

# **ПРОЕКТУВАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВ ИХ ПРИЛАДІВ ТА ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ**

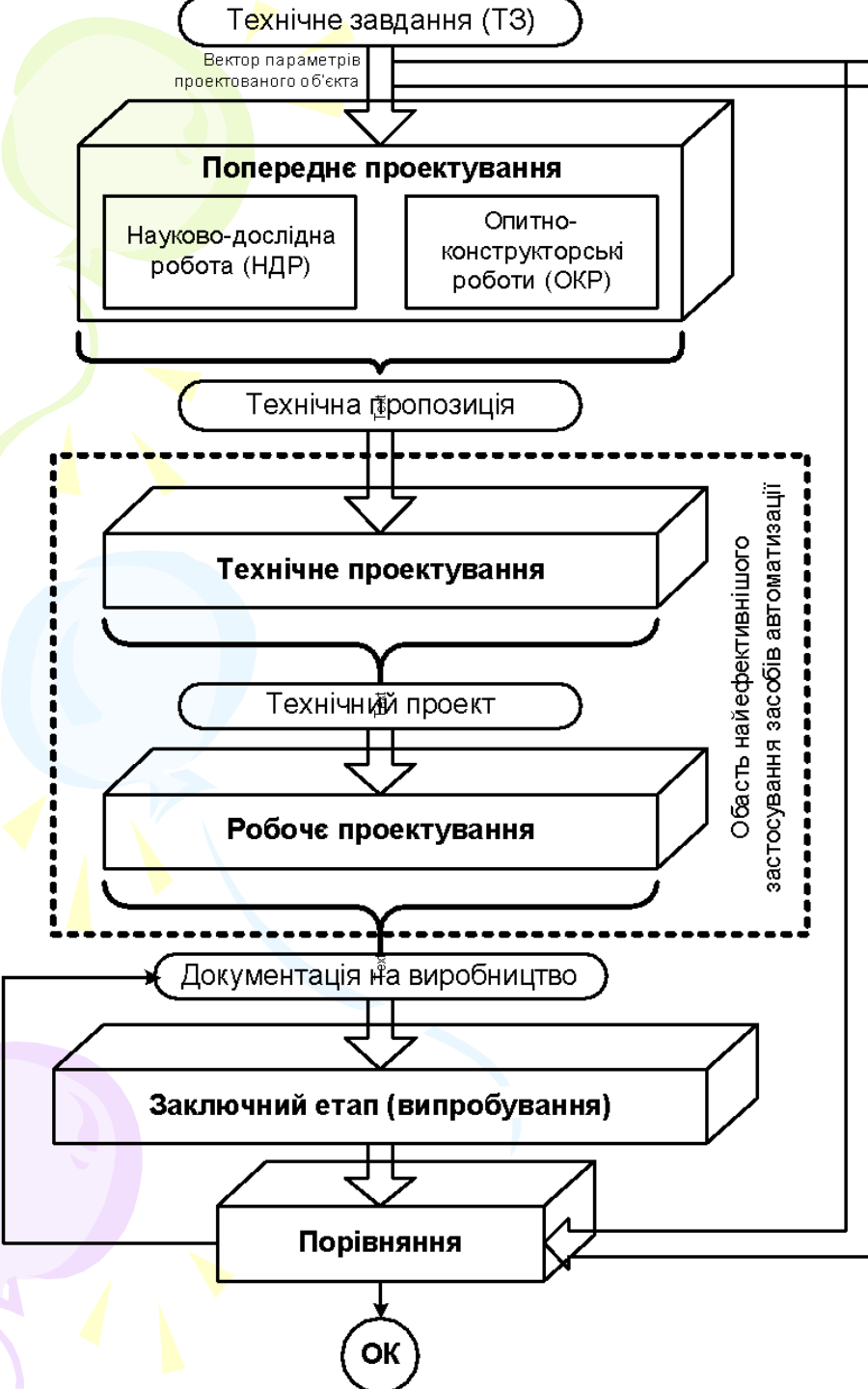
**2 ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ  
НАПІВПРОВІДНИКОВИХ  
ПРИЛАДІВ ТА  
ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ**

# ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ ТА ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ

- **Проектування інтегральних схем (ІС) поділяється на етапи.**
- Етап являє собою певну послідовність проектних процедур.
- Загальна послідовність етапів проектування представляється так:
  - складання технічного завдання (ТЗ);
  - введення проекту;
  - проектування архітектури;
  - функціонально-логічне проектування;
  - схемотехнічне проектування;
  - топологічне проектування;
  - виготовлення дослідного зразка;
  - визначення характеристик пристрою.

# ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ ТА ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ

*Типова схема  
проекткування*




# Порядок процесу проектування.

- Проектування, як окремих об'єктів, так і систем починається з вироблення технічного завдання (ТЗ) на проектування. У ТЗ знаходяться основні відомості про об'єкт проектування, умови його експлуатації, а також вимоги, що пред'являються замовником до проектованого виробу.
  - Типова схема проектування приведена на рис.
- Найважливіша вимога до ТЗ – це його повнота. Виконання цієї вимоги визначає терміни і якість проектування. Наступний етап – попереднє проектування.
- **Попереднє проектування** – це пошук принципових можливостей побудови напівпровідникових приладів та інтегральних схем, дослідженням нових принципів, структур, обґрунтуванням найбільш загальних рішень.
- Результатом цього етапу є технічна пропозиція.
- На етапі ескізного проектування виробляється детальне опрацювання можливості побудови системи.
- Результатом цього етапу є ескізний проект.

# Порядок процесу проектування.

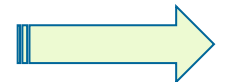
- **Технічне проектування** – це виконання представлення усіх конструкторських і технологічних рішень, що укрупнює.
- Результатом цього етапу є технічний проект.
- **Робоче проектування** – етап детального опрацювання усіх блоків, вузлів і деталей проектованої системи, а також технологічних процесів виробництва деталей і їх зборки у вузли і блоки.
- **Завершальний етап** – виготовлення дослідного зразка, за результатами випробувань якого вносять необхідні зміни до проектної документації.
- При неавтоматизованому проектуванні найбільш трудомісткими є етапи технічного і робочого проектування. Впровадження автоматизації на цих етапах призводить до найбільш ефективних результатів.
- **В процесі проектування складної системи формуються певні уявлення про систему, істотні властивості з тією або іншою мірою подробиці, що відбивають її. У цих представленнях можна виділити складові частини – рівні проектування.**

# Порядок процесу проектування.

- Процес проектування напівпровідникових приладів та інтегральних схем складається з проектних процедур і операцій.
- **Проектна операція** – дія або формалізована сукупність дій, складова частина проектної процедури, алгоритм якої лишається незмінним для ряду проектних процедур.
- **Проектна процедура (ПП)** – складова частина процесу (ПП) – складова частина процесу проектування. Прикладами проектних процедур служать синтез функціональної (ПП) – складова частина процесу проектування. Прикладами проектних процедур служать синтез функціональної схеми проектованого пристрою, моделювання, верифікація, трасування міжз'єднань на кристалі і т.п. ПП – формалізована сукупність дій, виконання яких закінчується прийняттям рішення 

# Порядок процесу проектування.

- **Проектне рішення** – проміжний або кінцевий опис – проміжний або кінцевий опис проєктованого об'єкта, отриманий на тому чи іншому ієрархічному рівні. Результат виконання процедури відповідного рівня, необхідний і достатній для розгляду і визначення подальшого напрямку або закінчення проєктування.
- **Маршрут проєктування** – це послідовність проектних процедур, що веде до отримання необхідних проектних рішень.
- Проектні процедури діляться на процедури аналізу і синтезу.
- **Процедура аналізу** – дослідження напівпровідникових приладів та інтегральних схем.
- Власне завдання аналізу формулюється як завдання встановлення відповідності двох різних описів одного і того ж об'єкту.
- **Процедура синтезу** полягає в створенні описів проєктованого об'єкту, що відображують структуру і параметри об'єкту.



# Проектні процедури

## Класифікація типових проектних процедур

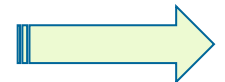




# Проектні процедури

## Класифікація типових проектних процедур

- Процес проектування напівпровідникових приладів та інтегральних схем реалізується відповідно з певним планом, здебільшого у вигляді логічних схем чи логічного графа побудови проекту.
- Проектна процедура складається з елементарних проектних операцій з чітко встановленим порядком їх виконання і направлена на досягнення локальної мети в процесі проектування.
- Проектна процедура характеризується набором параметрів /групою/, що включають в загальному випадку вхідні дані, обмеження, математичну модель, процедуру рішень, проектне рішення і критерій оцінки проектного рішення.
- Проектні процедури ґрунтуються на мовах проектування, які служать засобом лінгвістичного чи графічного представлення і перетворення опису при проектуванні.
- Проектна процедура називається типовою, якщо вона призначена для багаторазового використання при проектуванні багатьох типів об'єктів.



# Проектні процедури

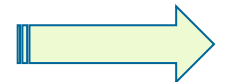
## Класифікація типових проектних процедур

- Розрізняють проектні процедури аналізу і синтезу.
- Синтез полягає в створенні опису об'єкта, а аналіз – у визначенні властивостей та дослідженні працездатності об'єкта по його опису, тобто при синтезі створюються, а при аналізі оцінюються проекти об'єктів.
- **Процедури аналізу** діляться на процедури одно- і багатоваріантного аналізу.
  - *При одноваріантному аналізі задані значення внутрішніх і зовнішніх параметрів, за яких необхідно визначити значення вихідних параметрів об'єкта.*
  - *Багатоваріантний аналіз полягає в дослідженні властивостей об'єкта в деякій області простору внутрішніх параметрів...*

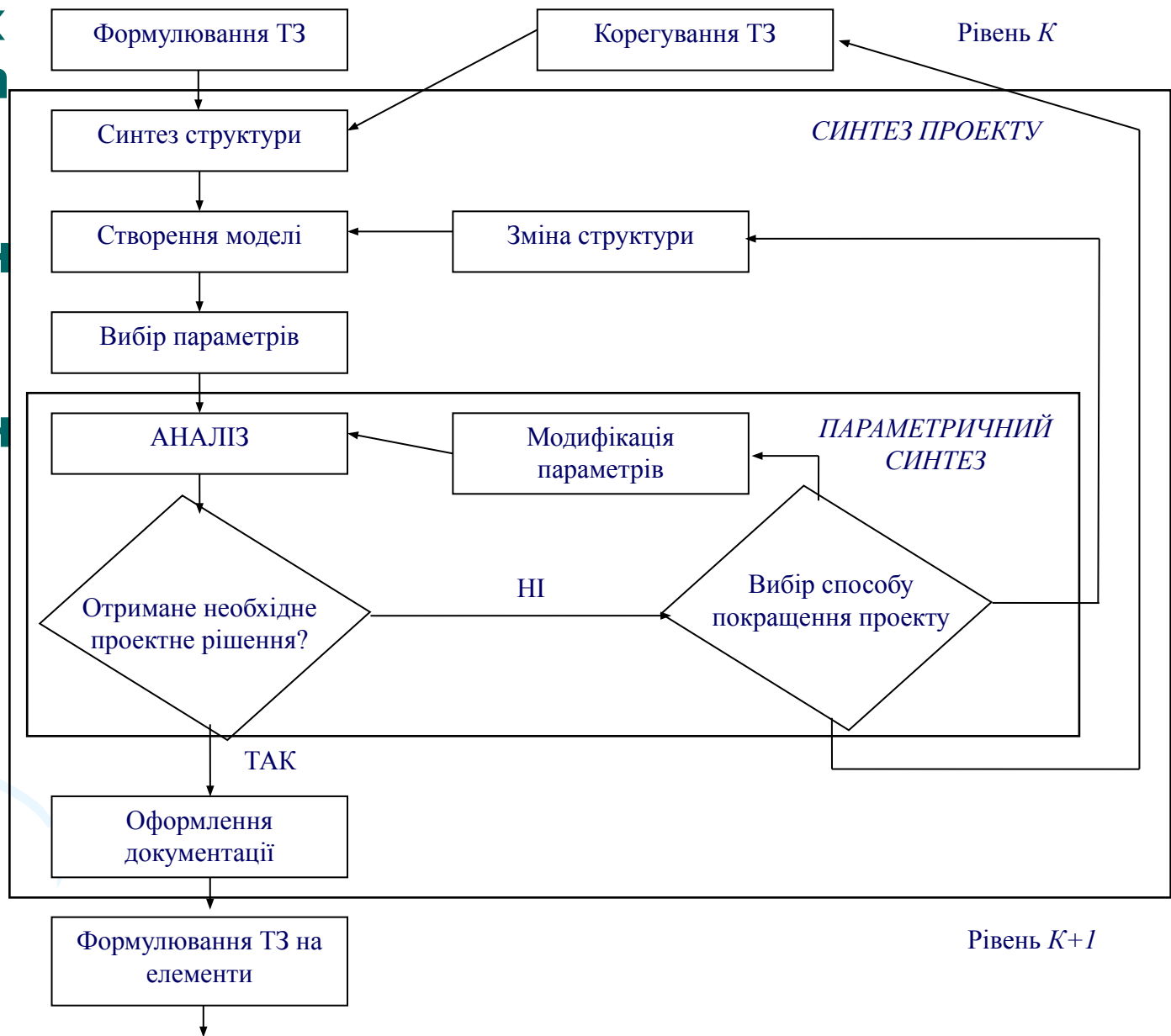
# Проектні процедури

## Класифікація типових проектних процедур

- **Процедури синтезу** діляться на процедури структурного і параметричного синтезу.
- Метою структурного синтезу є визначення структури об'єкта – переліку типів елементів, що складають об'єкт та способу зв'язку елементів між собою в складі об'єкта.
- Параметричний синтез полягає у визначенні числових значень параметрів елементів при заданих структурі та умовах працездатності на вихідні параметри об'єкта, тобто при параметричному синтезі необхідно знайти точку або область в просторі внутрішніх параметрів, в яких виконуються ті чи інші умови.



# Типова послідовність проектних процедур на одному з етапів проектування (схема процесу проектування)



# Типова послідовність проектних процедур

- Проектування будь якої електронної системи починається з синтезу початкового варіанту її структури.
- Для оцінювання цього варіанта створюється модель:
  - математична – при автоматизованому проектуванні,
  - експериментальна – при неавтоматизованому проектуванні.
- Після вибору початкових значень параметрів елементів інтегральної схеми виконується аналіз варіанту, по результатах якого стає можливою його оцінка.
- Звичайно оцінка полягає в перевірці виконання умов працездатності, сформульованих в технічному завданні.
- Якщо умови виконуються, то отримане проектне рішення приймається і формулюється технічне завдання на проектування елементів наступного рівня.
- Якщо ж отримане проектне рішення незадовільне, вибирається один з можливих шляхів покращення проекту.

# Типова послідовність проектних процедур

- Сукупність процедур модифікації, аналізу та оцінювання результатів представляє собою процедуру параметричного синтезу.
- Якщо модифікації цілеспрямовані і підкоряються стратегії пошуку найкращого значення деякого показника якості, то процедура параметричного синтезу є процедурою оптимізації.
- Якщо шляхом параметричного синтезу не вдається досягти достатнього ступеня виконання умов працездатності, то використовують шлях модифікації структури.
- Новий варіант структури синтезується і для нього повторюються процедури формування моделі та параметричного синтезу.
- Якщо не отримують допустимого проектного рішення і цим шляхом, то ставиться питання про корегування технічного завдання, сформульованого на попередньому етапі проектування.

# Систематичні і евристичні рішення

- Рішення творчих задач при проектуванні напівпровідникових приладів та інтегральних схем поділяються на:
  - систематичні;
  - евристичні.
- *Систематичні рішення* отримують в результаті використання методів, "стимулюючих творчу діяльність" (алгоритм рішення винахідницьких задач, метод асоціацій, метафор, інверсії та ін.).
- Вони ґрунтуються на усвідомленому процесі пошуку і рішення задачі в результаті впорядкованого мислення і застосуванні методів його активації.
- Методи стимулювання творчої діяльності ґрунтуються на логіці і використовують раніше визначену послідовність дій і операцій (технологію проектування).

# Систематичні і евристичні рішення

- *Евристичні рішення* отримують в результаті такого проектування, коли важлива частина творчого процесу і отримання творчого результату проходить в голові людини і не може бути отримана з попереднього досвіду.
- Евристичні рішення базуються на застосуванні евристичних методів.
- *Евристичні методи* – послідовність завдань або процедур обробки інформації, що виконується з метою пошуку більш раціонального і конструктивного рішення.
- Для такої послідовності немає обґрунтованого доведення і немає гарантій отримання найкращого рішення.
  - Евристичні процедури називають евристиками або евристами; вони направлені на рішення задач в умовах дефіциту інформації або часу.



# Систематичні і евристичні рішення

- З точки зору принципової можливості використання ЕОМ в рішенні задач пошукового конструювання можна виділити 3 групи методів:
  - алгоритми – повністю формалізовані методи, що реалізуються у вигляді програм (проекування без участі людини, окрім завдання вхідних даних);
  - евристичні методи – частково формалізовані евристичні методи, в яких частина процедур реалізована в вигляді алгоритмів (реалізуються в вигляді машино-людських програм – діалог) – найбільш перспективні методи;
  - евристичні методи – складаються з набору евристичних (умовно безмашинних) методів, так як частину процесів обробки інформації можна провести на машині.

# Види проектних задач.

## Можливість застосування ЕОМ

- Серед можливих проектних задач характерними є 4 типи, що пов'язані з об'єктами проектування:
  1. Об'єкт, що проектується, можна скомпонувати з готових елементів і блоків (наприклад, проектування електронних схем з стандартних блоків та ін.).
    - Найбільші можливості застосування ЕОМ для автоматизації процедур документування, складання специфікацій, збереження архівів, рішення задач компоновки об'єкта з готових елементів.

# Види проектних задач.

## *Можливість застосування ЕОМ*

2. Для об'єкта, що проектується, немає повного набору готових компонентів, але існують аналогічні, з яких зміною параметрів можна отримати недостаючи (наприклад, проектування ІС пам'яті, для котрих нема прямого аналогу за об'ємом, розрядністю, т.п.).
  - ЕОМ використовується для аналізу варіантів побудови компонент, вибору їх оптимального параметру, компоновки, деталювання та ін.

# Види проектних задач.

## *Можливість застосування ЕОМ*

3. Для об'єкта, що проектується, нема повного набору готових компонентів не існує аналогічних, але відомі принципи їх побудови (наприклад, проектування ІР-ядра з включенням нових елементів, що не мають аналогів).
- ЕОМ додатково розраховує варіанти рішення по ММ (математичній моделі), які відповідають принципам , що закладаються в об'єкт.

# Види проектних задач.

## *Можливість застосування ЕОМ*

4. На відміну від 3 типу, не відомі принципи побудови елементів об'єкта (наприклад, проектування з використанням фізичного або математичного моделювання).
- ЕОМ додатково застосовується для моделювання різних фізичних процесів і явищ, обробки даних і натурних випробувань.

# Види проектних задач.

- *Важливо відмітити, що чим складніший процес проектування, тим нижчий рівень його автоматизації, або, відповідно до "закону автоматизації":*

*добуток складності будь якого технічного процесу, в тому числі і проектного, на досяжний рівень його автоматизації є величина постійна, що не залежить від рівня розвитку виробничих сил.*

# КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

- Які існують види проектних задач?
- Що таке евристичні і систематичні рішення?
- Схема процесу проектування. Дайте визначення основних компонентів.
- Опишіть процедуру параметричного синтезу.
- Класифікація типових проектних процедур. Склад проектних процедур
- Опишіть проектні процедури аналізу і синтезу.
- Які складові проектної процедури?
- Назвіть складові параметрів конфігурації для апаратних засобів.
- Назвіть складові параметрів конфігурації для програмних засобів.
- Як визначаються етапи проектування інтегральних схем?
- Дайте визначення проектних процедур і операцій?
- Що таке послідовність етапів проектування.
- Наведіть типову схему проектування.
- Наведіть класифікацію типових проектних процедур.
- В чому суть типової послідовності проектних процедур на етапі проектування.
- Види проектних процедур.