Міністерство освіти і науки України Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Кафедра технології виробництва

# МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА»

Дніпро - 2020

Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара заборонено.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» для студентів денної форми навчання, які навчаються за спеціальностями 133 «Галузеве машинобудування» та 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Укладачі: В.О. Перерва, кандидат технічних наук

О. В. Федосов, кандидат технічних наук

1.1. Карпович, кандидат технічних наук

Рецензент: А. Ф. Санін, професор, доктор технічних наук

Затверджено на засіданні кафедри технології виробництва

Протокол № \_\_\_ від «» лютого 2020р.

Методичні вказівки обговорено науково-методичною радою ФТФ, ухвалено Вченою Радою ФТФ, протокол №10 від «18» лютого 2020р.

<u>Коротка анотація видання.</u> Уміщено вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва». Викладено зміст, порядок виконання й оформлення, до кожної роботи подано теоретичну інформацію щодо базових понять. Наведено формулювання індивідуальних завдань студентам.

Для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» та 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» ЗМІСТ

Вступ	•••••	4
Перелік практичних робіт	5	

Практична робота № 1 Основи роботи з програмою АиіоСАЕ)	6
Практична робота № 2 Пазли 1	11
Практична робота № 3 Спіралі 1	17
Практична робота № 4 Гідроциклон 2	24
Практична робота № 5 Складні криві 2	27
Практична робота № 6 СоплоЗ	0
Практична робота № 7 Центробіжний насос З	35
Практична робота № 8 Креслення кріпильного вузла 4	40
Список літератури	45

## ВСТУП

Дані методичні вказівки щодо виконання практичних робіт складені на основі навчальної та робочої навчальної програми з дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» і спрямовані на підвищення інформаційної та технічної грамотності майбутнього фахівця.

Метою цих вказівок є засвоєння студентами теоретичних і практичних основ побудови пакетів машинної графіки із застосуванням програми АпіоСаф орієнтованих на застосування принципів і способів організації інтерактивного графічного режиму функціонування; вивчення студентами методів відображення графічної інформації, набуття навичок розробки конструкторської документації.

При вивченні дисципліни передбачається знання студентами основ нарис- ної геометрії, інженерної графіки, інформатики, операційних систем.

Виконавши практичну роботу, студент оформляє її відповідно до вимог наведених в кожній роботі цього методичного посібника, і передає практичну роботу на рецензування. Рецензування здійснюється викладачем. Практичну роботу повертають студенту з позначкою про допуск до захисту і з зауваженнями про недоліки роботи. Після усунення недоліків, зазначених рецензентом, проводиться співбесіда по кожній темі курсу. Викладач має право анулювати подану практичну роботу, якщо при співбесіді переконається, що студент виконав роботу не самостійно.

У результаті проведення практичних занять студент повинен:

1) закріпити теоретичні знання з дисципліни, а також тих, що вивчалися раніше; 2) вміти користуватися довідковою та нормативною літературою та стандартами;

3) навчитися оформляти документацію в електронному виді;

4) втілювати інженерні розробки для отримування практичних результатів.

# ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

## Практична робота № 1 (Основи роботи з програмою АиІоСАР)

Мета: Освоєння основ роботи з програмою - запуск, налаштування інтерфейсу, створення і збереження креслення, придбання найпростіших навичок роботи з командами.

#### Виконання роботи

Завдання 1. Запуск АніоСАО і основних елементів призначених для користувача інтерфейсу.

АпіоСАО може бути запущений з меню Пуск або за допомогою подвійного клацання по значку АніоСАР) на робочому столі. Завантажити вікно Малювання і анотації (Рис.1) або класичний варіант АпіоСАО (Рис.2).



Рис. 1 Вікно Малювання і анотації



Рис.2 Вікно класичного АиіоСАВ



Рис. З Режим сітки

Встановити курсор на білій смужці командного рядка і натиснути правою кнопкою миші, вибрати: «*Оріїолз*». Відкрився діалоговий екран, вибрати кнопку «*Bi*^*piay*», далі вибрати «*ИчпЛоуу eiemeniз*» «*Coїогз*» «*Coїог*». За замовчу- ваннам встановлено чорний колір. У випадаючому списку вибрати колір приємний для Вашого ока. Спробуйте змінити значок «Покажчик перехрестя».

Коментар. Значок ПСК призначений для орієнтації редагованого креслення.

Завдання 2. Налаштувати Режим сітки як показано на рис.3.

Завдання 3. Побудувати замкнуту ламану лінію.

Наберіть в командному рядку після слова *Commanci'*. команду *bine*. У командному рядку з'явиться наступне запрошення: *Piz\$1 Poini*: Наберіть на клавіатурі: 0,0. У командному рядку з'явиться наступне запрошення: *Pexi poini* або *Canceï* (Скасувати): Наберіть на клавіатурі: 100,100. У командному рядку з'явиться наступне запрошення: *Pexi poini* або *Canceï* (Скасувати): Наберіть на клавіатурі: 100,0. Після третьої точки програма в опціях пропонує замкнути ламану лінію: *Pexipoini* або *CIO8CI Canceï*. Наберіть велику літеру в назві опції «С». Має вийти трикутник з трьох відрізків. Рис.4. Введення будь-якої команди повинен закінчуватися натисканням клавіші «ЕРГГЕН».

· • 🖌 – L⊳x . Рис.4 Замкнута ламана лінія

Завдання 4. Побудувати коло по трьом точкам в режимі динамічного введення.

- 1. Відкрийте файл.
- 2. Натисніть на кнопку Динамічне введення (кнопка повинна бути ггідсвічена).

3. Наберіть команду *Сігсіе* або на панелі інструментів натисніть відповідну кнопку. Слово буде видно в командному рядку динамічного введення біля покажчика миші.

4. Натисніть на клавіатурі клавішу-стрілку або натиснути правою кнопкою миші. Вид екрану повинен відповідати Рис.5.



Рис. 5 Динамічне введення після команди Сігсіе (Коло)

- 5. Клацніть мишею по напису ЗР.
- 6. Довільно вкажіть клацанням лівої кнопки миші три точки.
- 7. На екрані з'явиться коло, а в командному рядку з'являться такі записи як

на Рис.6. Побудова кола.



Рис. 6 Побудова кола Завдання 5. Завдання координат. Набір координат з клавіатури

Найпростішим способом завдання координат є набір двох чисел X і ¥. При цьому слід розрізняти, абсолютні і відносні декартові координати. Абсолютні координати - це

відстані від початку координат по осях X і У. Формат полярних координат - відстань <кут>. При введенні абсолютних координат в МСК перед числами ставлять зірочку \*.

Відносні декартові координати - відстані уздовж осей X і ¥ від заданої точки побудови. При введенні відносних координат з клавіатури перед числами ставлять символ @. Приклади записів координат наведені в таблиці 1.

•	Абсолютні в ПСК	Абсолютні в МСК	Відносні
Декартові	11.34, -0.78	* 11.34, -0.7890	@11.34, -0.78.9
Полярні	11.34<78.9	*11.34<78.9	@11.340.79

Таблиця 1 - Приклади запису координат

При введенні координат з клавіатури кома є роздільником між абсцисою і ординатою. Як роздільник між цілою і дробовою частинами числа використовується точка.

Завдання 6. Побудувати рівнобедрений прямокутний трикутник з розташуванням катетів уздовж осей координат. Довжина катетів 100 мм, довжина гіпотенузи 140,45 мм.

1. Відкрийте файл.

2. Наберіть в командному рядку *bine* (Відрізок) в будь-якому регістрі або на панелі інструментів.

3. Далі ведіть діалог так, як показано на рис.7.

Завдання 6. Побудувати деталь по точках:

1-ша точка 3,1

2-а точка 3,6

3-а точка 4,6

4-а точка 4,2

## Рис. 7 Набір координат з клавіатури

Завдання 7. Побудуйте деталь по точках:

1 -ша точка 1.5,1.75 7-а точка @ 1.0 <180

2-а точка @1.0 <90 8-а точка @ 0.5 <270

3-а точка @ 2.0 <0 9-а точка @ 1.0 <0

4-а точка @ 2.0 <30 10-а точка @ 1.25 <270

5-а точка @ 0.75 <0 11-а точка @ 0.75 <180

6-а точка @ 1.25 <-90 12-а точка @ 2.0 <150 замкнути.

#### Контрольні питання

- 1. Який системі координат відповідає ПСК, МСК?
- 2. Де знаходиться рядок стану?
- 3. Який застосовується режим для точного вибору точок?
- 4. Чим відрізняється склад вкладок стрічки для робочих просторів «Малювання

та анотації» і «ЗО моделювання»?

## Практична робота № 2 (Пазли)

**Мета:** Засвоєння технології управління віртуальним зображенням креслення та технології точного проектування за рахунок використання об'єктних прив'язок, знайомство з основними командами редагування.

#### Виконання роботи

1. Викладач вказує студенту ім'я файлу в каталозі варіантів у відповідності до списку групи студентів.

2. Студент завантажує вказаний файл в оперативну пам'ять свого комп'ютера і тут же зберігає його в свій каталог під ім'ям *PIOn*, після чого починає зміни зображення. (*PIO*- абревіатура особистої фамілії та ініціалів). При виконанні наступних лабораторних робіт роботи зберігаються з аналогічним ім'ям *PIOn*, змінюючи лише номер роботи.

3. Виконати з меню *Tooi.з* (Інструменти) настройки об'єктних прив'язок: кінцеві точки примітивів, перетинання примітивів, квадранти та центр кола (рис. 8).

А Сга^іпд Зеїїіпдз								
5 п ар аг, її ⊡ г і сі Ро I аг T г ас к і пд 0 Ыесі Ь п ар зо <u>ОЫесі Зпар^</u> £упа гпіс I п <u>рік   Сіиіс <sup>4</sup> «</u>								
∎/ 0Ыесі Зпар Оп [E3]	0 ОЫесі 5пар Тгаскілд 0п (Е11]							
n 0 <b>Encipoini</b>	-∎ 0 Exiciteion I 3eĭeciAll							
Д МіНроіпі	□inrer^ion   ClearAll							
О 0 Сепіег	<u>H</u> [ Perpenciicuïar							
О 0 Сеотекгіс Сепіег	0 Талдепі							
3 ⊡Me	X OKlearesI							
O [ £иасігапІ	И 🗆 Appareni In1er5ec1ion							
	■< O Parallel							
То Сгаск ґгот ап Озпар роіпі, раизе оуєг СНе роіпі 'А'кііе іп а соплтапсі. А Ігаскіпд уєсюг арреагз чи/и ппоує і/ие сигзог. Т о зіор Ігаскіпд, раизе оуєг ії роіпі адаіп.								
Орііопз	OK Cancel Heip							

Рис. 8 Вікно об'єктної прив'язки

4. В роботі потрібно точно заповнити площу прямокутника різними фрагментами (в лівій частині екрану), що можливо лише за допомогою об'єктних прив'язок (рис.8).

Скопіювати фрагменти з лівої частині екрану на вільне місце екрану (рис. 9). При активізації команди *Copy* (також будь-якої команди редагування) в командній стрічці автоматично виводиться назва команди та починається відповідний діалог за для введення користувачем необхідної додаткової інформації та даних. Опції команди мають одну або дві великі літери, які необхідно ввести в командній стрічці для активізації обраного режиму роботи програми.

У всіх випадках команди редагування потребують вибрати об'єкти, з якими в процесі проектування необхідно виконати зміни. В командній стрічці з'являється запит: *«Зеїесі ObJeci.з»*\ необхідно вибрати потрібні об'єкти одним з способів:

- Наступити на об'єкт (об'єкти) курсором миші.

- Виділити потрібні об'єкти прямокутником вибору, який формується протягуванням курсору миші на екрані дисплея з ліва-праворуч (рис. 10). В цьому випадку в набір обраних об'єктів будуть включені об'єкти, які цілком були охоплені прямокутником вибору.

- Виділити потрібні об'єкти прямокутником вибору, який формується протягуванням курсору миші на екрані дисплею з права-ліворуч (рис. 11). В цьому випадку в набір обраних об'єктів будуть включені об'єкти, які були охоплені або перетнуті прямокутником вибору.

5. В центрі прямокутника міститься фігура, зображення якої зовні повернуте на деякий кут. Для того, щоб фігура зовні співпала з фігурою в прямокутнику першу фігуру (і тільки її) потрібно повернути за допомогою команди *Koiaie* (рис. 12). Позитивний напрямок повороту - проти годинникової стрілки.





Рис.8



Рис. 10





Рис. 11

6. Фрагменти в лівій частині екрану заштрихувати (рис. 13).

АніоСАО дозволяє виконувати штриховку будь-яких замкнутих просторів креслення тобто виконати заповнення замкнутого простору креслення упорядкованим узором ліній, а саме палітрою, яку користувач обирає у вікні Майстру операції штриховки. Порядок виконання операції штриховки:

1)Вибрати палітру. Палітра обирається із стандартних палітр.

 Вибрати кут напрямку базової лінії палітри для того, щоб шгриховка сусідніх деталей креслення відрізнялася. Кут 0° відповідає рисунку-зразку в полі палітр майстру настройки штриховки.

3) Вибрати масштаб палітри (відстань між лініями штриховки) для того, щоб підігнати її під розміри деталі.

4) Натиснути курсор миші в просторі виконання штриховки - АиіоСАО виділяє

контур області штриховки.



Рис. 12

Рис. 13

7. Заповнити площу прямокутника заштрихованими фрагментами (рис. 14).

8. АиІоСАЮ має роздільну здібність 1:10 трильйонів. Це дає можливість робити креслення великих проектів з врахуванням дрібниць за рахунок збільшення окремих ділянок зображення та навпаки. Виконується масштабування креслення за допомогою команд *7,00m* (масштабування) та *Pan* (панорамування). Команди представлені в сумісній окремій панелі.

9. Найчастіше використовується кнопка «вікно»: зображення (рис. 15), охоплене вікном виділення, розгортається на всю графічну область екрану дисплею (рис. 16). Кнопка «показати все креслення» показує все креслення (рис. 14). Важливою є кнопка «показати попереднє зображення». Використовування пари «вікно» та «показати попереднє зображення» дозволяє не витрачати час на пошук фрагментів креслення під час проектування, допомагає цілеспрямовано проглядати фрагменти та сприяє збереженню зору. При масштабуванні за допомогою команд *200m* відносні розміри всіх об'єктів в кресленні не змінюються.



Рис. 14 Рис. 15 Рис. 16 10. Скопіювати фрагменти з лівої частині екрану на вільне місце екрану (рис. 17) потрібні для вивчення інших команд редагування.

Команди редагування примітивів *Piiiei, Cкат/ег, Аггау, Міггог, O/*<sup>3</sup>*ei, Ex- ienA, Tгіт* містяться в меню *MoAi/y*. Команди потребують вибрати об'єкти, з якими в процесі проектування необхідно виконати зміни. Результати дії при використанні команд *Piiiei, Скат/ег, Міггог, O//\$ei* наведені на рис. 18-19.

Команда *РШеі* проектує сполучення двох елементів (лінія, полілінія, дуга) дугою заданого радіуса, який потрібно задати. Команда *Скат/ег* проектує фаску в місці перетину двох елементів (лінія, полілінія).

Команда *Міггог* дозволяє створити дзеркальне зображення виділеного об'єкта. Команда потребує вибору об'єктів для віддзеркалювання та вісі, відносно якої буде креслитись дзеркальне зображення виділеного об'єкта. Команду доцільно використовувати у випадках, коли в кресленні є вісь симетрії.

Команда *O*//*\$ei* дозволяє створити еквідистантне зображення до обраного замкнутого об'єкта, тобто розширеного або звуженого на задану користувачем відстань. Команда потребує вибору об'єкта, на базі якого АиІоСАЮ накреслить розширений або звужений об'єкт, запитує відстань елементів нового об'єкта від елементів оригіналу та сторону, на яку буде розташовано еквідистанту. Команду використовують, наприклад, під час проектування припусків.

Команда *Аггау* дозволяє створити прямокутний (рис. 20) або полярний (рис.21) масив об'єктів, про вигляд масиву користувач повинен зробити відповідь. У першому випадку запитується: кількість рядків та стовпчиків, відстані між рядками та стовпчиками та вибір об'єктів, які будуть розташовані у рядках та стовпчиках. У другому випадку запитується: кількість та вибір об'єктів, які будуть розташовані в полярному масиві, центральна точка масиву та кут, який охоплює масив. Команда *Аггау* використовується, наприклад, під час проектування ділянки цеху (регулярне розміщення зображення колон у прямокутному масиві, креслення кріпильних вузлів на фланцях, креслення зубців шестерень тощо.



Команда *Тгіт* відсікає об'єкт по вказану границю. Команди *Exienci* та *Тгіт* (рис.22) після першого запиту *«Eeieci Obdecix»* потребують вибору об'єктів, які є границею, відносно якої буде обрізано *(Tгіт)* або до якої буде продовжено *(Exienci)* деякий інший об'єкт. Далі необхідно відмітити редагований об'єкт - команда виконає бажану дію.

Команда Exienci подовжує об'єкт до вказаної границі.

# Контрольні питання

1. Які особливі точки має відрізок?

11.

- 2. Які особливі точки має окружність?
- 3. Як можна задати координати кінцевих точок відрізка?

# Практична робота № 3 (Спіралі)

**Мета:** Проектування канонічних форм типу «спіралі», які є базовими до проектування множини складних форм технічних приладів.

#### Виконання роботи

1. Встановити шари для проектування спіралей та допоміжних ліній. Для цього слід використати команду *bayer* (шар) з меню *Pormai*.

2. Настроїти *Texi 8iyle (Ariai Iiaiic)*. Настроїти *Пітепзіоп 8iyle* для розмірів креслення 210\*297.

3. Виконати з меню *Toois* (Інструменти) настройки об'єктних прив'язок: кінцеві точки примітивів, вузли, центр кола, квадранти кола, перпендикуляр.

Якщо початкову точку спіралі прийняти за полюс полярної системи координат, то математично спіраль може бути уявлена полярним рівнянням p = /O, де p — радіусвектор спіралі, у — кут, відкладався на полярній оси,/(у) — деяка позитивна функція, яка поступово зростає або зменшується.

Задайте стиль відображення точок (меню Рогтаі / Роіпі 8іу1е Необхідно відзначити мишкою форму точки, яку ви хочете отримати. У цьому ж вікні можна задати розмір символу точки (рис. 23).





4. Порядок креслення логарифмічної спіралі

Накреслити лінію та за допомогою команди ПіхіАе точно поділити (рис.23)

прямолінійну ділянку на 12 однакових часток.

- Заздалегідь настроїти розміри вузла (настройки об'єктних прив'язок) для комфортної роботи. Кількість часток на ділянці може бути будь-якою - більша забезпечує плавність спіралі але 12 -оптимальна.

- Далі слід використати команду *Аггау*, за її допомогою створити полярний масив ліній з точками.

- За допомогою команди *Poïyiine/Arc* накреслити спіраль (рис. 24).

- Команда *Роїуііпе* використовується в такій послідовності:

1) після запиту про стартову точку полілінії потрібно поставити курсор миші в центр полярного масиву та задати опцію /*Агс*,

2) вибрати опцію /*Bizeciion* - напрямком дотичної до полілінії (спіралі) у початковій точці є горизонтальна лінія, яку можна указати за допомогою об'єктних прив'язок кінцевої точки першої лінії або деякого вузла на той лінії;

 на запит про кінцеву точку першої дуги указати другу точку на другій лінії полярного масиву;

4) на запит про кінцеву точку другої дуги указати третю точку на третій лінії полярного масиву і так далі.

5) Для креслення : логарифмічної спіралі з іншим кутом дотичної до спіралі виконати такі дії:

- Накреслити горизонтальну лінію довжиною 120, з кінцевої лівої точки якої накреслити коротку лінію, нахилену на деякий кут.

- Далі слід використати команду *Аггау*, за її допомогою створити стрічку нахилених ліній з відстанню 10 між ними.

- Далі, за допомогою *Аггау* створити полярний масив (рис. 25).

- За допомогою *Ега.зе* стерти зайві короткі лінії на променях масиву: на першому промені оставити першу нахилену лінію, на другому - другу (рис. 26).

- За допомогою *ExienA* розтягнути нахилені лінії кожну до наступного променю (рис. 27). Якщо деякі промені будуть короткими, їх також потрібно розтягнути.

За допомогою команди *Poïyiine/Aгс* накреслити спіраль:

1) після запиту про стартову точку полілінії потрібно поставити курсор миші в центр полярного масиву та задати опцію /*Агс*.

2) вибрати опцію /*Bizeciion* - напрямком дотичної до полілінії (спіралі) у початковій точці є горизонтальна лінія, яку можна указати за допомогою об'єктної прив'язки кінцевої точки першої лінії;

3) на запит про кінцеву точку першої дуги указати точку перетину першої нахиленої лінії та другого променю полярного масиву;

4) на запит про кінцеву точку другої дуги вказати точку перетину другої нахиленої лінії та третього променю полярного масиву;

Для порівняння скопіювати першу спіраль (Рис. 24) базовою точкою копіювання є початкова точки першої спіралі, точкою вставки копії - початкова точки другої спіралі (Рис. 28).



Рис 24





Рис. 27



6. Порядок моделювання: спіралі Фібоначчі

- Використовуючи команду *Kecian§1e*, накреслити квадрат 10\*10 та з середини нижньої сторони квадрату провести лінію до верхнього правого кута прямокутника (рис. 29).

- Використовуючи команду *Сігсіе*, накреслити коло, діаметр якого дорівнює відстані від середини нижньої сторони квадрату 10\*10 до його верхнього

правого кута (рис. ЗО). Правий квадрант накресленого кола є точкою об'єктної прив'язки для креслення прямокутника Фібоначчі.

- Накреслити прямокутник за стрілкою (рис. 3О). Результат показано на рис. 31. Слід переконатися за допомогою команди *Пітепзіоп/Біпе*, що співвідношення сторін накресленого прямокутника відповідає співвідношенню Фібоначчі 1: 1,618.

- На рис.32 -- 33 показано, як поточні прямокутники поділяються за співвідношенням 1:1,618.

- На рис. 34 показано проектування саме спіралі Фібоначчі за допомогою команди *Poïyiine*.

- На рис. 35 та 36 показано, як можна збільшити кількість ділянок спіралі за допомогою з'єднання попередньої та збільшеною в 4 рази за допомогою команди *8cale*.











Q 3,82









7. Порядок моделювання: спіралі Архімеда показано на рис. 37 42.

- Накреслити осі та коло радіусом 10. За допомогою команди *О//зеі* накреслити 11 концентричних кіл.

- За допомогою команди *Роїуііпе/Агс* накреслити спіраль:

1) після запиту про стартову точку полілінії потрібно поставити курсор миші в нижній квадрант меншого кола; задати опцію /*Aгc*\

2) вибрати опцію /*Bizeciion* - напрямком дотичної до полілінії (спіралі) у початковій точці є горизонтальна лінія, яку можна указати за допомогою в режимі *ОгіИо* пересуванням курсору миші праворуч;

 на запит про кінцеву точку першої дуги указати верхній квадрант наступного кола;

4) на запит про кінцеву точку другої дуги указати нижній квадрант наступного кола; тощо (рис. 38 та 39).

5) За допомогою команди *O*//\$*ei* накреслити еквідистантну спіраль (рис. 40).

6) За допомогою команди *Тгіт* обрізати розширену спіраль, потім по початкову спіраль обрізати зовнішнє коло (рис. 41).

 Для того, щоб можна було заштрихувати простір між двома спіралями з'єднати дві спіралі в точках 1-2 полілінією та за командою *PecliШoin* приєднати дугову ділянку
 3-4 до початкової спіралі (рис. 41).

8) Заштрихувати простір між двома спіралями за допомогою команди *Наіск* (рис.42).



Рис. 37

Рис. 38

Рис.39







Рис.42

- 1. Що таке складні примітиви?
- 2. Що таке полілінія?
- 3. Що відбувається з розміром, якщо об'єкт буде змінений?

# Практична робота № 4 (Гідроциклон)

**Мета:** Проектування схеми машин типу "гідроциклон" з використанням логарифмічної спіралі вхідного каналу.

## Виконання роботи

1. Виконати настройки стилів: Texi8iyle, Пітепзіоп Зіуіе з меню Погтаі.

2. Виконати з меню *Tool\$* (Інструменти) настройки об'єктних прив'язок: кінцеві точки примітивів, вузли, центр кола, квадранти кола.

3. Встановити 4 шари: для контуру, для осі, для допоміжних примітивів, для розмірів.













Рис. 46

Рис. 47







Рис. 49



4. Скопіювати логарифмічну спіраль з попередньої роботи та за допомогою команди *Koiaie* повернути її на 120 град. (рис. 43). Накреслити зовнішнє та внутрішнє кола гідроциклону за своїм варіантом з центром в початковій точці спіралі (рис. 44).

5. Прийняти рішення, в якій точці спіралі зовнішнє коло буде дотикатися спіралі. Наприклад, торкання буде в діапазоні 3004-330°, де радіус спіралі в нашому прикладі К62. За допомогою команди /*Bimension/Ceniee* визначити центр кола (рис. 43), якому належить відповідний дуговий елемент спіралі (К62) та перенести зовнішнє та внутрішнє кола гідроциклону до того центра (рис. 45). Накреслити лінію, яка з'єднає визначений центр та назначену точку дотику. За допомогою команди *Exienci* (розширити примітив) розширити накреслену лінію до зовнішнього кола. За допомогою команди /*Bimen8ion/AII*§n заміряти відстань від початкової спіралі до зовнішнього кола (в нашому прикладі 8=28). За допомогою команди *O*//*5єI* на відстані 8=28 накреслити еквідистантну спіраль (рис.45).

6. Від точки квадранта (об'єктна прив'язка) верхньої ділянки спіралі накреслити верхню лінію вхідного патрубку гідроциклону та скопіювати її на відстань (в нашому прикладі 60), яка дорівнює діаметру вхідного патрубку (рис. 46).

7. За допомогою команди *Тгіт* обрізати внутрішнє коло по нижню лінію патрубка та по спіраль (рис. 47).

8. За для проектування дуги, яка з'єднує кінець прямолінійної ділянки патрубка та є дотичною до внутрішнього кола, потрібно:

- накреслити лінію вертикальну *Біпеї* з кінця прямолінійної ділянки патрубка;

- накреслити лінію горизонтальну *Line2* з кінця прямолінійної ділянки патрубка

(рис. 48);

- накреслити лінію *bine3* з центра конструкції та перпендикулярну до неї *bine4* - напрямок дотичної у кінцевій точці дуги *Aгсі*, яка з'єднує правий кінець нижньої лінії патрубка та є дотичною до внутрішнього кола; розміщення bine3 та *bine4* потрібно визначити таким чином, щоб відстань 1-2 дорівнювала відстані 2-3, що досягається сумісним поворотом *bine3 ma*. *bine 4*:

- за допомогою команди *Poïyiine/Arc/Bizeciion* накреслити дугу *Arci* з точки 1 з напрямком дотичної *bine 1* та кінцевою точкою 3 (рис. 49).

9. Нанести розміри на креслення (рис. 50).

## Контрольні питання

- 1. Які команди редагування Ви знаєте?
- 2. Які основні операції необхідно виконувати при редагуванні об'єктів?
- 3. Як виділити об'єкти?
- 4. Дати визначення «асоціативність».
- 5. Що таке штрихування?

#### Практична робота № 5 (Складні криві)

Мета: Креслення складних кривих, які можуть бути використані під час проектування множини складних форм технічних приладів.

#### Виконання роботи

1. Виконати настройки стилів: Texi 8iyle, Pimen.sion 8iyle з меню Рогтаї.

2. Виконати з меню *Tool\$* (Інструменти) настройки об'єктних прив'язок: кінцеві точки примітивів, вузли.

3. Установити 4 шари: для контуру, для вісі, для допоміжних примітивів.

4. Порядок креслення:

- Накреслити лінії габаритів конструкції (рис. 57), за допомогою команди *ПіуіАе* точно поділити (рис. 51) кожну на 3О однакових часток.

- Накреслити базові сітки ліній для проектування кривих, зразок перших ліній сітки показано на рис. 51.

- За допомогою *Poïyiine/Aгс* накреслити криві (рис. 52 та 53) через найліві- ші точки перетину ліній сітки.

- Команда *Роїуііпе* використовується в такій послідовності:

1) після запиту про стартову точку полілінії потрібно поставити курсор миші в центр полярного масиву та задати опцію /*Aгc*.

 вибрати опцію /*Юігесіїоп* - напрямком дотичної до полілінії у початковій точці є горизонтальна лінія, яку можна указати за допомогою об'єктних прив'язок кінцевої точки першої лінії або деякого вузла на той лінії;

 на запит про кінцеву точку першої дуги указати першу ліву точку перетину ліній сітки;

 на запит про кінцеву точку другої дуги указати другу ліву точку перетину ліній сітки, тощо.















# Контрольні питання

1. Якими способами можна редагувати деталь?

2. Чи є в програмі АпіоСАВ можливість одноразового і багаторазового копіювання об'єктів?

- 3. Скільки способів копіювання в програмі АпіоСАВ?
- 4. Для чого використовують команду Дзеркало?
- 5. Що являє собою Масив в пакеті АпіоСАВ і для чого його використовують?

# Практична робота № 6 (Сопло)

Мета: Комп'ютерне проектування профілю сопла камери ракетного двигуна

## Виконання роботи

1. Виконати настройки стилів: Texi3iyle, Bimension 8iyle з меню Еогтаі.

2. Виконати з меню *Toois* (Інструменти) настройки об'єктних прив'язок: кінцеві точки примітивів, вузли, центр кола, квадранти кола.

3. Установити 4 шари: для контуру, для вісі, для допоміжних примітивів, для розмірів.



Рис. 58

4. Далі слід виконати попередні креслення для визначення базових точок, потрібних для проектування закритичної частини сопла камери згорання (рис.58):

-побудувати вісь;

-побудувати коло, радіус якого дорівнює радіусу критичного перетину, центр цього кола є базовою точкою для креслення лінії кута входу в закритичну частину сопла (р ш); - до першого кола у верхньому квадранті накреслити дотичне коло, радіус якого дорівнює 0.45 \*К.кр;

- з центра кола К.= 0.45\*Ккр накреслити перпендикуляр до лінії входу в закритичну частину сопла ( р ш);

- на відстані довжини сопла (в нашому прикладі 698) накреслити вертикальну лінію розміром, який дорівнює радіусу зрізу сопла;

- з верхньої кінцевої точки зрізу сопла накреслити горизонтальну лінію та повернути її на кут р з;

- перенести лінію входу в закритичну частину сопла (Р ш) до точки перетину кола (К.= 0.45 \*Ккр) з перпендикуляром (п.сі));

- за допомогою команди *Тгіт* обрізати кінці базових ліній (що під кутами р ш та р з) формування профілю сопла та коло К= 0.45\*Ккр - оставити ту його частку, що буде першою в закритичній області сопла (рис. 59 та 60);

- накреслити дугу К.= 1,5\*Ккр, яка охоплює біля 45° в докритичній області сопла (рис. 61).

5. За допомогою команди *ПІУІСІЄ* поділити на 6 рівних блоків кожну з базових ліній (що під кутами р ш та р з), які визначають діапазон розширення каналу (рис. 62). Накреслити сітку ліній (рис. 63 та 64).



Рис. 59



Рис. 60







Рис. 62





6. За допомогою команди *Poïyiine/Aгс* накреслити профіль сопла (рис. 65). Команда *Poïyiine* використовується в такій послідовності:

після запиту про стартову точку полілінії потрібно поставити курсор миші в точку А;
задати опцію /*Агс*,

- вибрати опцію /*Bireciion* - напрямком дотичної до полілінії (профіль сопла) у початковій точці А є лінія, яка виходить з точки А, напрямок дотичної можна указати за допомогою об'єктних прив'язок кінцевої точки першої лінії або деякого вузла на той лінії;

- на запит про кінцеву точку дуги послідовно указати жирні точки (рис. 64).



7. Остаточно профіль сопла показано нарис. 65.

# Контрольні питання

- 1. Назвіть основний тип лінії.
- 2. Назвіть класичні типи ліній.
- 3. Де можна переглянути різні типи ліній?
- 4. Для чого потрібен файл (асасііко.ііп)?
- 5. Чи можна завантажити декілька типів ліній?
- 6. Скількома способами можна накреслити коло?
- 7. Які параметри команди креслення дуг?

Рис. 65

## Практична робота № 8 (Центробіжний насос)

**Мета:** Засвоєння технології автоматизованого проектування на прикладі проектування одноступеневого центробіжного насосу за заданими параметрами: внутрішній діаметр, площа входу та виходу потоку.

#### Виконання роботи

1. Виконати настройки стилів: Texi3iyle, Bimension 8iyle з меню Рогтаї.

2. Виконати з меню *Toois* (Інструменти).настройки об'єктних прив'язок: кінцеві точки примітивів, вузли, центр кола, перпендикуляр, середина примітиву.

3. Установити 4 шари: для контуру, для вісі, для розмірів, для кіл, які моделюють канал.

4. Накреслити контури виробу на відповідному шарі.

- Накреслити 1 промінь за допомогою команди *Line*, далі 12 променів за допомогою команди *Aггау/Poiaг* на шарі, де будуть розташовані кола, які моделюють канал (рис. 66).

- За допомогою команди *Line* накреслити вертикальну лінію (рис. 67), яка визначає діапазон розширення каналу (діаметр малого кола - на прикладі - 060).

- За допомогою команди *ПігіЛе* поділити вертикальну лінію, яка визначає діапазон розширення каналу на 11 рівних блоків (рис. 68).

- За допомогою команди *Circie* накреслити концентричні кола з центром на вісі конструкції через точки межування блоків. За допомогою команди *Trim* обрізати промені по внутрішній діаметр (К205). Це необхідно для того, щоб можна було графічно визначати діаметри кіл вздовж каналу з центрами в середніх точках відрізків променів (рис. 69).

- Кожне наступне коло каналу потрібно креслити на відрізку променю (діаметр кола), який потрібно обрізати за допомогою команди *Тгіт* по зовнішнє концентричне коло. Рекомендується послідовність визначення діаметрів кіл каналу за годинниковою стрілкою. Рекомендується після визначення діаметру кола для запобігання похибок зовнішнє концентричне коло послідовно знищувати

за допомогою команди *Ега.зе* (рис. 70). Визначення перших трьох кіл (рис. 71). Завершення проектування кіл вздовж каналу (рис. 72).

Накреслити за допомогою команди *8рПпе* сплайн-лінію через зовнішні точки відрізків, які перетинають з попереднього рисунку та вісь каналу через центри кіл.
 Завершити формування каналу (рис. 74).

- За допомогою команди *O*//*зеі* виконати розширення примітивів, профіля каналу на 5 мм (рис. 75).

- Накреслити коло В5 для проектування закруглень сплайн-лінії та лінії патрубка. (Команда *РШеі* округлення сплайн-лінії та іншого примітиву не виконує). З центра кола К5 накреслити перпендикуляр до сплайн-лінії (рис. 76).

- За допомогою команди *Тгіт* відсікти непотрібні частки примітивів (рис. 77).

- Окремими лініями закрити перетин корпусу насоса та стратити розмір В5 за для подальшого виконання штриховки (рис. 78).

- За допомогою команди *Наіск* заштрихувати корпус одноступеневого центробіжного насосу. Накреслити лопатки, вал, тощо (рис. 79).











Рис. 68









Рис. 69



Рис. 71



Рис.72





Рис. 73









Рис. 74











# Контрольні питання

- 1. Що називається видом?
- 2. Назвіть основні види.
- 3. Яке зображення називається головним?
- 4. Назвіть основні команди.

#### Практична робота № 8 (Креслення кріпильного вузла)

Мета: Закріплення навичок роботи з інструментами редагування.

#### Виконання роботи

Настроїти *Texi 8iyle (Ariai liaiic)*. Настроїти *Pimension 8iyle* для реальних розмірів збірного креслення.

Розміри шайби, гайки, болта або шпильки підібрати під різьбу МІ 0. При подальшому використанні вузла такого типу його розміри можна буде змінити одним із способів параметризації об'єктів АпіоСАВ.

1. Установити шар для креслення осьових ліній червоним кольором, використовуючи тип лінії *Рааксіоі*). Надати новому шару ім'я «О§» та зробити цей шар поточним. Для цього слід використати команду *Бауег* (шар) з меню *Рогтаі*.

2. Використовуючи команду *Line*, накреслити осьові ортогональні лінії.

3. Перейти на нульовий шар для викреслювання на ньому примітивів зображення кріпильного вузла.

4. Використовуючи команди *Poïyyon* та *Circie*, створити кріпильний вузол на базі точки перетину осьових ліній, у якому слід зобразити гайку *(Poïydon)*, шайбу *(Circie)*, різьбу на болті або шпильці(C/rc/e). Товщина ліній креслення шайби, гайки, болта або шпильки дорівнює 1; різьби - 0.

5. В АпіоСАО не передбачена можливість зміни товщини лінії кола, якщо воно зображено за командою *Сігсіе*. Для того, щоб змінити товщину кола, що є зображенням шайби, болта або шпильки, необхідно розірвати ці кола за допомогою команди *Вгеак* та за допомогою команди *Peciii* з меню *Mocli{y-Ob]eci* перетворити розірвані кола на полілінії. Не виходячи з команди *Peciii*, замкнути кола в режимі *PecHi/Close* і в режимі *Peclii/IViclik* задати їм ненульову ширину лінії.

6. Обрізати осьові лінії, якщо вони надто далеко виходять за межі зображення кріпильного вузла. Для цього командою *Line* можна накреслити допоміжні лінії, які перетинають осьові лінії у тих місцях, де осьові лінії потрібно обрізати. Використати допоміжні лінії як межі для команди *Tгim*, яка відсіче в осьових лініях зайве.

## 7. Зберегти файл у своєму каталозі командою *Pile-8aye Aз*.



Рис. 80. Етапи креслення кріпильного вузла:

а - креслення трьох кіл за допомогою команди *Ciгcie* та шестикутника за допомогою команди *Poly§on* з їх центруванням (за рахунок об'єктної прив'язки за допомогою команди *Osnap/Inierseci*) в точці перетину осьових ліній; б - розбиття кіл за допомогою команди *Break* (точки розриву кіл показані прямокутниками) та відсікання осьових ліній по межам великого прямокутника за допомогою команди *Trim., в* - збільшення товщини лінії за допомогою команди *PeAii*ЛPiAik

Наведемо приклад нескладного збірного креслення - зображення фланця з кріпильними вузлами. Роботу рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Завантажити файл креслення кріпильного вузла та скопіювати зображення вузла до буфера обміну інформацією операційної оболонки *ЇТіпАОУУЗ*. Для цього слід позначити *(8eIecI obieci3)* всі примітиви, які входять у зображення кріпильного вузла (включно осьові лінії) та натиснути на стандартній панелі кнопку із зображенням двох чистих аркушів.

2. Натиснути на стандартній панелі зображення чистого аркуша для того, щоб розпочати збірне креслення. АпіоСАО при виведенні з поточного креслення виведе на екран дисплея вікно з трьома кнопками: *Тез*-зберегти файл зі змінами, *N0*- не зберігати , *Canceï* - не виходити з поточного файлу. Слід відповісти - *Тез*. Після збереження попереднього креслення з'явиться чистий екран, на якому слід виконати збірне креслення.

3. За допомогою команди *Бауег* визначити новий шар для креслення осьової лінії (кнопки *Бауег* та Л/еи- у діалоговому вікні команди), додати новому шару особисте ім'я

(наприклад *Ox)* та зробити його поточним; затрузити (за допомогою кнопки *Lineiype* та *LoaA* в діалоговому вікні) тип лінії *ПахкАої*) (штрихпунктирна лінія) та зробити цей тип лінії поточним; додати до якостей осьової лінії колір (наприклад, червоний).

4. Накреслити горизонтальну та вертикальну осьові лінії за допомогою команди *Line*. Положення осьових ліній вибрати так, щоб були враховані габарити деталі та місце для позначення розмірів.

5. Накреслити коло радіусом *K1* з центром у точці перетину осьових ліній. Коло радіусом *P1* слід обов'язково креслити на шарі *Ox* штрихпунктирною лінією - на ньому будуть розташовані центральні точки кріпильних вузлів.

6. Зробити нульовий шар активним, накреслити коло радіусом *Е з* центром у точці перетину осьових ліній та квадрат (за допомогою команди *PoIy§oгi)* зі стороною *А*, який розташовується симетрично відносно точки перетину осьових ліній.

7. Округлити кути квадрату А радіусом, який на 2 більше радіуса шайби.

8. Перейти на шар Ox та накреслити квадрат (за допомогою команди *Poïy- §on з* центром у точці перетину осьових ліній) зі стороною A-C для розташування кріпильних вузлів у площині квадрата на відстані C.

9. Повернутися на нульовий шар.

10.Вилучити з буфера обміну зображення кріпильного вузла натискуванням кнопки на стандартній панелі із зображенням портфеля.

11. Для зображення кріпильного вузла з буфера, який буде вводитися як блок, ввести запит про місце вставки зображення, масштаб уведення по осі X і по осі Y (дорівнює 1) та про кут повороту блока (дорівнює 0) відносно системи координат у поточному кресленні.

12.3а допомогою команди *8cale* з *меню MoAi/y* відкоригувати розміри гайки та шайби відповідно до розмірів варіанту, який виконується.

13.Вставити кріпильний вузол таким чином, щоб його центр збігався з точкою перетину кола *E1* та вертикальної осьової лінії; для цього доцільно використати об'єктну прив'язку до точок перетину (режим *Iniezxec*). Використовуючи

команду *Аггау* з опцією *Роїаг*, розташувати задану кількість кріпильних вузлів відносно кола *Р1* як кругову матрицю.

14.Скопіювати кріпильний вузол з центром на перетині вертикалі та горизонталі квадрата, накресленого штрихпунктирною лінією. Використовуючи команду *Aггау* з опцією *Kecianyuiar*, розташувати 9 кріпильних вузлів відносно кола *P1* як прямокутну матрицю - із трьома рядами (Ложу) по три вузли в ряду (*Coïumn3*), з відстанню між рядками та стовпчиками на (A-2C)/2. Вузол, який буде розташований у центрі, необхідно знищити.



Варіант	К	К1	А	c
1	140	100	120	20
2	150	100	130	20
3	160	100	180	20
4	160	по	180	20
5	160	120	170	20
6	140	ПО	160	20
7	140	105	160	20
8	150	105	170	20
9	150	115	165	20
10	140	115	155	20
11	150	100	140	25
12	160	120	50	25
13	170	155	65	25
14	180	160	65	25
15	170	145	70	35
16	160	135	70	20
17	155	130	70	20
18	145	120	75	20
19	145	ПО	75	20
20	135	105	60	20

# Таблиця 2 Варіанти для креслення фланців з кріпильними вузлами

# СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1. ПолещукН.Н. АпІоСАО 2011. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 752 с.:ил.
- 2. Соколова Т.Ю. АиІоСАЕ) 2011.Учебньїй курс. СПб.: Питер, 2012. 576с.
- 3. Омура Джордж. АнІоСАО 2011. СПб.: Питер, 2012. 532с.: ил.
- 4. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила вышолнения чертежей. Сб. ГОСТов-М., 1991.

5. Борзунов А.П., В.В. Вязанкова, Медведев А.М., Гершунина Н.Н. Основьі рабстві в АпІоСасІ 2007 Двухмерное черчение». Методические указания по само- стоятельной работе по дисциплинам: «Компьютерная графика», «Компьютер- ная графика в архитектуре и градостроительстве», «Инже-нерная и компьютерная графика», «Интерактивная машинная графика» для студентов всех форм обучения технологических и технических спе-циальностей. Красно дар: Изд-во КубГТУ, 2010-44с.

6. В.В. Вязанкова, Борзунов А.П., Медведев А.М. «Основні рабстві в АиІоСасІ 2007. Трехмерное моделирование» Методические указания по са- мостоятельной работе по дисциплинам: «Компьютерная графика», «Компьютерная графика в архитектуре и градостроительстве», «Инженерная и компьютерная графика», «Интерактивная машинная графика» для студентов всех форм обучения технологических и технических специально-стей. Красно дар: Изд-во КубГТУ, 2010- 44с.

7. Основні инженерной графики. Методические указания для самостоятель-ной работьі студентов всех специальностей / О.Я. Фоменко, В.Н. Гарькуша, В.А., Ларин, Е.Ю. Косякова, А.Е. Котенко, В.В. Вязанкова. - Кубан. гос. технол.

ун-т. Кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. -Краснодар: Изд.: КубГТУ, 2004. - 52 с.

9. Инженерная графика. Опорньїй конспект лекций для студентов всех специальностей и форм обучения / О.Я. Фоменко, В.Н. Гарькуша, В.А. Ларин, Е.Ю. Косякова, В.В. Вязанкова и др. - Кубан. гос. технол. ун-т. Кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. - Красно дар: Изд.: КубГТУ, 2007. - 76 с.

# Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни

«Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва»

Укладачі: В.О. Перерва, кандидат технічних наук

О. В. Федосов, кандидат технічних наук

1.1. Карпович, кандидат технічних наук

Формат 60х84/16. Папір друкарський.

Друк плоский. Ум. друк. арк. 3,5. Ум. фарбовідб. 3,5.

Обл.-вид. арк. 3,7. Тираж 10 пр. Зам. № 1.

РВВ ДНУ ім. О. Гончара, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49010. Друкарня «Ліра», вул. Наукова, 5, м. Дніпро, 49050. Свідоцтво про внесення до Державного реєстру серія ДК №18 від 19.09.2000р.