

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

**з навчальної дисципліни «Системи автоматизованого проектування авіаційних  
двигунів»**

**вибіркових компонент**

**освітньо-професійної програми**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

**Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

**за темою - Технічне та загальносистемне забезпечення САПР.**

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.2021 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.09.2021 № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 № 1

**Розробник:** викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст першої категорії, Сіора А.С.

**Рецензенти:**

1. Завідувач відділення фахової підготовки навчального відділу КЛК ХНУВС, старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.
2. Доцент кафедри Технології машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Долударев В.М.

### **План лекції:**

1. Програмне забезпечення. Засоби розробки програм.
2. Технічні засоби САПР.
3. Системи автоматизації випуска конструкторської документації

### **Рекомендована література:**

#### **Основна:**

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників. Т. 4. Основи САПР ДВЗ. / За ред. проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2004. – 428 с.
2. Воронков О.І., Єфремов А.О., Жилін С.С. Сучасні технології проектування та дослідження ДВЗ (САПР ДВЗ). Частина 1. Теоретичні основи САПР: Конспект лекцій. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 172 с.
3. Норенков І.П. Введення в автоматизоване проектування технічних обладнань і систем. Посібник для вузів. –К.: Вищ. шк. 1980. – 311 с.
4. Сольніцев Р.І. Автоматизація проектування систем автоматичного управління. Підручник. –К.: Вищ. шк. 1991. – 335 с.

#### **Додактова:**

5. Гельмеріх Р., Швіндт П. Введення в автоматизоване проектування. /Пер. с нім. Г.М. Родова, Я.Е. Львовича; Під ред. В.Н. Фролова. –К.: Машинобудування. 1990. – 170 с.

### **Текст лекції**

#### **1. Програмне забезпечення. Засоби розробки програм.**

##### **Вимоги до ПЗ САПР:**

- економічність – мінімальні витрати машинного часу й оперативної пам'яті;
- зручність використання – можливість контролю проектування, інтелектуальна підтримка;
- надійність – можливість виконання функцій, що задані;
- правильність – якісна реалізація в ПЗ вибраного математичного забезпечення;
- універсальність – обмеження на застосування;
- відкритість – можливість адаптації під мінливу номенклатуру й особливості застосування;
- супроводжуємість – зручність підтримки ПЗ у робочому стані;

- мобільність – м'якість перебудови системи, використання мов високого рівня.

ПЗ поділяється на загальносистемне, базове і прикладне. Загальносистемне представлено ОС, що розроблюється для

різних застосувань ЕОМ і специфіку САПР не відбиває, драйвери, програми-оболонки, утиліти.

Базове ПЗ – розробляється для різних цілей і призначена для використання багатьма проектними організаціями і користувачами (графічні редактори, СУБД, системи проектування – інструментальні підсистеми).

Прикладне ПЗ – пакети прикладних програм для виконання різних проектних процедур. Іноді ППП типових процедур, представлені в централізованому порядку можна віднести до базового ПЗ.

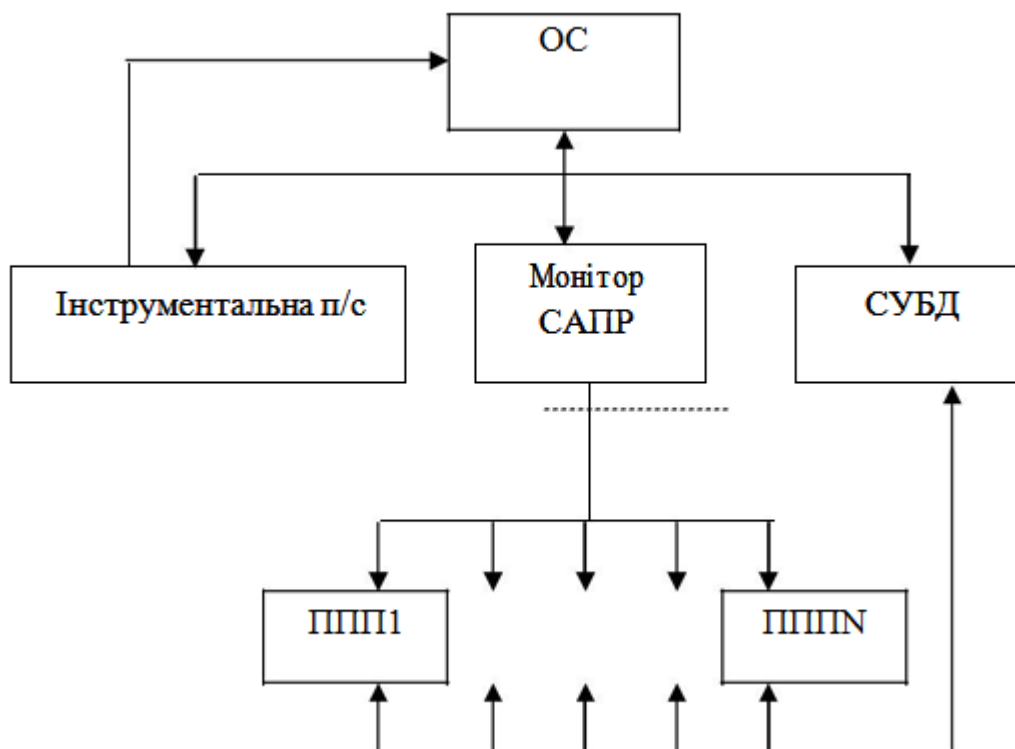


Рисунок 1 – Структура ПЗ САПР

#### Функції і склад загальносистемного ПЗ

ОС – комплект спеціальних програм, що керують ресурсами всієї системи, ОЗУ, процесором, програмними модулями, каналами обміну даними, периферійними пристроями.

Ця частина ПЗ виконує:

- планування й організацію процесів обробки інформації;

- уведення/висновок і керування даними;
- розподіл ресурсів;
- підготовки і налагодження програм.

Типи програм, що входять в ОС:

- обробні програми;
- керуючі програми.

Обробні служать для підготовки прикладних програм до виконання на ЕОМ, трансляцію вихідних програм, редагування і завантаження.

Керуючі – керують обчислювальним процесом, реалізують функцію керування задачами, завданнями і даними, стежать за виконанням оброблюваних програм і прикладних програм.

Драйвери – розширюють можливості ОС, дозволяючи їй працювати з різними зовнішніми пристроями.

Програми-оболонки забезпечують зручний і наочний спосіб спілкування з комп'ютером.

Утиліти – програми резервування, антивіруси, архіватори, русифікатори, діагностика, програми кешування, оптимізація дисків, динамічний стиск, обмеження доступу.

Системи програмування призначені для полегшення і прискорення процесу розробки і супроводу ПЗ САПР. Системи для створення додатків типу client-server, що дозволяють працювати з різними СУБД (Oracle, Cbase, SQL Server) – PowerBuilder, Delphi, Vbasic, Vcpp.

СУБД:

- прості СУБД (Clipper, Paradox...);
- середньої складності (Access, FoxPro...);
- типу client-server (Oracle, SQL Server...).

Спеціальне програмне забезпечення

При структуруванні ПЗ САПР використовують наступні поняття:

Пакет прикладних програм , програмна система, програмний комплекс, програмний компонент.

ППП – сукупність програм, об'єднаних спільністю застосування, тобто можливістю взаємного виконання чи орієнтацією на визначений клас задач.

П комплекс – складна програма, яку можна розділити на складові частини.

П компонент – складова частина програми, що має своє функціональне призначення.

П система – ППП, що має оригінальну вхідну мову, що має, і відповідний мовний процесор.

Існують два типи ППП:

ППП простої структури – використовує базову ОС, характерна наявність тільки обробної частини – набору функціональних програм для виконання деякої проектної задачі.

ППП складної структури (і програмні системи) . Мають власну керуючу частину - монітор, що задає послідовність підключення програмних модулів для виконання проектних процедур; а також мовний процесор із проблемно орієнтованим вхідною мовою. Крім цього в ППП складної структури входить набір програмних модулів для виконання проектних процедур, а також обслуговуючі програми.

Таким чином керуюча частина такого ПЗ має ієрархічну структуру:

- рівень ОС обчислювальної мережі;
- рівень ОС окремої ЕОМ;
- моніторна система САПР;
- монітори окремих ППП.

#### Модульне проектування програм

Модуль – структурна складова ПЗ, розглянута як єдине ціле на визначених стадіях чи розробки в процесі експлуатації.

При проектуванні ПЗ САПР виділяють наступні ієрархічні рівні: Системний рівень. Конкретизуються функції САПР, планується структура і состав. вибираються мови програмування, встановлюється ступінь використання готового загальносистемного і базового ПЗ, розробляються специфікації на окремі програми пакета.

Рівень прикладних програм. Вибирається математичне забезпечення, розробляються специфічні алгоритми, вибирається структура, мова програмування, способи інформаційного інтерфейсу.

Рівень програмних модулів. Конкретизація типів і структур даних, кодування алгоритмів і їхній запис обраною мовою програмування.

Переваги модульної побудови програм:

- їхня розробка може виконуватися незалежно;
- дозволяють чітко усвідомити структуру ПЗ, спрощує налагодження і зменшує кількість помилок при проектуванні;
- модульне ПЗ більш гнучке, універсальне, м'яко адаптується до змін застосування САПР;
- дозволяє легко нарощувати функціональні можливості САПР шляхом розширення набору програмних модулів і їхньої модифікації.

До складу ППП входять бібліотечні модулі – програми, що реалізують багаторазово використовувані алгоритми. Оригінальні програмні модулі орієнтовані на реалізацію вузькоспеціалізованих проектних процедур. Мовні процесори, компілятори і інтерпретатори служать для генерації оригінальних модулів готових програм. Зв'язок програмних модулів здійснюється за допомогою майбутніх файлів 2х типів:

Робочі – у них запам'ятовуються інформація про структуру проектованого об'єкта, типі і параметрах складових його елементів.

Файли резервів – у них накопичуються результати автоматизованого проектування, документація; виводяться на пристрої відображення і зберігаються.

Взаємодія модулів робочих програм у зв'язках по керуванню, інформації, розміщенню і впливу.

Зв'язку модулів по керуванню можуть бути двох типів:

а) Звертання до модуля відбувається після завершення роботи попереднього.

б) Характеризується вкладеністю, таким чином відбивається ієрархічна підпорядкованість програмам усередині САПР.

Зв'язку модулів за інформацією виявляються в тім, що багато чисельних масивів використовуються більш ніж в одному модулі робочої програми.

Зв'язку модулів по розміщенню – розглядаються в тому випадку, якщо не всі модулі, зв'язані по керуванню, можуть бути одночасно розміщені в ОЗУ.

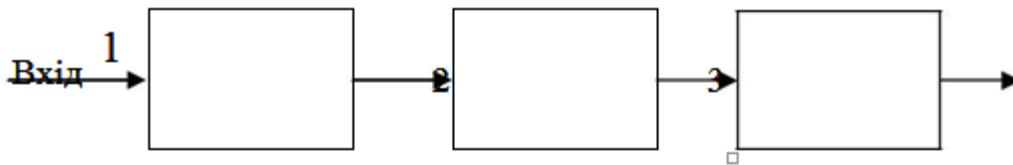
Зв'язку модулів по впливі відбивають такі впливи одних програм на інші, котрі приводять до зміни самих програм.

Принципи побудови програм різних ієрархічних рівнів:

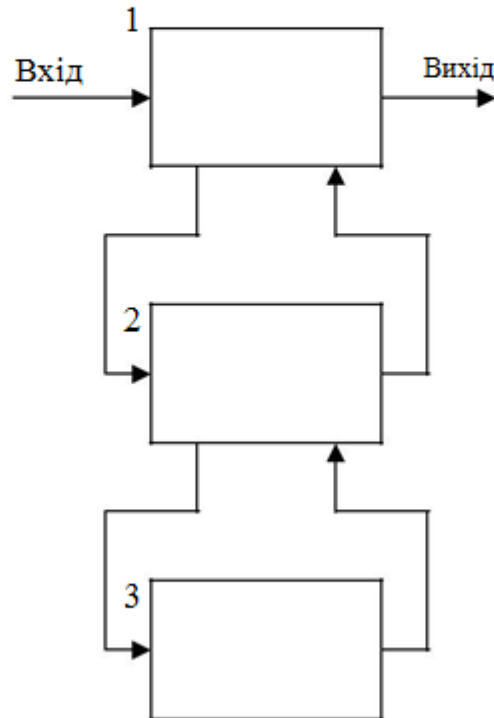
Вибір мови програмування. Для програм, невисоку частоту використання доцільно вибрати універсальні алгоритмічні мови, для програм нижчих рівнів – запис машинною мовою чи Assembler.

Вибір чисельних методів і відпрацьовування алгоритмів з урахуванням економічності, особливо важливо для нижчих рівнів.

Необхідний правильний вибір генерації робочих програм – метод чи компіляції інтерпретації.



а) однаковорівневі модулі



б) різнорівневі модулі.

Рисунок 2 – Характер взаємодії модулів

## 2. Технічні засоби САПР.

Вимоги до технічних засобів (ТЗ) САПР:

- достатня продуктивність і ємність пам'яті ЕОМ, що використовуються для вирішення задач усіх етапів проектування;
- прийнятна вартість;
- зручна взаємодія інженера-проектувальника з ЕОМ;
- спроможність одночасного обслуговування необхідної кількості користувачів в т.ч. і з різних підрозділів підприємства;
- спроможність розширення, модифікації і заміни застарілих приладів комплексу ТЗ .

Для задовольнення усім вимогам, що виставляються до ТЗ САПР, необхідна їх організація у вигляді обчислювальної мережі - сукупності взаємодіючих і територіально розподілених приладів зберігання, переробки вхідної і вихідної інформації.

Структура ТЗ САПР на великих і середніх підприємствах зазвичай має архітектуру клієнт-сервер.



Архітектура клієнт-сервер – це архітектура інформаційно-обчислювальної системи, в якій дані, що обробляються, розподіляються поміж клієнтними і серверними ресурсами мережі.

Клієнтні засоби призначені для відправлення запиту серверам, на яких розміщуються дані та програми.

В архітектурі клієнт-сервер може бути реалізовано декілька рівней взаємодії:

- автономні (немережеві) додатки;
- додатки, що виконуються на системі клієнта, але запрошують дані з серверу;
- програми, що використовують сервер для забезпечення користувачам мережі можливості розподіленого доступу до інформації;
- програми, в яких пошук даних фізично реалізується на сервері, в той час, коли інші (більш компактні) програми, що виконуються на клієнтській частині, забезпечують усі функції інтерфейсу користувача.

Характеристики моделей клієнт-сервер:

- мережа має значну кількість серверів і клієнтів;
- основу обчислювальної системи складають робочі станції, кожна з яких функціонує як клієнт і запрошує інформацію, що знаходиться на сервері.
- користувачу не потрібно знати місцезнаходження інформації, він просто запрошує її;
- система має відкриту архітектуру, об'єднує ЕОМ різних класів і типів (генераційна структура).

Характеристика основних груп технічних засобів САПР

Розрізняють такі групи технічних засобів САПР:

1. Пристрої підготовки та вводу даних – призначені для автоматизації підготовки і редагування даних при вводі до ЕОМ алфавітно-цифрової та графічної інформації. Ця група дає можливість кодування інформації, нанесення даних на машинні носії, вводу даних до ЕОМ, візуального контролю і редагування даних при вводі інформації.

Пристрої вводу поділяються на: а) напіваавтоматичні і б) автоматичні.

а) Електронні планшети (дігітайзери) і контрольно-вимірювальні машини (ромери – фірма ROMER).

Дігітайзер – це напіваавтоматичний прилад, що дозволяє вводити інформацію до ЕОМ за допомогою кодуючого перетворювача, який отримує інформацію від передавача і перетворює її на координати. Кодування реалізує оператор за допомогою “пера”. При суміщенні з ЕОМ виконується автоматичний контроль помилок оператора, передбачена можливість вибору фрагментів з бібліотеки елементів або введення раніше створених ділянок

зображення. Ці прилади дозволяють підвищити продуктивність труда оператора і вірогідність інформації, що кодується.

б) Напівавтоматичні пристрої вводу характеризуються значною швидкістю, але для них потрібні графічні документи високої якості та точності.

Сканери бувають: ручні, мало- та широкоформатні; кольорові та монохромні; з різним розрішенням. Вони розрізняються конструктивно: або сканер пересувається по паперу, або папір під сканером, або сканер сканує одразу з обох боків документу. Існують високопродуктивні, з автоматичною подачею документів, з корекцією зображень та видаленням викривлень – для швидкого переведення документів у електронний формат; з платами пост-обробки та пост-фільтрації – вони компактніше представляють дані, при цьому зростає якість представлення, а також ступінь стиснення.

Контрольно-вимірювальні пристрої (контрольно-вимірювальні машини) – ромери – це новий інструмент для оцифровки складних поверхонь (наприклад, кузова автомобіля), а також перевірки якості розроблених виробів. Вони розрізняються масштабами вимірювань (від настільних до таких, що мають розмах управляючого органу 6 м). Для установки ромера необхідна абсолютна рівна поверхня (зазвичай, гранітний моноліт).

2. Пристрої передачі даних – призначені для забезпечення сумісної роботи технічних засобів у складі обчислювальних систем та мереж (апаратура передачі даних, комутатори, концентратори, маршрутизатори, обладнання віддаленого доступу, медіа-конвертори, трансівери), а також для забезпечення дистанційного зв'язку з технічними засобами по каналам зв'язку.

3. Пристрої програмної обробки даних – універсальні або спеціалізовані ЕОМ, що забезпечують прийом цифрових даних з пристрої вводу або каналів зв'язку, їх програмну обробку, накопичення та вивід на машинні носії, на пристрої відображення або у канали зв'язку.

4. Пристрої виводу, відображення і документування даних і архіву проектних рішень – призначені для оперативного представлення документування проектних рішень (монітори, принтери, плоттери, графобудівники, координатографи, фотонабірні установки); а також для забезпечення зберігання, контролю, відновлення даних о проектних рішеннях (стрімери, магнітооптичні бібліотеки, дисководи CD-ROM з записом, знімні жорсткі та гнучкі дискові накопичувачі).

Графобудівники – це креслярські автомати, що дозволяють отримувати документацію у вигляді креслень, графіків, схем. Це робочий стіл (до формату А0) з пересувним (по двом осям) пристроєм з інкографами для чорнил.

Плоттери – сучасні креслярські автомати, що реалізують виведення інформації на ватман або кальку, мають фрикційний притиск паперу для переміщення у напрямку однієї вісі, і рух пера – по іншій. Інший різновид – планшетні плоттери, з нерухомим папером та пером, що рухається по осям X та Y. Сучасні плоттери – рулонні (барабанні) – використовуються для виведення довгих неперервних графіків та креслень.

По методу нанесення зображень вони діляться на: пір'яні (кулькові, гнітові, інкографи), олівцеві, цівкові і лазерні. Зазвичай використовуються рулонні цівкові плоттери.

Пристрої архівування:

Стрімери – пристрої для запису і відтворення цифрової інформації на касету або картридж з магнітною плівкою. Розрізняються ємністю (до 40 ГБ), типом касет, виконанням (зовнішні/внутрішні), інтерфейсом, швидкістю зчитування/запису даних. Бувають з ручною або автоматичною зміною картриджів.

Лазерні накопичувачі – дисководи CD-ROM з записом та перезаписом.

Магнітооптичні бібліотеки (juke-boxes) – призначені для резервування даних великих об'ємів (сотні ГБ), до яких потрібен швидкий зручний доступ. Надійніші за стрімери, але повільніші від CD-ROM.

Накопичувачі для гнучких і жорстких дисків: ZIP, Бернуллі і т.п. Монітори – призначені для оперативного відображення, бувають кольорові або чорно-білі, розрізняються діагоналлю, розрішенням, режимами роботи.

Програмно-керовані координатографи – призначені для виготовлення прецизійних фотооригіналів друкованих плат, а також різних художніх виробів. Зображення наноситься експонуванням, вирізуванням, гравіруванням, скрайбуванням.

### **3. Системи автоматизації випуска конструкторської документації.**

Системи 2D-моделювання розпізнають геометричні форми, обмежені точками, прямими чи кривими тільки на площині; кожен вид деякого об'єкта може бути виконаний лише як окрема фігура, що розглядається системою поза зв'язком з будь-якими іншими видами.

Система автоматизації конструкторської документації (АКД) виконує введення, збереження, обробку і виведення графічної інформації у вигляді конструкторських документів.

Для реалізації системи необхідні:

- документи, що регламентують роботу системи;
- вихідна інформація для формування інформаційної бази;
- інформаційна база, що містить моделі геометричних об'єктів, графічні зображення і елементи оформлення креслення за ГОСТами ЕСКД;
- технічні і програмні засоби створення моделей геометричних об'єктів і їхнього виводу;

– інтерфейс користувача у вигляді графічного діалогу з ПК. Усі перелічені складові створюють методичне, інформаційне, технічне, програмне та організаційне забезпечення САПР. Ефективність застосування системи АКД забезпечується

наступними її можливостями:

– наявністю засобів перетворень (поворот, перенесення, масштабування, побудови дзеркального зображення);

– використання готових фрагментів креслень;

– веденням діалогу з комп'ютером у звичних для конструктора термінах;

– наявністю мовних засобів опису типових моделей креслень об'єктів, коли процес створення конкретного креслення зводиться до завдання розмірів;

– отриманням креслень високої якості, які оформлені за стандартом ЕСКД шляхом виводу на плоттери та інші пристрої.

Основними принципами побудови систем АКД:

– інваріантність;

– інформаційна єдність усіх частин САПР;

– адаптація системи до різноманітних САПР.