планування;
- скорочення термінів проектування;
- скорочення собівартості проектування і виготовлення, зменшення витрат на експлуатацію;
- підвищення якості та техніко-економічного рівня результатів проектування;
- скорочення витрат на натурне моделювання і випробування.

Вимоги до систем автоматизованого проектування

- 1. Вдосконалення методів проектування, зокрема, використання методів багатоваріантного проектування і оптимізації для пошуку ефективних варіантів і ухвалення рішень.
- 2. Підвищення частки творчої праці інженера-проектувальника.
- 3. Підвищення якості проектної документації.
- 4. Вдосконалення керування процесом розробки проектів.
- 5. Часткова заміна натурних експериментів і макетування моделюванням на ЕОМ.
- 6. Зменшення обсягу випробувань і доведення дослідних зразків у результаті підвищення рівня достовірності проектних рішень і, отже, зниження часових витрат.

1.2. Класифікація САПР

Різновиди САПР

- 1. САПР для застосування в галузях загального машинобудування їх ще називають машинобудівними САПР або **MCAD** (*Mechanical CAD*) системами.
- 2. САПР для радіоелектроніки. Їх назви - **ECAD** (*Electronic CAD*) або **EDA** (*Electronic Design Automation*) системи.
- 3. САПР в області архітектури і будівництва.

Крім того, відоме велике число більш спеціалізованих САПР, які виділяються у вказаних групах, або представляють самостійну гілку в класифікації.

Прикладами таких систем є САПР великих інтегральних схем (ВІС); САПР літальних апаратів, САПР електричних машин і т.п.

1.2. Класифікація САПР

СКЛАД І СТРУКТУРА САПР

Складовими структурними частинами САПР, жорстко пов'язаними з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, в яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів вирішується функціонально закінчена послідовність завдань САПР.

За призначенням підсистеми розділяють на два види: **проектуючі** і **обслуговуючі**.

1.2. Класифікація САПР

СКЛАД І СТРУКТУРА САПР

• **До проектуючих** відносяться підсистеми, що виконують проектні процедури і операції, наприклад підсистема оптимізації характеристик виробу; підсистема проектування вузлів деталей і складальних одиниць; підсистема технологічного проектування; підсистема проектування пристроїв. *Приклади проектуючих підсистем: ескізне проектування виробів, проектування корпусних деталей, проектування технологічних процесів механічної обробки.*

• **Обслуговуючими** називають підсистеми, що забезпечують функціонування проектуючих підсистем, а також оформлення, передачу і виведення отриманих в них результатів, *наприклад підсистема графічного відображення об'єктів проектування; підсистема документування; підсистема обслуговування бази даних.*

1.2. Класифікація САПР

Класифікувати САПР можна за такими ознаками:

- по ступеню формалізації вирішуваних задач;***
- по функціональному призначенню;***
- по спеціалізації;***
- по технічній організації.***

1.2. Класифікація САПР

По **ступеню формалізації** вирішуваних задач САПР можуть бути побудовані на вирішенні:

- **повністю формалізованих задач;**
- **частково формалізованих задач;**
- **не формалізованих задач.**

Системи побудовані на рішенні задач, що повністю формалізуються, для проектування складних конструкцій зазвичай не придатні, оскільки математичні моделі об'єктів проектування і процесів їх функціонування настільки складні, що повний і точний їх математичний опис на сьогоднішній день неможливий. Такі системи можуть застосовуватися тільки для вирішення простих задач проектування.

1.2. Класифікація САПР

По **ступеню формалізації** вирішуваних задач САПР можуть бути побудовані на вирішенні:

- *повністю формалізованих задач;*
- *частково формалізованих задач;*
- *не формалізованих задач.*

Системи побудовані на вирішенні задач, що не формалізуються, в даний час знаходяться у стадії досліджень і розробки («штучний інтелект») і для проектування також не застосовуються.

1.2. Класифікація САПР

По **ступеню формалізації** вирішуваних задач САПР можуть бути побудовані на вирішенні:

- **повністю формалізованих задач;**
- **частково формалізованих задач;**
- **не формалізованих задач.**

Для вирішення завдань у багатьох галузях промислового виробництва у даний час придатні тільки системи, побудовані на рішенні задач, що частково формалізуються.

1.2. Класифікація САПР

За **функціональним призначенням** САПР поділяються в залежності від вирішуваних задач, визначених складом функціональної частини системи:

- розрахунково-оптимізаційні;
- графічні;
- графоаналітичні;
- інформаційні і т.п.

1.2. Класифікація САПР

За **спеціалізацією** САПР поділяють на спеціалізовані та інваріантні. Оскільки завдання автоматизованого проектування дуже складні, то, як правило, САПР є спеціалізовані системи, що створюються для вирішення вузьких завдань однієї галузі.

1.2. Класифікація САПР

За **технічною організацією** САПР бувають однорівневі, побудовані на базі однієї достатньо продуктивної ЕОМ з набором необхідних периферійних пристроїв, і багаторівневі, такі, що включають крім базової ЕОМ ряд підпорядкованих їй автоматизованих робочих місць (АРМ), що побудовані на основі ЕОМ нижчого рівня.

1.3. Визначення CAD, CAM і CAE

За цільовим призначенням розрізняють САПР або підсистеми САПР, що забезпечують різні аспекти проектування.

CAD (англ. Computer-Aided Design) — технологія **автоматизованого проектування**;

CAM (англ. Computer-Aided Manufacturing) — технологія **автоматизованого виробництва**;

CAE (англ. Computer-Aided Engineering) — технологія **автоматизованої розробки**;

CAPP (англ. Computer-Aided Process Planning) - засоби **автоматизації планування технологічних процесів**, вживані на стику систем CAD і CAM.

PDM – (англ. Product Data Management) - *підсистеми керування проектними даними*

CALS (англ. Continuous Acquisition and Life cycle Support) — постійна інформаційна підтримка поставок і життєвого циклу.



Автоматизоване проектування (computer-aided design – CAD)

є технологією суть якої полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, змін, аналізу і оптимізації проектів. Таким чином, будь-яка програма, що працює з комп'ютерною графікою, так само як і будь-який додаток використовуваний в інженерних розрахунках, відноситься до систем автоматизованого проектування.

Автоматизоване виробництво

(computer-aided manufacturing – CAM)

– це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління і контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. Одним з найбільш широко застосовуваних підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління (ЧПУ, numerical control – NC).

Автоматизоване конструювання (computer-aided engineering – CAE)

– полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії CAD, моделювання і вивчення поведінки виробу для удосконалення і оптимізації його конструкції. Засоби CAE можуть здійснювати багато різних варіантів аналізу. Програми для кінематичних розрахунків, здатні визначати траєкторії руху і швидкості ланок в механізмах. Програми динамічного аналізу можуть використовуватися для визначення навантажень і зсувів в складних пристроях типу автомобілів. Програми верифікації і аналізу логіки і синхронізації імітують роботу складних електронних ланцюгів.

Перевагами методів аналізу і оптимізації (CAE) конструкцій є те, що вони дозволяють конструктору побачити поведінку кінцевого виробу і виявити можливі помилки до створення і тестування реальних прототипів, уникнувши певних витрат. Оскільки вартість конструювання на останніх стадіях розробки і виробництва продукту є значною, а це призводить до скорочення термінів і вартості розробки.

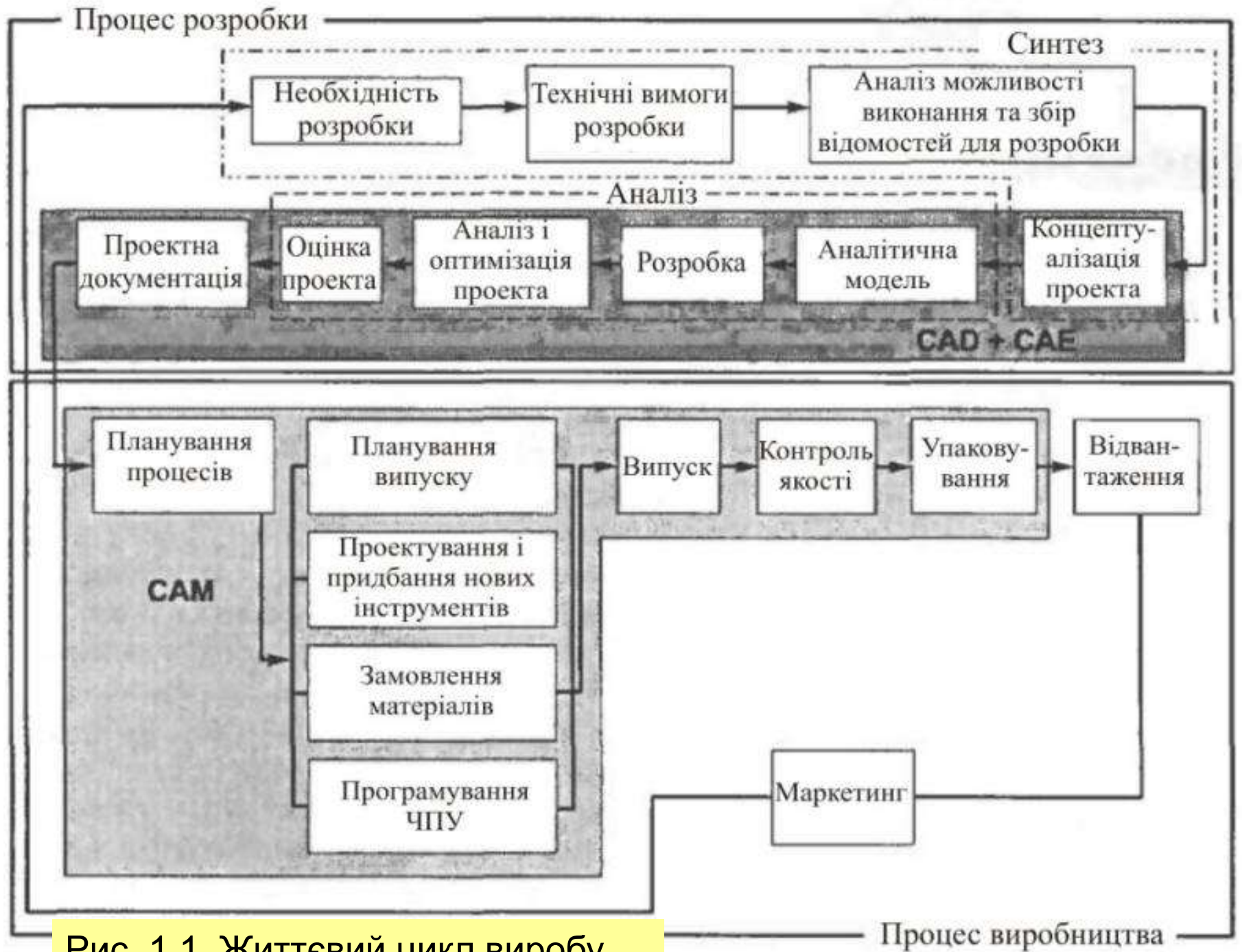
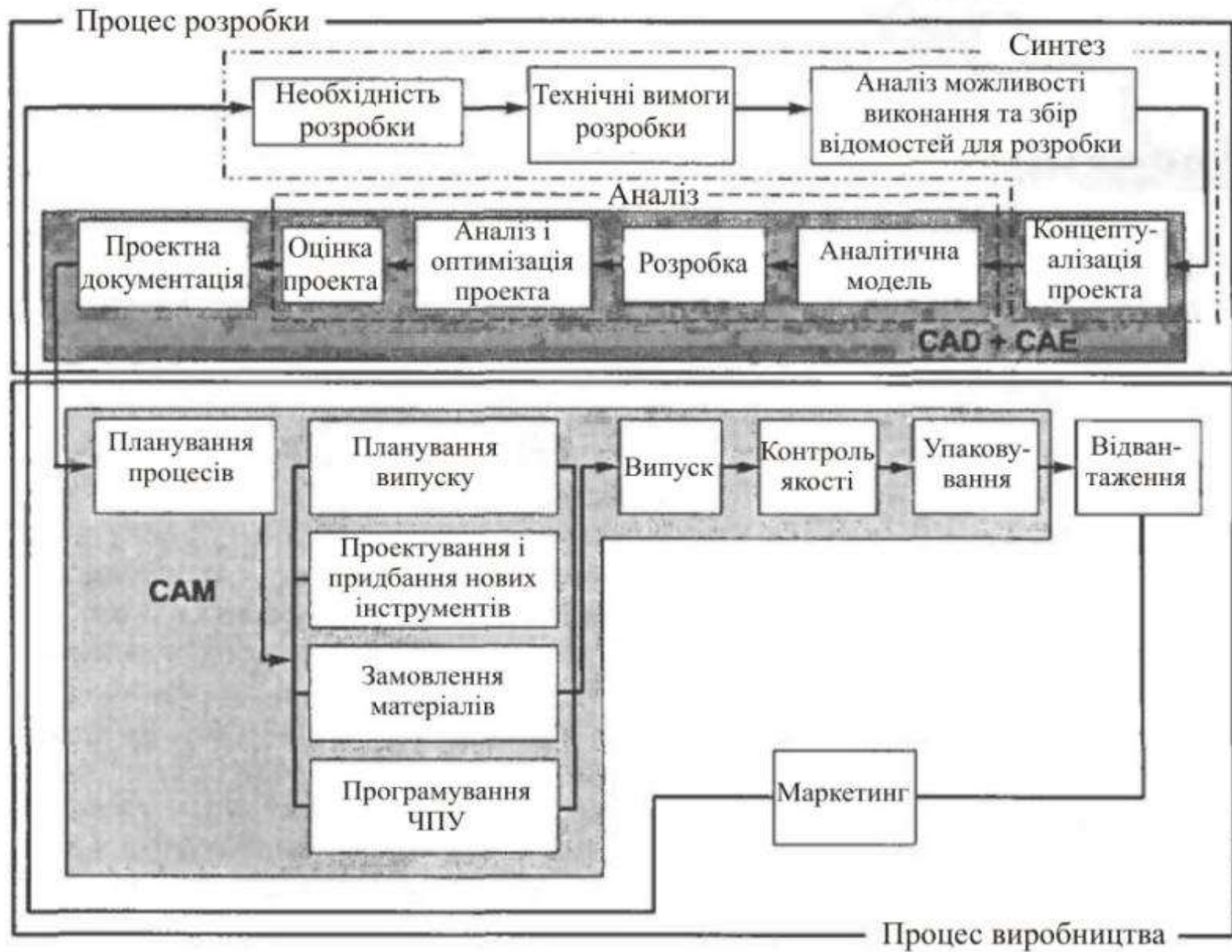
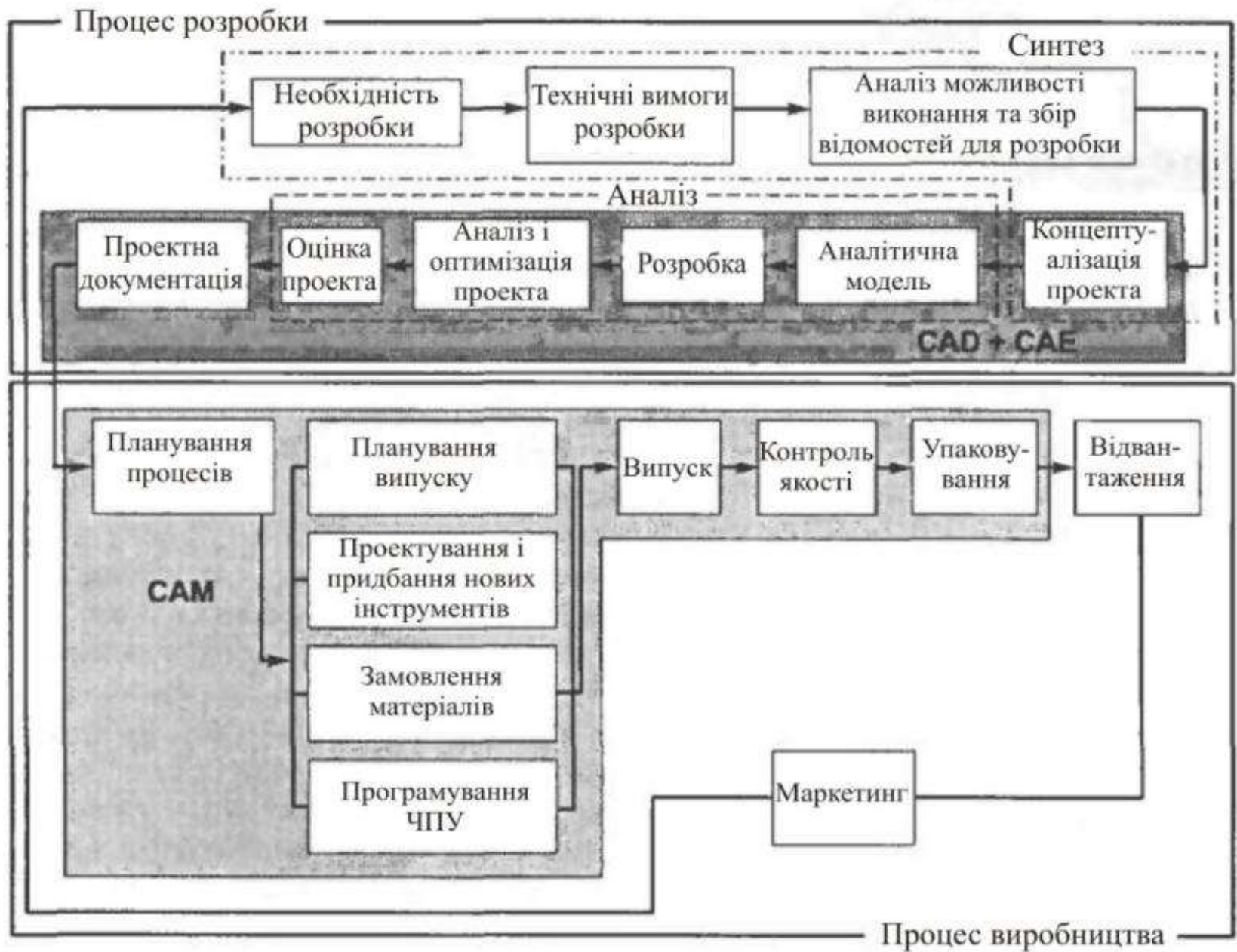


Рис. 1.1. Життєвий цикл виробу

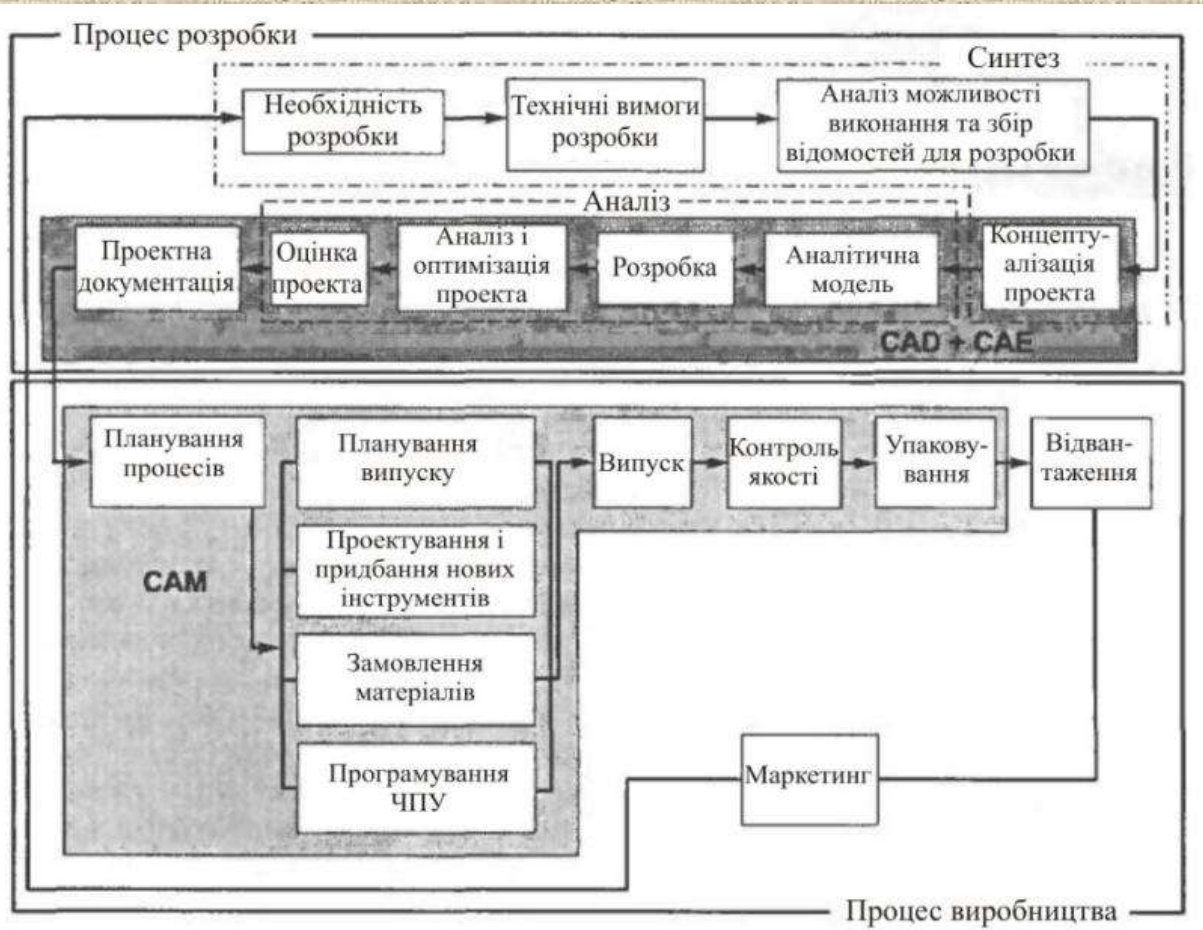


Процес розробки починається із запитів споживачів, які обслуговуються відділом маркетингу і закінчується повним описом продукту, що зазвичай виконується у формі рисунка.



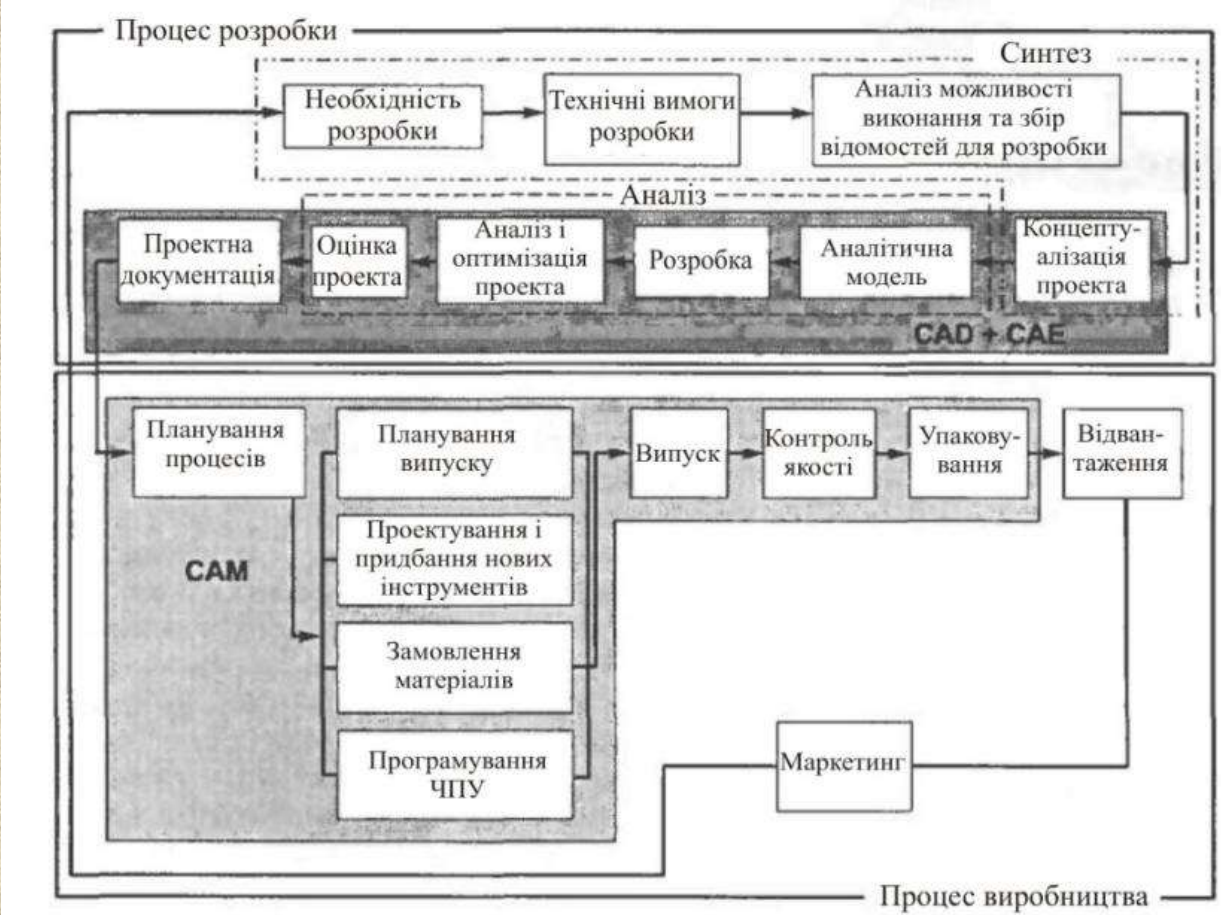
Процес виробництва починається з технічних вимог і закінчується постачанням готових виробів.

Операції, що відносяться до процесу розробки можна розділити на **аналітичні і синтетичні**.

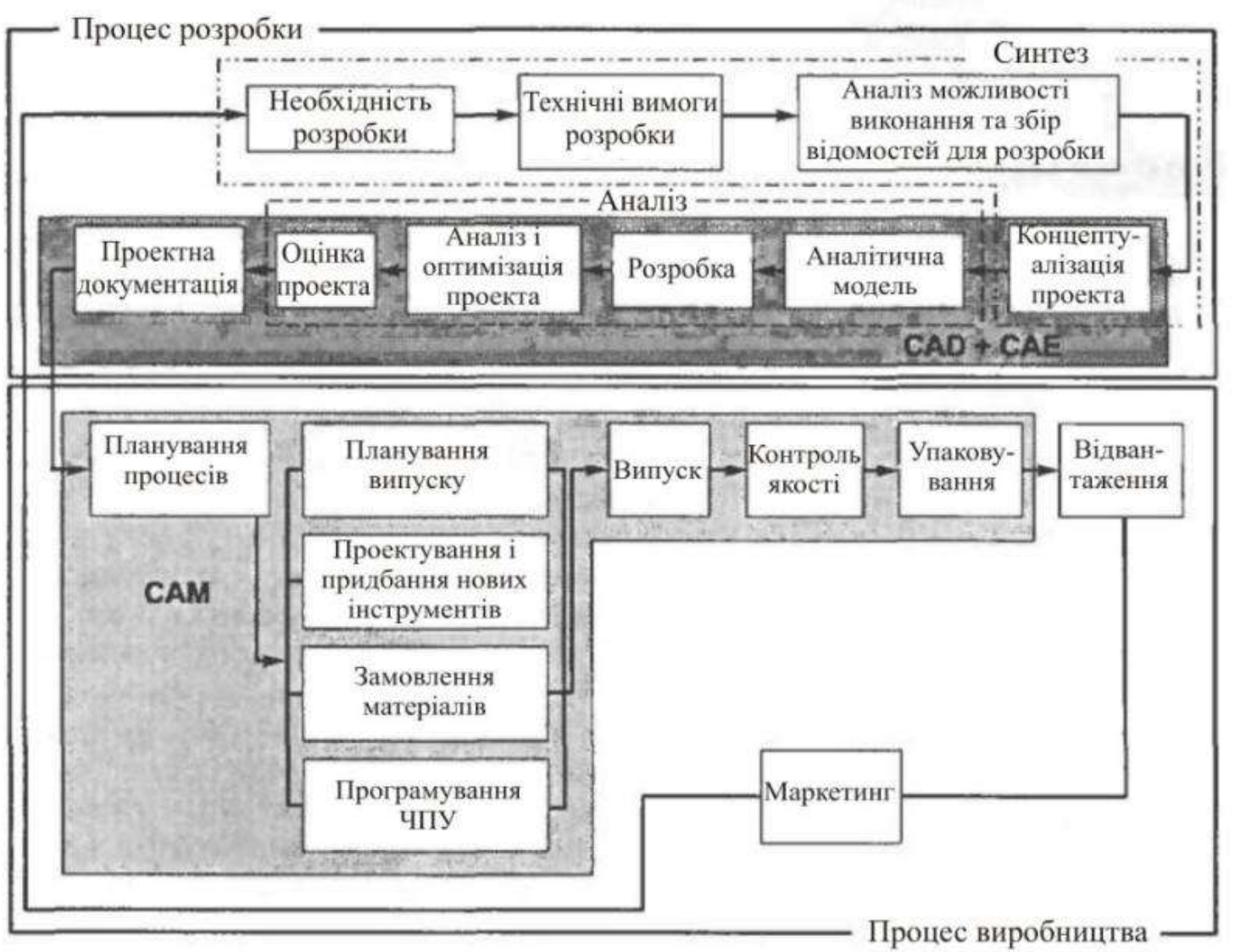


Результатом підпроцесу синтезу є **концептуальний проект** передбачуваного продукту у формі ескізу або топологічного креслення, що відображає зв'язки різних компонентів продукту.

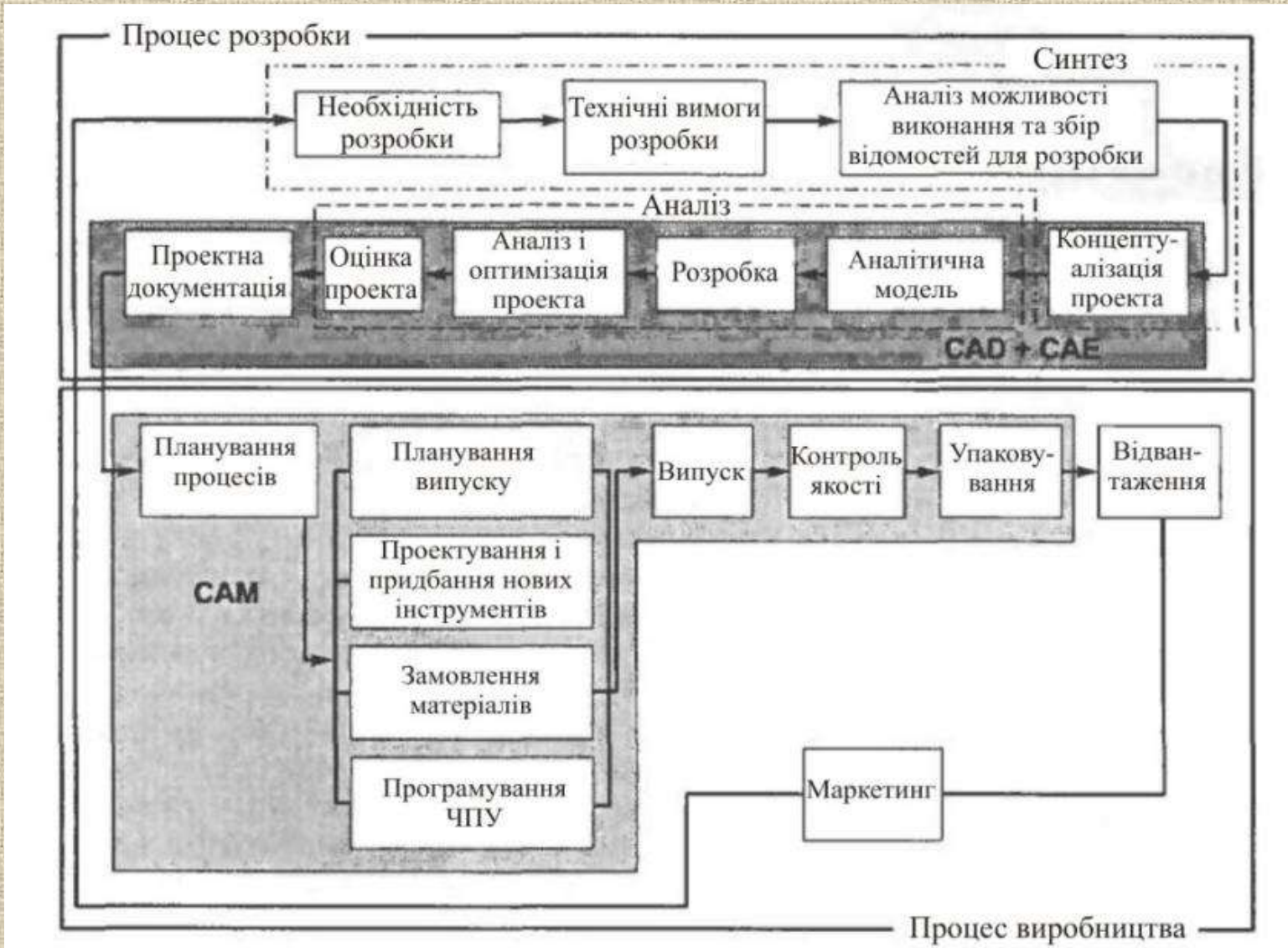
Готовий концептуальний проект аналізується і оптимізується - це підпроцес **аналізу**. Перш за все виробляється аналітична модель оскільки аналізується саме модель, а не проект.



Після завершення проектування і вибору оптимальних параметрів починається етап оцінки проекту. Для цієї мети можуть виготовлятися прототипи.

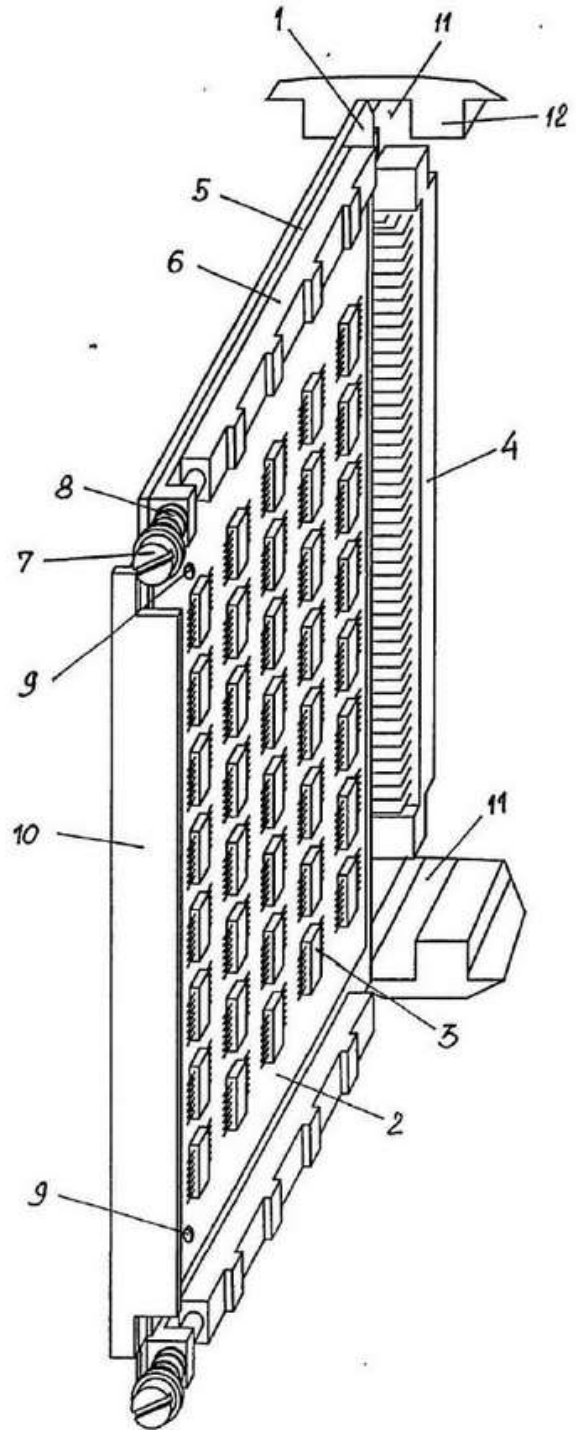


Процес виробництва починається з планування, яке виконується на підставі одержаних на етапі проектування креслень, а закінчується готовим продуктом (виробом).

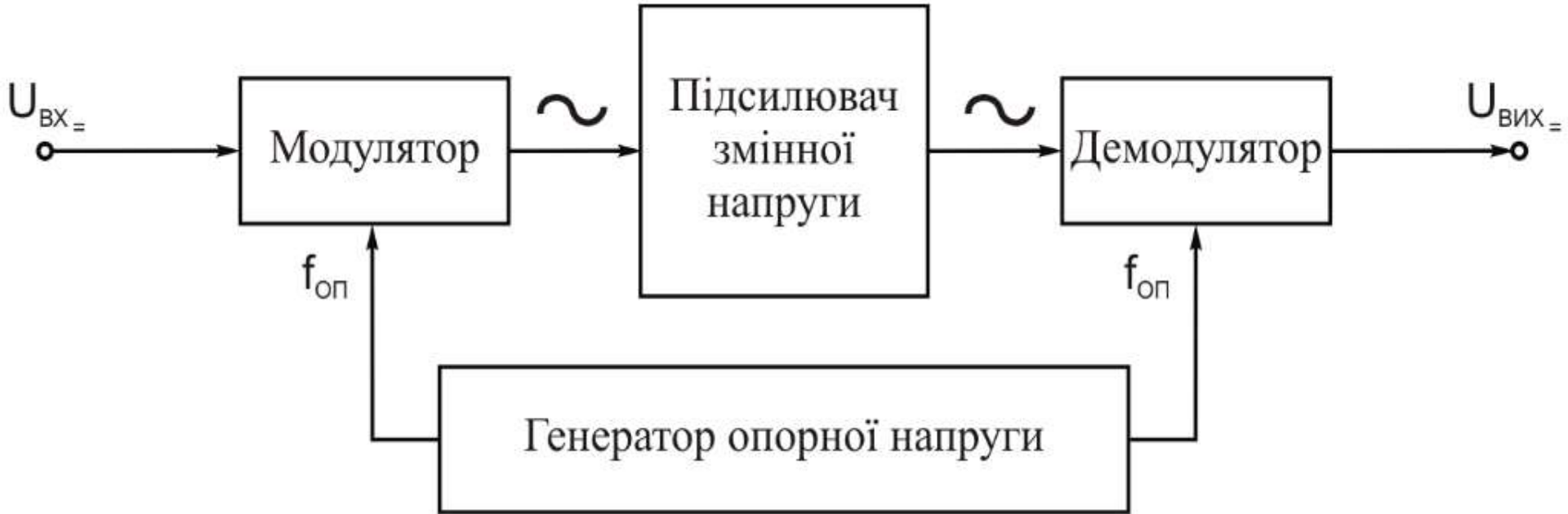


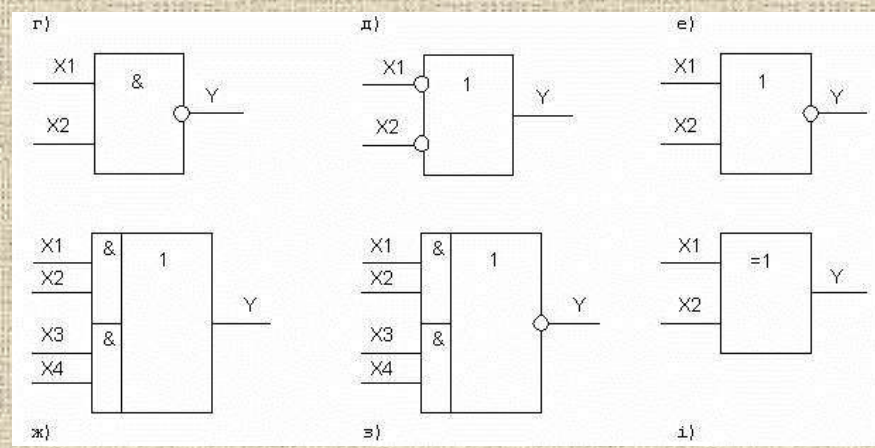
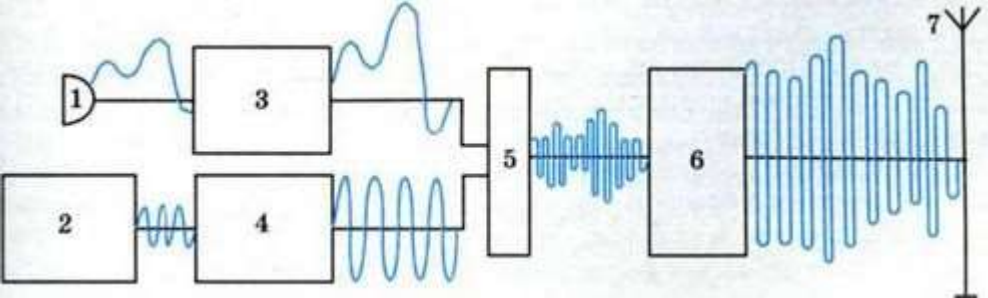
Структура САПР





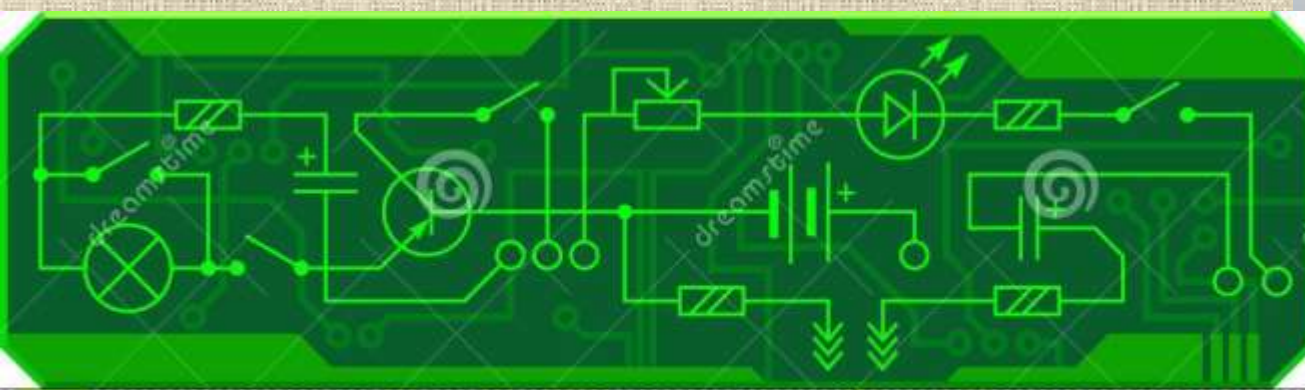
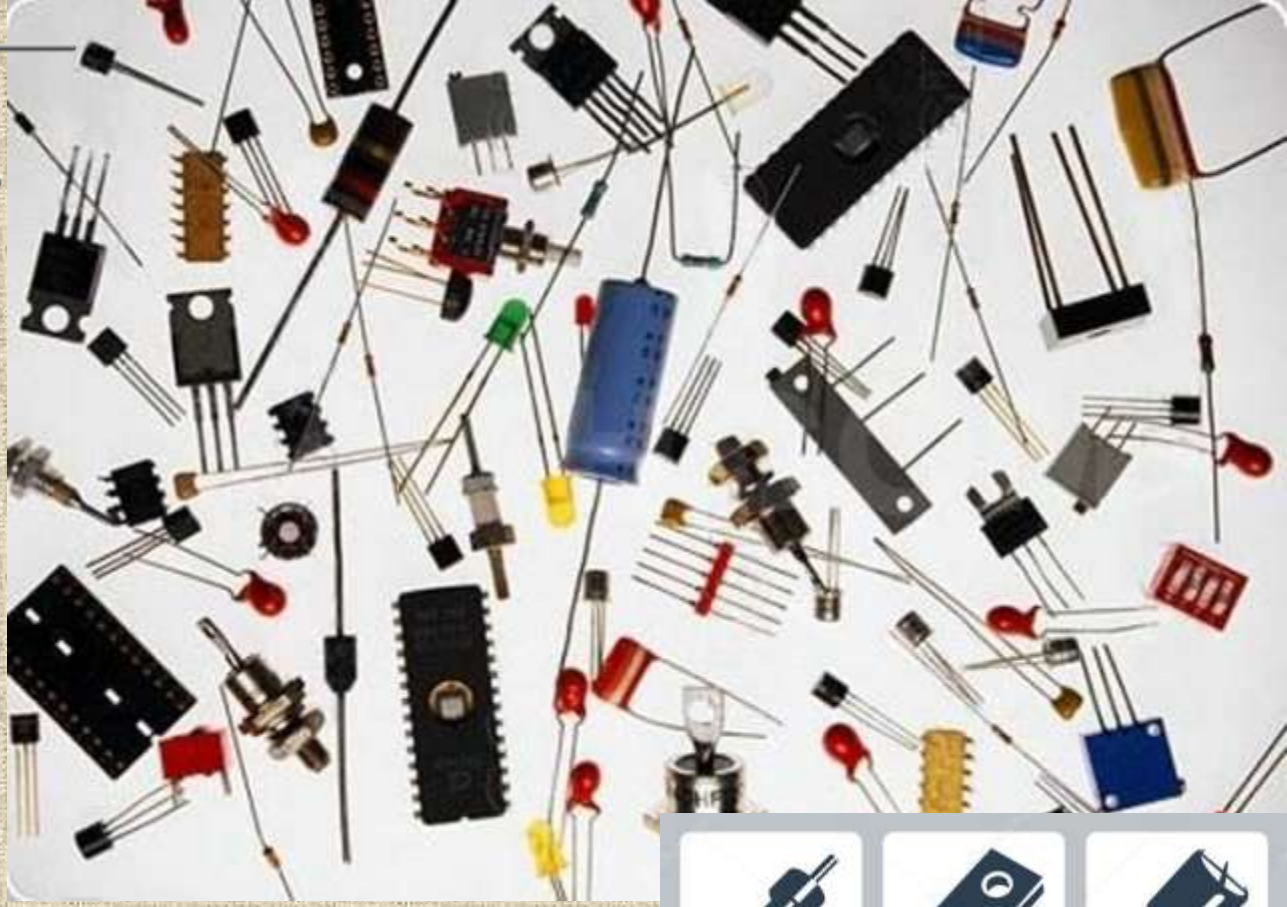
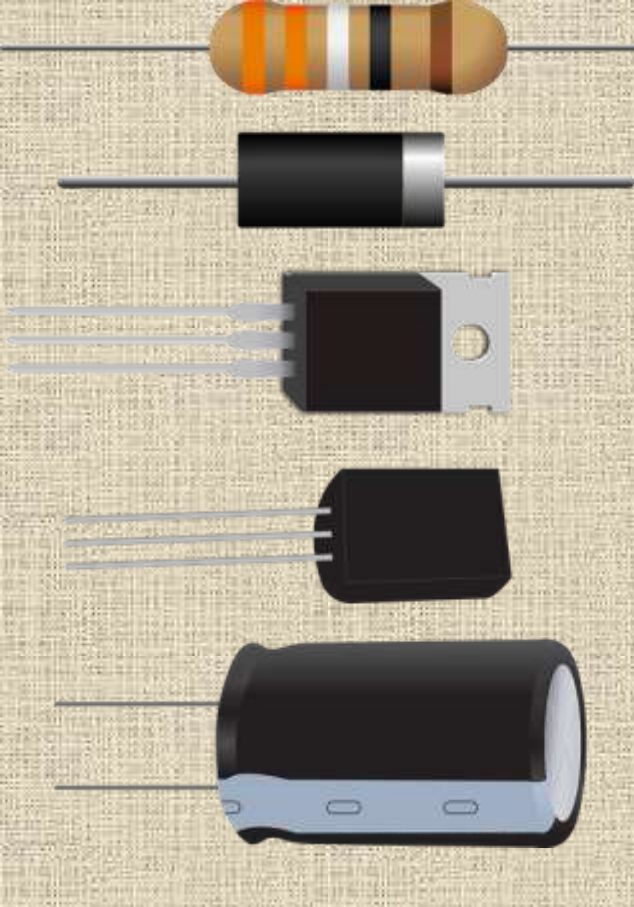


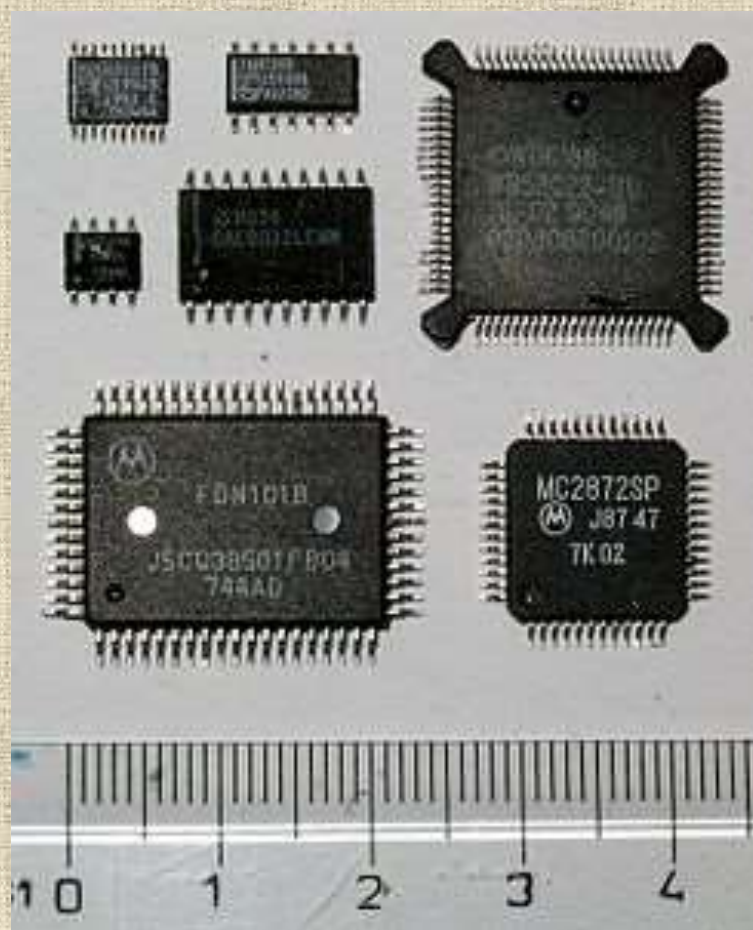
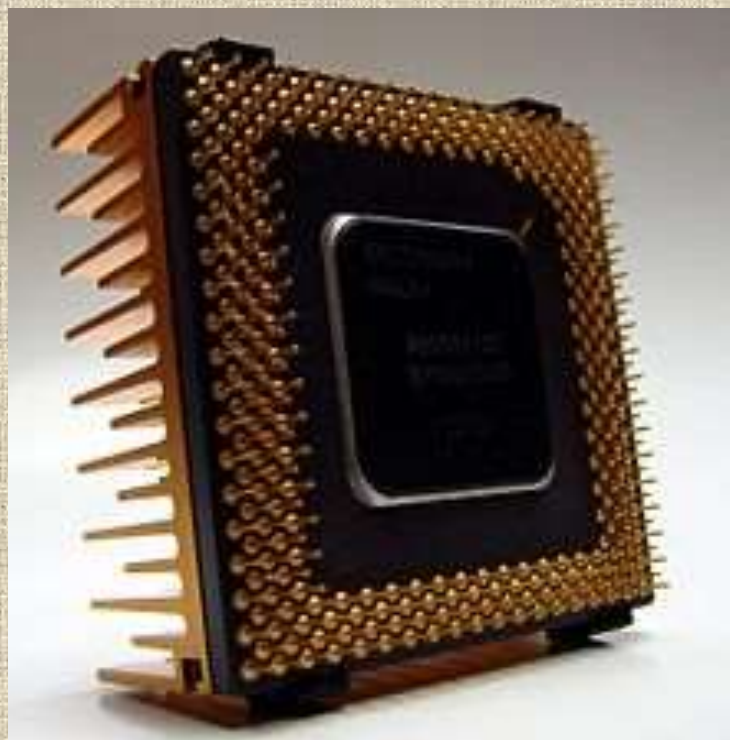




| Вхідні змінні | | Функція y | | | |
|---------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| x ₁ | x ₂ | АБО | АБО-ІІІ | I | I-ІІІ |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Математичний запис (формула) | | $y = x_1 + x_2 = x_1 \vee x_2$ | $y = \overline{x_1 + x_2}$ | $y = x_1 \cdot x_2 = x_1 \wedge x_2$ | $y = \overline{x_1 \cdot x_2}$ |
| Назва функції | | Логічне додавання (диз'юнкція) – функція АБО | Заперечення логічного додавання (стрілка Пірса) – функція АБО-ІІІ | Логічне множення (кон'юнкція) – функція I | Заперечення логічного множення (штритх Шеффера) – функція I-ІІІ |
| Графічне позначення елемента, що реалізує функцію | | | | | |
| Можлива реалізація | | | | | |
| | | Резисторно-діодна логіка (РДЛ) | Резисторно-транзисторна логіка (РТЛ) | Резисторно-діодна логіка (РДЛ) | Резисторно-діодно-транзисторна логіка (РДТЛ) |

Рис. 6.2 – Деякі логічні функції двох змінних





Multisim & Ultiboard

Up-DownCounter - Multisim - [Up-DownCounter *]

Файл Редактор Вид Вставить Микроконтроллеры Моделирование Трансляция Инструментарий Отчеты Установки Окно Справка

Состав

LowPassFilter
LowPassFilter
Up-DownCounter
Up-DownCounter

Структура Отображение

LowPassFilter * Up-DownCounter *

Экспорт

| Обозначение | Лист | Секция | Имя секции | Семейство | Наим/Мок | Пог... | Производитель | Корпус | Описание | M... | Координаты X/Y | Поворот |
|-------------|----------------|--------|------------|-----------|-----------|--------|---------------|--------|----------------------|------|----------------|---------|
| U3 | Up-DownCounter | | | TTL | JK_FF | | Generic | | | | E9 | Нет |
| U4 | Up-DownCounter | | | TTL | JK_FF | | Generic | | | | E12 | Нет |
| U5 | Up-DownCounter | A | A | CMOS_5V | 4081BT... | | IPC-7351 | SO-14 | Number=4;Package=... | | D4 | Нет |
| U5 | Up-DownCounter | A | B | CMOS_5V | 4081BT... | | IPC-7351 | SO-14 | Number=4;Package=... | | D7 | Нет |
| U6 | Up-DownCounter | A | C | CMOS_5V | 4081BT... | | IPC-7351 | SO-14 | Number=4;Package=... | | D10 | Нет |

Результаты Цепи Компоненты Проводящий слой Моделирование

Для вызова справки нажать F1

Время раб: 0.039 s

BinaryWeightedDAC - Multisim - BinaryWeightedDAC

File Edit View Place MCU Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help

Design Toolbox

- Design1
- StepperMotorDrive
- BinaryWeightedDAC
- MicrophoneAndSpeaker
- Impedometer
- DifferentialAmplifier1
- Description

Double click on the instruments to view the panel.

XLV1
R1 8kΩ

XLV2
R2 4kΩ

XLV3
R3

V2 12 V

R4

R5 1kΩ

U1

Signal Generator-XLV1

Signal Information

signal type
Sawtooth

frequency 100.00 square wave duty cycle (%) 50.00

amplitude 5.00 phase 0.00 offset 0.00

Sampling Info

Sampling Rate [Hz] 10,000

Number of Samples 1000

Repeat Data

Amplitude

Time 0.0000

BinaryWeightedDAC

Designed by: _____ Document no: 0001

Checked by: _____ Date: Nov 21, 2005

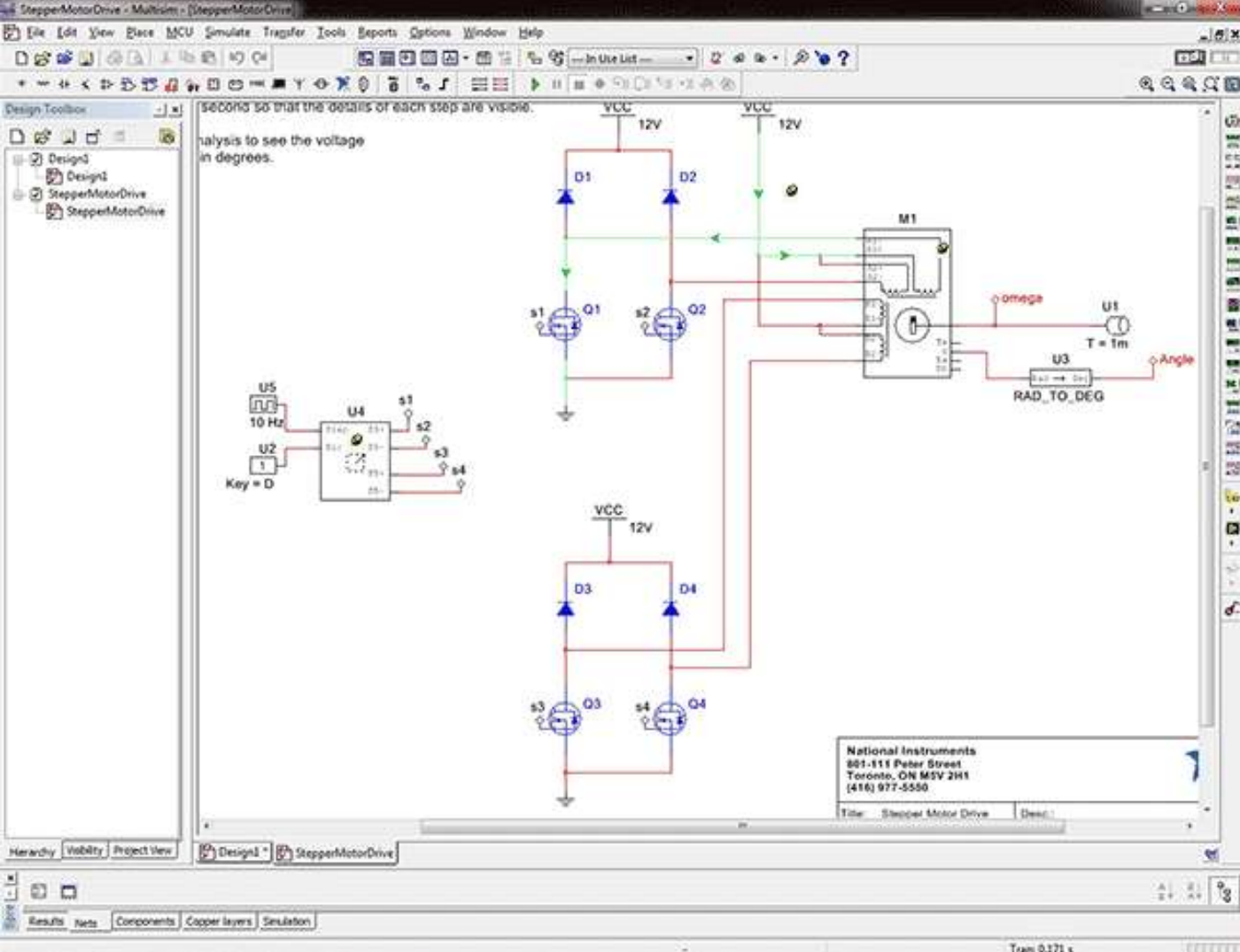
Hierarchy Visibility Project View

Design1 * StepperMotorDrive BinaryWeightedDAC MicrophoneAndSpeaker Impedometer DifferentialAmplifier1

Multisim - 22 nov 2012 r. 20:42:29

Results Nets Components Copper layers Simulation

BinaryWeightedDAC Simulating - Time: 0.030 s

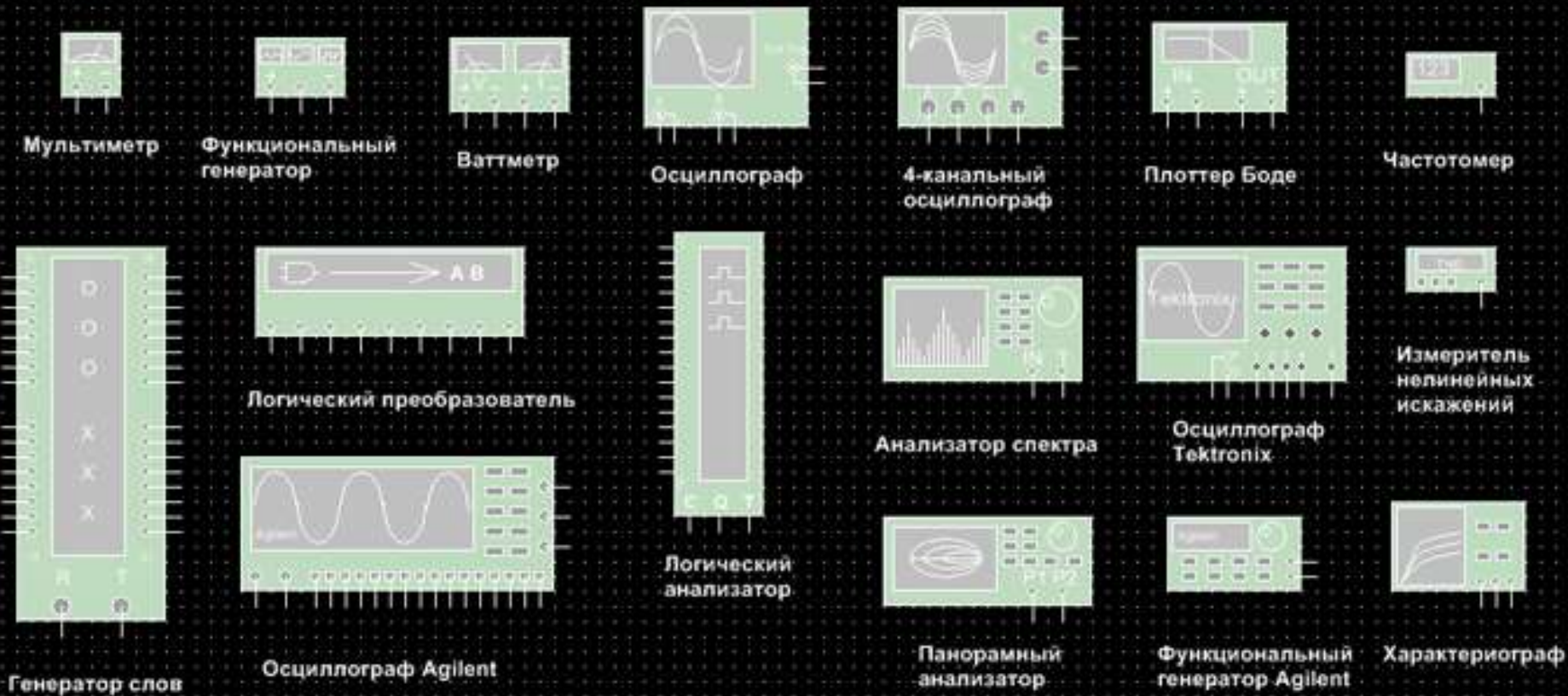


База данных:

Основная

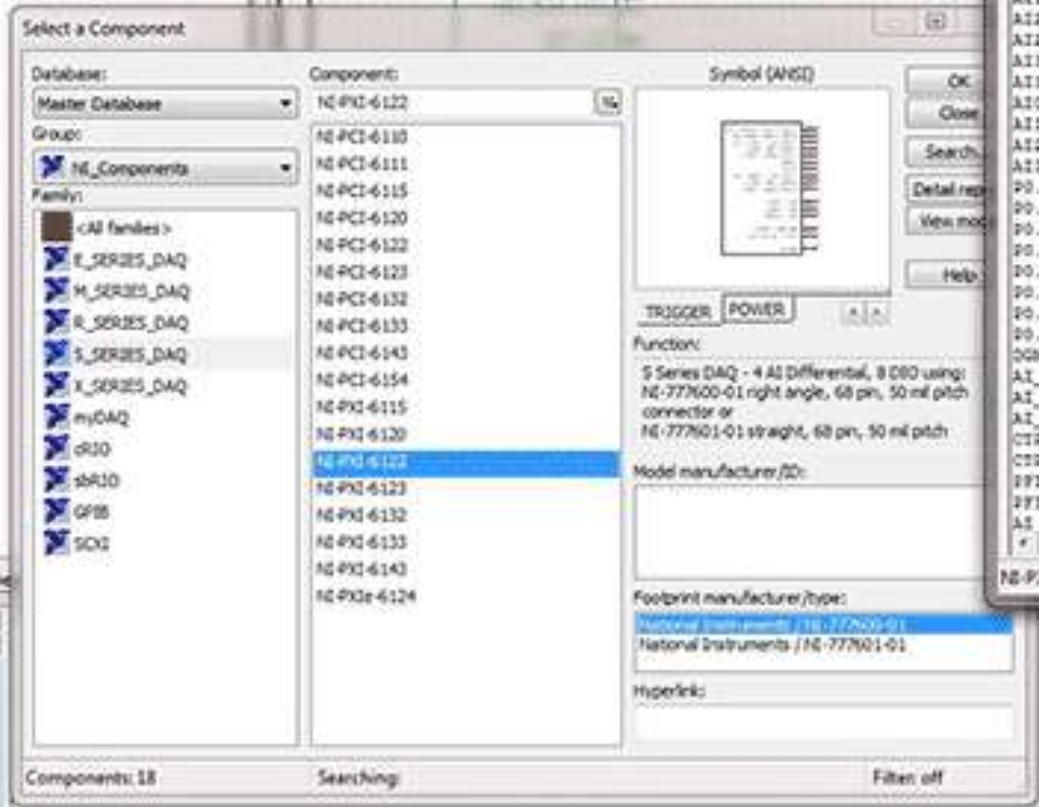
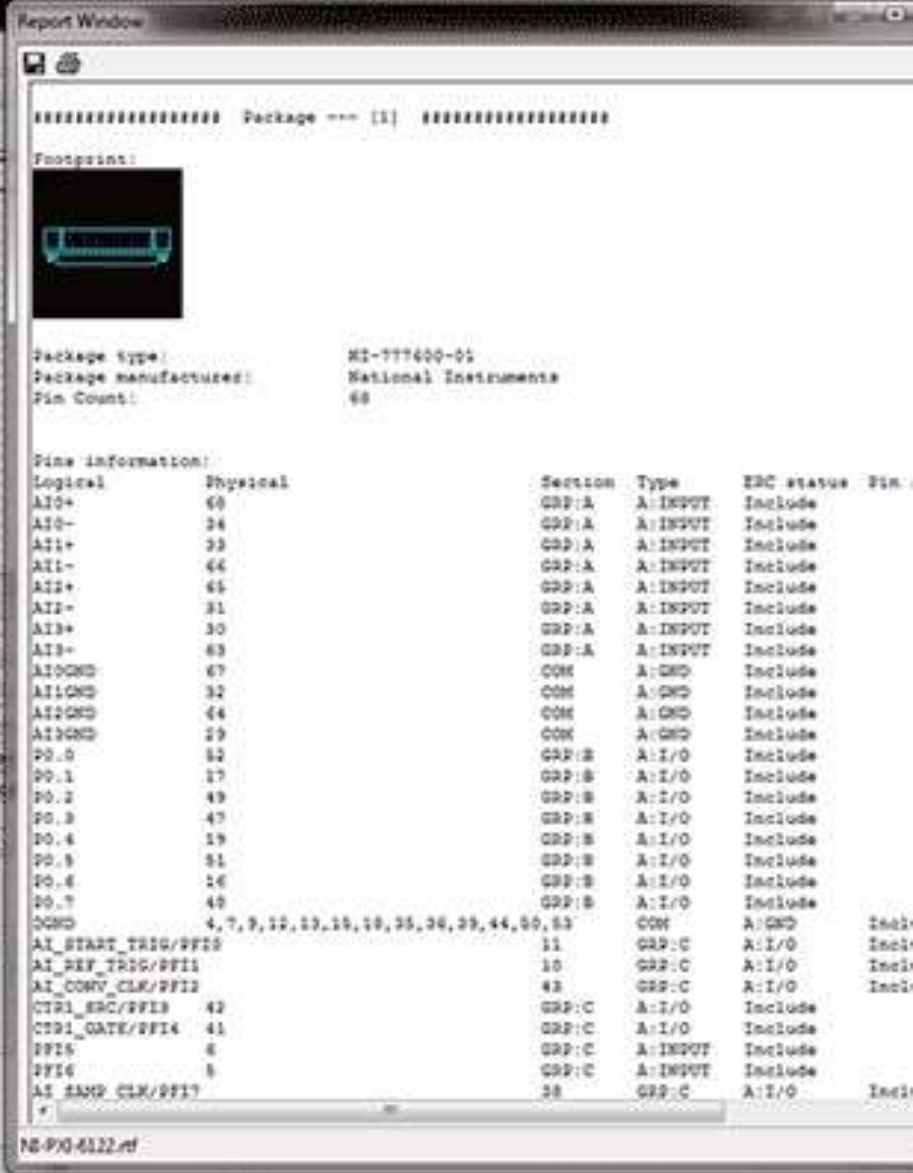
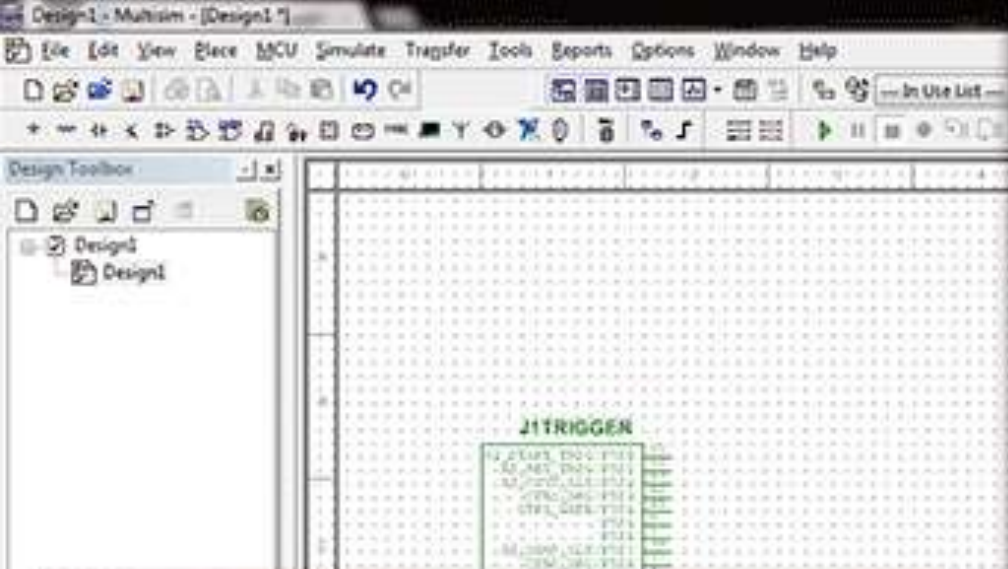
Раздел:

- All** Выбрать все разделы
- All** Выбрать все разделы
- Sources
- Basic
- Diodes
- Transistors
- Analog
- TTL
- CMOS
- MCU
- Advanced_Peripherals
- Misc Digital
- Mixed
- Indicators
- Power
- MISC Misc
- RF
- Electro_Mechanical
- Connectors
- NI_Components



Для проведення вимірювань:

мультиметр, функціональний генератор, ватметр, дво- і двоканальний осцилограф, характеріограф-IV, плоттер Боде, частотомір, генератор слів, логічний аналізатор, логічний перетворювач, вимірювач нелінійних спотворень, аналізатор спектру, панорамний аналізатор, струмовий пробник, функціональний генератор Agilent, мультиметр Agilent, осцилограф Agilent, осцилограф Tektronix, вимірювальний пробник



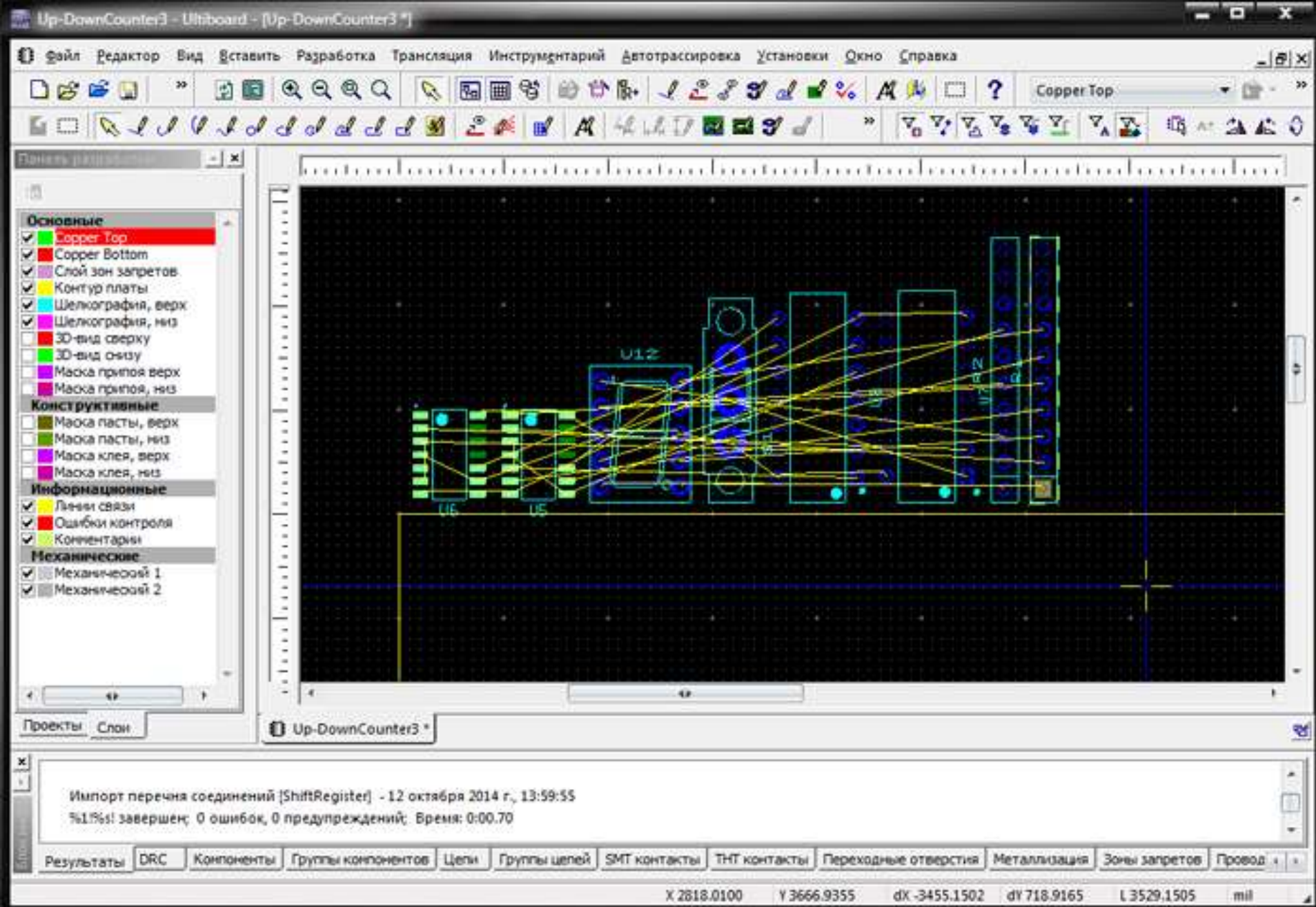


Рис. 5. Импортований з Multisim проект

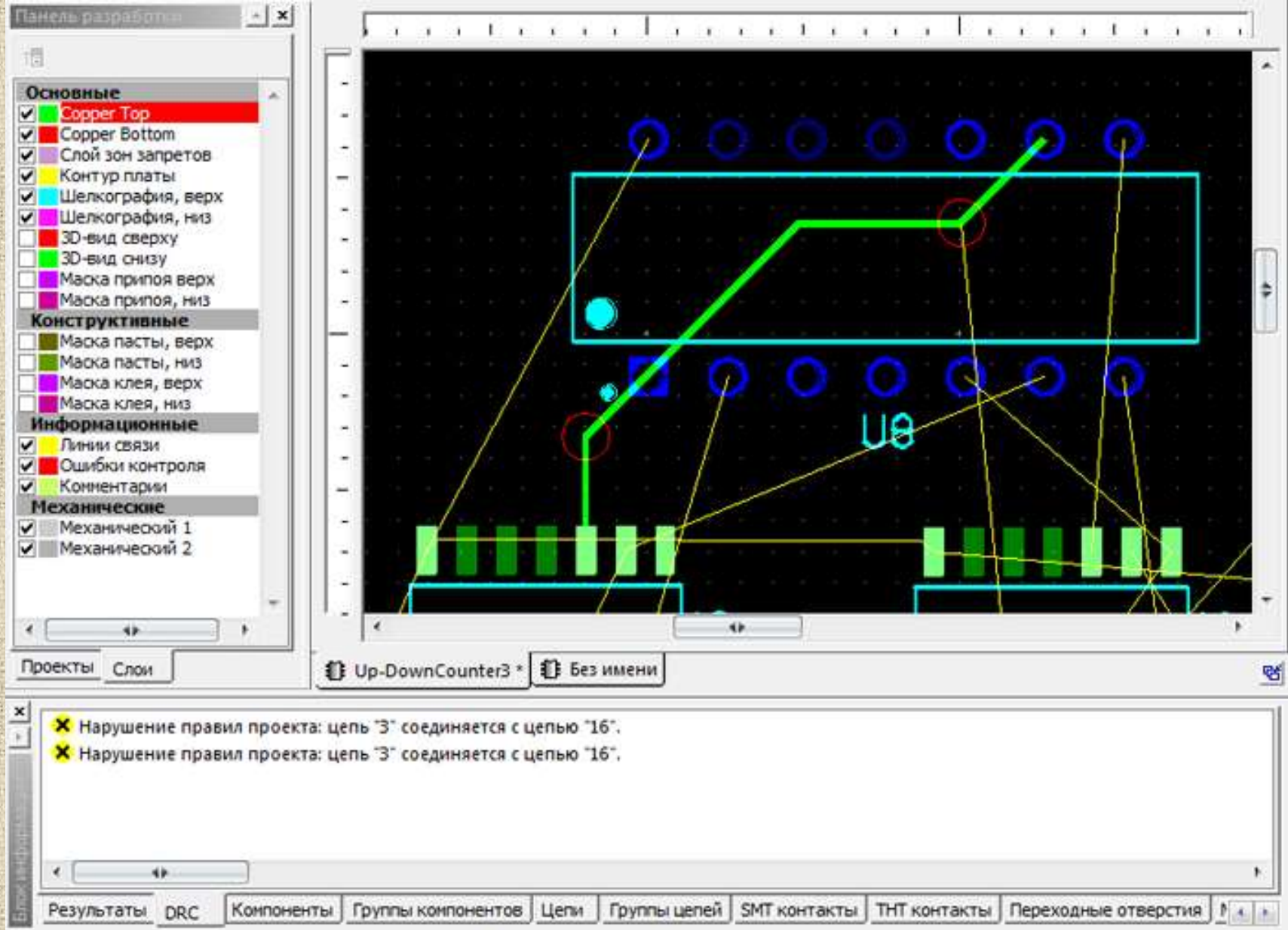


Рис. 6. Кольорові маркери в місцях виникнення помилок і інформація про помилки допущені в процесі ручного трасування

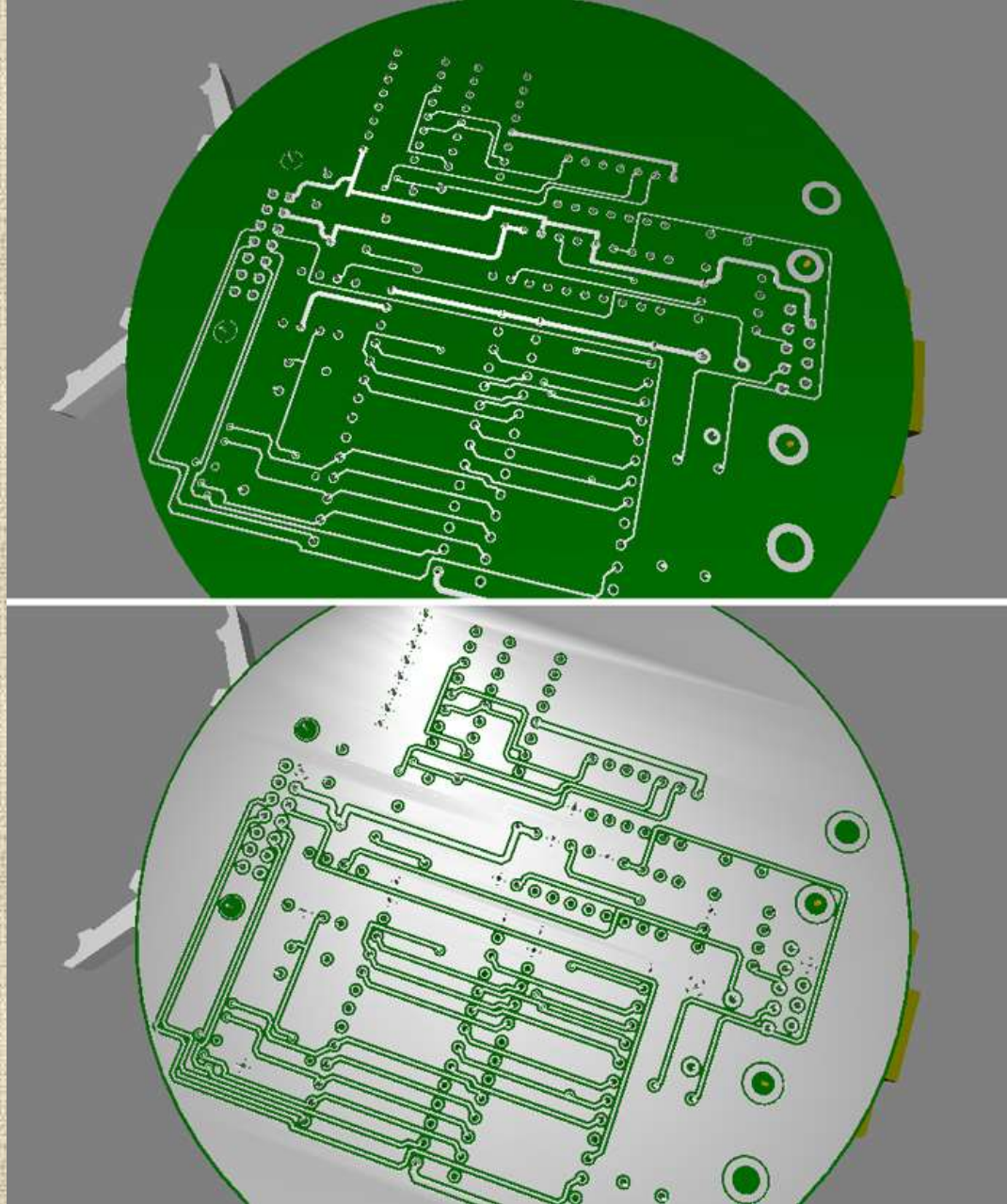


Рис. 7. 3D-модель плати до і після створення шару живлення

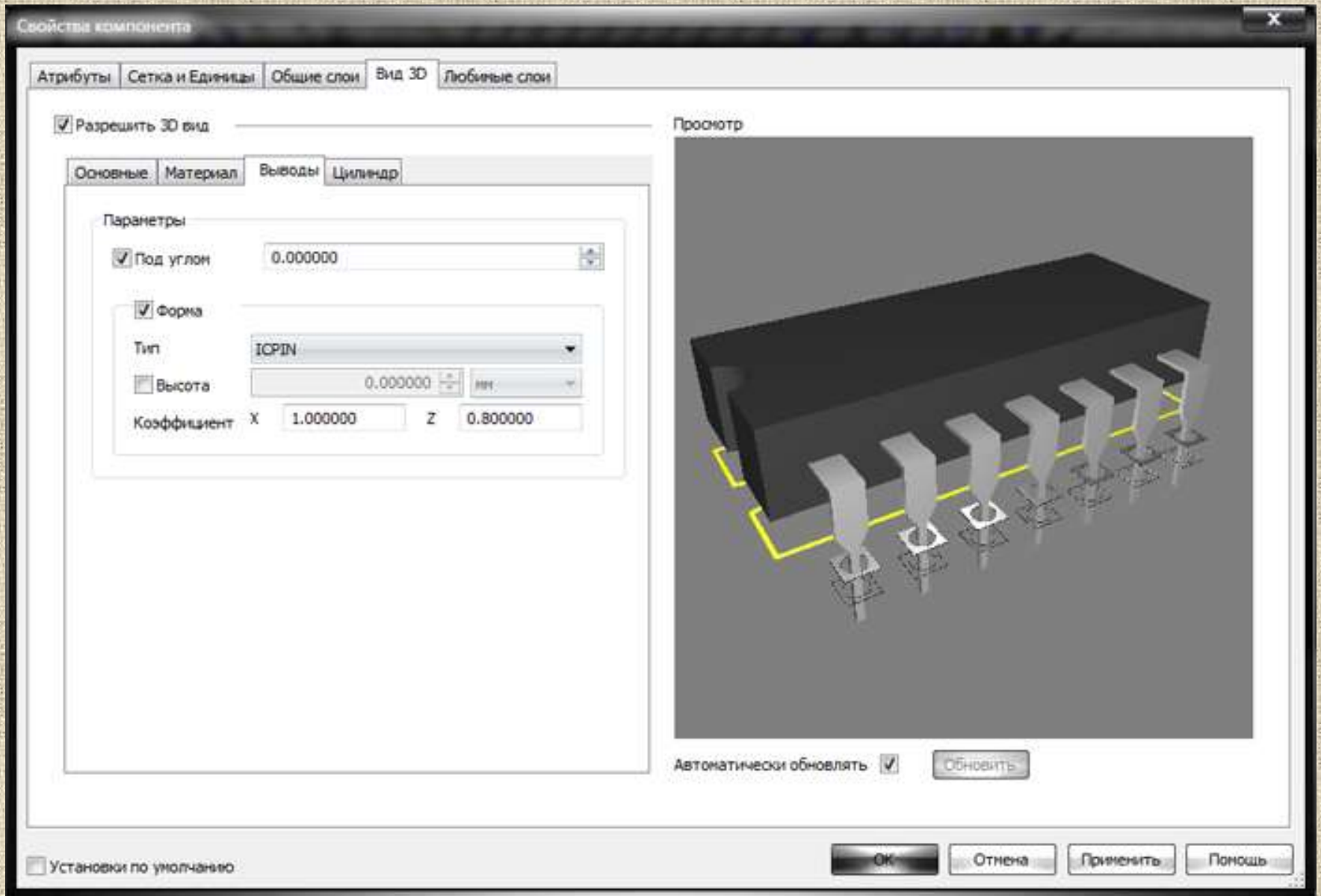


Рис. 8. Створення 3D-форми компонента зі штирові висновками в Ultiboard