

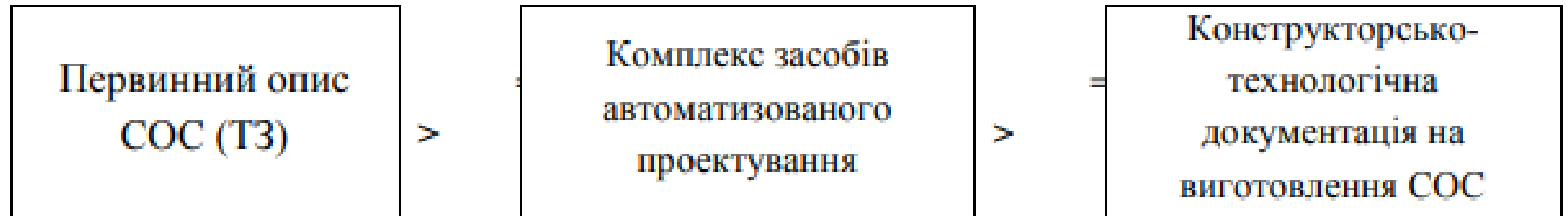
## **Лекція 2**

## Лекція 2

1. Загальні відомості про проектування(13)
2. Поняття складного об'єкта чи системи(33)
3. САПР в автоматизованому проектуванні СОС(45)
4. Основні поняття та визначення автоматизованого проектування (69)
5. Основні поняття та визначення в проектуванні (71)
6. Маршрут автоматизованого проектування (83)

## Загальні відомості про проектування(13)

Загальний інформаційний процес проектування.



## Загальні відомості про проектування(13)

**Проектування** – це одна з найважливіших сфер інженерної діяльності, це ланка, що зв'язує наукові дослідження і практичну реалізацію. Від термінів і якості проектування в значній мірі залежать терміни впровадження і якість готової продукції. Сучасна світова тенденція націлена на значне скорочення термінів проектування.

**Проектування** – це і наука, і мистецтво. Однак методи проектування відрізняються від наукових методів у зв'язку з принципово різною постановкою задачі:

Шлях наукових досліджень: від явища (E) через фактори, його зухвалі (F) до абстрактної залежності (A).

Шлях проектно-конструкторської розробки: від абстрактного завдання (A) через елементи рішення (R) до мети, що викликає бажане явище (E).

## Загальні відомості про проектування(13)

Інженерне проектування - це процес, в якому наукова й технічна інформація використовується для створення нової системи, пристрою або машини, що приносять суспільству певну користь.

ГОСТ (СРСР) 22484-77 дає наступне визначення *процесу проектування*:

**Проектування** – це процес складання опису, необхідного (достатнього) для виготовлення в заданих умовах ще не існуючого об'єкта (алгоритму його функціонування або алгоритму процесу), шляхом перетворення первинного опису (технічного завдання), оптимізації заданих характеристик об'єкта (або алгоритму його функціонування), усунення некоректності первинного опису й послідовного подання (при необхідності) описів на різних мовах.

**Проект** (від латинського **projectus** - кинутий уперед) – сукупність документів і описів на різних мовах (графічній - креслення, схеми, діаграми й графіки; математичній - формули й розрахунки; інженерних термінів і понять - тексти описів, пояснювальні записки), необхідних для створення якого-небудь об'єкту або системи.

## Загальні відомості про проектування(13)

**Проектування** – це комплекс робіт з метою одержання опису нового або модернізованого технічного об'єкта, достатнього для реалізації або виготовлення його в конкретних умовах.

Образ об'єкта або його складових частин може створюватися в уяві людини в результаті творчого процесу або генеруватися відповідно до деяких алгоритмів у процесі взаємодії людини й ЕОМ. У будь-якому випадку інженерне проектування починається при наявності вираженої потреби суспільства в деяких технічних об'єктах, який можуть бути об'єкти будівництва, промислові вироби або процеси.

Об'єктами проектування можуть бути як вироби (електродвигуни, ЕОМ), так і процеси (технологічний, обчислювальний, управлінський), і системи (програмна, інформаційна, тощо) .

## Загальні відомості про проектування(13)

В основі проектування - первинний опис - **технічне завдання (ТЗ)**. Звичайно ТЗ представляють у виді набору деяких документів. Результатом проектування, як правило, служить повний комплект документації, що містить відомості достатні для виготовлення об'єкта в заданих умовах. Ця документація і є проект, точніше остаточний опис об'єкта. Більш коротко, проектування — процес, що полягає в одержанні і перетворенні вихідного опису об'єкта в остаточний опис на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового і конструкторського характеру.

Перетворення вихідного опису в остаточне породжує ряд проміжних описів, що підводять підсумки рішення деяких задач і використовуються для обговорення і прийняття проектних рішень для закінчення або продовження проектування.

## Загальні відомості про проектування(13)

Проектування розділяють на неавтоматизоване (ручний режим), автоматизоване і автоматичне.

Проектування, при якому всі проектні рішення або їхня частина одержують шляхом взаємодії людини й ЕОМ, називають автоматизованим, на відміну від ручного (без використання ЕОМ) або автоматичного (без участі людини на проміжних етапах). Система, що реалізує автоматизоване проектування, являє собою систему автоматизованого проектування (САПР).



## Загальні відомості про проектування(13)

Автоматичне проектування можливе лише в окремих окремих випадках для порівняно нескладних об'єктів. Переважаючим в даний час є автоматизоване проектування.

Проектування складних об'єктів засновано на застосуванні ідей і принципів, викладених у ряді теорій і підходів. Найбільш загальним підходом є системний підхід, ідеями якого пронизані різні методики проектування складних систем.

Ми будемо розглядати *автоматизоване проектування*, особливість якого полягає в тому, що в ході проектування відбувається постійний діалог людини з обчислювальною системою.

## Загальні відомості про проектування(13)

*Автоматизація проектування* – невідємна складова сучасного науково-технічного прогресу. Проектування технічних об'єктів без автоматизації вимагає занадто великих часових і людських ресурсів. Проекти найбільш складних об'єктів, до яких відносяться інтегральні схеми (ВІС), обчислювальні системи, механічні пристрої та системи (транспортні засоби, будівельні конструкції, тощо), створюються з обов'язковим використанням САПР.

## Загальні відомості про проектування(13)

Згідно ДСТУ, який унаслідовано від ГОСТ, „САПР являє собою організаційно-технічну систему, яка складається з комплексу засобів автоматизації проектування, що взаємозв'язані з підрозділами проектної організації та виконує автоматизоване проектування”.

Отже, САПР має 2-і принципові властивості:

САПР- це організаційно-технічна система;

Функціонування САПР полягає в проектуванні певних об'єктів.

Системи автоматизованого проектування (САПР) завдяки швидкодії і надійності обчислювальної техніки, вірогідності математичних моделей (ММ) і ефективним методам оптимізації дозволяють не тільки прискорити розробку проектів, звільнити інженерів і техніків від виконання рутинних процедур, але і скоротити в цілому тривалість створення нових машин і апаратів, підвищити показники їхньої якості.

## Загальні відомості про проектування(13)

**САПР = CAD+CAM+CAE+PDM.**

**CAD** - термін з'явився наприкінці 50-х років XX століття, коли Д.Т. Росс почав працювати над однойменним проектом у Масачусетському Технологічному Інституті (MIT) []. Однак, перші комерційні CAD системи з'явилися на ринку орієнтовно 10 років після цього проекту. Це є загальний термін, яким позначають усі аспекти інженерного проектування з використанням засобів обчислювальної техніки. Однак, найчастіше CAD системи охоплюють: системи геометричного моделювання, 2D/3D поверхневого і твердотільного моделювання, параметричного конструювання, а також системи генерації креслень і їх супровід. Незважаючи на всі свої можливості, CAD - системи надають конструкторові слабку допомогу з погляду *загального* процесу конструкторського проектування. Вони забезпечують лише опис геометричних форм і рутинні операції, такі як нанесення розмірів, генерація специфікацій і т.п. Ці обмеження і чисто геометричний інтерфейс залишає методологію конструкторської роботи такою, якою вона була при використанні креслярської дошки.

## Загальні відомості про проектування(13)

**CAM** - Загальний термін для позначення системи автоматизованої підготовки виробництва, загальний термін для позначення ПС підготовки інформації для верстатів з ЧПУ. Традиційно вихідними даними для таких систем були геометричні моделі деталей, отриманих з систем CAD, тобто CAM-система використовує геометричну модель CAD-системи.

**CAE** - Загальний термін для позначення системи автоматизованого аналізу моделі ОП, яка має на меті виявлення помилок проектування (напр., розрахунки на міцність) або оптимізацію виробничих можливостей.

**PDM** - Система управління виробничою інформацією. Крім проектування, інженерна діяльність зв'язана з інженерним бізнесом і менеджментом. PDM допомагає адміністраторам, інженерам, конструкторам і т.д. керувати як даними, так і процесами розробки виробів на виробничому підприємстві, або у групі суміжних підприємств.

## Загальні відомості про проектування(13)

Отже, спочатку концепція автоматизації праці конструктора базувалася на принципах геометричного моделювання і комп'ютерної графіки. При цьому, системи комп'ютеризації праці конструкторів, технологів, технологів - програмістів, інженерів - менеджерів і виробничих майстрів розвивалися автономно й Інженерні Знання - основа проектування, залишалися поза комп'ютером. Однак, така ситуація в автоматизації інженерної діяльності не задовольняла вимогам ринку. Необхідною є комплексна комп'ютеризація інженерної діяльності на всіх етапах життєвого циклу виробу, що одержала назву CALS технології (Computer Aided Life-cycle System). Традиційні САПР із їх геометричним, а не інформаційним ядром, не можуть бути основою для створення таких систем. Сьогодні кожен виріб у процесі свого життєвого циклу повинне представлятися в комп'ютерному середовищі у виді ієрархії інформаційних моделей, що складають єдине ціле і мають таку підпорядкованість, де кожна наступна модель є більш детальною і містить додаткову інформацію про об'єкт проектування.

## Загальні відомості про проектування(13)

На етапі проектування виконуються проектні процедури — формування принципового рішення, розробка геометричних моделей і креслень, розрахунки, моделювання процесів, оптимізація тощо.

На етапі підготовки виробництва розробляються маршрутна і операційна технології виготовлення деталей, що реалізуються в програмах для верстатів ЧПУ; технологія збірки і монтажу виробів; технологія контролю і випробувань.

На етапі виробництва здійснюються: календарне і оперативне планування; придбання матеріалів і що комплектують з їх вхідним контролем; механообробки і інші необхідні види обробки; контроль результатів обробки; збірка; випробування і підсумковий контроль.

На пост-виробничих етапах виконуються консервація, упаковка, транспортування; монтаж у споживача; експлуатація, обслуговування, ремонт; утилізація.

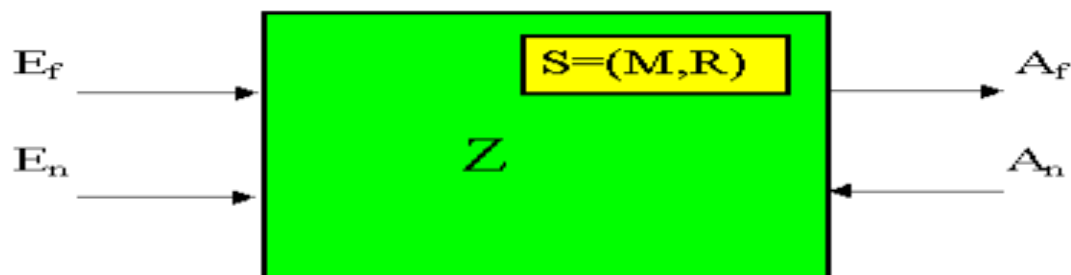




# Поняття складного об'єкта чи системи

## Технічна система та її елементи.

Технічна система (з теорії технічних систем) – це обмежена область реальної дійсності, що взаємодіє з навколишнім середовищем  $U$ , яке виконує певні функції  $F$  і має структуру  $S$ .



$E_f, A_f$  - параметри, що характеризують функції  $F$  системи;

$E_n, A_n$  - параметри, що не ставляться до функцій приладу (умови роботи, зовнішні й додаткові впливи);

$Z$  - системний оператор;

$M$  - елементи системи;

$R$  - відносини між елементами системи.

Навколишнє середовище  $U$  - сукупність зовнішніх об'єктів, взаємодіючих із системою.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

**Функція  $F$**  - властивість системи, використовувана для перетворення вхідних величин  $E_f$  при зовнішніх і додаткових впливах  $A_n$  і умовах роботи  $E_n$ , у вихідні величини  $A_f$ . Функція є об'єктивно вимірювана властивість, що може бути охарактеризовано параметрами системи. Кількість реалізованих системою функцій відповідає кількості використовуваних системою фізичних властивостей. Якщо система виконує кілька функцій, то розрізняють загальну й часткові функції. Загальна функція охоплює множину всіх вхідних і вихідних величин, що характеризує розглянуту систему як одне ціле. Часткові функції діляться на: головні й допоміжні - по їхньому значенню у виконанні завдання; основні й елементарні - по типі зміни змін функцій у процесі їхнього виконання.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

Структура  $S$  - сукупність елементів  $M$  и відносин  $R$  між ними усередині системи  $S=(M,R)$ . Елемент системи при проектуванні розглядається, як одне ціле, хоча він може мати різний ступінь складності. Якщо при розгляді елемента, не приймається в увагу його форма й внутрішня будова, а розглядається тільки виконувана їм функція, то такий елемент називається функціональним. Для механічної системи елементами можуть бути: деталь, ланка, група, вузол, простий або типовий механізм.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

Структура S - сукупність елементів **M** и відносин **R** між ними усередині системи  $S=(M,R)$ . Елемент системи при проектуванні розглядається, як одне ціле, хоча він може мати різний ступінь складності. Якщо при розгляді елемента, не приймається в увагу його форма й внутрішня будова, а розглядається тільки виконувана їм функція, то такий елемент називається функціональним. Для механічної системи елементами можуть бути: деталь, ланка, група, вузол, простий або типовий механізм.

Деталь - елемент конструкції не має у своєму составі внутрішніх зв'язків ( що складає з одного твердого тіла).

Ланка - тверде тіло або система жорстко зв'язаних твердих тіл (може складатися з однієї або декількох деталей) вхідна до складу механізму.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

Група - кінематичний ланцюг, що складається з рухливих ланок, зв'язаних між собою кінематичними парами (відносинами), і задовольняючій деякій заданій умовам.

Вузол - кілька деталей зв'язаних між собою функціонально, конструктивно або яким-небудь іншим образом. З погляду системи вузли, групи, прості або типові механізми розглядаються як підсистеми. Найнижчим рівнем розбивки системи при конструюванні є рівень деталей ; при проектуванні - рівень ланок. Елементи із системи можна виділити тільки після визначення взаємозв'язків між ними, які описуються відносинами. Для механічних систем інтерес представляють відносини визначальну структуру системи і її функцій, тобто розташування й зв'язки.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

Розташування - такі відносини між елементами, які описують їх геометричні відносні положення.

Зв'язки - відносини між елементами, призначені для передачі матеріалу, енергії або інформації між елементами. Зв'язки можуть здійснюватися за допомогою різних фізичних засобів: механічних з'єднань, рідин, електромагнітних або інших полів, пружних елементів. Механічні з'єднання можуть бути рухливими(кінематичні пари) і нерухомими. Нерухомі з'єднання діляться на рознімні (гвинтові, штифтові) і нероз'ємні (зварені, клейові).

Проектування складних об'єктів базується на застосуванні ідей і принципів, викладених у ряді теорій і підходів. Найбільш загальним підходом є *системний підхід*, ідеями якого пронизані різні методики проектування складних систем.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

У теорії систем і системотехніці введений ряд термінів, серед них до базових потрібно віднести наступні поняття.

Система — множина елементів, що знаходяться у відносинах і зв'язках між собою.

Елемент — така частина системи, представлення про яку недоцільно піддавати при проектуванні подальшому} членуванню.

Складна система - система, характеризуєма великим числом елементів і, що найбільше важливо, великим числом взаємозв'язків елементів. Складність системи визначається також видом взаємозв'язків елементів, властивостями цілеспрямованості, цілісності, ієрархічності, багато - аспектності. Очевидно, що сучасні автоматизовані інформаційні системи і, зокрема, системи автоматизованого проектування, є складними в силу наявності в них перерахованих властивостей і ознак.

Підсистема — частина системи (підмножина елементів і їхніх взаємозв'язків), що має властивості системи.

Надсистема — система, стосовно якої розглянута система є підсистемою.

Структура — відображення сукупності елементів системи і їхніх взаємозв'язків: поняття структури відрізняється від поняття самої системи також тим, що при описі структури беруть до уваги лише типи елементів і зв'язків без конкретизації значень їхніх параметрів.

## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

Параметр — величина, що виражає властивість або системи, або її частини, або середовища, що впливає на систему. Звичайно в моделях систем як параметри розглядають величини, що не змінюються в процесі дослідження системи. Параметри підрозділяють на зовнішні, внутрішні і вихідні, що виражають властивості елементів системи, самої системи, зовнішнього середовища відповідно. Вектори внутрішніх, вихідних і зовнішніх параметрів далі позначаються відповідно

$$\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n), \mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_m), \mathbf{Q} = (q_1, q_2, \dots, q_k).$$

Фазова змінна — величина, що характеризує енергетичне або інформаційне наповнення елемента або підсистеми.

Стан — сукупність значень фазових перемінних, зафіксованих в одній часовій точці процесу функціонування,

Поводження (динаміка) системи — зміна стану системи в процесі функціонування.

Система без післядії — її поведінка при  $t > 0$  визначається завданням стану в момент  $t(j)$  і вектором зовнішніх впливів  $Q(t)$ . У системах з післядією, крім того, потрібно знати передісторію поведження, тобто стану системи в моменти, що передують  $t_0$ .

Вектор перемінних  $V$ , що характеризують стан (вектор перемінні стани). — ненадлишкова множина фазових перемінних, завдання значень яких у деякий момент часу цілком визначає поведження системи надалі (в автономних системах без післядії).

Простір станів — множина можливих значень вектора перемінні стани.

Фазова траєкторія — представлення процесу (залежності  $V\{Y\}$ ) у виді послідовності точок у просторі станів.



## Поняття складного об'єкта чи системи(33)

До характеристик складних систем, як сказано вище, часто відносять наступні поняття.

**Цілеспрямованість** — властивість штучної системи, що виражає призначення системи. Це властивість необхідна для оцінки 'Ефективності варіантів системи.

**Цілісність** — властивість системи, що характеризує взаємозв'язок елементів і наявність залежності вихідних параметрів від параметрів елементів, при цьому більшість вихідних параметрів не є простим повторенням або сумою параметрів елементів.

**Ієрархічність** - властивість складної системи, що виражає можливість і доцільність її ієрархічного опису, тобто представлення у виді декількох рівнів, між компонентами яких маються відносини ціле-частина.

Складовими частинами системотехніки є наступні основні розділи:

- ієрархічна структура систем, організація їхнього проектування;
- аналіз і моделювання систем;
- синтез і оптимізація систем.

# Поняття складного об'єкта чи системи(33)

## Системний підхід до проектування

Дослідження об'єктів проектування за допомогою їхніх математичних моделей складає суть системного підходу. Виділяють наступні принципи системного підходу:

Ієрархічність - Кожна система або елемент може розглядатися як окрема система.

Структурність - Складається в можливості опису системи через опис комутаційних зв'язків між її елементами.

Взаємозалежність - Полягає в прояві властивостей системи тільки при взаємодії з зовнішнім середовищем.

Множинність опису - Полягає в описі системи на основі множини взаємодіючих математичних моделей.

Цілісність - Властивості всієї системи визначаються на основі аналізу властивостей її частин.

Суть системного підходу – це проектування частини з урахуванням цілого.



# САПР в автоматизованому проектуванні СОС(45)

## Види забезпечення САПР

1) **Математичне забезпечення** - сукупність математичних методів і моделей, необхідних для виконання процесу автоматизованого проектування.

2) **Програмне забезпечення** - сукупність машинних програм, представлених у заданій формі, разом із програмною документацією, необхідних для здійснення процесу проектування, що включає системне і прикладне ПО.

3) **Технічне забезпечення** - сукупність взаємозалежних і взаємодіючих технічних засобів для введення, збереження, переробки, передачі програм і даних, організації спілкування оператора з ЕОМ, виготовлення проектної документації.

4) **Лінгвістичне забезпечення** – сукупність мов проектування, включаючи терміни, визначення, правила формалізації природної мови, методи стиску і розгортання текстів.

## САПР в автоматизованому проектуванні СОС(45)

5) **Інформаційне забезпечення** - сукупність даних і знань, які представлені у певній формі та необхідні для виконання автоматизованого проектування, у тому числі для опису стандартних проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів, що комплектують виробів, матеріалів і ін. Включає СУБД (Система Керування Базами Даних), саму базу даних і базу знань.

6) **Методичне забезпечення** - документи , у яких визначені склад, правила добору й експлуатації засобів автоматизації проектування

7) **Організаційне забезпечення** - сукупність документів, що визначають склад проектної організації і її підрозділів, їхньої функції, зв'язку між ними і комплексом засобів автоматизації, а також форму представлення результатів проектування і порядок розгляду проектних документів



# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

## Блочно-ієрархічний підхід до процесу проектування

При розробці сучасної технології проектування СОС використовується блочно-ієрархічний підхід, при якому ОП розділяється на ієрархічні рівні. На найвищому рівні застосовують найменш детальне представлення, яке відображає тільки загальні риси і особливості системи. На наступних рівнях ступінь деталізації зростає, але система розглядається не в цілому, а окремими блоками. Поділ на блоки повинен бути таким, щоб документація на окремий блок будь-якого рівня могла легко сприйматись одним проектувальником.

Таким чином, при блочно-ієрархічному підході до проектування СОС, складна задача великої розмірності розбивається на послідовні групи задач малої розмірності. Напр., конструкторська ієрархія РЕЗ:

- модуль (блок) 4-го рівня – система;
- модуль (блок) 3-го рівня – стійка, шафа;
- модуль (блок) 2-го рівня – панель, блок;
- модуль (блок) 1-го рівня – ДП, Тези, суб-блоки;
- модуль (блок) 0-го рівня – R, C, D, T, IC\BIC\NBIC, MC, тощо.

# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

## Рівні абстрагування й аспекти описів об'єктів проектування

Більшість видів електронної техніки і радіоелектронної апаратури, а також великі і над великі інтегральні схеми відносяться до складних систем.

Дамо визначення складної системи.

**СКЛАДНА СИСТЕМА** - система, що володіє, принаймні, одним з перерахованих ознак:

- а) допускає розбивка на підсистеми, вивчення кожної з яких, з урахуванням впливу інших підсистем у рамках поставленої задачі, має змістовний характер;
- б) функціонує в умовах істотної невизначеності і вплив середовища на неї обумовлює випадковий характер зміни її параметрів або структури;
- в) здійснює цілеспрямований вибір свого поведіння.

Процес їхнього проектування характеризується високою розмірністю розв'язуваних задач, наявністю великого числа можливих варіантів, необхідністю обліку різноманітних факторів.

В основі проектування складних систем блочно-ієрархічний підхід. Сутність блочно-ієрархічного підходу полягає в зменшенні складності розв'язуваної проектною задачі. Це здійснюється за рахунок виділення ряду рівнів абстрагування (ієрархічних розрізняються ступенем деталізації представлень про об'єкт.



# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

## Аспекти та ієрархічні рівні проектування.

Інженерні представлення про складні технічні об'єкти чи системи (СОС) в процесі їх проектування поділяються на аспекти та ієрархічні рівні.

Аспекти можуть бути:

- функціональні,
- конструкторські,
- технологічні.

## **Функціональне проектування**

Функціональний А. відображає фізичні і (або) інформаційні процеси, що протікають в об'єкті при його функціонуванні. Ф.А. проектування пов'язаний з формуванням і дослідженням структурних, функціональних і принципів схем. Загалом, ФУНКЦІОНАЛЬНИМ називають проектування, пов'язане з рішенням групи задач, що відносяться до функціонального аспекту. При ФП отримують і перетворюють структурні, функціональні і принципові схеми.

Функціональні аспекти можна розділити на:

- системний,
- функціонально- логічний,
- схемотехнічний,
- компонентний.

# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

## **Конструкторське проектування**

Конструкторський А характеризує структуру розташування в просторі і форму складових частин ОП.

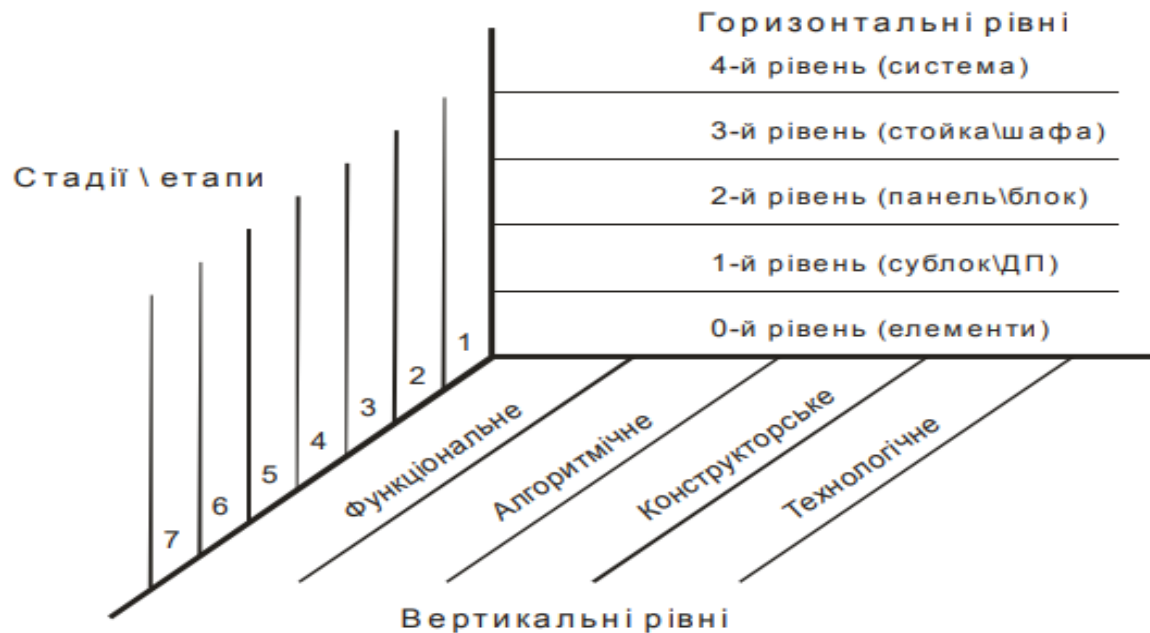
Конструкторському аспекту властива своя ієрархія компонентів. Вона включає різні рівні опису рам, стійок, панелей, типових елементів заміни, дискретних компонентів і мікросхем, топологічних фрагментів функціональних осередків і окремих компонентів у кристалах інтегральних мікросхем.

## **Технологічне проектування**

Технологічний А – технологічність, можливості і способи виготовлення СОС в заданих умовах.

# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

Видлення ієрархічних рівнів, аспектів та стадій технології проектування дозволяє представити їх взаємозв'язок за допомогою наступної схеми:



# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

До *горизонтальних рівнів* проектування попадають однотипні задачі з строго визначеними математичними моделями та апаратом їх аналізу. Основною передумовою появи горизонтальних рівнів проектування є використання блочно-ієрархічного підходу.

*Вертикальні рівні* формуються на основі властивостей ОП і включають, так звані – аспекти проектування.

## **Аналіз вертикальних рівнів.**

Функціональне проектування орієнтоване на синтез та аналіз функціональних, електричних, функціонально-логічних та ін.. схем СОС.

Алгоритмічне проектування (яке присутнє тільки при проектуванні засобів ОТ) відповідає за всі програмні функції, які повинен виконувати СОС.

Конструкторське проектування включає рішення усіх монтажно-комутаційних задач (компоновка -> розміщення -> трасування), які можуть повторюватися на кожному конструкторському рівні ієрархії. Тут також можуть вирішуватись задачі тепло- масо- обміну і механічної стійкості.

Технологічне проектування включає в себе розробку принципової схеми технологічного процесу, маршрутної технології, операційної технології, а також проектування технологічної оснастки.

# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

Процес проектування поділяється на етапи, процедури, операції, переходи. Результатом кожної такої «одиниці» повинно бути проектне рішення.

**ЕТАП ПРОЕКТУВАННЯ** - умовно виділена частина процесу проектування, що складає з однієї або декількох проектних процедур. Звичайно етап включає процедури, що зв'язані з одержанням опису в рамках одного аспекту й одного або декількох рівнів абстрагування. Іноді в процесі проектування виділяють ту або іншу послідовність процедур за назвою "маршрут проектування".

Етапи, у свою чергу, поділяються на процедури й операції.

**ПРОЦЕДУРА** - формалізована сукупність дій, виконання яких закінчується проектним рішенням.

**ПРОЕКТНЕ РІШЕННЯ** - проміжний або остаточний опис об'єкта проектування, необхідного і достатнє для розгляду і визначення подальшого напрямку або остаточного проектування.

# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

## Стандартна технологія процесу проектування

### Підготовчий етап.

Основна задача - вивчення призначення виробу, умов експлуатації і виробництва, на яких передбачається його виготовлення. Ціль етапу - розробка технічного завдання (ТЗ), у якому утримується інформація про призначення, основних технічних характеристиках, умовах експлуатації, транспортування і збереження.

### Ескізне проектування.

Основна задача - визначення можливості розробки виробу у відповідності вимогам ТЗ. При цьому визначають технічну основу виробу (фізичні елементи і деталі), орієнтовану оцінку складу і кількості устаткування, розробляють структуру, визначають технічні характеристики виробу і пристроїв, що входять у його склад.

При цьому може виявитися неможливість побудови виробу, що відповідає вимогам ТЗ. У цьому випадку потрібна коректування ТЗ із наступним його твердженням замовником, або подальша розробка припиняється.



# Основні поняття та визначення в проектуванні (71)

## Технічне проектування

Задачі :

- докладна розробка принципу роботи виробу і всіх його складених блоків;
- уточнення технічних характеристик;
- розробка конструкції блоків, вузлів і усього виробу;
- одержання конструкторських характеристик;
- узгодження взаємодії всіх складових частин виробу;
- розробка технології їхнього виготовлення;
- - визначення технології зборки і налагодження, методики і програмні іспити.

У результаті повинне бути підготовлене виробництво дослідного зразка.

## Робоче проектування

Основна задача - розробка технологічного оснащення й устаткування для серійного випуску виробу.