

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Системи автоматизованого проектування»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

за темою № 3 – Принципи і структура автоматизованого проектування

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», к.т.н. Шокарьов Д.А.
2. Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, к.т.н., професор Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Складові підсистеми та технічні засоби САПР.
2. Цілісність і комунікативність САПР.
3. Головні принципи автоматизованого проектування.
4. Класифікація САПР.
5. Принципи побудови САПР.
6. Склад і структура САПР.

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Автоматизоване проектування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів: навч. посібник / О. Ф. Бабічева, С. М. Єсаулов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 355 с.
2. Проектування електричних машин: Навч. посібник / Ципленков Д.В., Куваєв Ю.В., Іванов О.Б., Бобров О.В. (за ред. проф. Шкрабця Ф.П.) – Дніпро: НТУ "ДП", 2018. – 390 с.

Допоміжна література:

1. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD: навчальний посібник для втузів / В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. О. Надкернична. — К.: Каравела, 2006
2. Основи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв і електромеханічних систем: конспект лекцій / О.А. Андрющенко; Одеський національний політехнічний університет. – Одеса, 2011. – 114 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. <https://www.autodesk.com>
2. http://itsapr.com/?gclid=CjwKCAiAzNj9BRBDEiwAPsL0d8vQ3SPg62oncFf15H02TZ1WrP7np5K3JI0wqQWfrIDgBEd_0OPIPhoCuIAQAvD_BwE
3. <https://www.solidworks.com>

Текст лекції

1. Складові підсистеми та технічні засоби САПР

В організаційно-технічному плані безліч створюваних САПР розрізняються між собою архітектурою – набором складових підсистем (рис. 1) і технічними засобами, що забезпечують автоматизацію процесу проектування (рис. 2).

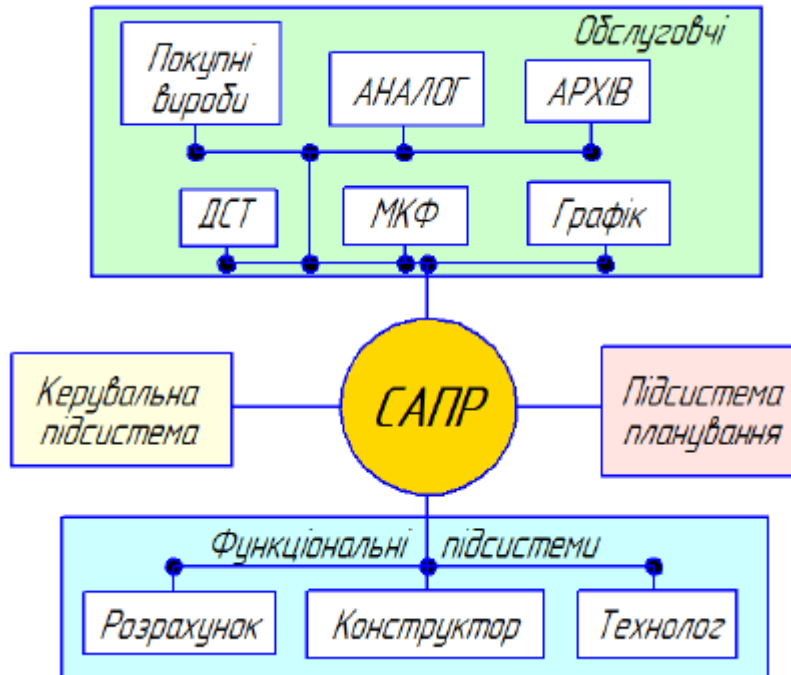


Рисунок 1 – Складові підсистеми САПР

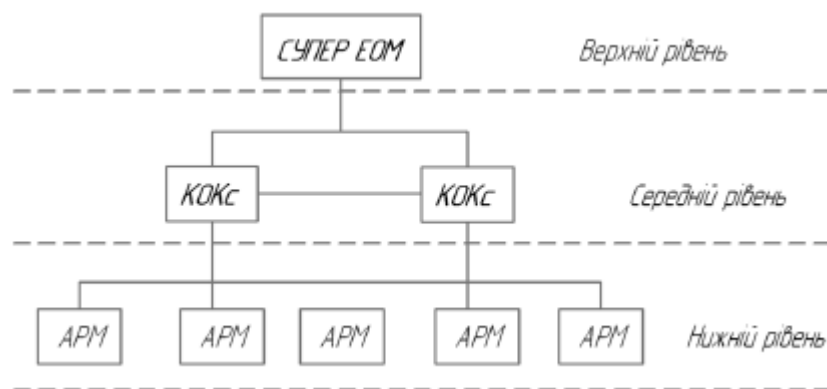


Рисунок 2 – Ієрархічна структура технічного забезпечення САПР: верхній рівень – ЕОМ великої потужності; середній рівень – керувальні обчислювальні комплекси (далі – КОКС); нижній рівень – автоматизовані робочі місця (далі – АРМ) на базі персональних комп'ютерів

2. Цілісність і комунікативність САПР

САПР характеризується більш-менш розвиненим інтерфейсом «користувач – ЕОМ». Зазвичай ЕОМ виступає в ролі підказчика, автомата, що виконує з великою швидкістю задану послідовність операцій, ухвалення остаточного рішення залишається за людиною. САПР властиві дві ознаки: цілісність і комунікативність.

Цілісність САПР визначається інформаційним забезпеченням (рис. 3).

Інформаційне забезпечення – це розподілена система локальних баз даних, що здійснює інформаційну підтримку процесу проектування кожного об'єкта (деталі, вузла, збірки), починаючи з вибору технічного рішення та закінчуючи документуванням (оформлення робочих креслень, записки пояснення, керувальних перфострічок для верстатів із ЧПК).

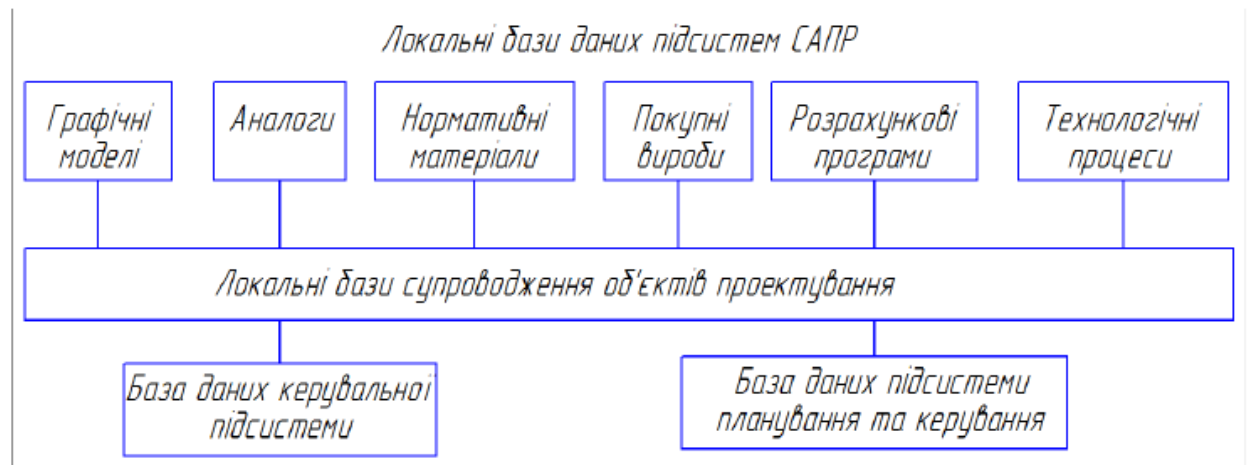


Рисунок 3 – Розподільна система локальних баз даних

У сенсі комунікативності САПР розглядають як складник в інтегрованій системі: АСКП – АСНД – САПР – АСТПВ, де: АСКП – автоматизована система керування підприємством;

АСНД – автоматизована система наукових досліджень;

АСТПВ – автоматизована система технологічної підготовки виробництва.

3. Головні принципи автоматизованого проектування

Будь-який з елементів САПР (див. рис. 1) є, зі свого боку, складною самостійною підсистемою.

Відомі такі принципи автоматизованого проектування:

- проектування «від загального до часткового»;
- максимальне використання готових проектних рішень;
- розумна доцільність використання ЕОМ для автоматизації окремих операцій;

- поступове пропорційне нарощування числа автоматизованих процедур, об'єктів інформаційних баз і потужності кількості засобів;
- максимальна автоматизація трудомістких нетворчих операцій.

4. Класифікація САПР

САПР характеризують такі ознаки: тип, різновид, складність об'єкта проектування; рівень, комплексність автоматизації проектування; сутність, число проектних документів; число рівнів у структурі технічного забезпечення САПР. Три перші ознаки відображають особливості об'єктів проектування, наступні чотири – можливості систем, восьма ознака – особливості технічної бази САПР. Для отримання навіть загального уявлення про певну САПР її потрібно оцінити за всіма переліченими ознаками.

Тип об'єкта проектування. ДСТ передбачає поділ САПР на дев'ять груп:

- 1) САПР виробів машинобудування;
- 2) САПР виробів приладобудування;
- 3) САПР технологічних процесів у машино- і приладобудуванні;
- 4) САПР об'єктів будівництва;
- 5) САПР технологічних процесів у будівництві;
- 6) САПР програмних виробів;

7) САПР організаційних систем. Решта груп (8 і 9) є резервними та призначені для виділення і кодування САПР, що не належать до перелічених угруповань.

Різновид об'єктів проектування. ДСТ не встановлює спеціальних позначень на об'єкти проектування, а потребує їх позначення та кодування відповідно до систем позначення документації, що діють у кожній галузі промисловості, на об'єкти, що проектуються системою.

Складність об'єкта проектування. Можна виокремити САПР:

- 1) простих об'єктів із числом складників до 10^2 ;
- 2) об'єктів середньої складності ($10^2 \dots 10^3$);
- 3) складних об'єктів ($10^3 \dots 10^4$);
- 4) дуже складних об'єктів ($10^4 \dots 10^6$);
- 5) об'єктів дуже високої складності (число складників понад 10^6).

Складником об'єкта проектування, що є технічним комплексом, спорудою або виробом, є деталь. Якщо об'єктом проектування буде технологічний процес, то виокремити його складники важче. Тут два підходи, один з яких базується на розділенні технологічного процесу на елементарні технологічні операції, інший – на розділенні об'єкта на частини умовно відповідно до номенклатури технологічної документації, яка випускається.

Рівень автоматизації проектування. Виокремлюють системи проектування: низькоавтоматизованого (до 25 % проектних процедур); середньоавтоматизованого (25...50 %); високоавтоматизованого (понад 50 %).

Щоб віднести САПР до третьої групи, у ній необхідно використати методи багатоваріантного оптимального проектування.

Комплексність автоматизації проектування. Комплексність автоматизації проектування обумовлює такі модифікації САПР: одно етапна САПР; багатоетапна САПР; комплексна САПР (виконує всі етапи проектування, встановлені для об'єкта, що проектується системою).

У наведеній вище класифікації під етапом проектування розуміється умовно виділена частина проектування, унаслідок якої знаходять проектне рішення (сукупність проектних рішень), необхідне й достатнє для розгляду й ухвалення рішення про продовження проектування.

Кількість рівнів у структурі технічного забезпечення визначає такі різновиди САПР: однорівнева САПР – система, що базується на ЕОМ середнього або високого класу зі штатним набором периферійних пристроїв, який у разі необхідності можна доповнити засобами обробки графічної інформації; дворівнева САПР – система, що базується на ЕОМ середнього та високого класу й одного або декількох автоматизованих робочих місць (далі – АРМ), що включають міні-ЕОМ; трирівнева САПР – система, побудована на основі ЕОМ високого класу, одного або декількох АРМ і периферійного програмно-керуючого обладнання (верстати з ЧПК, промислові роботи тощо).

Особливості проектних документів. Визначено п'ять класифікаційних груп САПР, що випускають документи: на паперовій стрічці та (або) аркуші; на машинних носіях; на фотоносіях (у вигляді мікрофільмів, мікрофіш, фотошаблонів тощо); комбіновані (виконують документи на двох носіях даних або більше). П'ята група є резервною.

Число проектних документів, що випускаються. Розрізняють САПР малої, середньої та високої продуктивності. При цьому число проектних документів за рік у перерахунку на формат А4 коливається від 10^3 до 10^6 .

5. Принципи побудови САПР

Проектування – процес складання опису, необхідного для створення у заданих умовах, об'єкта який не існує, на підставі первинного опису цього об'єкта і (або) алгоритму його функціонування. Проектування охоплює комплекс робіт із вишукування, дослідження, розрахунків і конструювання, що мають на меті отримання опису предмета проектування, необхідного та достатнього для створення нового виробу або реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам. Проектування – це складний специфічний різновид творчої діяльності людини, заснований на глибоких наукових знаннях і творчому пошуку, використанні накопиченого досвіду і навичок у певній сфері, не позбавлений, проте, необхідності виконання трудомістких рутинних робіт.

Істотна перевага машинних методів проектування полягає в можливості проводити на ЕОМ експерименти на математичних моделях об'єктів

проектування, відмовившись або значно скоротивши дороге фізичне моделювання. Математичні моделі при цьому повинні задовольняти вимогам універсальності, адекватності, точності й економічності.

Для створення САПР необхідно:

- вдосконалення проектування на підставі застосування математичних методів і засобів обчислювальної техніки;
- автоматизація процесу пошуку, обробки й видачі інформації;
- використання методів оптимізації та багатоваріантного проектування;
- застосування ефективних математичних моделей проєктованих об'єктів, комплектувальних виробів і матеріалів;
- створення банків даних, що містять систематизовані довідкові відомості, необхідні для автоматизованого проектування об'єктів;
- підвищення якості оформлення проектної документації;
- збільшення творчої частки праці проєктувальників шляхом автоматизації нетворчих робіт;
- уніфікація та стандартизація методів проектування;
- підготовка та перепідготовка фахівців у сфері САПР;
- взаємодія проектних підрозділів з автоматизованими системами різного рівня і призначення.

САПР об'єднує технічні засоби, математичне і програмне забезпечення, параметри та характеристики яких вибирають із максимальним урахуванням особливостей завдань інженерного проектування і конструювання. У САПР забезпечується зручність використання програм шляхом застосування засобів оперативного зв'язку інженера з ЕОМ, спеціальних проблемно-орієнтованих мов і інформаційно-довідкової бази.

Головна функція САПР – виконання автоматизованого проектування на всіх або окремих стадіях проектування об'єктів і їхніх складників.

Під час створення САПР на різних стадіях, а також її підсистем і компонентів необхідно враховувати такі положення і принципи.

Принцип системної єдності САПР полягає в тому, що для розроблення, функціонування та розвитку САПР зв'язку між підсистемами необхідно забезпечити цілісність всієї системи. Найбільший ефект від САПР досягається за умови комплексної автоматизації проектування на всіх рівнях.

Останнє дає змогу виключити багатократний опис інформації про об'єкти проектування, забезпечивши її спадкоємність для різних підсистем.

Принцип сумісності компонентів САПР полягає в тому, що мови, символи, коди, інформаційні й технічні характеристики структурних зв'язків між підсистемами, засобами забезпечення САПР повинні забезпечувати сумісне функціонування підсистем. Особливо важливою є інформаційна і програмна узгодженість окремих підсистем. Отже, інформаційна сумісність забезпечує роботу різних підсистем із тією самою базою даних і єдиною мовою.

Принцип стандартизації САПР полягає у проведенні уніфікації, типізації та стандартизації підсистем і компонентів, інваріантних до проєктованих

об'єктів, а також у визначенні правил із метою впорядкування діяльності в сфері створення та розвитку САПР. Уніфікація програмного, лінгвістичного, технічного та інших різновидів забезпечення відкриває широку можливість впровадження САПР і її адаптації на різних підприємствах.

Принцип незалежності окремих підсистем (програм) САПР визначає можливість для підсистем (програм) введення в дію та функціонування їх незалежно від інших підсистем. Цей принцип називається також модульним принципом побудови САПР.

Принцип відвертості САПР визначає можливість внесення змін у систему під час її розроблення і експлуатації. Розроблення такого складного об'єкта, як САПР, займає тривалий час, тому економічно вигідно вводити в експлуатацію частини системи за станом їхньої готовності. Уведений в експлуатацію базовий варіант системи надалі розширюється. Крім того, постійний прогрес обчислювальної техніки й обчислювальної математики призводить до появи нових, досконаліших математичних моделей і програм, які повинні замінювати старі, менш вдалі аналоги. Тому САПР повинна бути відкритою системою, тобто володіти властивістю зручності включення нових методів і засобів.

Принцип узгодженості автоматизованого (традиційного) проектування та САПР необхідно враховувати при впровадженні САПР на підприємстві, що вже діє, зі складеною структурою, взаєминами, формами й способами використання проектної документації. Впровадження САПР не повинне порушувати на тривалий час нормального функціонування підприємства.

Принцип ієрархічності реалізує комплексний підхід до автоматизації всіх рівнів проектування. Варто особливо підкреслити доцільність забезпечення комплексності САПР, оскільки автоматизація проектування на одному з рівнів з умови збереження старих форм проектування на сусідніх рівнях виявляється значно менш ефективною, ніж повна автоматизація всіх рівнів. Ієрархічна побудова належить не тільки до спеціального програмного забезпечення, але і до технічних засобів САПР, що розділяються на центральний обчислювальний комплекс і автоматизовані робочі місця проектувальників.

Принцип розвитку забезпечує поповнення, вдосконалення й оновлення складових частин САПР, а також взаємодію та розширення взаємозв'язку з автоматизованими системами різного рівня і функціонального призначення.

6. 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 розподіляють на два різновиди: проектувальні та обслуговчі.

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

Обслуговчими називають підсистеми, що мають загальносистемне застосування та функціонування проектувальних підсистем, що забезпечують підтримання, а також оформлення, передачу та виведення отриманих у них результатів, наприклад підсистема графічного відображення об'єктів проектування; підсистема документування; підсистема обслуговування бази даних.

Стосовно об'єкта проектування розрізняють два різновиди проектувальних підсистем: об'єктно-орієнтовані (об'єктні); незалежні (інваріантні).

До об'єктних належать підсистеми, що виконують одну або декілька проектних процедур або операцій, безпосередньо залежних від певного об'єкта проектування. Інваріантними називають підсистеми, що виконують уніфіковані проектні процедури й операції.

У наведених вище визначеннях використані поняття «проектна процедура» і «операція», з яких формуються різні підсистеми і САПР загалом.

Проектна процедура – це формалізована сукупність дій, виконання яких закінчується проектним рішенням.

Проектною операцією називають дію або формалізовану сукупність дій, складників проектної процедури, алгоритм яких залишається незмінним для низки проектних процедур.

Уніфікована проектна процедура – процедура, алгоритм якої залишається незмінним для різних об'єктів проектування або різних стадій проектування того самого об'єкта.

Системна єдність САПР забезпечується наявністю комплексу взаємопов'язаних моделей, що визначають об'єкт проектування загалом, а також комплексом системних інтерфейсів, що здійснюють вказаний взаємозв'язок. Системна єдність усередині проектувальних підсистем забезпечується наявністю єдиної інформаційної моделі тієї частини об'єкта, проектне рішення по якій необхідно отримати в цій підсистемі.

Формування та використання моделей об'єкта проектування у прикладних завданнях за допомогою здійснюється комплексів (далі – КСАП) системи (або підсистеми) (рис. 4).

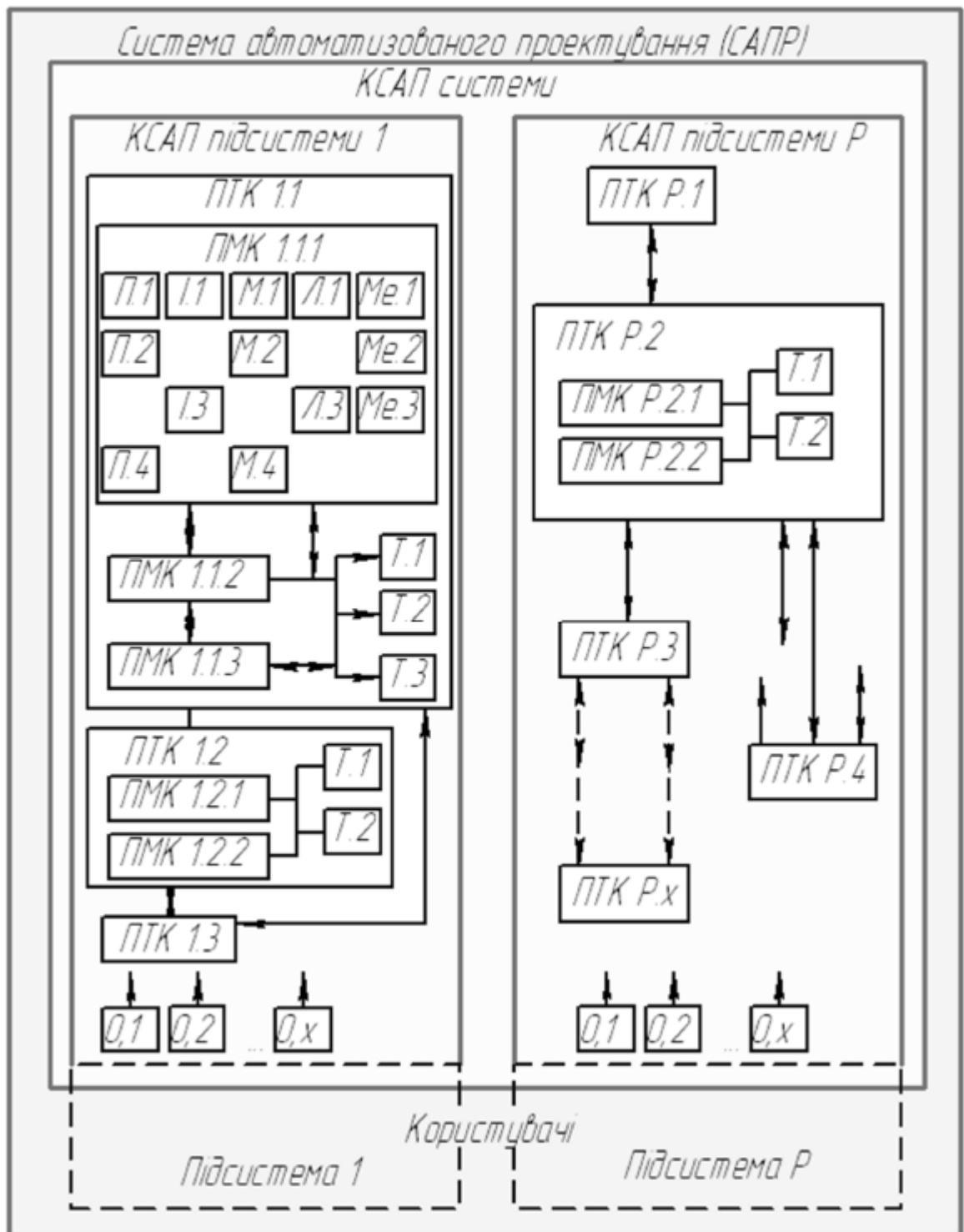


Рисунок 4 – Структурна схема САПР

Структурними частинами КСАП системи є різні комплекси засобів, а також компоненти організаційного забезпечення. Комплекс засобів – це сукупність компонентів і/або комплексів засобів, призначених для тиражування та орієнтованих на проектування об'єктів певного класу (вигляду, типу) і/або виконання уніфікованих процедур, використовуваних у відповідних проектувальних і/або обслуговчих підсистемах САПР.

Різновиди комплексів засобів і компонентів САПР (рис. 5).

Комплекси засобів підрозділяють на комплекси засобів одного різновиду забезпечення (технічного, програмного, інформаційного тощо) і комбіновані.

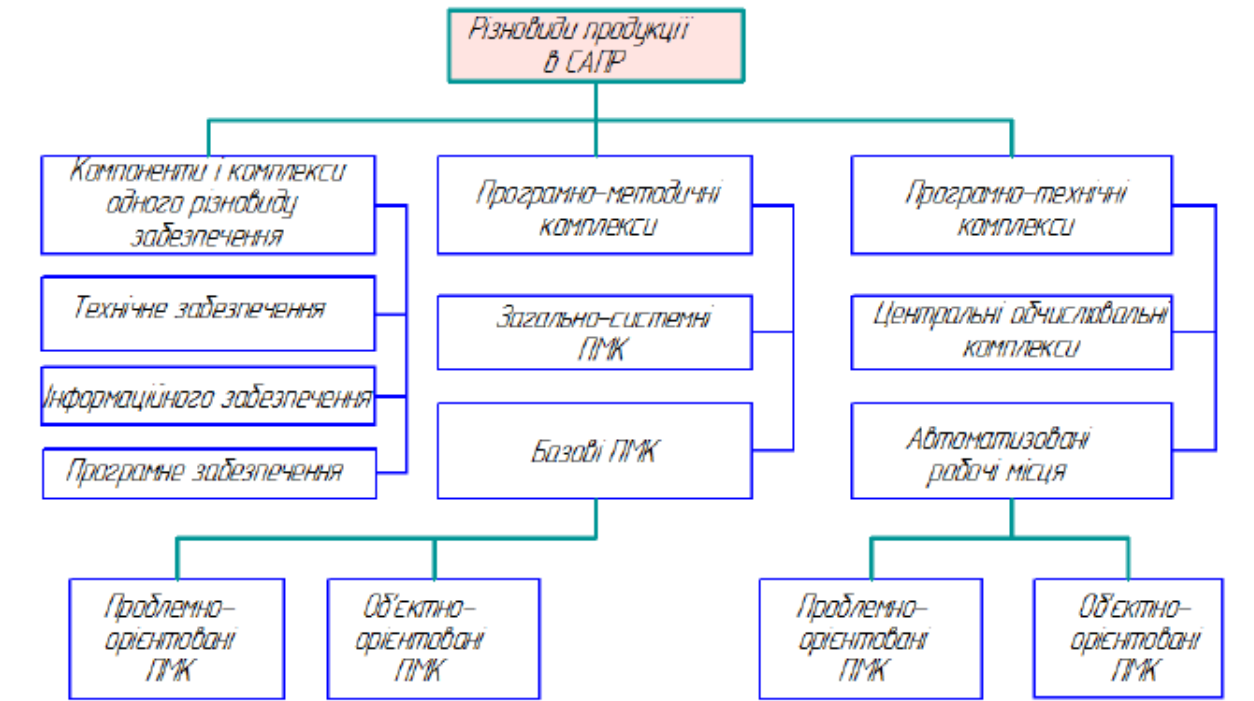


Рисунок 5 – Різновиди комплексів і компонентів САПР

Комплекси засобів одного різновиду забезпечення містять комплекси і/або компоненти одного різновиду забезпечення; комплекси засобів комбіновані – сукупність комплексів і компонентів різних видів забезпечення. Комбіновані КСАП, що належать до продукції виробничо-технічного призначення, підрозділяються на програмно-методичні (далі – ПМК) та програмно-технічні (далі – ПТК).

Програмно-методичний комплекс є взаємопов'язаною сукупністю компонентів програмного, інформаційного і методичного забезпечення (зокрема компоненти математичного та лінгвістичного забезпечення), необхідною для отримання закінченого проектного рішення по об'єкту проектування (одній або декільком його частинам або об'єкту загалом) або виконання уніфікованих процедур.

Залежно від призначення ПМК підрозділяють на загальносистемні, базові, зокрема проблемно-орієнтовані й об'єктно-орієнтовані.

Програмно-технічний комплекс є взаємопов'язаною сукупністю ПМК із комплексами і (або) компонентами технічного забезпечення.

Залежно від призначення ПТК розрізняють АРМ; центральні обчислювальні комплекси (далі – ЦБК).

Комплекси засобів можуть об'єднувати свої обчислювальні й інформаційні ресурси, утворюючи локальні обчислювальні мережі підсистем або систем загалом.

Структурними частинами комплексів засобів є компоненти таких різновидів забезпечення: програмного, інформаційного, методичного, математичного, лінгвістичного і технічного.

Компоненти різновидів забезпечення виконують задану функцію та є найменшим (неподільним) самостійно розроблюваним елементом САПР (наприклад програма, інструкція, дисплей тощо). Ефективне функціонування КСАП і взаємодію структурних частин САПР всіх рівнів досягається за допомогою орієнтації на стандартні інтерфейси і протоколи зв'язків, що забезпечують взаємодію комплексів засобів.

Ефективне функціонування КСАП досягається шляхом взаємоузгодженого розроблення компонентів, які входять до складу комплексів засобів.

КСАП обслуговчих підсистем, а також окремі ПТК цих підсистем можуть використовуватися за умови функціонування всіх підсистем.

Загальносистемні ПМК включають програмне, інформаційне, методичне та інші різновиди забезпечення. Вони призначені для виконання

уніфікованих процедур з керування, контролю, планування обчислювального процесу, розподілу ресурсів САПР і реалізації інших функцій, що є загальними для підсистем або САПР загалом.

Приклади загальносистемних ПМК: моніторні системи, системи керування БД, інформаційно-пошукові системи засобів машинної графіки, підсистема забезпечення діалогового режиму тощо.

Моніторні системи керування функціонуванням технічних засобів у САПР. Головними функціями моніторних систем такі: формування завдань із контролем пакету завдань, необхідних і наявних ресурсів, права доступу до

бази даних зі встановленням пріоритету та номера черги; обробка директив мов керування завданнями, а також реакція на переривання з перехопленням управління, аналізом причин і їх інтерпретацією в термінах, зрозумілих проектувальнику; обслуговування потоків завдань з організацією діалогового й інтерактивно-графічного супроводу в умовах паралельної роботи підсистем; керування проектуванням в автоматичних режимах з аналізом якості виконання проектних операцій, перевіркою критеріїв повторення етапу або продовження маршруту, вибором альтернативних варіантів маршруту; ведення та оптимізація статистики експлуатації системи; розподіл ресурсів САПР з урахуванням пріоритетів завдань, завдань і підсистем, планових завдань і поточних вказівок і запитів; захист ресурсів і даних від несанкціонованого доступу та непередбачених дій.

Інформаційно-пошукові системи (далі – ІПС) у САПР виконують функції: заповнення інформаційного фонду (інфотеки) відомостями; арифметичну обробку цифрових даних і лексичну обробку текстів; обробку інформаційних запитів із метою пошуку необхідних відомостей; обробку

вихідних даних і формування вихідних документів. Особливості ІПС полягають у тому, що запити до них формуються не програмним шляхом, а безпосередньо користувачами, і не на формальній мові, зрозумілій монітору, а на природній мові у вигляді послідовності ключових слів – дескрипторів.

Перелік дескрипторів, що містяться у всіх прийнятих на зберігання описах, складає словник дескрипторів, або тезаурус, призначений для формування пошукових розпоряджень.

Відомі ще складніші ІПС порівняно з дескрипторними. Важливу роль у них грає інформаційно-пошукова мова, в якій враховуються семантичні взаємини між інформаційними об'єктами. Це дає змогу зменшити кількість неправильно розпізнаваних мовних конструкцій, а обробку запитів проводити на основі різних критеріїв смислової відповідності.

Банки даних (далі – БНД) є найвищою формою організації інформації у великих САПР. Вони є проблемно-орієнтованими інформаційно-довідковими системами, що забезпечують уведення необхідної інформації, незалежні від конкретних завдань ведення та збереження інформаційних масивів і видачі необхідної інформації за запитом користувачів або програм. У банках даних використовується інформація фактографічного вигляду.

Система керування базами даних (далі – СКБД) – програмно-методичний комплекс для забезпечення роботи з інформаційною базою, організованою у вигляді структури даних.

СКБД виконує такі головні функції: визначення баз даних, тобто опис концептуального, зовнішнього і внутрішнього рівнів схем; запис даних у базу; організація зберігання, зі зміною, доповненням, реорганізацією даних; надання доступу до даних (пошук і їх видача).

Для визначення даних і доступу до них у СКБД є мовні засоби.

Визначення даних, що полягає в описі їхніх структур, забезпечується за допомогою мови визначення даних. Функції доступу до даних реалізуються за допомогою мови маніпулювання даними та мови запитів. За типом підтримуваних структур розрізняють такі різновиди СКБД: ієрархічні, мережні, реляційні.

Програмно-методичні комплекси машинної графіки забезпечують взаємодію користувача з ЕОМ для обміну графічною інформацією, вирішення геометричних завдань, формування зображень і автоматичного виготовлення графічної інформації. Графічна взаємодія користувача з ЕОМ (так званий графічний метод доступу) базується на підпрограмах введення-виведення, які забезпечують прийом і обробку команд від пристрою введення-виведення і видачу керувальних дій на ці пристрої.

Виконання геометричних завдань (геометричне моделювання) зводиться до перетворення графічної інформації, яке є виконанням у тій або іншій послідовності елементарних графічних операцій типу зрушення, поворот, масштабування тощо. Для геометричного моделювання використовується ПМК, в якому окрім окремих елементарних графічних операцій, можуть бути реалізовані графічні перетворення тривимірних зображень, процедури

побудови проєкцій, перетинів тощо. У ПМК графічних перетворень зазвичай передбачаються засоби для формування деяких часто використовуваних зображень, керування графічною базою даних, налагодження графічних підпрограм.

Діалоговий режим забезпечується за допомогою програмно-методичних комплексів, які здійснюють введення, контроль, редагування, перетворення та виведення графічної і/або символічної інформації. Діалогове віддалене введення завдань забезпечує введення і редагування завдань через канали зв'язку, виконання завдань у пакетному режимі й виведення результатів через лінії зв'язку на віддалені термінали. У САПР можуть використовуватися як діалогові ПМК загального призначення, так і спеціалізовані. ПМК загального призначення доцільно застосовувати на початкових стадіях створення й експлуатації САПР для відробітку та перевірки методології проєктування, технології обробки даних і прикладних програм. Надалі можлива модифікація ПМК з урахуванням специфічних вимог з організації діалогу в САПР. При цьому необхідно враховувати наявність діалогового або пакетного режиму обробки запитів; орієнтацію системи на користувача-непрограміста; можливість розширення системи шляхом включення діалогових прикладних програм на мовах високого рівня; можливість керування діалогом за допомогою «меню» і директив, бажаність спілкування на рідній мові тощо.

Базові ПМК підрозділяють на проблемно-орієнтовані ПМК й об'єктно-орієнтовані ПМК.

Проблемно-орієнтовані ПМК можуть включати: програмні засоби, призначені для автоматизованого впорядкування початкових даних, вимог і обмежень до об'єкта проєктування загалом або до складальних одиниць; вибір фізичного принципу дії об'єкта проєктування; вибір технічних рішень і структури об'єкта проєктування; оцінку показників якості (технологічності) конструкцій, проєктування маршруту обробки деталей.

Об'єктно-орієнтовані ПМК відображають особливості об'єктів проєктування як сукупність наочної сфери. До таких ПМК, наприклад, належать ПМК, що підтримують автоматизоване проєктування складальних одиниць; проєктування деталей на підставі стандартних або запозичених рішень; деталей на підставі синтезу їх з елементів форми; технологічних процесів за різновидами обробки деталей тощо.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвіть структуру технологічного забезпечення САПР.
2. З чого складається розподільна система локальної бази даних?
3. Які відомі принципи автоматизованого проєктування?
4. За якими ознаками класифікують САПР?
5. Наведіть класифікацію САПР за типом об'єкта проєктування.
6. Наведіть класифікацію САПР за складністю об'єкта проєктування.
7. Наведіть класифікацію САПР за рівнем автоматизації проєктування.

8. Наведіть класифікацію САПР за комплексністю автоматизованого проектування.
9. Наведіть класифікацію САПР за сутністю проектних документів.
10. Які умови необхідно виконати для створення САПР?
11. Визначте головну функцію САПР.
12. Перелічте і схарактеризуйте принципи побудови САПР.
13. Назвіть структурну схему САПР.
14. Які різновиди комплексів і компонентів Ви знаєте?
15. Схарактеризуйте структурні частини комплексів САПР.