

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до комп'ютерного практикуму з дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка»**

до теми

“ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ”

**для студентів інженерно-технічних спеціальностей
всіх форм навчання**

2015

—

Методичні вказівки до комп'ютерного практикуму з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» до теми “ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ” для студентів інженерно-технічних спеціальностей всіх форм навчання / Укл.: О.Б. Корнієнко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015 с 38.

Укладачі: О.Б.Корнієнко, викладач

Рецензент: В.А.Шаломєєв, д.т.н, професор

Відповідальний за випуск: : О.Б.Корнієнко, викладач

Затверджено
на засіданні кафедри
”Нарисна геометрія, інженерна
та комп'ютерна графіка“
Протокол №4 від 20.11.15

ЗМІСТ

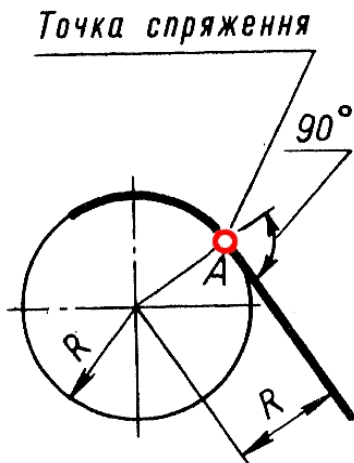
Введення.....	4
1 Методика виконання креслення типу плоский контур.....	7
1.1 Формування робочих установок креслення.....	7
1.2 Виконання побудови індивідуального плоского контуру.....	22
Питання для самоперевірки.....	23
Література.....	24
Додаток А. Варіанти індивідуальних завдань.....	25

ВВЕДЕННЯ

Під час виконання креслень предметів часто доводиться плавно сполучати між собою різні лінії. Плавний перехід однієї лінії контура зображення в іншу називають *спряженням*. Всі спряження на кресленні виконують дугами кіл заданих радіусів. Точку, з якої проводять дугу плавного переходу однієї лінії до іншої, називають *центром спряження*.

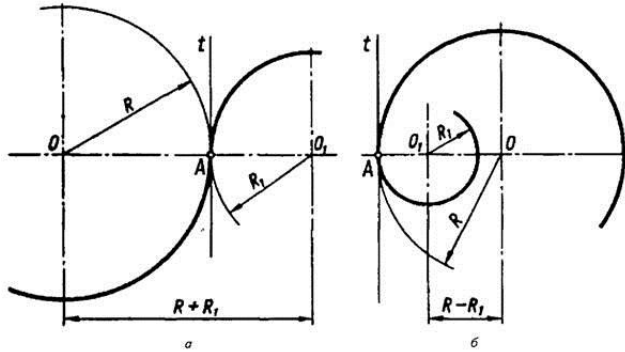
Основні елементи спряження — радіус спряження, центр спряження, точки спряження. При побудові спряжень зазвичай задають радіус дуги спряження, а інші елементи визначають у процесі побудови.

Плавний перехід між прямою і дугою забезпечується лише тоді, коли пряма є дотичною до дуги, тобто точка спряження розміщується на перпендикулярі, опущеному на пряму з центра кола дуги спряження (рис.).



Спряження

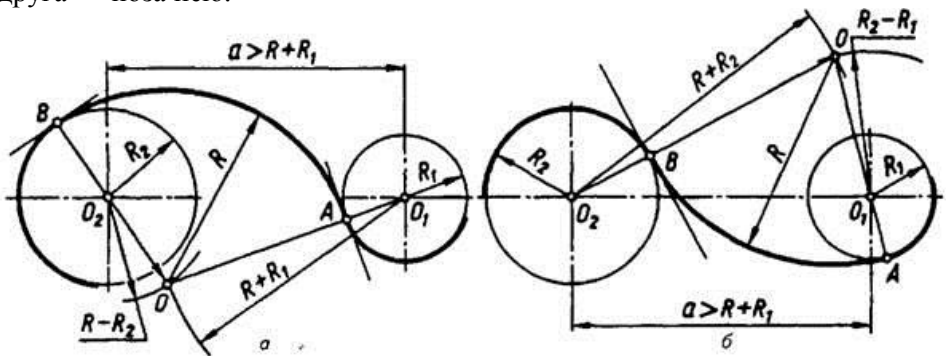
Плавний перехід між двома колами (див. рисунок) забезпечується в тому випадку, якщо обидва кола мають спільну дотичну а точка спряження A лежить на прямій, що сполучає центри кіл.



Типи спряжень

Дотик називається зовнішнім, якщо центри O і O_1 , лежать з різних боків від дотичної t , і внутрішнім, якщо центри розміщені з одного боку від загальної дотичної. У разі зовнішнього дотику відстань між центрами кіл дорівнює сумі їхніх радіусів ($R+R_1$), а в разі внутрішнього — різниці їхніх радіусів ($R-R_1$).

Змішане спряження (див. рисунок) характеризується тим, що одна дуга, яка спрягається, розміщена всередині дуги спряження, а друга — поза нею.

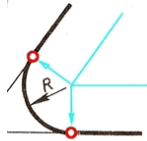


Типи спряжень

З прикладів на рисунках видно, що дуги спряження можуть утворювати з дугою радіуса R_2 внутрішнє спряження, а з дугою радіуса R_1 — зовнішнє. З центра O_2 проведемо дугу радіусом $R - R_2$, а з центра O_1 радіусом $R + R_1$. Перетин цих дуг є центром дуги спряження. Точки спряження A і B лежать на перетині кіл з прямими OO_1 та OO_2 .

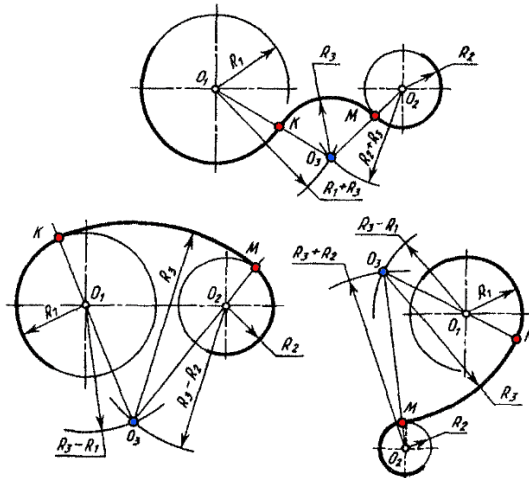
На рис.б показане змішане спряження цих же дуг, однак при цьому дуга спряження має з дугою радіуса R_2 зовнішнє спряження, а з дугою радіуса R_1 — внутрішнє. Побудова виконується аналогічно попереднім.

Дві прямі, що перетинаються, можуть утворювати прямий, гострий і тупий кути. Для всіх трьох випадків спосіб побудови один і той же. Він полягає ось у чому. Дуга плавного переходу від однієї прямої до іншої має радіус R (див. рис.).



Спряження прямих

Якщо це дуга кола, то для її проведення слід знати положення центра цього кола (див. рис.)



Види спряження кіл між собою на відстані.

1 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕННЯ ТИПУ ПЛОСКИЙ КОНТУР

Кожен студент, відповідно до варіанту з додатку А цих методичних вказівок, повинен виконати креслення деталі типу «прокладка» (плоского контуру). Проаналізувавши завдання, скласти раціональну послідовність виконання креслення, а потім приступити до її реалізації з використанням інструментарію AutoCAD.

Перед виконанням свого варіанту розглянемо типову послідовність створення креслення на прикладі плоского контуру, наведеного на рисунку 1.1.

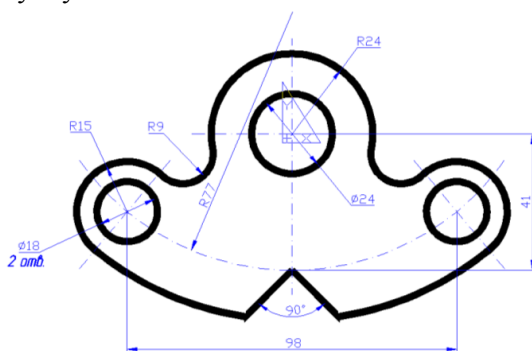



Рисунок 1.1 – Зразок деталі для виконання

1.1 Формування робочих установок креслення

Перед виконанням роботи слід включити режими: <SNAP> (ШАГ) і <ОРТО> (кнопки цих режимів розташовані під командною строчкою).

Встановити потрібні прив'язки за допомогою кнопки  (привязки об'єктів).

Враховуючи габаритні розміри контуру і його компоновки на форматі А3, бажано встановити межі креслення (слід визначити координати лівого нижнього і правого верхнього кутів уявного прямокутника, в якому буде розміщено креслення). В нашому прикладі це точки умовного прямокутника з координатами **140,140** та **270,250** (рис. 1.2, відлік координат ведеться від лівого нижнього кута формату А3)

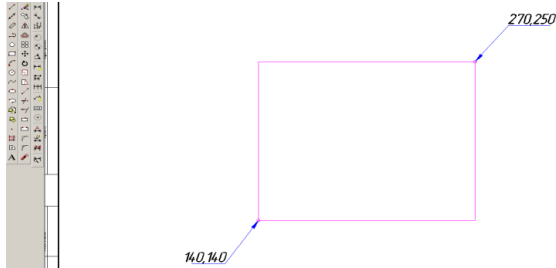


Рисунок 1.2 – Межі креслення

2. Для зручності креслення слід максимально збільшити виведене на екран зображення, для чого:

а) вказати на піктограму  (окно);

б) показати курсором мишки, відслідковуючи значення координат в лівому нижньому куті вікна Autocad (рис. 1.3), (або набрати ці значення з клавіатури) спочатку – для нижнього лівого кута: **140,140** та натиснути клавішу “**Enter**”, а потім – для правого верхнього кута умовного прямокутника: ввести **270,250** та також натиснути кнопку “**Enter**”.



Рисунок 1.3 – Координати на креслені

3. В панелі властивостей об'єктів курсором мишки перейти в шар “Допоміжний”.

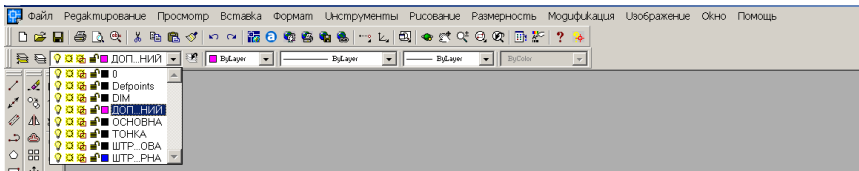


Рисунок 1.4 – Список доступних шарів для креслення

4. Для зручності креслення встановити початок координат в базову точку – такою точкою є центр кола з діаметром $\varnothing 24$ (координати точки в нашому випадку будуть **205,205**), для чого:

а) в верхній частині вікна Autocad, в спадаючому меню, вибрати послідовно команди: **Формат**, потім **Стиль точки**; у вікні, що з'явиться, вибрати тип точки <x> (рис. 1.5)

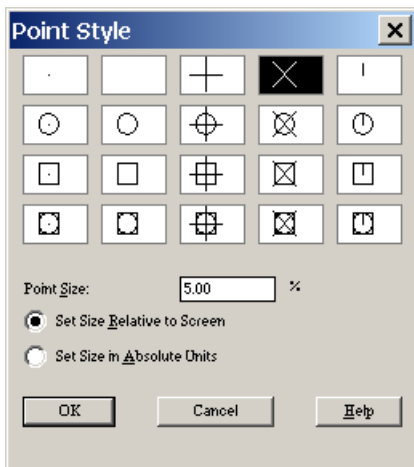



Рисунок 1.5 – Стилі точок

б) після чого, зліва вибрати піктограму  (точка або блок);

в) вказати курсором мишки або з командної строки - координати точки, де буде розміщено початок координат (це координати: **205,205**)

г) справа, вибрати піктограму  (Начало UCS) і встановити курсор миші на побудовану перед цим точку або ввести з клавіатури координати бажаної точки розміщення: **205,205** та натиснути “**Enter**”.

6. Через отриманий новий початок координат провести горизонтальну і вертикальну допоміжні лінії (рис. 1.6).

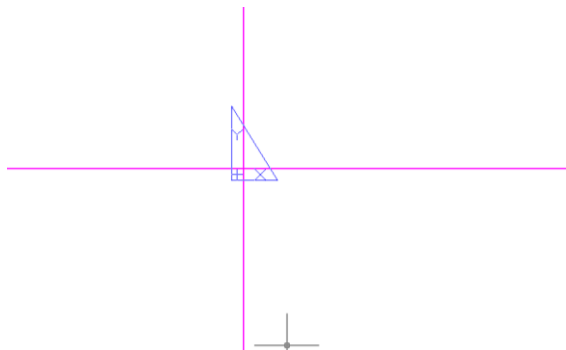




Рисунок 1.6 – Допоміжні лінії при побудові

Для чого:

- а) зліва вибрати піктограму  (*строительная линия*);
- б) для побудови вертикальної лінії: в командну строку ввести ключ (літеру) “v” і натиснути “**Enter**”; після чого вказати курсором мишки точку (початок координат), через яку буде проводитись вертикаль. Як альтернатива – можна ввести координати початку координат з командної строки: **0,0** і натиснути “**Enter**”.
- в) для побудови горизонтальної лінії дії будуть аналогічні пунктам а) і б), лише змінюється значення ключа на “h”.
- г) під командною строчкою відключити режим ШАГ – опцію «**SNAP**».

7. Побудувати допоміжне коло радіуса **R77**, для чого:

- вибрати піктограму  (*круг*);
- на запит координати центру - ввести з клавіатури **0,36** і натиснути “**Enter**”, потім на наступний запит ввести з клавіатури значення радіуса **77** і натиснути “**Enter**”

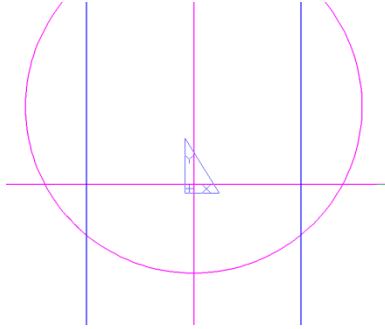



Рисунок 1.7 – Результат побудови основонго кола

8. Побудувати центри кіл $\varnothing 18$, для чого:

- вибрати піктограму  (*Строительная линия*);
- для побудови вертикальної лінії: в командну строку ввести ключ (літеру) “v” і натиснути “Enter”. Після чого вказати з клавіатури значення координат для правого кола **49,0** і натиснути “Enter”;
- повторити пункти а), б) для лівого кола, при цьому змінити значення координат лівого кола на **-49,0**

9. Виконати побудову допоміжного кола $\varnothing 24$

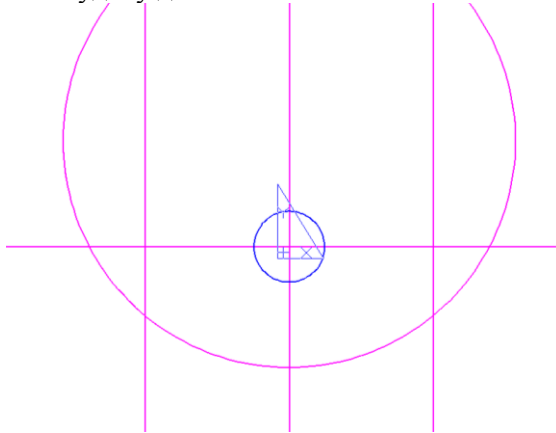


Рисунок 1.8 – Побудова допоміжного кола

Для чого:

- вибрати піктограму  (*круг*);

- б) вказати курсором центр кола, де воно буде розміщуватись;
в) ввести з клавіатури значення радіуса **12** і натиснути “**Enter**”.

10. Виконати побудови кіл **R24**, **R9** і **R15**, послідовно повторивши підпункти 9.а)-в) та змінюючи значення радіусу на потрібне.

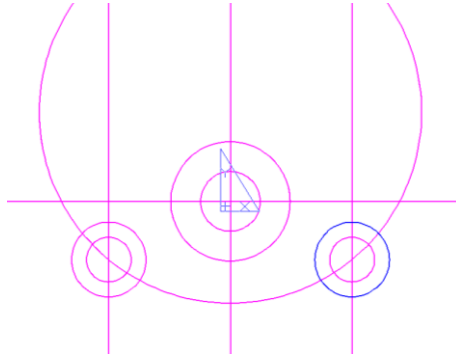


Рисунок 1.9 – Результат побудови двопміжних кіл контуру

11. Зліва виконати побудову спрягаючого кола радіусом **R9** для лівого кола **R15** і кола **R24**

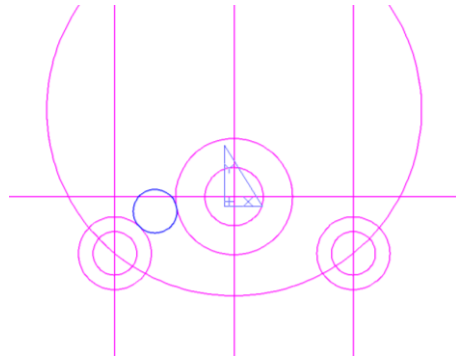


Рисунок 1.10 – Приклад побудови спрягаючого кола

Для чого:

- а) вказати на піктограму  (узел);
б) ввести з клавіатури параметр **TTR** і натиснути “**Enter**”;

в) курсором вказати на першу точку спряження, що очікується, на колі **R24**, а потім вказати другу точку на колі **R15**;

г) на запит ввести з клавіатури значення радіуса **9** і натиснути “**Enter**”.

12. Виконати побудову спрягаючого кола **R92** для лівого і правого кіл **R15**

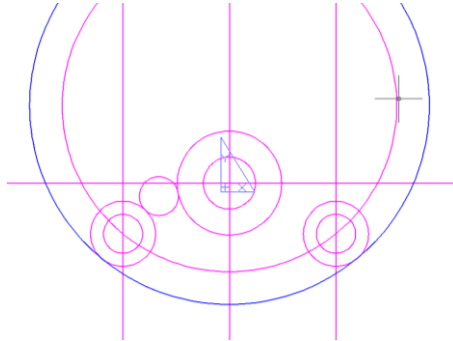


Рисунок 1.11 – Побудова зовнішнього спряження

Для чого:

а) вказати на піктограму  (круг);

б) на запит ввести з клавіатури **TTR** і натиснути “**Enter**”;

в) вказати першу точку передбачуваного спряження на лівому колі **R15**, потім вказати курсором другу точку на правому колі **R15**;

г) на запит ввести значення радіуса **92** і натиснути “**Enter**”.

14. Побудувати кутовий виріз

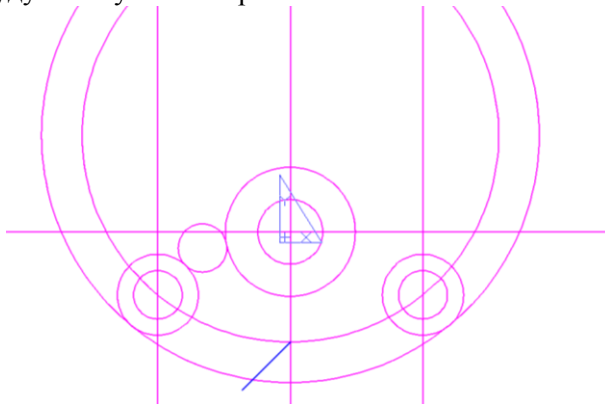



Рисунок 1.12 – Побудова кутового вирізу

Для чого:

а) вибрати піктограму  (*отрезок*);

б) вказати на вершину кутового вирізу;

в) на запит ввести з клавіатури координати побудови відрізка в полярній системі координат: @25<225 та двічі натиснути “Enter”

15. Виконати допоміжні побудови для похилих осьових ліній кола $\varnothing 18$,

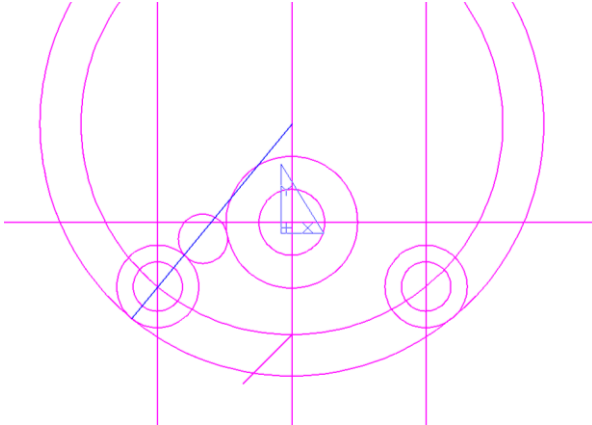


Рисунок 1.13 – Побудова осьових

Для чого:

а) відключити режим <ОРТО>;

б) вибрати піктограму  (*отрезок*);

в) на запит ввести з клавіатури значення координат: 0,36 і натиснути “Enter”;

г) вказати точку дотику лівого кола $\varnothing 18$ з дугою $R92$;

16. Виконати наводку контура прокладки основною лінією

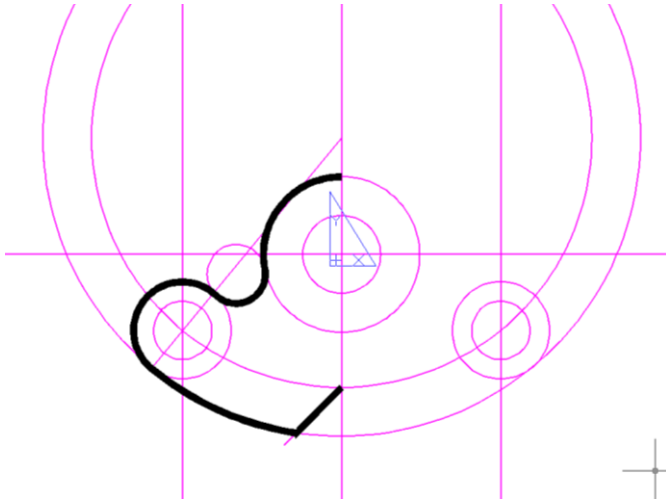




Рисунок 1.14 – Наведення контуру

Для чого:

- а) курсором перейти в шар “**Основна**”;
 - б) вибрати піктограму  (полилиния);
 - в) вказати на верхню  точку кутового вирізу прокладки (це початкова точка наводки);
 - г) ввести з клавіатури параметр **W** (для установки товщини лінії); на запит ввести **1** і натиснути двічі “**Enter**”;
 - д) вказати на нижню кутову точку вирізу;
 - є) вказати на нижню ліву точку кутового вирізу;
 - ж) на запит ввести з клавіатури режим дуг **A** і натиснути “**Enter**” (цей параметр використовується при наведенні кривих участків);
 - з) на наступний запит ввести параметр **S** (цей параметр дозволяє прив’язати курсор до об’єкта) і натиснути “**Enter**”;
 - і) вказати курсором на другу довільну проміжну точку дуги, що лежить між початковою і кінцевою точками спряження;
 - к) вказати на кінцеву точку спряження дуг (як правило це точка перетину кількох об’єктів);
 - л) повторити підпункти;
 - з) - к) для наводки спряження дуг лівого кола **R15** і **R9, R24**.
17. Виконати наводку кіл **Ø24, Ø18** (рис 1.15)

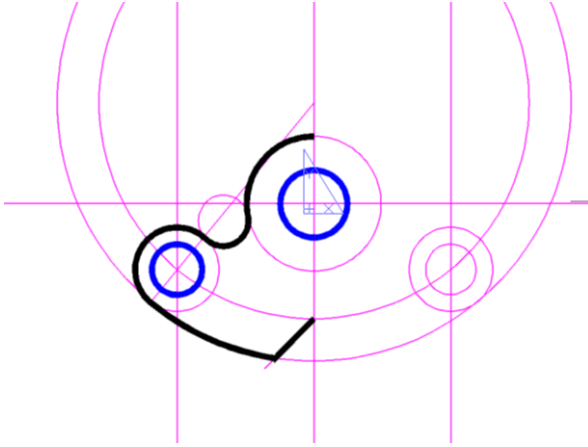




Рисунок 1.15 – Наведення кіл

Для чого:

- а) вибрати піктограму  (полілінія);
- б) вказати на нижню точку перетину допоміжних кіл із вертикальною лінією;
- в) ввести режим дуг **A** і натиснути “**Enter**”;
- г) на запит вказати центр, ввести **CE** і натиснути “**Enter**”;
- д) вказати центр кола курсором;
- є) на запит ввести параметр **A** (в даному випадку ми задаємо кут оберту) і натиснути “**Enter**”;
- ж) на запит ввести значення кута **180** і натиснути “**Enter**”;
- з) ввести параметр **CL** (ця команда замикає контур) і натиснути “**Enter**”;
- і) повторити пункти а) - з) для лівого і правого кіл **Ø18**.

18. Провести осьову лінію **R77**.

Для чого:

- а) вибрати справа вибрати піктограму: , у вікні , що з'явиться, відключити режим **Пересечение**;

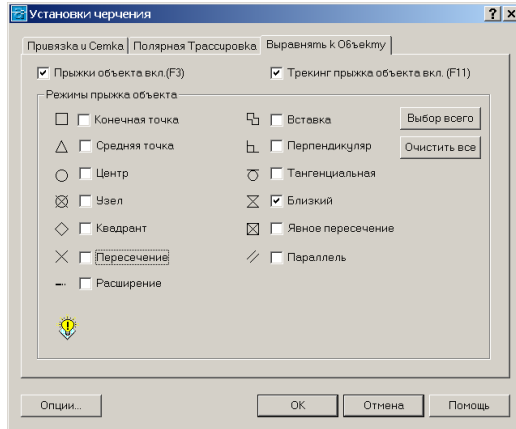



Рисунок 1.16 – Вікно керування прив'язками

- б) перейти в шар (*Штрихпунктирна*);
- в) вибрати піктограму  (дуга);
- г) вказати на ліву точку осьової лінії, що відстоїть від лівого кола $\varnothing 18$ на відстані 5 мм;
- д) на запит ввести параметр E (задати кінцеву точку) і натиснути “**Enter**”;
- е) вказати на вершину кутового вирізу;
- ж) ввести параметр R і натиснути “**Enter**”;
- з) на запит ввести значення радіуса 77 і натиснути “**Enter**”;

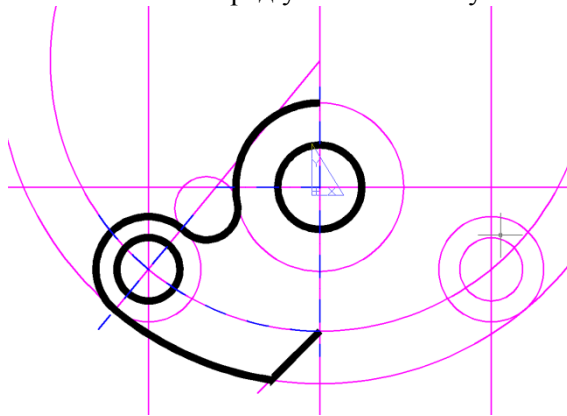


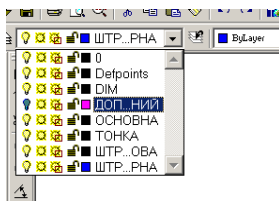




Рисунок 1.17 – Результат виконання побудови осьових

19. Провести вертикальні і горизонтальні осьові лінії, для чого:
- включити режими ШАГ і ОРТО;
 - вибрати піктограму  (*отрезок*);
 - вказати на верхню точку вертикальної допоміжної лінії, що відстоїть на **5-6** мм від дуги **R24**;
 - вийти на нижню точку осьової лінії на відстані **5** мм нижче кутового вирізу, а потім натиснути на праву клавішу миші;
 - повторити пункти б) - г) для горизонтальної осьової лінії кола **Ø24**.
20. Провести похилі осьові лінії, для чого:
- відключити режими ОРТО і ШАГ;
 - вибрати піктограму  (*отрезок*);
 - вказати на верхню точку допоміжної похилої лінії, що відстоїть вище на **5** мм від лівого кола **Ø18**;
 - вказати на нижню точку, що лежить на продовженні похилої лінії лівого кола **Ø18**, на відстані **5-6** мм нижче, потім натиснути праву клавішу миші;
21. Відключити режим СЕТКА (**GRID**)
22. Погасити курсором мишки шар допоміжних ліній



Для чого:

- у вікно із поточним шаром на тиснути на піктограму  і потім вийти курсором на інший шар, зробивши його поточним;
23. Показати все креслення, для чого вибрати піктограму  (*показать все*).
24. Виконати добудову правої частини прокладки (рис. 1.18):

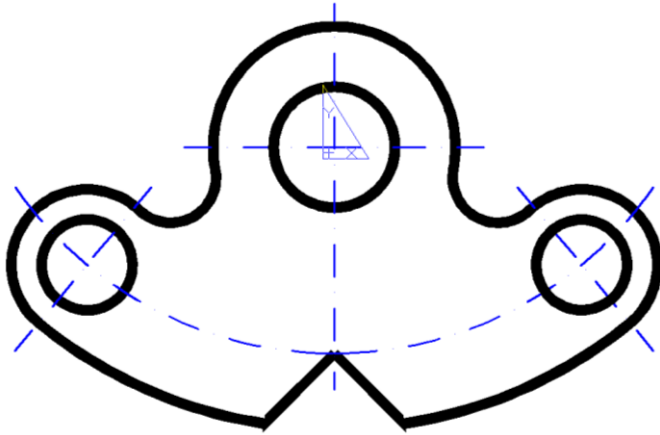




Рисунок 1.18 – Деталь із добудованною правою частиною

Для чого:

- а) вибрати зліва піктограму  (Зеркалювання);
 б) на запит – курсором мишки зліва направо виділити всі побудовані до цього об'єкти і натиснути “**Enter**”;
 в) на наступний запит – вказати курсором мишки дві точки на лінії, яка буде виступати в ролі лінії віддзеркалення (в нашому випадку лінією віддзеркалення буде вертикальна вісь, саме навколо неї буде проводитись обернення фігури і тому на ній відмічаємо дві довільні точки) і натиснути “**Enter**”.

24. Установити необхідний масштаб зображення (у *приведеному прикладі 2:1*), для чого:

- а) включити режим прив'язки до перетину, відключений у пункті 18а);
 б) вибрати піктограму  (масштаб);
 в) на запит вказати на нижній лівий, потім верхній правий кут уявного прямокутника, що охоплює зображення, потім натиснути праву клавішу миші;
 г) на наступний запит вказати на центр масштабування (центром в нашому випадку буде центр кола Ø24);

- д) на запит ввести значення масштабу: **2** і натиснути “**Enter**”;
 е) перейти в шар **DIM**.
 25. Проставити розміри.

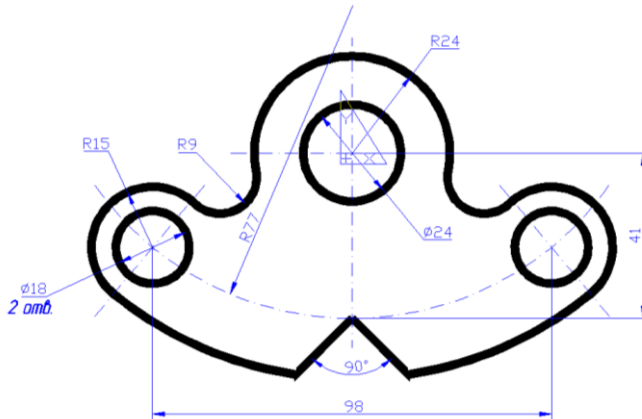




Рисунок 1.19 – Деталь із проставленими розмірами

25.1. Перед тим, як ставити розміри, слід визначити коефіцієнт масштабування. Для визначення слід ввести команду **dimlfac** і натиснути “**Enter**”, вказати (ввести з клавіатури) коефіцієнт масштабування, який буде враховуватись при постановці розмірів на кресленні. В нашому випадку коефіцієнт масштабування становитиме 0,5. Тому після команди **dimlfac**, вводимо **0.5** і “**Enter**”. Звернуть увагу, що значення **0.5** – як дріб введено вірно, через крапку!

Проставити кутовий розмір, для чого:

- вибрати піктограму  (углової);
- вказати на правий відрізок кутового вирізу, потім - на лівий;
- рухом курсору миші вниз визначити положення розмірної лінії (6-10мм від контуру зображення, з врахуванням масштабу видового екрана).


25.2 Проставити лінійні розміри, для чого:

- вибрати піктограму  (лінійний);
- вийти на центр лівого кола **Ø18**, потім - на центр правого;
- на запит ввести параметр **T** (текст) і натиснути “**Enter**”;
- ввести значення розміру **98** і натиснути “**Enter**”;

д) переміщенням курсору миші вниз визначити положення розмірної лінії, а вздовж лінії вліво або вправо показати положення розмірного числа і тільки потім натиснути ліву клавішу миші;

е) повторити підпункти а) - д) для вертикального розміру **41**.

25.3. Проставити діаметральні розміри, для чого:

а) вибрати піктограму  (диаметр);

б) вийти на коло $\varnothing 24$, підвівши квадрат маркера на довільну точку дуги;


в) на запит ввести параметр **T** (текст) і натиснути “**Enter**”;

г) ввести значення **%c24** і натиснути “**Enter**”;

д) зорієнтувати положення розмірної лінії і розмірного числа (розмірне число на полиці-виносці або на розмірній лінії) переміщенням миші за межами кола або всередині його;

е) повторити підпункти а) - д) для кола $\varnothing 18$.

25.4. Проставити радіальні розміри, для чого:

а) вибрати піктограму  (радіус);

б) вказати на дугу **R9**;

в) на запит ввести параметр **T** (текст) і натиснути “**Enter**”;

г) ввести значення **R9** і натиснути “**Enter**”;

д) зорієнтувати положення розмірної лінії і розмірного числа (розмірне число на полиці-виносці або на розмірній лінії) переміщенням миші за межами кола або всередині його;

е) повторити підпункти а) - д) для дуг **R15** і **R24**.

26. По завершенні необхідно виконати заповнення основного напису креслення (рис. 1.20).

а) рекомендується встановити на кресленні шар **Основна**.

б) для зручності – максимально наблизити кут аркуша з основним написом

					<i>ЗНТУ. 01XXBB. 001</i>		
<i>Имя</i>	<i>Лист</i>	<i>И размер</i>	<i>Под:</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>	<i>Итого</i>	<i>Исполнил</i>
<i>Разработ</i>		<i>Львов</i>					
<i>Проб.</i>		<i>Петров</i>					
<i>Т. контр.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>И контр.</i>					<i>НГІКГ</i>		
<i>Число</i>		<i>Петров</i>			<i>Ст.3 ДСТУ 2651:2005</i>	<i>Гр.</i>	

Рисунок 1.20 - Зразок заповненого основного напису

в) відключити всі прив'язки
 г) записати шифр креслення у вигляді: **ЗНТУ. 01XXBB. 001**,
 де в нашому випадку: **01** – номер теми «Геометричне креслення»;

XX – замінити на свій номер варіанта;

BB – замінити на останні дві цифри навчального року, коли було виконано креслення (прикладом у **2015** році);


001 – номер креслення в даній темі

27.Зберегти виконану роботу і показати викладачу.

1.2 Виконання побудови індивідуального плоского контуру

(У випадку, коли плоский контур не є симетричним – стає необхідним виконувати побудову такого варіанту повністю, без застосування команди “Зеркало”)

В побудовах зображень нерідко виникає необхідність поділити коло або інші фігури на рівні частини. В системі AutoCAD така дія може бути виконана в такій послідовності:

Обирається команда “**divide**” , на запит – вказати курсором на об'єкт, який буде розбиватись на частини. Потім з клавіатури вказується числове значення необхідної кількості рівних частин, на які буде розділено фігуру. Щоб можна було користуватись результатом виконання розподілу – слід змінити вигляд вузлів через меню “**Формат**” – “**Стиль точки**” та активацією прив'язки “**узел**”.

Спряження в автокаді можна виконувати за допомогою таких об'єктів:

- Дуги;
- Кола;
- Еліпси;
- Відрізки;
- Полілінії;
- Промені;
- Сплайни;
- Прями.

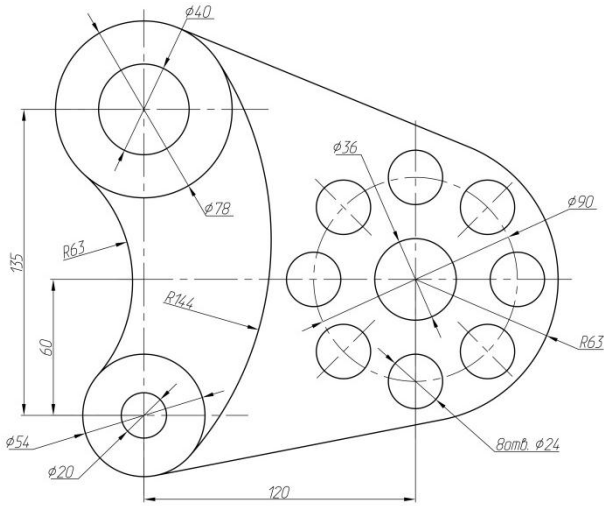
Питання для самоперевірки

1. Що називають спряженням ?
2. Основні елементи спряження. Дати визначення різних способів спряжень, з наведенням формул.
3. Специфіка побудови спряжень в системі Autocad (які команди допомагають виконувати спряження) ?
4. За допомогою якого типу прив'язок полегшується процес побудови спряжень в системі Autocad ?
5. Які об'єкти можна спрягати в системі Autocad ?

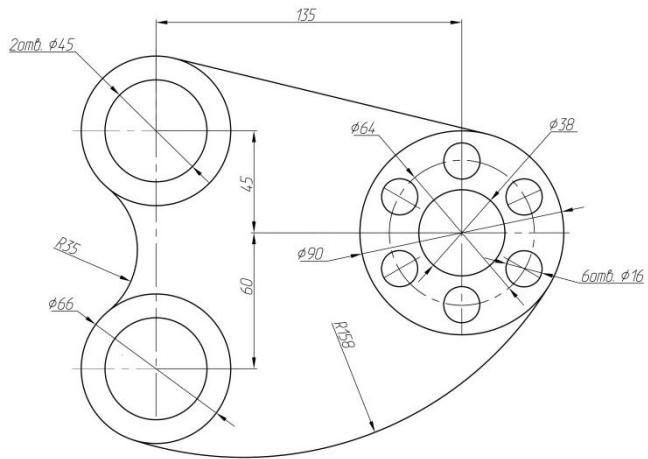
Література

1. Справочное руководство по черчению В.Н.Богданов, И.Ф.Малежик, А.П.Верхола и др. —М. Машиностроение, 1989, 864с.
2. Методичні вказівки. Альбом для робіт з інженерної графіки для студентів інженерно-технічних спеціальностей/ Укл.: Н.О.Брикова, Є.В.Гавров, Е.А.Бажміна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2001. – 15с.
3. Черчение. А.М.Хаскин. Издание третье переработанное и дополненное. Под ред. к.т.н. А.В.Блюка. -Киев, «Вища школа», 1979, 440с.

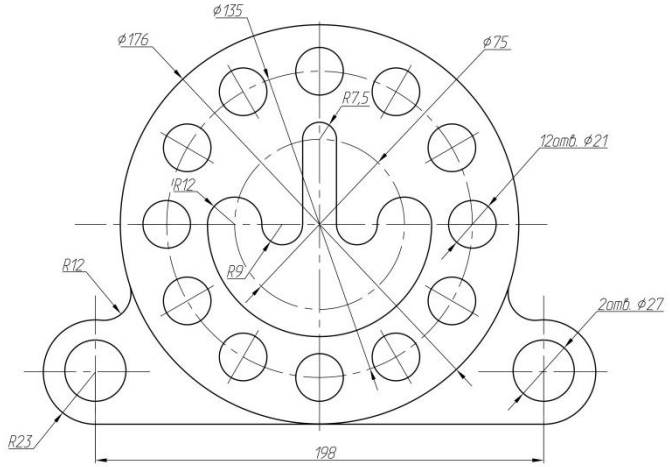
Додаток А
Варіанти індивідуальних завдань



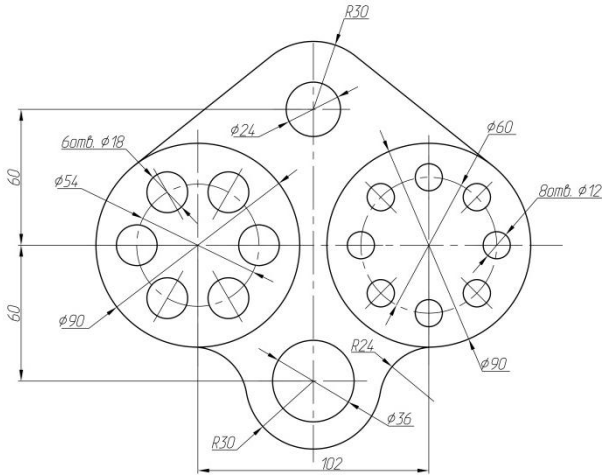
Варіант 1



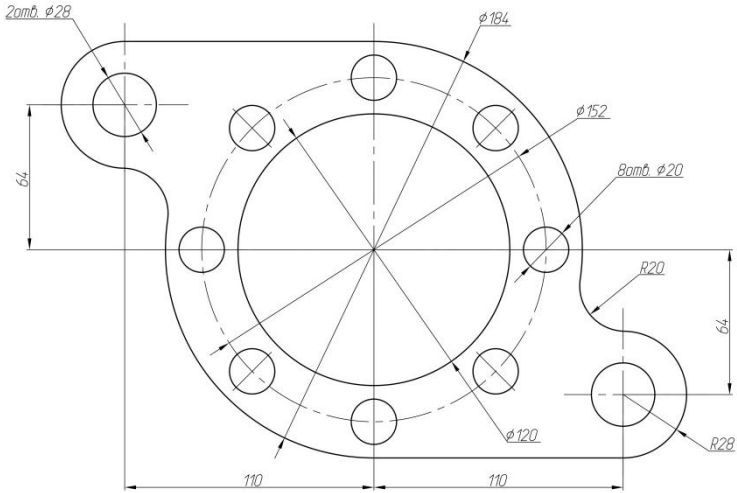
Варіант 2



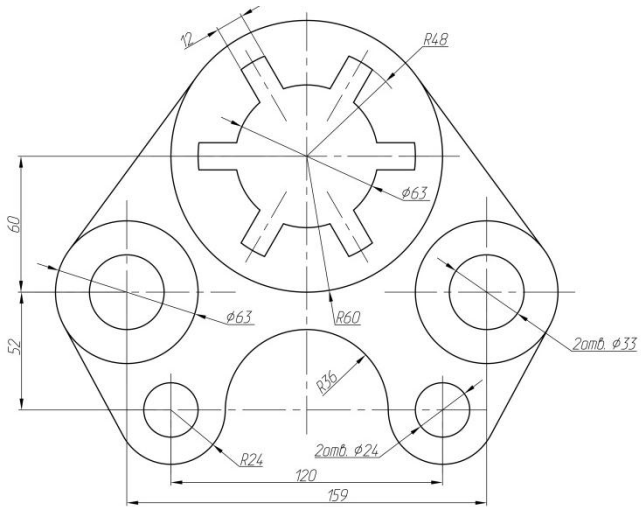
Варіант 3



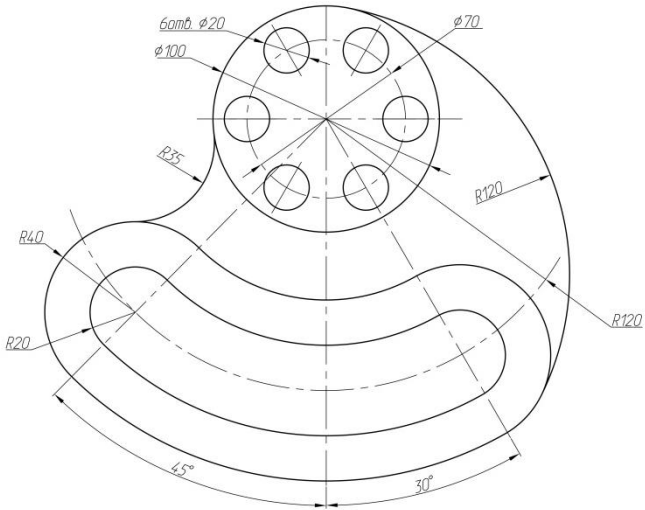
Варіант 4



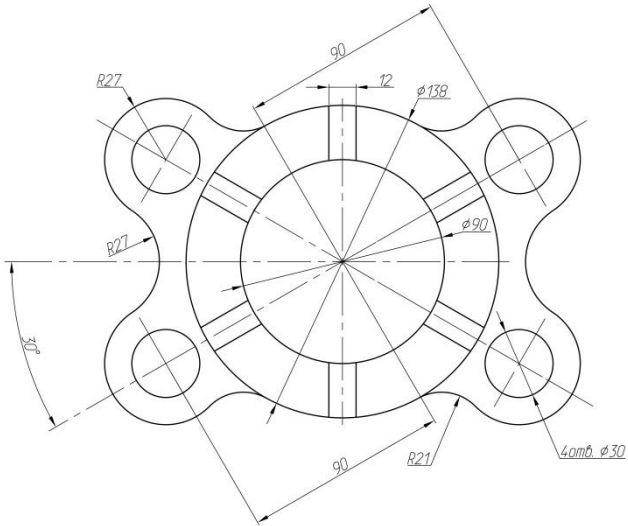
Варіант 5



Варіант 6

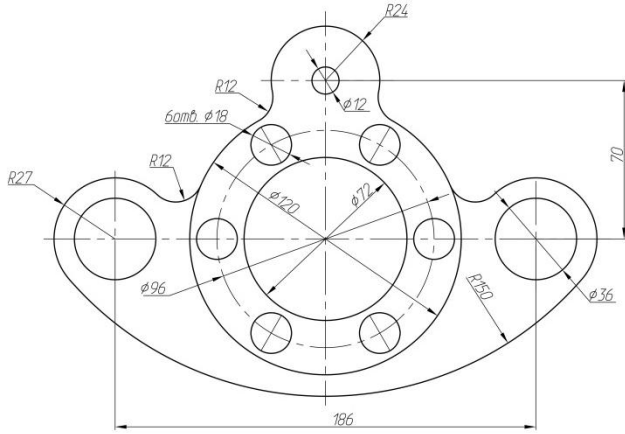


Варіант 7

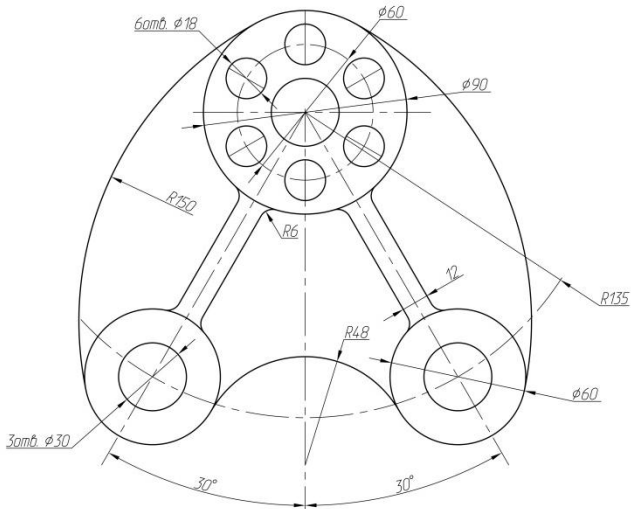


Варіант 8

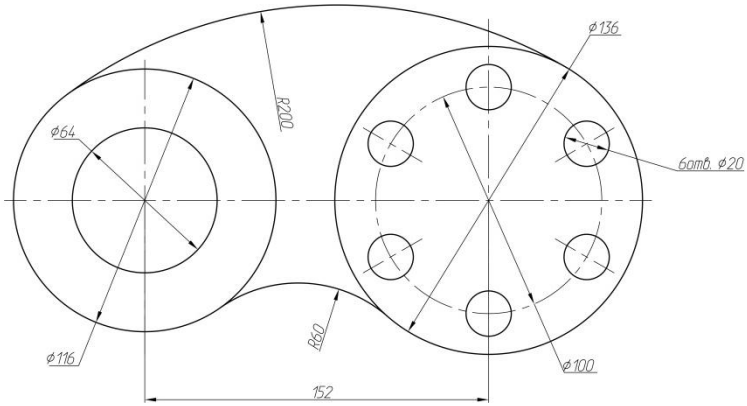
31



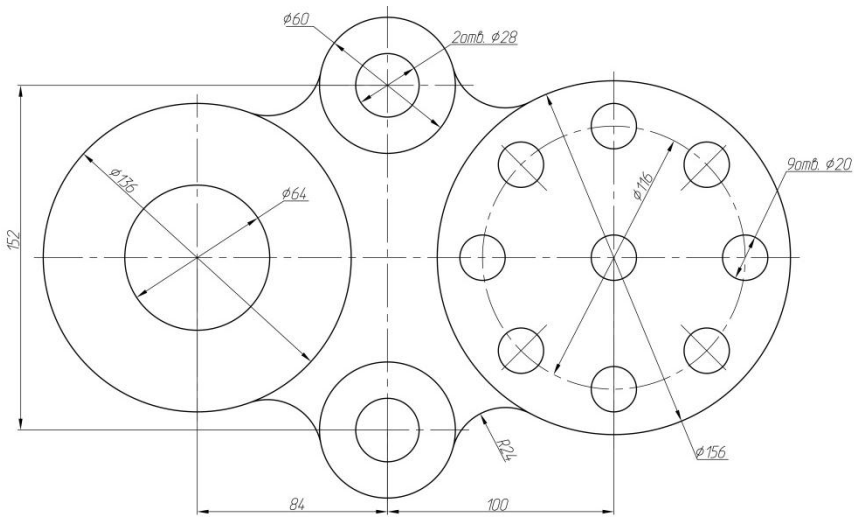
Вариант 13



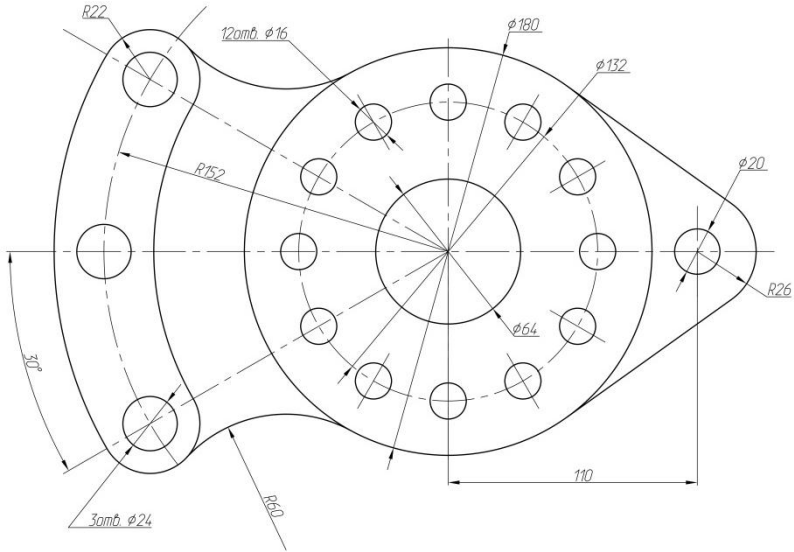
Вариант 14



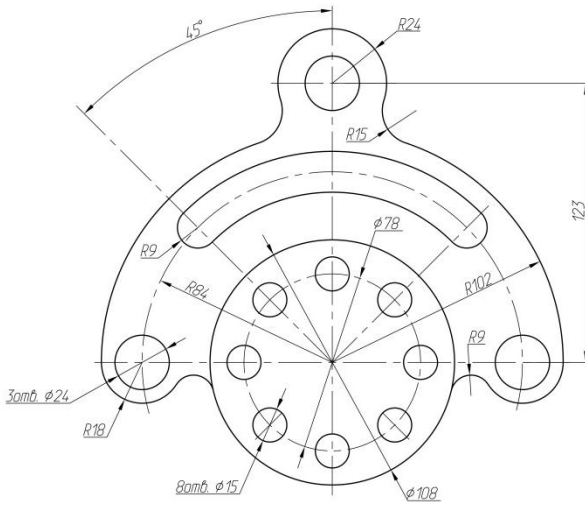
Вариант 15



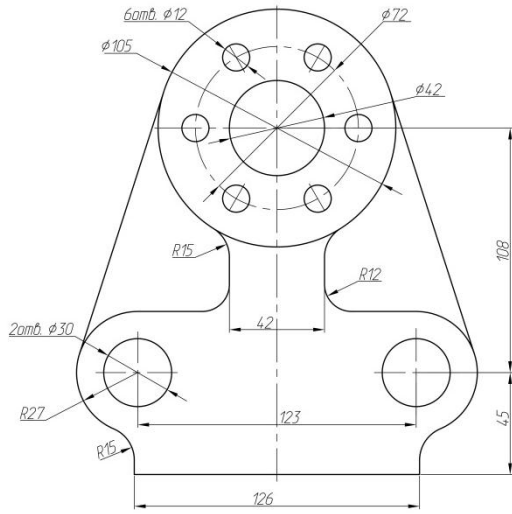
Вариант 16



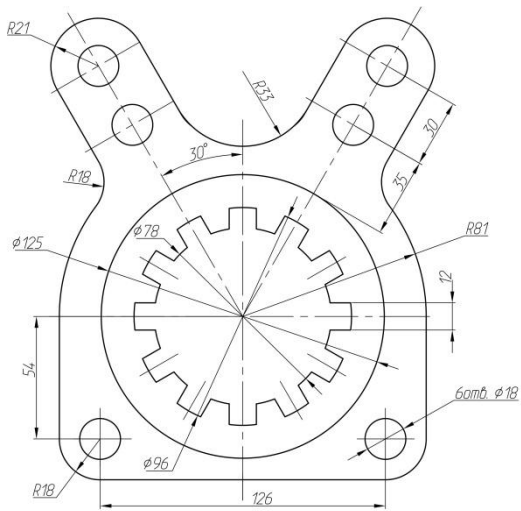
Варіант 17



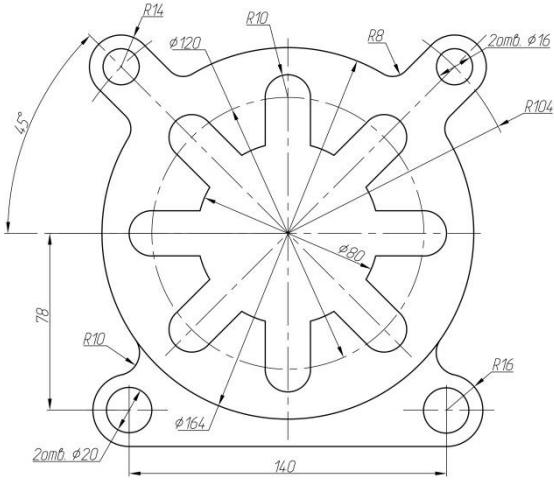
Варіант 18



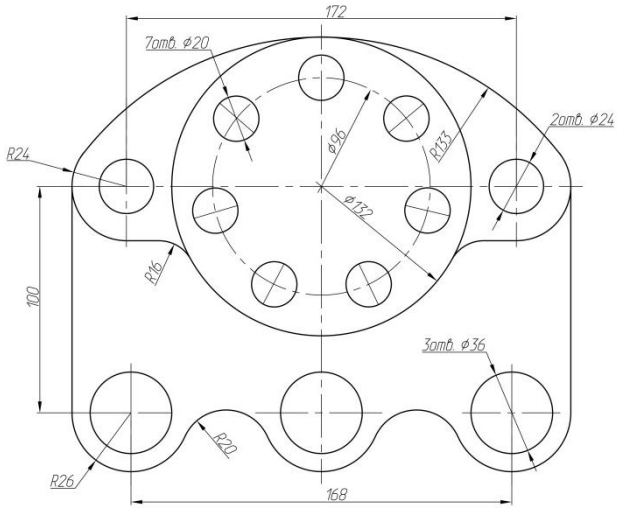
Вариант 19



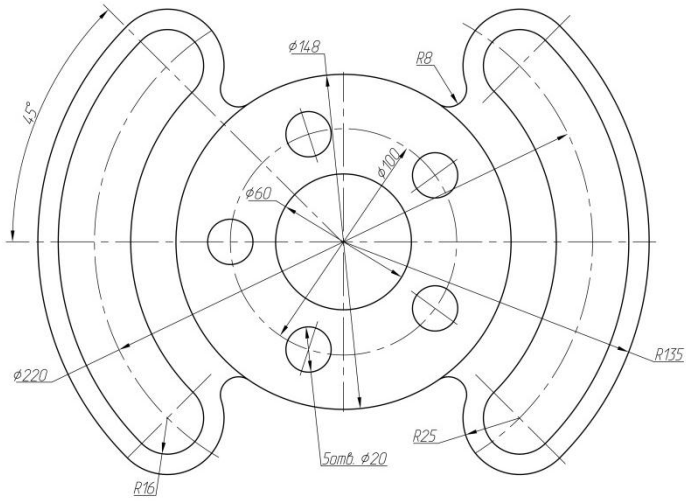
Вариант 20



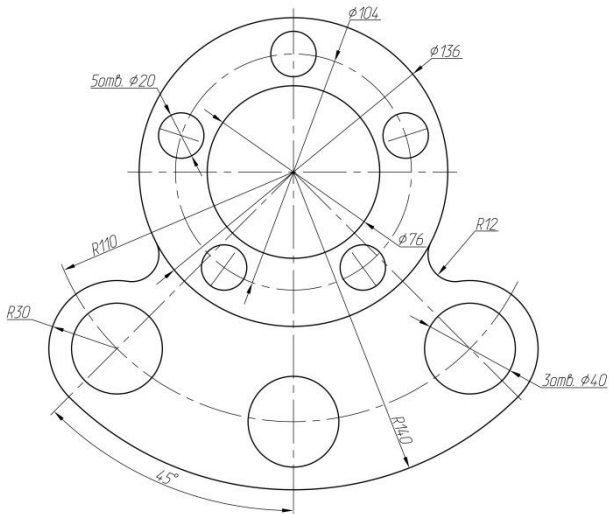
Вариант 21



Вариант 22

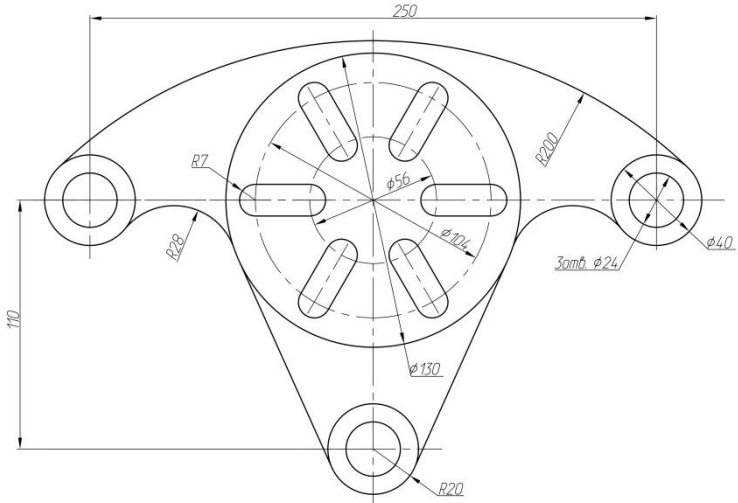


Варіант 23

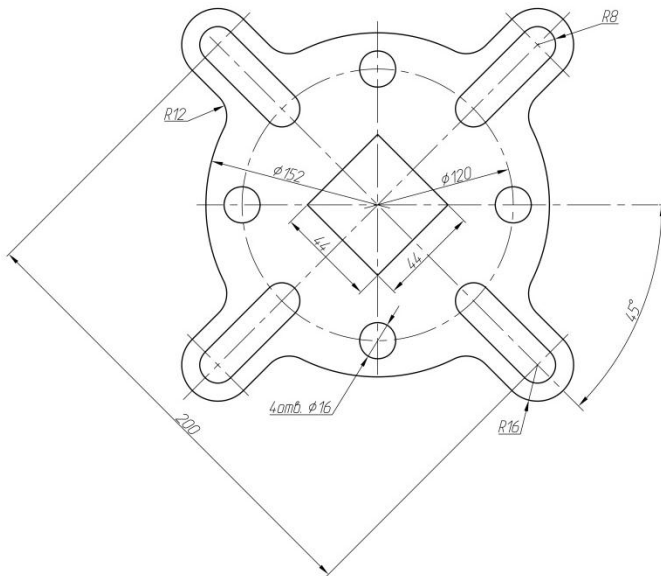


Варіант 24

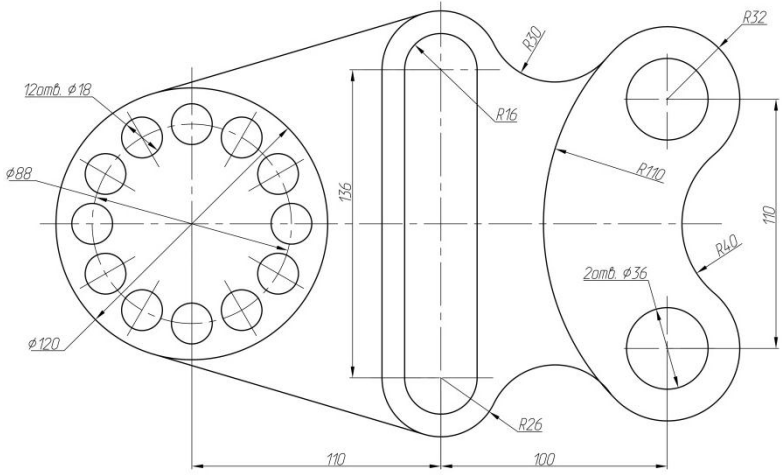
37



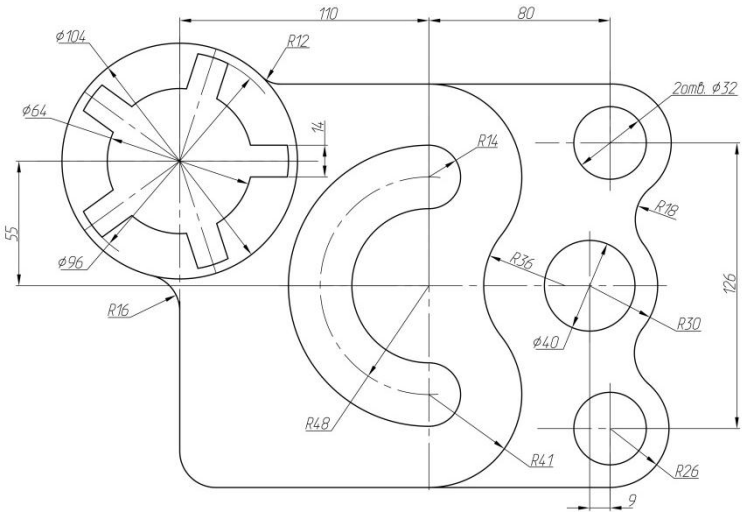
Варіант 25



Варіант 26



Вариант 27



Вариант 28