

**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 № 4 – Різновиди забезпечення САПР

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. Різновиди забезпечення САПР.
2. Математичне забезпечення САПР.
3. Програмне забезпечення САПР.
4. Інформаційне забезпечення САПР.
5. Технічне забезпечення САПР.
6. Лінгвістичне забезпечення САПР.
7. Методичне забезпечення САПР.
8. Організаційне забезпечення 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 / Циценков 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. Різновиди забезпечення САПР

Комплекс засобів автоматизації проектування сучасних САПР включає сім різновидів забезпечення: технічне, математичне, програмне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне (рис. 1).

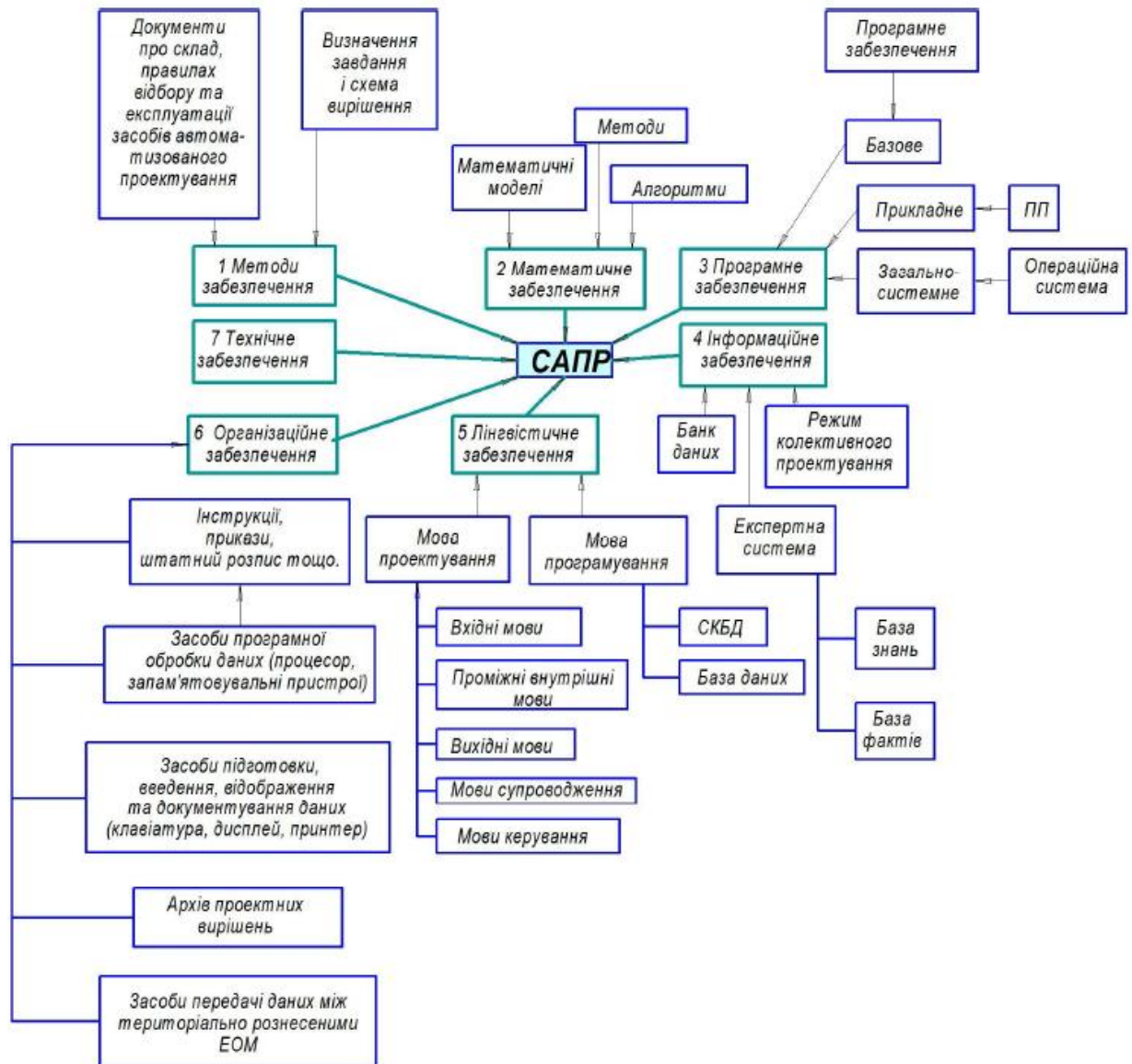


Рисунок 1 – Структура взаємозв'язку засобів забезпечення САПР

Технічне забезпечення – сукупність взаємопов'язаних і взаємодієвих технічних засобів, призначених для виконання автоматизованого проектування. До цього різновиду забезпечення належать різні технічні засоби: ЕОМ, периферійне обладнання і пристрої їхнього зв'язку.

Математичне забезпечення – сукупність математичних методів, математичних моделей і алгоритмів проектування, необхідних для виконання автоматизованого проектування. До математичного забезпечення належать математичні моделі певних об'єктів (технологічних процесів, інструментів, пристроїв тощо), методи їх проектування, а також методи й алгоритми виконання різних інваріантних проектних операцій і процедур, обумовлених оптимізацією, пошуком інформації, автоматизованою графікою тощо.

Програмне забезпечення – сукупність машинних програм, необхідних для виконання автоматизованого проектування і поданих у заданій формі. Це забезпечення охоплює комплекси програм спеціального та загального призначення.

Спеціальне програмне забезпечення подається у вигляді текстів прикладних програм, орієнтованих на виконання спеціальних завдань (виконання завдань динаміки, міцності; проектування маршрутних і операційних технологічних процесів, технічне нормування; проектування стандартних деталей і оснащення тощо).

Загальне програмне забезпечення призначене для керування обчислювальним процесом у САПР і підготовки програм із ПП до виконання на ЕОМ. Ці функції зазвичай виконують програми, що входять до складу операційних систем ЕОМ.

Інформаційне забезпечення – сукупність відомостей, необхідних для виконання автоматизованого проектування та поданих у заданій формі.

Основну частину інформаційного забезпечення становить база даних – інформаційні масиви, використовувані більш ніж в одній програмі проектування. У процесі функціонування САПР база даних поповнюється, коректується і, крім того, проводиться її захист від неправильних змін. Усі ці функції виконує система керування базою даних (далі – СКБД). База даних спільно з СКБД утворює банк даних.

Лінгвістичне забезпечення – сукупність мов проектування, яка включає, крім того, терміни та визначення, правила формалізації природної мови, методи стиснення та розгортання текстів, необхідних для автоматизованого проектування і поданих у заданій формі. У цей різновид забезпечення входять загальновідомі алгоритмічні мови (ПАСКАЛЬ, БЕЙСІК, СІ, С++ тощо), використовувані для запису програм під час створення САПР, і вхідні мови, які слугують для опису об'єктів проектування і завдань на виконання проектних процедур.

Методичне забезпечення – сукупність документів, що визначає склад, правила відбору й експлуатації засобів забезпечення автоматизованого проектування, необхідних для виконання проектних завдань.

Організаційне забезпечення – сукупність документів, що визначає склад проектної організації та її підрозділів, зв'язки між ними, їхні функції, а також форму представлення результату проектування і порядок розгляду проектних документів.

2. Математичне забезпечення САПР

Математичне забезпечення (далі – МЗ) САПР складається із сукупності математичних моделей об'єктів проектування, методів і алгоритмів виконання проектних операцій і процедур. Основу математичного забезпечення САПР становить математичний апарат для моделювання, синтезу структури, одноваріантного і багатоваріантного аналізу, структурної та параметричної оптимізації. Елементи математичного забезпечення в САПР дуже різноманітні. Розроблення математичного забезпечення є найскладнішим етапом створення САПР, від якого найбільшою мірою залежать продуктивність і ефективність функціонування САПР загалом.

Математичне забезпечення складається з двох частин: спеціальне МЗ та інваріантне МЗ.

Спеціальне МЗ відображає специфіку об'єкта проектування, фізичні та інформаційні особливості його функціонування і тісно пов'язане з певним завданням проектування. Ця частина математичного забезпечення охоплює математичні моделі, методи й алгоритми їх отримання, алгоритми одноваріантного аналізу, а також велику частину використовуваних алгоритмів синтезу.

Інваріантне МЗ включає методи й алгоритми, що формують усю логіку технології проектування, зокрема логіку взаємодії проектувальників один з одним на підставі використання засобів автоматизації. Це – методи й алгоритми багатоваріантного аналізу та параметричної оптимізації.

Математичне забезпечення САПР повинне описувати у взаємозв'язку об'єкт, процес і засоби автоматизації проектування.

У процесі створення математичного забезпечення САПР необхідно враховувати такі показники: універсальність, алгоритмічна надійність, точність, витрати машинного часу, об'єм використовуваної пам'яті.

Універсальність МЗ визначає його застосовність до широкого класу проєктованих об'єктів. Особливо це важливо для створення комплексних САПР, що включають різні види завдань: від конструювання виробу і проектування технологічних процесів до вибору різального інструмента і проектування конструкцій спеціального оснащення на підставі аналізу типових технологічних рішень. При цьому може використовуватися єдина група стандартних програм.

Універсальність МЗ спрощує методику автоматизованого проектування.

Водночас варто зазначити, що універсальність не має кількісної оцінки.

Реалізуючи ту або іншу модель і метод, розробник МЗ повинен вказати чіткі межі їх застосовності.

Алгоритмічна надійність – властивість компоненту МЗ давати під час його застосування та заздалегідь певних обмеженнях правильні результати.

Кількісною оцінкою алгоритмічної надійності є вірогідність отримання правильних результатів за умови дотримання обумовлених обмежень на

застосування методу. Якщо ця вірогідність дорівнює одиниці або близька до неї, то метод вважається алгоритмічно надійний.

З алгоритмічною надійністю тісно пов'язана проблема обумовленості математичних моделей і завдань. Про погану обумовленість говорять у випадках, коли малі похибки початкових даних призводять до великих похибок результатів. Унаслідок цього не тільки зменшується точність результатів проектування, але і збільшуються витрати машинного часу. Для аналізу й оптимізації об'єктів із погано обумовленими моделями потрібно застосовувати спеціальні методи з підвищеною алгоритмічною надійністю.

Точність є найважливішою властивістю всіх компонентів МЗ, визначає ступінь збігу розрахункових і дійсних результатів. Алгоритмічно надійні методи можуть давати різну точність. І тільки у випадках, коли точність виявляється гіршою гранично допустимих значень або рішення взагалі неможливо отримати, говорять не про точність, а про алгоритмічну надійність.

Зазвичай вирішення проектних завдань характеризується сумісним використанням багатьох компонентів МЗ, що ускладнює оцінку впливу похибки окремих компонентів. За необхідності оцінки їхньої точності проводять обчислювальні експерименти з використанням тестових завдань.

Витрати машинного часу здебільшого визначаються складністю проєктованих об'єктів і розмірністю вирішуваних завдань. Машинний час обчислювального процесу є головним обмежувальним чинником при спробах підвищити складність проєктованих на ЕОМ об'єктів.

Одним зі шляхів скорочення термінів проектування є застосування в САПР багатопроцесорних обчислювальних систем, що забезпечують розпаралелювання процесу обчислення. У зв'язку з цим найважливішим показником економічності МЗ є його пристосованість до розпаралелювання процесу проектування.

Використовувана пам'ять є другим після витрат машинного часу показником економічності МЗ. Витрати пам'яті визначаються довжиною програми й обсягом використовуваних масивів даних. Не зважаючи на значне збільшення ємкості оперативної пам'яті в сучасних ЕОМ, вимоги до зниження витрат пам'яті залишаються актуальними. Це обумовлюється з тим, що в мультипрограмному режимі функціонування ЕОМ завдання із запитом більшого обсягу пам'яті отримує нижчий пріоритет, у наслідок час її перебування в системі збільшується і продуктивність процесу проектування знижується.

Для економії витрат оперативної пам'яті використовують зовнішню пам'ять (накопичувачі на магнітних дисках, стрічках, дискетах). Проте часті звернення до зовнішньої пам'яті призводять до збільшення витрат машинного часу, тому для розроблення методів проектування, алгоритмів і програм доведеться вирішувати питання раціонального використання двох різновидів пам'яті ЕОМ – внутрішньої (оперативної) і зовнішньої.

3. Програмне забезпечення САПР

Програмою називають закінчену сукупність команд, необхідних для виконання певного завдання. Програмування – це процес складання такої програми.

Програмне забезпечення (далі – ПЗ) – сукупність машинних програм і супутніх документів, необхідних для виконання автоматизованого проектування, тобто ПЗ складається з документів із текстами програм, програм на всіх різновидах машинних носіїв, а також з експлуатаційних документів (інструкцій із застосування тощо). Програмне забезпечення – це головний і за значущістю, і за трудомісткістю об'єкт розроблення для створення САПР.

Програмне забезпечення САПР підрозділяють на загальносистемне й спеціалізоване (прикладне). На відміну від технічних засобів, які є універсальним інструментом, програмне забезпечення і насамперед його спеціалізована частина відображають специфіку різних САПР.

Загальносистемне ПЗ призначене для планування та організації процесу обробки інформації, введення-виведення, керування даними, розподілу ресурсів, підготовки й налагодження і представлено операційними системами ЕОМ та обчислювальних комплексів (далі – ОК). Загальносистемне ПЗ зазвичай створюється для широкого застосування і специфіку САПР не відображає.

Структурна схема операційної системи (далі – ОС) включає два компоненти: керувальні програми; оброблювальні програми (рис.2).

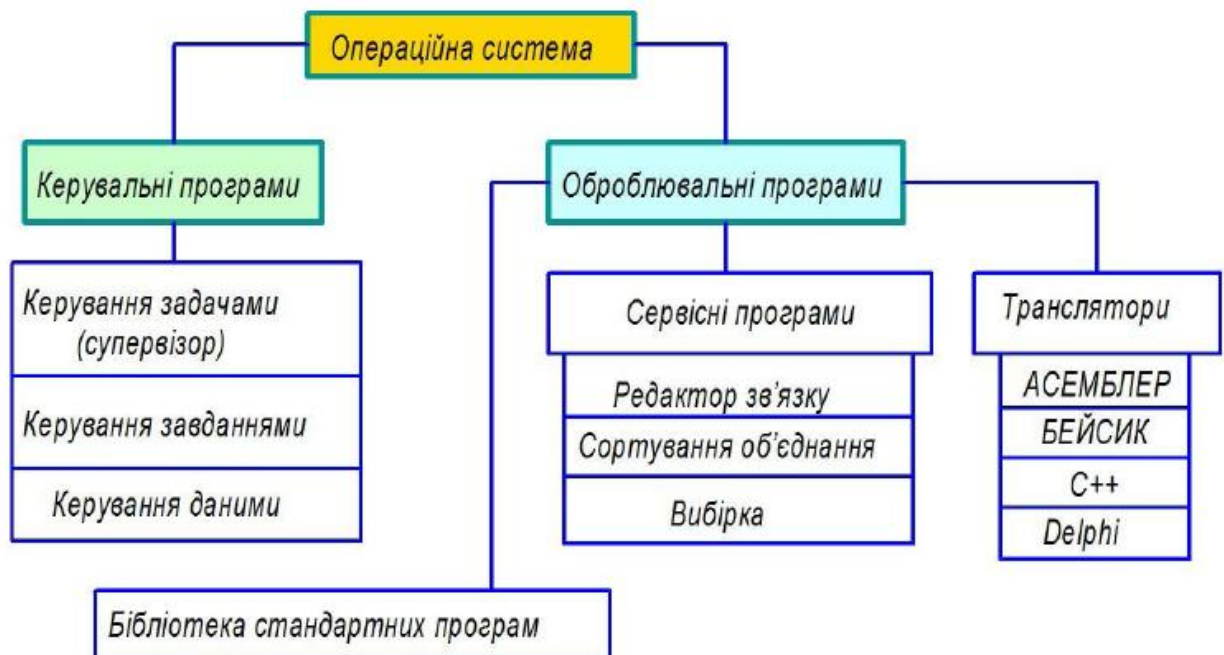


Рисунок 2 – Загальна структура ОС

Керувальна програма, призначена для керування оброблювальними програмами. Функції керування розділяють на три групи: керування даними, керування задачами, керування завданнями.

До функцій керування даними належать ефективне планування і керування обміном даними між основною (оперативною) пам'яттю та зовнішніми пристроями; представлення користувачеві гнучких способів організації та доступу до даних.

До функцій керування задачами належить обробка безперервного потоку завдань майже без втручання оператора; прочитування завдання з потоку, організація черги завдань, розподіл пристроїв введення-виведення, передача керування супервізору тощо.

Керування завданнями здійснюється головною клерувальною програмою-супервізором, її називають також монітором, диспетчером або резидентною програмою. Супервізор під час виконання програм користувача

розташований в оперативній пам'яті й виконує такі функції: обробку переривань, задоволення запитів до основної пам'яті, передачу керування модулями завдання, завершення завдання тощо. Супервізор реалізує в ЕОМ мультипрограмний режим розділення часу.

До оброблювальних програм належать сервісні програми, транслятори з основних мов програмування та бібліотека стандартних програм для виконання типових завдань.

Сервісні програми призначені виконувати функції, що зазвичай зустрічаються у процесі обробки даних, наприклад редагування, зв'язування та інші маніпуляції з програмами і даними. До сервісних програм належать редактор зв'язку, програми сортування-об'єднання і набір допоміжних програм із відладки і перезапису.

Транслятори з мов програмування, що входять до складу ОС, використовують для трансляції прикладної програми користувача, званої початковим модулем, у програму на машинній мові, названу об'єктним модулем.

Об'єктні модулі проходять ще один етап – етап редагування, на якому вони обробляються програмою – редактор зв'язку. Користувач на цьому етапі може збирати свою програму з окремих частин (модулів), написаних у різний час і, можливо, на різних алгоритмічних мовах. Після редагування виходить завантажувальний модуль, в якому використовують відносні адреси. Для того щоб програма могла бути безпосередньо виконана на ЕОМ, потрібно відносні адреси замінити на абсолютні. Така заміна адрес і подальше завантаження в певне місце оперативної пам'яті здійснюється за допомогою програми вибірки. Після цієї процедури побудований модуль називається абсолютним.

Отже, програма користувача перед виконанням проходить шлях від початкового модуля до абсолютного (рис. 3).

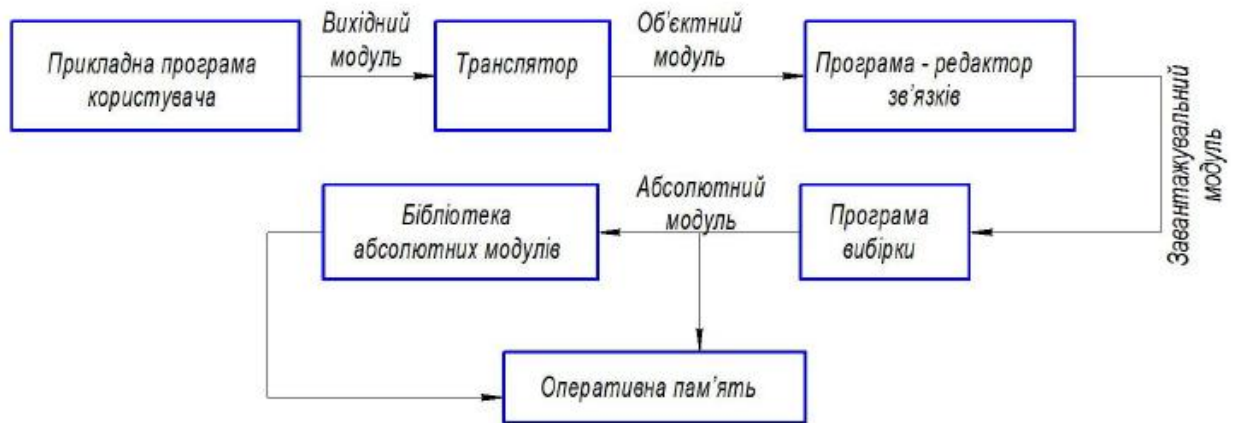


Рисунок 3 – Система перетворення прикладних програм в абсолютні модулі в ОС

З розвитком ЕОМ збільшується значущість найважливішого компоненту загальносистемного програмного забезпечення – операційних систем ЕОМ. Можливості, що надаються користувачам сучасними технічними засобами САПР, усе більшою мірою визначаються їхніми операційними системами, ніж апаратними пристроями.

Операційні системи керують процесом виконання робочих програм і використанням усіх ресурсів технічних засобів. Їхні найважливіші функції в САПР обумовлюються з організацією роботи користувачів у різних режимах, одночасного вирішення різних завдань, динамічного розподілу каналів передачі даних і зовнішніх терміналів між завданнями, динамічного розподілу пам'яті, планування послідовності вирішення завдань з урахуванням встановлених пріоритетів, контролю та діагностики роботи технічних засобів.

Операційні системи безперервно удосконалюють. Для нових поколінь ЕОМ створюють нові операційні системи все з ширшими функціональними можливостями та з природнішим діалогом користувачів і ЕОМ. До того ж операційні системи, зазвичай, призначені для сімейства однотипних ЕОМ, їх можна генерувати (підбирати склад і структуру програм) стосовно певної архітектури технічних засобів САПР і кола вирішуваних завдань.

Іншим важливим компонентом загальносистемного програмного забезпечення САПР є базове програмне забезпечення. До його складу входять: базове програмне забезпечення обробки геометричної та графічної інформації; базове програмне забезпечення для формування і використання баз даних.

У спеціальному (прикладному) ПЗ реалізується математичне забезпечення для безпосереднього виконання проектних операцій і процедур.

Прикладне ПЗ зазвичай має форму пакетів прикладних програм (далі – ППП), кожна з яких обслуговує певний етап процесу проектування або групу однотипних завдань усередині різних етапів.

Тому функції ППП певної підсистеми тісно пов'язані з переліком завдань, що реалізуються на відповідному рівні проектування.

Зазвичай ППП складається з окремих непересічних підпрограм – модулів, кожен з яких здатний виконати одну з робочих (проектних) або обслуговчих (допоміжних) функцій. Модулі можуть з'єднуватися один з одним за завданням користувача, утворюючи необхідні програми. Процедuru складання прикладної програми з наявних у модулів ППП проводить спеціальна керувальна програма – монітор.

У спеціальне ПЗ разом із ППП, що розробляється людиною, у процесі створення САПР входять і робочі програми, які складаються автоматично в ЕОМ для кожного нового об'єкта та маршруту його проектування. Робочі програми складаються з бібліотечних модулів, що генеруються. Бібліотечні модулі реалізують математичні моделі елементів, типові методи й алгоритми, які вживають у процесі виконання завдань проектування багатьох об'єктів.

Модулі, що генеруються, реалізують математичну модель системи та є результатом трансляції з вхідної мови.

Отримання робочих програм можливе методом компіляції або методом інтерпретації.

Методом компіляції кожна арифметична операція обчислювального процесу в робочій програмі перетворюється в низку окремих команд. У разі компіляції етапи трансляції та рахунку чітко розділені й отримана робоча програма лінійна, тобто складається з команд, що переробляють інформацію без яких-небудь службових команд типу передач керування, організації циклів тощо. Скомпільовані програми економічні за витратами машинного часу (не мають ніяких додаткових службових команд), але потребують значних витрат машинної пам'яті (кожній операції відповідає низка команд, що займають декілька елементів пам'яті).

Метод інтерпретації передбачає те, що робоча програма не створюється в остаточному вигляді до початку етапу рахунку: вона генеруватиметься по частинах у разі переходу від виконання попередньої директиви вхідної мови до подальшої. При цьому витрати машинного часу зростають (в ітераційному обчислювальному процесі доводиться багато разів повторювати виконання одних тих самих допоміжних команд, що генерують частини робочої програми), але скорочуються витрати машинної пам'яті (не потрібно зберігати всю скомпільовану робочу програму).

На практиці зазвичай використовують елементи обох методів генерації робочих програм. Чим вище частота використання програм (це властиво програмам найнижчих рівнів), тим обґрунтованішим буде застосування методу компіляції. Метод інтерпретації переважає у процесі генерування програм вищих рівнів, він є найважливішим під час реалізації діалогового режиму САПР.

4. Інформаційне забезпечення САПР

Під поняттям інформації мають на увазі деякі відомості або сукупність будь-яких даних, які є об'єктом зберігання, передачі й перетворення.

Стосовно САПР під даними розуміють інформацію, подану у формалізованому вигляді, тобто у вигляді послідовності символів, букв, цифр, графіків, таблиць, креслень, текстів тощо.

Із загального бюджету часу, що витрачається сучасною ЕОМ у процесі виконання різних проектних завдань, 10 % становлять обчислення, а решта 90 % відводяться на переробку інформації. До переробки інформації належать: запам'ятовування, пошук необхідної інформації в інформаційних масивах, передача інформації від одного масиву до іншого, моделювання процесів тощо. Варто зазначити, що процес обчислення може також розглядатися як окремий випадок переробки інформації.

Інформаційне забезпечення (далі – ІЗ) САПР – це сукупність відомостей (даних), поданих у певному вигляді й використовуваних під час виконання автоматизованого проектування. Проектування реалізується комплексом завдань, обумовлених переробкою численних масивів інформації різного виду. Тому інформаційне забезпечення є одним із найважливіших складників САПР, а витрати на його розроблення становлять більше половини вартості системи загалом.

Інформацію, використовувану в САПР, умовно можна розділити на результатну й похідну. Результатною називається інформація, яка існує до початку машинного проектування. Вона підрозділяється на змінну й умовно-постійну.

До змінної належить така інформація: для проектування деталі – навантаження на неї та зовнішні обмеження; у САПР ТП – геометрична і технологічна інформація про певну деталь.

Кодована інформація про деталь у САПР ТП складається з чотирьох частин: інформація технологічного, конструктивного й економічного значення, що належить до всієї деталі загалом (відомості про спосіб виготовлення деталі, умови виробництва, обладнання, термічну обробку тощо); інформація технологічного та конструктивного значення, що належить до окремих поверхонь або частин деталі (спосіб виготовлення, вигляд термообробки, вигляд покриття тощо); геометрична інформація, що належить до всієї деталі загалом (габаритні розміри, точність виготовлення, шорсткість поверхні тощо); геометрична інформація, що визначає форму, розміри, точні та якісні характеристики окремих поверхонь деталі та їх взаємне розташування.

Ця інформація вводиться в оперативний запам'ятовувальний пристрій кожного разу під час проектування нового технологічного процесу на певну деталь.

Умовно-постійна інформація, що складається з довідкової та методичної інформації, включає відомості про нормалізовані вузли, що є на

підприємстві, і деталі, обладнання, оснащення, нормалізований різальний і вимірювальний інструмент, методи отримання заготовок і їх обробки тощо.

Ця інформація є досить стабільною та постійно зберігається в зовнішній пам'яті ЕОМ.

Похідна інформація формується на різних етапах процесу проектування і стосовно САПР ТП містить відомості про маршрут обробки заготовок, технологічні операції та переходи, режими різання, графічні зображення операційних ескізів та інструментальних наладок тощо.

База даних. Уся умовно-постійна інформація, необхідна для функціонування САПР, подається у вигляді бази даних (далі – БД). База даних – це сукупність даних, що обробляються в більше ніж одній програмі (модулі). База даних для САПР ТП включає масиви інформації про обладнання, інструменти, пристрої, норми часу, формулювання операцій і переходів, технологічні й організаційні умови обробки виробів, процедури ухвалення вирішень, збирання й організації даних, а також перелік статистичних методів й моделей в межах проблематики системи тощо.

У БД можна виокремити частини, що відіграють різну роль у процесі проектування (рис. 4).



Рисунок 4 – Структура бази даних

Довідник містить довідкові дані про ДСТ, нормалі, уніфіковані елементи, раніше виконані типові проекти тощо. Цю частину змінюють порівняно рідко та вона характеризується одноразовим записом даних і багаторазовим їх прочитуванням. Вона включає умовно-постійну інформацію та називається постійною.

Проект містить відомості про рішення, що отримуються у процесі проектування. Це – результати виконання проектних завдань, отримані на сьогодні (різного типу схеми, специфікації, таблиці, тексти тощо). Проект поповнюється або змінюється із завершенням чергових ітерацій на етапах проектування. Ця частина називається напівзмінною.

Масиви даних, що входять у довідник і проект, об'єднують під загальною назвою архів.

Третя частина БД містить масиви змінних, значення яких важливі тільки в процесі вирішення одного певного завдання проектування та належать до різновиду раніше визначеної змінної інформації. Ця частина БД називається змінною.

Загалом база даних є сукупністю інформаційних масивів. При цьому кожен масив містить інформацію по одному класу об'єктів.

Відомості по опису об'єкта, які необхідно включити в БД, називають інформаційним змістом. Сукупність даних інформаційного змісту об'єкта (або декількох об'єктів), поданих у певний спосіб, називають підмасивом.

Сукупність підмасивів для всієї групи об'єктів становить інформаційний масив. Підмасив може включати як числову, так і текстову інформацію.

За особливостями подання даних, а отже, і організацією, пошуку розрізняють підмасиви списочної та табличної структури. Прикладом списочної структури слугують паспортні дані обладнання, а табличною – таблиці залежності подач верстата від необхідної шорсткості оброблюваної поверхні або залежності величини кута при вершині свердла від вигляду оброблюваного матеріалу тощо.

Бази даних сучасних САПР повинні забезпечувати:

1) економне використання пам'яті. У процесі формування БД необхідно забезпечувати щільне розміщення даних на носіях, мінімізувати надмірність за рахунок усунення багатократного дублювання в різних масивах, розміщувати рідко використовувані дані, дешевші носії (із меншою швидкістю пошуку інформації);

2) узгодження часу вибірки даних прикладними програмами з частотами використання останніх. Для програм низьких ієрархічних рівнів цей час повинен бути мінімальним. Ці програми переважно орієнтовані на змінну частину БД, яка перед виконанням робочої програми розміщується в оперативній пам'яті. Напівзмінна постійна частини БД (архів) зазвичай використовуються програмами високих рівнів, в яких пошук даних перестає бути визначальним чинником, тому архів розміщується на зовнішніх носіях (магнітних дисках і стрічках);

3) універсальність, тобто наявність всіх необхідних даних і забезпечення доступу до них у процесі виконання проектних операцій і процедур прикладними програмами;

4) достовірність і несуперечність даних;

5) відкритість для внесення нових відомостей.

Автоматизований банк даних. Для використання БД необхідно спеціальне програмне забезпечення, яке проводить вибірку даних прикладними програмами, запис нових даних, видалення старих непотрібних записів, перезапис файлів з одних машинних носіїв на інші.

Сукупність програм, що обслуговують БД, називається системою керування базою даних (далі – СКБД). До головних функцій СКБД належать такі: визначення та ініціалізація БД; організація зберігання даних; надання

користувачам доступу до БД; захист цілісності БД; керування доступом до БД; підтримання функцій системного персоналу; підтримання технологічного процесу функціонування системи БД – СКБД.

БД і СКБД разом утворюють банк даних, який зазвичай називають автоматизованим банком даних (далі – АБД). АБД створюють як обслуговчу підсистему та використовують для автоматизованого забезпечення необхідними даними підсистем САПР.

Керування АБД здійснюється фахівцем або групою фахівців, які забезпечують цілісність, правильність даних, ефективність використання та функціональні можливості СКБД САПР. Фахівці виконують такі функції:

- організацію та формування баз даних – з'ясування вимог проектувальників, розробку схем (визначення структури даних, привласнення даним імен, забезпечення захисту даних), завантаження, регулювання можливості доступу проектувальників і вибір способу фізичної організації баз даних;

- організацію використання баз даних – розподіл запитів у часі, протоколювання робіт з базою даних, організацію регламентних робіт із підтримки АБД у робочому стані, відновлення баз даних у разі порушення цілісності даних і захист від несанкціонованого доступу до баз даних;

- реорганізацію баз даних – визначення необхідності й виконання реорганізації баз даних на підставі нових вимог розвитку й удосконалення або на підставі дослідження розробок і аналізу роботи АБД.

Головними характеристиками АБД є гнучкість, надійність, наочність і економічність.

Гнучкість АБД виражається в можливості нарощування й адаптації засобів СКБД і зміні організації та структури баз даних без великих вартіснотимчасових витрат. СКБД повинна генеруватися під можливі в експлуатації конфігурації технічного забезпечення й обстановку функціонування. У процесі проектування необхідно забезпечити доступ до інформації АБД користувачів різних рівнів.

Надійність АБД забезпечується можливістю відновлення інформації та програмних засобів АБД у разі їх руйнування; виконанням стандартних або описаних користувачем акцій на несанкціонований доступ або помилковий запит.

Наочність АБД реалізується поданням користувачеві АБД даних у звичній і зручній для сприйняття формі, наявністю засобів, що забезпечують облік і протоколювання його функціонування.

Економічність АБД полягає у задоволенні таких умов: дублювання даних виключається, крім випадків, коли воно виправдане технічними й економічними міркуваннями; автоматизація збору статистичних даних про вміст і використання інформації банку з метою організації ефективнішого розподілу пам'яті; наявність засобів тиражування баз даних.

Приклад організації масивів БД. Розглянемо особливості організації масивів БД на прикладі організації масиву металорізального обладнання. Цей

масив інформації використовується під час виконання низки технологічних завдань, зокрема, під час проектування маршрутних технологічних процесів і технічному нормуванні верстатних робіт. У разі нормування масив «Обладнання» використовується для вирішення підзавдань:

- вибір найближчого числа з ряду паспортних даних, найближчих до розрахункових значень, наприклад частоти обертання та подачі;
- перевірка розрахункових режимів за потужністю, міцністю слабкої ланки;
- визначення номера цеху, ділянки, стану обладнання, паспортних даних цієї моделі за заданим інвентарним номером обладнання.

Укрупнений склад інформаційного масиву металоріжучого обладнання зображений на рисунку 5. Список всіх реквізитів масиву розбитий на дві групи: елементи першої групи характеризують певну фізичну одиницю обладнання; другої – дані, що описують модель обладнання взагалі.

Відомості про техніко-організаційні дані оформляють у вигляді так званої інформаційно-логічної таблиці (далі – ІЛТ), в якій як аргумент виступає інвентарний номер обладнання.

Для програмної реалізації функціонування інформаційного масиву «Обладнання» необхідно сформувати каталог імен і адрес.

Техніко-організаційні дані оформляють у вигляді підмасиву, ім'я якого записують в каталог імен КТ, а відносну адресу розташування в числовому масиві – в каталог адрес № 1. Зв'язок техніко-організаційних даних із числовими характеристиками паспортних даних верстатів здійснюється через відносну адресу розташування підмасивів.

Пошук інформації при технічному нормуванні може вестися у двох напрямках, властивих двом завданням: визначення чисельних величин паспортних даних за заданою моделлю верстата; визначення техніко-організаційних даних за заданим інвентарним номером верстата.



Рисунок 5 – Укрупнений склад реквізитів інформаційного масиву металорізального обладнання

Алгоритм пошуку для цих завдань зображений на рисунку 6. Одним із найвідповідальніших етапів розроблення масивів БД, і в окремому випадку масиву «Обладнання» є збирання та систематизація даних. Для реквізиту «Модель верстата» записують умовне позначення типу і моделі, привласнене певному верстату: наприклад 1K62, 6P13, 2A135PФ2. Кількість знаків у позначенні не повинна перевищувати певного числа, наприклад 24.

Уся зібрана для масиву «Обладнання» інформація зводиться за певними правилами в таблиці (формуляри), з яких вона наноситься на машинні носії та вводиться в ЕОМ.

Під час формування підмасиву виділяють просту змінну і клерувальну інформацію. До простих змінних належать код обладнання; основні розміри й параметри, що характеризують можливості верстата; відомості про потужність, габарит, масу і вартість обладнання. Керувальна інформація – це відомості про ідентифікацію та розміщення числових рядів (подач, оборотів тощо), які не заносяться у формуляри і мають спеціальну структуру запису.

5. Технічне забезпечення САПР

Технічне забезпечення САПР включає сукупність технічних засобів(далі – ТЗ), що взаємодіють між собою і виконують автоматизоване проектування. Автоматизація проектування потребує випуску

спеціалізованих засобів САПР. Технічне забезпечення САПР є сукупністю взаємопов'язаних і взаємодіючих технічних засобів, призначених для виконання автоматизованого проектування.

До технічних засобів належать пристрої обчислювальної і організаційної техніки; засоби передачі даних, вимірники та інші пристрої та їх поєднання, що забезпечують певну технічну функцію відповідних підсистем САПР.

Реалізацію однорідних функцій різних підсистем САПР виконують такі групи ТЗ: підготовка і введення даних, передача даних, програмна обробка даних, відображення та документування даних, архів проектних рішень.

Група ТЗ підготовки і введення даних призначена для автоматизації підготовки, введення, первинної обробки та редагування початкових і нормативно-довідкових даних для автоматизованого проектування. ТЗ підготовки і введення даних повинні забезпечувати кодування інформації, нанесення даних на машинні носії, уведення даних в ЕОМ, візуальний контроль і редагування даних під час введення й підготовки алфавітно-цифрової та графічної інформації. Для виконання вказаних функцій застосовують пристрої підготовки даних на машинних носіях (перфоносіях, магнітних носіях, мікрофішах); пристрої введення даних із машинних носіїв (з перфоносіїв, з мікрофішей, що запам'ятовують пристрої на магнітних стрічках і дисках); пристрої введення графічної інформації (графоповторювачі або діджітайзери); клавіатури алфавітно-цифрові, функціональні, спеціальні, а також світлові, що реалізуються на екрані дисплея, і фотоселекторні засоби.

Група ТЗ передачі даних слугує для забезпечення дистанційного зв'язку засобів САПР по різних каналах зв'язку. Пристрої цієї групи повинні забезпечувати передачу даних між видаленими компонентами САПР по телефонних, телеграфних і спеціальних каналах зв'язку. До пристроїв цієї групи належать апаратура передачі даних (модеми, пристрої перетворення сигналів, пристрої захисту від помилок) та апаратура сполучення і концентрації (пристрої сполучення, адаптери дистанційного зв'язку, мультиплексори передачі даних, процесори телеобробки даних).

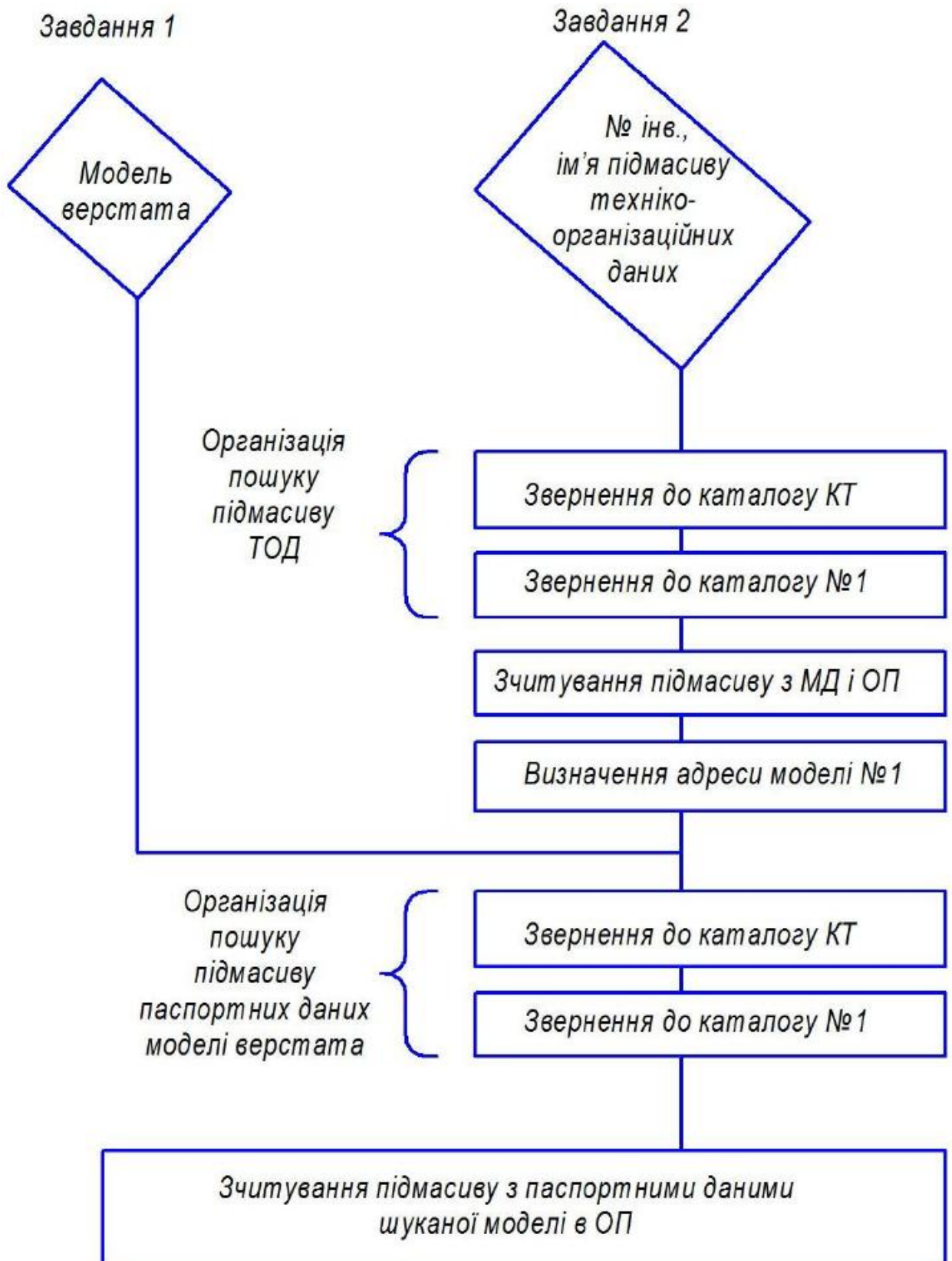


Рисунок 6 – Схема організації пошуку масиву паспортних даних верстата

Група ТЗ програмної обробки даних призначена для прийому цифрових даних, їх програмної обробки, накопичення та виведення на машинні носії, пристрої відображення і в канали зв'язку. До пристроїв цієї групи належать: ЕОМ загального призначення (мікро-ЕОМ, персональні, малі, середні, великі й надвеликі ЕОМ); спеціалізовані ЕОМ і мікропроцесори. ТЗ програмної обробки повинні забезпечувати розроблення та експлуатацію програмного забезпечення САПР, зміну продуктивності шляхом заміни або нарощування ЕОМ, використання програмно-апаратних засобів обліку, зберігання та видачі поточного часу, мультипрограмний режим роботи.

Група ТЗ відображення і документування даних призначена для оперативного представлення проектних рішень і запрошуваних даних, а також для виведення проектної документації та проміжних носіїв. До ТЗ цієї групи належать пристрої візуального відображення інформації (алфавітно-цифрові та графічні дисплеї, панелі й табло відображення інформації, мнімосхеми); пристрої виведення інформації на папір (пристрої друку, графічні пристрої, реєструвальні пристрої); пристрої виведення інформації на мікрофільми та мікрофіші; пристрої виведення на машинні носії запису (перфонові, магнітні носії); пристрої виведення спеціального призначення (координатографи, фотонабірні пристрої тощо).

Група ТЗ архіву проектних рішень забезпечує зберігання, контроль, відновлення та розмноження даних про проектні рішення САПР, а також довідкові дані (зокрема нормативно-технічній документації). До ТЗ цієї групи належать пристрої тиражування мікрофільмованих документів.

Контроль, відновлення та розмноження даних архіву проектних рішень, що зберігаються на магнітних носіях, виконуються групами ТЗ підготовки і введення, а також програмної обробки даних.

Сучасні технічні засоби САПР повинні відповідати таким вимогам: забезпечувати можливість оперативної взаємодії інженерів з ЕОМ; мати достатню продуктивність і обсяг оперативної пам'яті ЕОМ для вирішення завдань усіх етапів проектування; володіти можливістю одночасної роботи з технічними засобами необхідної кількості користувачів для ефективної діяльності всього колективу розробників; мати комплекс технічних засобів для розширення і модернізації системи; володіти високою надійністю; мати прийнятну вартість тощо.

Перелічені вище вимоги найповніше можна реалізувати у процесі організації комплексів технічних засобів.

6. Лінгвістичне забезпечення САПР

Лінгвістичне забезпечення САПР включає різні мовні засоби, які діляться на дві групи: мови програмування; мови проектування.

Під терміном «мова» у цьому разі розуміється будь-який засіб спілкування, будь-яка система символів або знаків, використовуваних для обміну інформацією.

Мови програмування служать для запису програм. Ними користуються насамперед у процесі при підготовки програм, а не у процесі експлуатації САПР.

Мови проектування призначені для уявлення та перетворення початкової інформації у процесі виконання проектних процедур за допомогою програмного забезпечення. Ці мови застосовуються користувачами САПР у процесі їхньої інженерної діяльності.

Алгоритмічні мови. З моменту використання ЕОМ для розрахунків і проектування виникла проблема спілкування людини з машиною. Спочатку програму для ЕОМ готували в машинних кодах. Такі машинні програми могли розробляти тільки вузькі фахівці-програмісти, які знають пристрій і особливості певної ЕОМ. Інженер-користувач для виконання розрахунків на ЕОМ у своїй проблемній сфері повинен був звертатися до програміста. У цьому разі використовують ланцюжок «користувач – програміст – машина програма – ЕОМ». Такий ланцюжок призводив до великих витрат трудових ресурсів і часу. Програмування завдань на машинній мові обмежувало використання ЕОМ. Ця проблема була вирішена після створення алгоритмічних мов високого рівня, що відрізняються універсальністю. Для того, щоб машина розуміла мови високого рівня, необхідний перекладач із цих мов на машинний. Таким перекладачем є транслятор, тобто програма, яка перетворює програму, написану на мові високого рівня, в машинну.

Унаслідок цього виникає такий ланцюжок: користувач – програма на мові високого рівня – транслятор – машинна програма – ЕОМ.

Символіка та логіка алгоритмічних мов близькі до прийнятих у математиці в російській і англійській мовах. Водночас ця символіка і правила запису строго однозначні й можуть автоматично (формалізовано) переводитися в команди машини.

Алгоритмічна мова – це набір символів і система правил освіти і тлумачення конструкцій із цих символів для задання алгоритмів.

Алгоритмічну мову для запису програм і даних називають мовою програмування. Як мови програмування в САПР застосують машинно-орієнтовані мови типу АСЕМБЛЕР та алгоритмічні мови високого рівня.

Алгоритмічні мови високого рівня порівняно з машинно-орієнтованими мовами зручніші для реалізації алгоритмів чисельного аналізу, легше освоюються інженерами, дають змогу підвищити продуктивність праці програмістів у процесі розроблення програм та їх адаптації до різних типів ЕОМ. Найбільше застосовують мови БЕЙСІК, ПАСКАЛЬ, Сі, Сі+, Сі+Builder, Delphi тощо.

Мови типу АСЕМБЛЕР відрізняються більшою універсальністю, тобто володіють ширшими можливостями для опису кодів різних форматів, логічних операцій і процедур. Використання цих мов потребує менших витрат машинного часу та пам'яті.

Зважаючи на достоїнства машинно-орієнтованих і алгоритмічних мов високого рівня, їх можна застосовувати одночасно для виконання різних завдань у разі розроблення САПР.

Мови проектування. Для забезпечення процесу проектування об'єктів у САПР використовують такі різновиди мов проектування: вхідна; базова; вихідна.

Вхідна мова призначена для подання завдання на проектування. У цій мові для задання початкової інформації в САПР необхідно передбачити засоби опису об'єктів проектування у формі, зручній для відображення та введення в ЕОМ. Ці засоби повинні описувати не тільки математичні об'єкти – числа, змінні, масиви, але й різні види графічної інформації – конструкторські креслення, схеми тощо.

Базова мова слугує для представлення додаткових відомостей до первинного опису об'єкта проектування, проектних рішень, описів проектних процедур (зокрема процедур інформаційного обміну) і їхньої послідовності.

Ця мова, що зазвичай називається мовою опису завдань, створюється близькою за можливостями, символікою та граматикою до універсальних алгоритмічних мов. При цьому доцільно не розробляти оригінальну базову мову, а використовувати універсальну алгоритмічну мову, доповнивши її окремими елементами, властивими розроблюваному процесу проектування.

Вихідну мову застосовують для представлення якого-небудь проектного рішення, зокрема результат проектування, у формі, що задовольняє вимогам його подальшого застосування. До складу цієї мови належать різноманітні засоби опису результатів проектування у вигляді креслень, технічних карт, схем налагодження, таблиць, текстової документації, а також засобу подання проміжних результатів проектування, використовуваних у різних підсистемах САПР.

Розроблювані у процесі створення САПР мови проектування, в насамперед вхідні мови повинні відповідати таким вимогам:

- бути універсальними, тобто володіти можливістю опису будь-яких об'єктів проблемної сфери, на яку орієнтована САПР;
- мати проблемну орієнтацію, тобто забезпечувати користувачеві максимальні зручності для опису і сприйняття використовуваних під час проектування даних;
- елементи та конструкції мови повинні володіти однозначністю тлумачення;
- мати можливості для розвитку і розширення;
- бути сумісними з іншими вхідними та вихідними мовами.

7. Методичне забезпечення САПР

Під методичним забезпеченням САПР розуміють вхідні до її складу документи, що регламентують порядок її експлуатації. До того ж документи, що стосуються процесу створення САПР, не входять до складу методичного забезпечення. Оскільки документи методичного забезпечення мають переважно інструктивне значення та їх розроблення є творчим процесом, то про спеціальні способи і засоби реалізації цього компоненту САПР мова не йде.

Останнім часом вдосконалення організації робіт у сфері автоматизації проектування спрямовано на централізоване створення типових ПМК із метою широкого тиражування. Такі ПМК повинні включати разом з програмами для ЕОМ із базами даних комплекти документації. Отже, зазначена документація стане частиною методичного забезпечення САПР.

8. Організаційне забезпечення САПР

Стандарти із САПР потребують виокремлення як самостійного компоненту організаційного забезпечення, що включає положення, інструкції, накази, штатні розклади, кваліфікаційні вимоги та інші документи, які регламентують організаційну структуру підрозділів проектної організації та взаємодію підрозділів із комплексом засобів автоматизованого проектування, а також порядок ведення документації.

Функціонування САПР можливо тільки за наявності й взаємодії перелічених засобів автоматизованого проектування.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які відомі різновиди забезпечення САПР?
2. Наведіть структуру взаємозв'язку засобів забезпечення САПР.
3. Схарактеризуйте всі забезпечення САПР.
4. З чого складається загальна структура оперативної системи?
5. Яка структура інформаційного забезпечення?
6. Що таке база даних, з чого вона складається?