

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ



Інженерно-енергетичний факультет  
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

**ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА:**

методичні рекомендації для виконання самостійних робіт  
з використанням засобів інформаційно-освітнього середовища  
здобувачами початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти ОПП  
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв  
2023

УДК 744 : 004. 92

I-62

Рекомендовано до друку рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 30.03.23, протокол №8.

**Укладач:**

Н. А. Доценко – д-р. пед. наук, доцент, професор кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.

**Рецензенти:**

І. В. Бацуровська – д-р пед. наук, доцент, професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет

О. А. Горбенко – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет

© Миколаївський національний аграрний університет, 2023

© Доценко Н. А., 2023

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Графічна робота №1 «Побудова розгортки багатогранника».....	5
1.1. Перетин багатогранника прямою лінією.....	5
1.2. Побудова розгорток багатогранників .....	6
1.2. Завдання. Графічна робота №1. Побудова розгортки багатогранника .....	11
2. Графічна робота №2 «Побудова спряжень» .....	14
2. Побудова лекальних кривих .....	18
2.2. Інтерактивний навчальний тренажер «Спряження та лекальні криві».....	24
2.3. Завдання до графічної роботи №3 «Спряження та лекальні криві».....	24
3. Види, розрізи, перерізи, виносні елементи. ....	30
3.1. Інтерактивний навчальний тренажер «Види, розрізи, перерізи»	33
3.2. Завдання до графічної роботи №4 «Види, розрізи, перерізи» ..	34
Література .....	46

## Вступ

Електронні освітні ресурси і створене на їх базі інформаційно-освітнє середовище мають чималий потенціал для підвищення якості навчання. Інформаційне освітнє середовище поєднує широкий вибір навчального програмного забезпечення та мережних технологій, включаючи електронну пошту, форуми, програмне забезпечення колективного використання, чати, відео конференції, записи аудіо та відео, та широке коло навчальних інструментів, що базуються на використанні Веб-технологій. Вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» дає можливість здобувачам вищої освіти інженерних спеціальностей читати і виконувати ескізи, технічні рисунки, креслення і схеми - зображення виробів, пов'язані відповідним чином з проектуванням, виготовленням і експлуатацією різних машин, механізмів і приладів.

В методичних рекомендаціях представлений комплекс самостійних робіт, що складається з індивідуальних завдань і прикладів їх виконання. Виконання завдань сприяє придбання майбутніми інженерами знань загальних методів побудови і читання креслень, а також рішенням різноманітних інженерно-геометричних задач, що виникають при проектуванні, конструюванні і виготовленні різних виробів. Отримавши варіант завдання, здобувач вищої освіти починає його виконувати в аудиторії під керівництвом і контролем викладача, а закінчує - самостійно. Під час виконання графічних робіт розвиваються вміння і навички оформлення конструкторської документації і читання технічних креслень. Повне володіння кресленням як виробничим документом, а також стійкість навичок у виконанні креслень досягаються внаслідок закріплення навичок при користуванні навчальними тестовими тренажерами, які є елементом інформаційно-освітнього середовища.

Важливою умовою успішного вивчення інженерної графіки являється засвоєння стандартів ЄСКД. Під засвоєнням треба розуміти не формальне заучування стандартів, а розуміння їх суті, правильного застосування правил, вимог, які вони містять.

# 1. Графічна робота №1 «Побудова розгортки багатогранника»

## 1.1. Перетин багатогранника прямою лінією.

В практиці виконання креслень часто необхідно розв'язати задачу на побудову точок перетину прямої лінії з поверхнею геометричного тіла. Щоб знайти точки перетину багатогранника прямою лінією необхідно:

1. через пряму провести допоміжну площину;
2. знайти переріз площини з багатогранником;
3. відмітити точки перетину прямої з проекцією перерізу. Це і будуть шукані точки входу і виходу. Допоміжна січна площина називається площина-посередник.

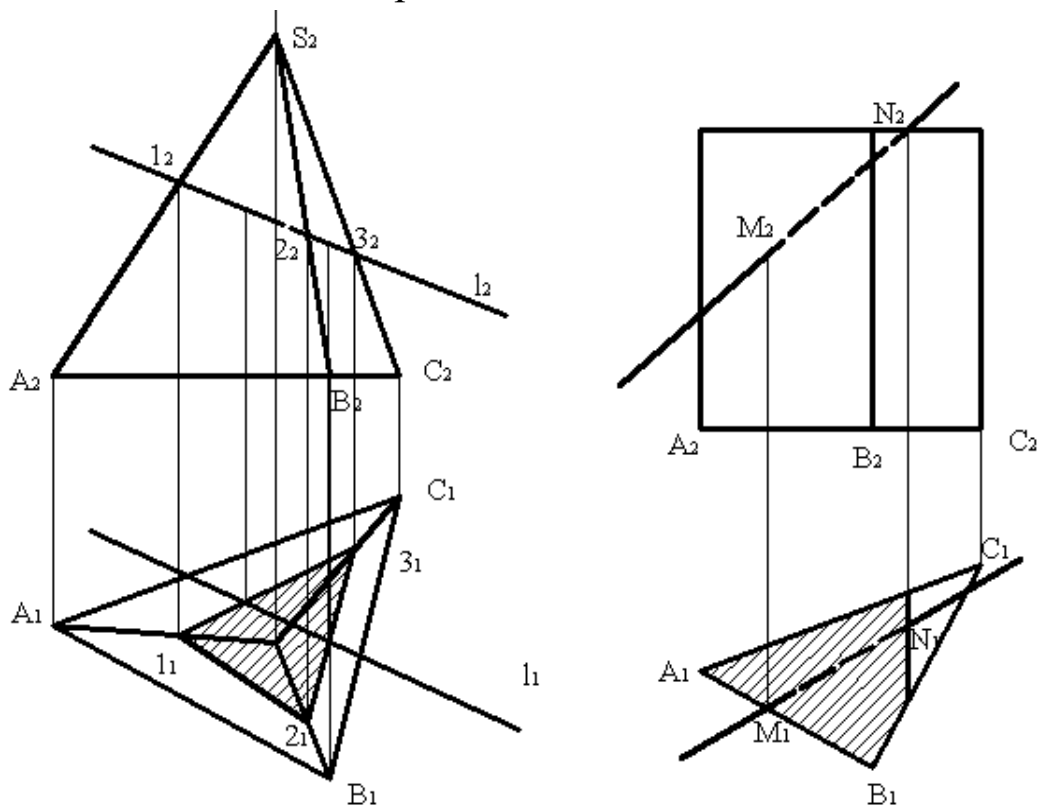


Рис.1.1. Перетин багатогранника прямою лінією

*Перетин багатогранника площиною.* Плоским перерізом багатогранника являється багатогранник, вершинами якого служать точки перетину його ребер з січною площиною, а сторонами – відрізки прямих перетину його граней з тою ж самою площиною.

На рис.1.2 зображена побудова фігури перерізу поверхні багатогранника проектуючою площиною.

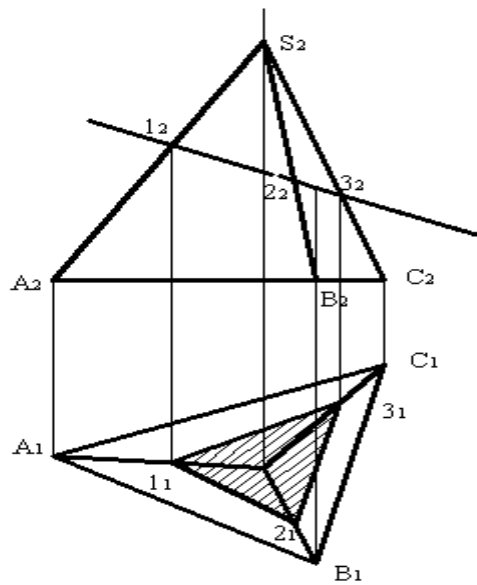


Рис. 1.2. Перетин багатогранника площиною.

*Розгорткою* називається таке перетворення поверхонь, в результаті якого вона суміщається з площиною. Вище ми поверхні ділили на розгортні та нерозгортні. Перші можуть бути сумісними з площиною без складок і розривів, другі – суміщаються з площиною приблизно в результаті деякої деформації або умовної заміни відсіків нерозгортних поверхонь відсіками поверхонь розгортних. Заміна однієї фігури другою більш простішою називається апроксимацією. *Розгорткою може бути тільки лінійчата поверхня, причому саме така, дві суміжні твірні якої перетинаються (в власній або невластній точці).* Плоска фігура, отримана в результаті розгортання поверхні тіла, називається розгорткою, в техніці розгортки використовують при виготовленні конструкцій із листового матеріалу.

### ***1.2. Побудова розгорток багатогранників***

Розгортка багатогранника являє собою плоску фігуру, отриману при поєднанні всіх його граней з площиною. Отже, побудова розгортки багатогранника зводиться до побудови істинних величин його граней. Виконання цієї операції пов'язане з визначенням натуральних величин його ребер, які є сторонами багатокутників – граней, а іноді і деяких інших елементів. Грані

багатогранника умовно поділяються на бічні і сторони підстави. Існують три способи побудови розгорток багатогранних поверхонь:

- 1 ) спосіб трикутників (триангуляції);
- 2 ) спосіб нормального перерізу;
- 3 ) спосіб розкатки.

*Побудова розгортки піраміди способом триангуляції*

Бічні грані будь піраміди є трикутниками. Для побудови розгортки піраміди (рис. 1.3) необхідно попередньо визначити натуральні величини бічних ребер і сторін основи.

У зображеній на рисунку піраміді боку основи є горизонталями і проєктуються на площину  $\Pi_1$  в натуральну величину. Справжні величини бічних ребер визначені способом прямокутних трикутників.  $S_2M_0C_0$ ,  $S_2M_0B_0$  і  $S_2M_0A_0$ , у яких одним катетом є висота піраміди ( $S_2M_0$  – різниця висот точки  $S$  і точок  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ), а іншим - горизонтальна проєкція відповідного ребра.

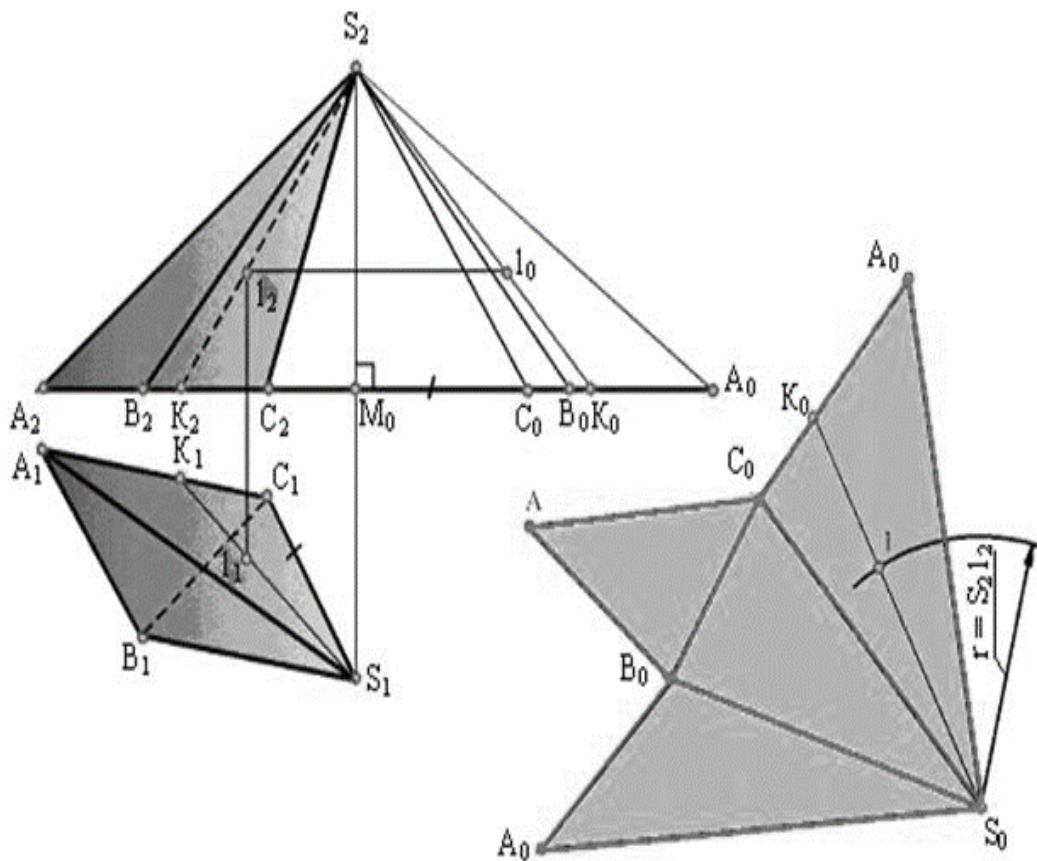


Рис. 1. 3. Побудова розгортки піраміди

$$\begin{aligned} / M_0C_0 / &= / S_1C_1 /; / M_0B_0 / = / S_1B_1 /; \\ / M_0A_0 / &= / S_1A_1 /; / M_0K_0 / = / S_1K_1 / \end{aligned}$$

Натуральні величини ребер піраміди можуть бути визначені способом обертання навколо осі, що проходить через вершину  $S$  і перпендикулярні площині  $\Pi_1$ .

Наступна операція полягає в побудові кожної бічної грані як трикутника за трьома сторонами. У результаті виходить розгортка бічної поверхні піраміди у вигляді ряду примикають один до одного трикутників із загальною вершиною  $S$ . Приєднавши до отриманої фігури основу ( $ABC$ ), отримаємо повну розгортку піраміди. Побудова на розгортці точки  $1$ , що належить поверхні піраміди, зрозуміло з креслення. Такий метод побудови розгортки поверхні називається способом тріангуляції .

*Побудова розгортки призми способом нормального перерізу*

Для побудови розгортки похилої призми, зображеної на рис.1.4 необхідно знайти істинні величини бічних ребер і сторін основи призми. Призма розташована так, що її бічні ребра паралельні площині  $\Pi_2$  і проектується на неї у натуральну величину. Сторони основи є горизонталями і проектується на площину  $\Pi_1$  без спотворення. Таким чином, довжини сторін кожної грані відомі, однак цього ще недостатньо для побудови істинної форми бічних граней.



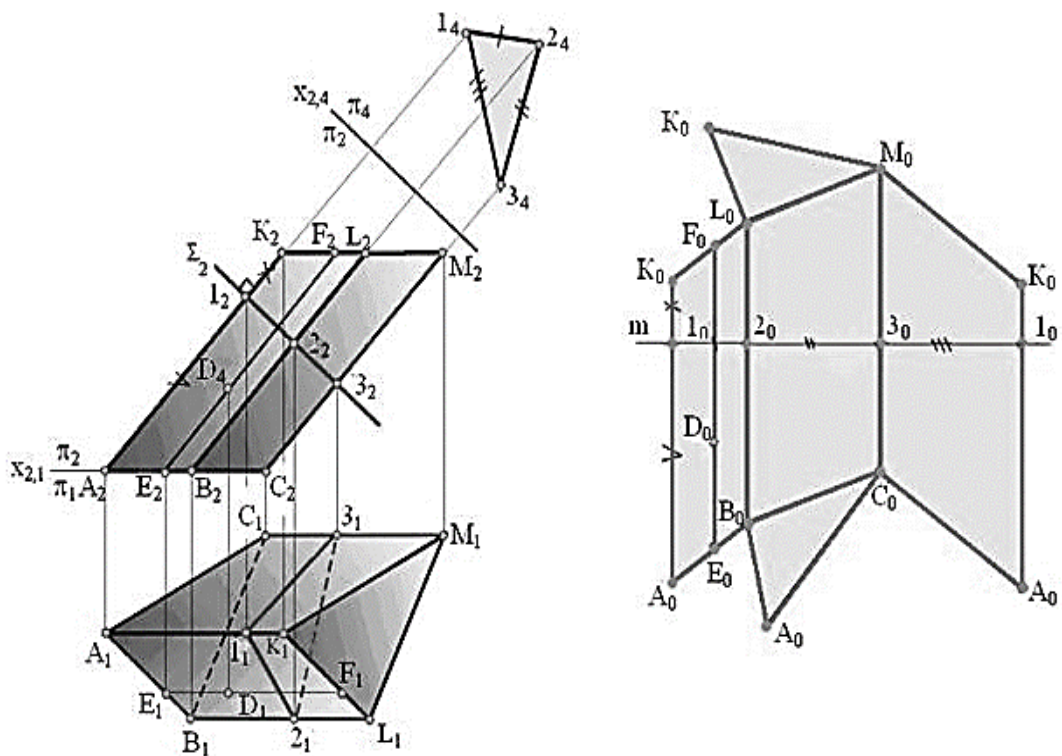


Рис.1.4. Побудова розгортки призми

Бічні грані похилої призми є паралелограмом. Для побудови паралелограма необхідно крім довжини сторін знати ще його висоту. Для визначення висот граней перетнемо призму площиною  $\Sigma$  ( $\Sigma_2$ ), перпендикулярної до ребер (спосіб нормального перерізу), і визначимо справжню величину перерізу шляхом заміни площин проєкцій. Сторони цього нормального перерізу і будуть висотами відповідних граней. Тепер приступаємо до побудови розгортки. На вільному місці креслення проводимо горизонтальну пряму  $m$  і відкладаємо на ній відрізки

$$/1 - 2/ = /1_4 - 2_4/, /2 - 3/ = /2_4 - 3_4/ \text{ і } /3 - 1/ = /3_4 - 1_4/.$$

Через точки 1, 2, 3, 1 проводимо перпендикуляри до прямої  $m$  і відкладаємо на них величини бічних ребер так, щоб  $/A1/ = /A_21_2/$  та  $/1K/ = /1_2K_2/$ ,  $/B2/ = /B_22_2/$  та  $/2L/ = /2_2L_2/$  і т. п.

З'єднавши кінці побудованих відрізків, отримаємо розгортку бічної поверхні призми. Приєднавши до неї обидві основи, отримаємо повну розгортку призми. Побудова на розгортці точки 4, що належить поверхні призми, зрозуміло з креслення.

*Спосіб розкатки*

Спосіб розкати використовують для побудови розгортки призми, в тому випадку, коли її основи паралельні до однієї площини проєкції, а бічні ребра відображаються в натуральну величину на іншій площині проєкцій. На рис.1.73 побудовано розгортку поверхні похилої тригранної призми  $ABCDEF$ , використовуючи спосіб розкати.

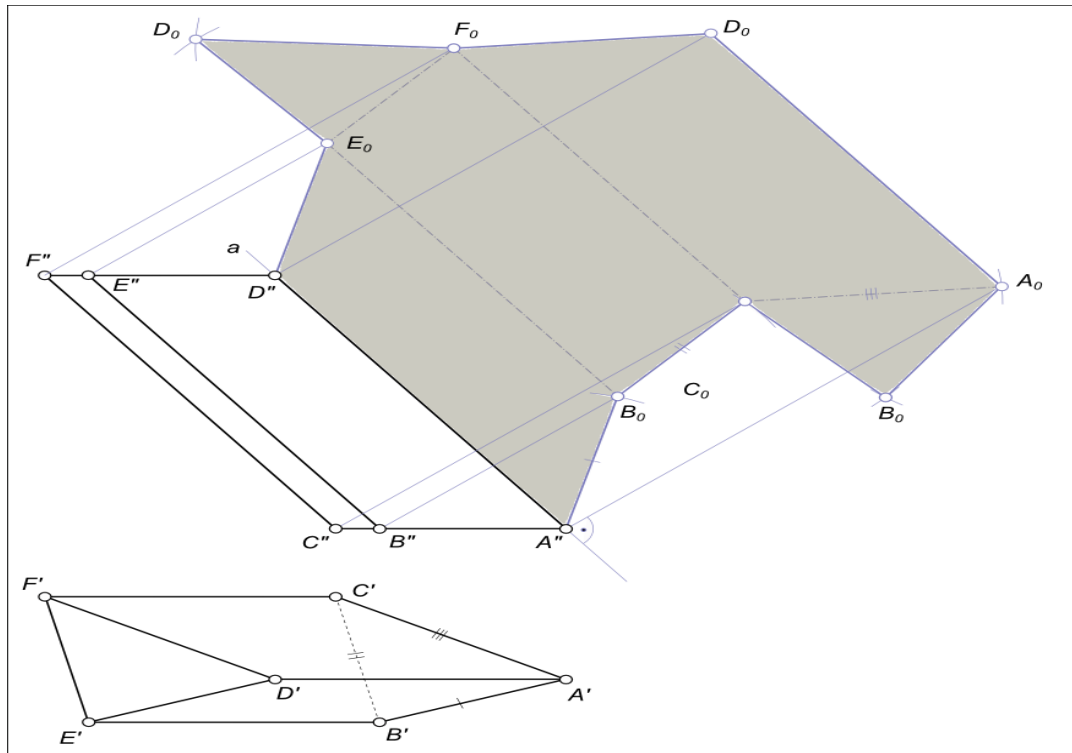


Рис.1.5. Побудова розгортки похилої призми методом розкати

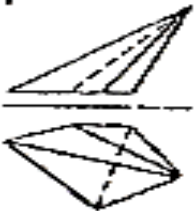

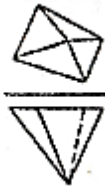



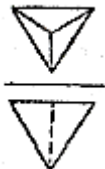

За площину розгортки приймемо площину  $\beta$ , що проходить через ребро  $AD$ , паралельну фронтальній площині проєкцій. Суміщаємо грань  $ADEB$  з площиною  $\beta$ . Для цього подумки розріжемо призму по ребру  $AD$ , і потім виконаємо поворот грані  $ADEB$  навколо ребра  $AD$ . Визначення суміщеного з площиною  $\beta$  положення ребра  $V_0E_0$  з точки  $B''$  опускаємо промінь, перпендикулярний до  $A''D''$  і засікаємо на ньому дугою радіуса  $A'B'$ , проведеної з центру  $A''$ , точку  $B_0$ . З точки  $B_0$  проводимо пряму  $V_0E_0$ , паралельну  $A''D''$ . Суміщене положення ребра  $V_0E_0$  приймаємо за нову вісь і обертаємо навколо неї грань  $BEFC$  до суміщення з площиною  $\beta$ . З точки  $C''$  опускаємо промінь, перпендикулярний до  $B''E''$ , а з точки  $B_0$  – дугу кола радіусом  $B'C'$  засікаємо на ньому положення точки  $C_0$ . З  $C_0$  проводимо  $C_0F_0$

паралельно  $B_0E_0$ . Аналогічно визначається положення ребра  $A_0D_0$ . Поєднавши точки  $A''B_0C_0A_0$  і  $D''E_0F_0D_0$  прямими, одержимо фігуру  $A''B_0C_0A_0D_0E_0F_0D''$  – розгортку бічної поверхні призми. Повна розгортка призми буде отримана якщо до яких-небудь з ланок ламаних ліній  $A''B_0C_0A_0$  і  $D''E_0F_0D_0$  прилаштувати трикутники основи  $A_0B_0C_0$  і  $D_0E_0F_0$ .

### 1.1. Завдання. Графічна робота №1. Побудова розгортки багатогранника

Пропонується побудувати проєкції багатогранника за координатами, побудувати розгортку багатогранника одним з трьох способів на вибір здобувача вищої освіти.

Таблиця 1.1. Координати точок

<p>1</p>  <table border="1" data-bbox="228 1149 475 1357"> <thead> <tr> <th>№1</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>65</td> <td>25</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>50</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Д</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>5</td> <td>50</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	№1	X	Y	Z	A	65	25	5	B	50	10	5	C	20	10	5	Д	40	60	5	K	5	50	60	<p>2</p>  <table border="1" data-bbox="523 1093 834 1406"> <thead> <tr> <th>№2</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>45</td> <td>5</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>35</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>80</td> <td>60</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>70</td> <td>60</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	№2	X	Y	Z	A	45	5	25	B	15	5	40	C	5	5	15	D	35	5	5	K	80	60	60	L	50	60	75	M	40	60	50	N	70	60	40	<p>3</p>  <table border="1" data-bbox="874 1093 1121 1328"> <thead> <tr> <th>№3</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90</td> <td>10</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>60</td> <td>10</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>25</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	№3	X	Y	Z	A	90	10	30	B	60	10	75	C	5	10	45	D	25	10	5	K	35	10	45	<p>4</p>  <table border="1" data-bbox="1193 1093 1489 1283"> <thead> <tr> <th>№4</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>70</td> <td>10</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>60</td> <td>10</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>70</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	№4	X	Y	Z	A	70	10	30	B	60	10	60	C	20	10	60	D	10	70	10
№1	X	Y	Z																																																																																																								
A	65	25	5																																																																																																								
B	50	10	5																																																																																																								
C	20	10	5																																																																																																								
Д	40	60	5																																																																																																								
K	5	50	60																																																																																																								
№2	X	Y	Z																																																																																																								
A	45	5	25																																																																																																								
B	15	5	40																																																																																																								
C	5	5	15																																																																																																								
D	35	5	5																																																																																																								
K	80	60	60																																																																																																								
L	50	60	75																																																																																																								
M	40	60	50																																																																																																								
N	70	60	40																																																																																																								
№3	X	Y	Z																																																																																																								
A	90	10	30																																																																																																								
B	60	10	75																																																																																																								
C	5	10	45																																																																																																								
D	25	10	5																																																																																																								
K	35	10	45																																																																																																								
№4	X	Y	Z																																																																																																								
A	70	10	30																																																																																																								
B	60	10	60																																																																																																								
C	20	10	60																																																																																																								
D	10	70	10																																																																																																								
<p>5</p>  <table border="1" data-bbox="228 1624 491 1803"> <thead> <tr> <th>№5</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>45</td> <td>55</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>45</td> <td>55</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>75</td> <td>10</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>15</td> <td>10</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>	№5	X	Y	Z	A	45	55	65	B	45	55	5	C	75	10	35	D	15	10	35	<p>6</p>  <table border="1" data-bbox="523 1624 826 1821"> <thead> <tr> <th>№6</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>15</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>15</td> <td>70</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>45</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	№6	X	Y	Z	A	5	10	5	B	15	10	5	C	15	70	5	D	45	40	60	<p>7</p>  <table border="1" data-bbox="874 1624 1169 1821"> <thead> <tr> <th>№7</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>80</td> <td>10</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>45</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>45</td> <td>65</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	№7	X	Y	Z	A	80	10	55	B	10	10	55	C	45	10	5	D	45	65	40	<p>8</p>  <table border="1" data-bbox="1193 1624 1489 1821"> <thead> <tr> <th>№8</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>85</td> <td>10</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>70</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>55</td> <td>85</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	№8	X	Y	Z	A	85	10	55	B	10	10	40	C	70	10	10	D	55	85	40																								
№5	X	Y	Z																																																																																																								
A	45	55	65																																																																																																								
B	45	55	5																																																																																																								
C	75	10	35																																																																																																								
D	15	10	35																																																																																																								
№6	X	Y	Z																																																																																																								
A	5	10	5																																																																																																								
B	15	10	5																																																																																																								
C	15	70	5																																																																																																								
D	45	40	60																																																																																																								
№7	X	Y	Z																																																																																																								
A	80	10	55																																																																																																								
B	10	10	55																																																																																																								
C	45	10	5																																																																																																								
D	45	65	40																																																																																																								
№8	X	Y	Z																																																																																																								
A	85	10	55																																																																																																								
B	10	10	40																																																																																																								
C	70	10	10																																																																																																								
D	55	85	40																																																																																																								

9

№9	X	Y	Z
A	80	35	5
B	20	5	6
C	5	35	5
D	50	70	5
K	40	35	65

10

№10	X	Y	Z
A	60	10	65
B	10	10	55
C	25	10	10
D	65	10	10
K	45	65	35

11

№11	X	Y	Z
A	85	10	65
B	10	10	40
C	70	10	20
D	45	65	40

12

№12	X	Y	Z
A	80	20	5
B	45	10	5
C	65	45	5
D	40	50	60
K	5	40	60
L	25	75	60

13

№13	X	Y	Z
A	85	70	5
B	65	10	5
C	20	55	5
D	40	70	5
K	5	10	65

14

№14	X	Y	Z
A	80	30	15
B	65	5	10
C	50	30	5
D	35	70	60
K	20	45	55
L	5	70	50

15

№15	X	Y	Z
A	75	10	40
B	35	10	70
C	15	10	10
D	45	65	40

16

№16	X	Y	Z
A	80	5	40
B	45	5	60
C	10	5	10
D	45	60	25

17

№17	X	Y	Z
A	60	60	5
B	30	10	6
C	10	30	5
D	95	60	70

18

№18	X	Y	Z
A	60	10	5
B	20	10	5
C	20	70	5
D	60	70	5
K	50	40	65

19

№19	X	Y	Z
A	75	5	35
B	60	5	60
C	30	5	60
D	15	5	35
K	30	5	10
L	60	5	10
M	45	70	35

20

№20	X	Y	Z
A	80	10	5
B	20	10	5
C	50	55	5
D	80	10	55

21

№	X	Y	Z
21			
A	60	10	40
B	20	10	40
C	20	70	40
D	60	70	40
K	50	40	5
L	50	40	75

22

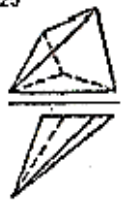
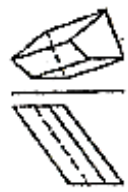

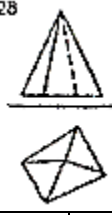
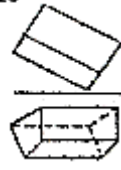
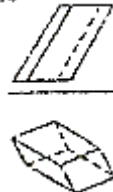
№22	X	Y	Z
A	65	10	5
B	20	50	5
C	60	10	5
D	20	10	70

23

№23	X	Y	Z
A	55	10	10
B	30	10	55
C	15	10	20
D	80	65	55

24

№24	X	Y	Z
A	95	25	5
B	65	10	5
C	80	50	5
D	40	50	55
K	10	35	55
L	25	75	55

<p>25</p>  <table border="1" data-bbox="228 425 494 622"> <thead> <tr> <th>№25</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> <td>10</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>45</td> <td>10</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>65</td> <td>65</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	№25	X	Y	Z	A	60	10	45	B	20	10	60	C	10	10	10	D	45	10	20	K	65	65	10	<p>26</p>  <table border="1" data-bbox="518 425 834 779"> <thead> <tr> <th>№26</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90</td> <td>5</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>65</td> <td>6</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>75</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>20</td> <td>60</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>5</td> <td>60</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	№26	X	Y	Z	A	90	5	25	B	65	6	45	C	50	5	10	D	75	5	10	K	45	60	45	L	20	60	65	M	5	60	30	N	30	60	30	<p>27</p>  <table border="1" data-bbox="861 414 1157 683"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>27</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>85</td> <td>10</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>65</td> <td>10</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>40</td> <td>10</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>50</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>40</td> <td>65</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>	№	X	Y	Z	27				A	85	10	25	B	65	10	55	C	40	10	35	D	50	10	10	K	40	65	55	<p>28</p>  <table border="1" data-bbox="1189 414 1481 627"> <thead> <tr> <th>№28</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90</td> <td>35</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>40</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>20</td> <td>60</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>70</td> <td>75</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>45</td> <td>35</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	№28	X	Y	Z	A	90	35	5	B	40	5	5	C	20	60	5	D	70	75	5	K	45	35	65
№25	X	Y	Z																																																																																																																
A	60	10	45																																																																																																																
B	20	10	60																																																																																																																
C	10	10	10																																																																																																																
D	45	10	20																																																																																																																
K	65	65	10																																																																																																																
№26	X	Y	Z																																																																																																																
A	90	5	25																																																																																																																
B	65	6	45																																																																																																																
C	50	5	10																																																																																																																
D	75	5	10																																																																																																																
K	45	60	45																																																																																																																
L	20	60	65																																																																																																																
M	5	60	30																																																																																																																
N	30	60	30																																																																																																																
№	X	Y	Z																																																																																																																
27																																																																																																																			
A	85	10	25																																																																																																																
B	65	10	55																																																																																																																
C	40	10	35																																																																																																																
D	50	10	10																																																																																																																
K	40	65	55																																																																																																																
№28	X	Y	Z																																																																																																																
A	90	35	5																																																																																																																
B	40	5	5																																																																																																																
C	20	60	5																																																																																																																
D	70	75	5																																																																																																																
K	45	35	65																																																																																																																
<p>29</p>  <table border="1" data-bbox="228 985 558 1344"> <thead> <tr> <th>№29</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> <td>40</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>25</td> <td>55</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>90</td> <td>25</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>65</td> <td>10</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>65</td> <td>40</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>80</td> <td>55</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	№29	X	Y	Z	A	35	25	5	B	10	10	30	C	10	40	30	D	25	55	15	K	90	25	30	L	65	10	55	M	65	40	55	N	80	55	40	<p>30</p>  <table border="1" data-bbox="861 1008 1189 1366"> <thead> <tr> <th>№30</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>95</td> <td>80</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>65</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>55</td> <td>30</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>85</td> <td>50</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>10</td> <td>50</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>40</td> <td>70</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	№30	X	Y	Z	A	95	80	5	B	65	10	5	C	55	30	5	D	85	50	5	K	50	50	65	L	20	30	65	M	10	50	65	N	40	70	65																																										
№29	X	Y	Z																																																																																																																
A	35	25	5																																																																																																																
B	10	10	30																																																																																																																
C	10	40	30																																																																																																																
D	25	55	15																																																																																																																
K	90	25	30																																																																																																																
L	65	10	55																																																																																																																
M	65	40	55																																																																																																																
N	80	55	40																																																																																																																
№30	X	Y	Z																																																																																																																
A	95	80	5																																																																																																																
B	65	10	5																																																																																																																
C	55	30	5																																																																																																																
D	85	50	5																																																																																																																
K	50	50	65																																																																																																																
L	20	30	65																																																																																																																
M	10	50	65																																																																																																																
N	40	70	65																																																																																																																

## 2. Графічна робота №2 «Побудова спряжень»

В кресленнях технічних форм часто зустрічаються плавні переходи від однієї лінії до іншої. Плавний перехід однієї лінії в іншу, виконаний за допомогою проміжної лінії, називається **спряженням**.

### *Спряження двох прямих ліній, що перетинаються*

Розглянемо дві прямі  $m$ ,  $n$ , що перетинаються і радіус спряження  $R$  (рис. 2.1). Необхідно побудувати спряження даних прямих окружністю радіусом  $R$ .

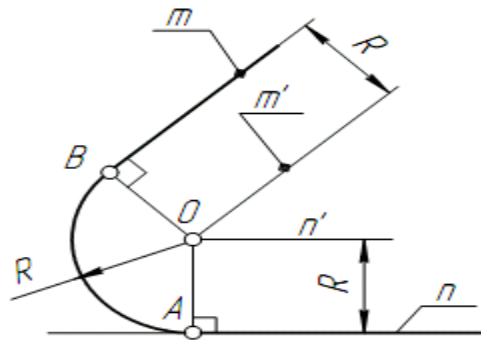


Рис. 2.1. Спряження двох прямих ліній, що перетинаються

Виконуємо наступні побудови:

1. Побудуємо множину точок центрів спряження, віддалених від прямої  $n$  на відстань радіуса  $R$  спряження. Такою множиною являється пряма  $n'$ , паралельна даній прямій  $n$  і віддалена від неї на відстань  $R$ .

2. Побудуємо множину точок центрів спряження, віддалених від прямої  $m$  на відстань радіуса спряження. Такою множиною являється пряма  $m'$ , паралельна  $m$  і віддалена від останньої на відстань  $R$ .

3. На перетині побудованих прямих  $m'$  і  $n'$  знаходимо центр спряження  $O$ .

4. Визначимо точку  $A$  спряження прямої  $n$ . Для цього опустимо із центру  $O$  перпендикуляр на пряму  $n$ . Для визначення точки спряження  $B$  на прямій  $m$ , необхідно опустити відповідно перпендикуляр із центра  $O$  на пряму  $m$ . Проведемо дугу спряження  $AB$ . Тепер будуть визначені всі елементи спряження: радіус, центр і точки спряження.

### Спряження прямої з колом

Спряження прямої з окружністю може бути зовнішнім та внутрішнім. Розглянемо побудову зовнішнього спряження прямої з окружністю.

Приклад 1. Нехай задано окружність радіусом  $R$  з центром в точці  $O_1$  і пряма  $m$ . Необхідно побудувати спряження окружності з прямою дугою окружності заданого радіуса  $R$  (рис. 2.2).

Для рішення задачі виконаємо наступні побудови:

1. Побудуємо множину точок центрів спряження, які віддалені від прямої спряження на відстань  $R$ . Цю множину задає пряма  $m'$ , паралельна  $m$  і віддалена від неї на відстань  $R$ .

2. Множина точок центрів спряження, віддалених від окружності  $n$  на відстань  $R$ , являється окружністю  $n'$ , яка проведена радіусом  $R_1+R$ .

3. Центр спряження  $O$  знаходимо як точку перетину лінії  $n'$  і  $m'$ .

4. Точка спряження  $A$  знаходиться як основа перпендикуляра, проведеного із точки  $O$  на пряму  $m$ . Щоб побудувати точку спряження  $B$ , необхідно провести лінію центрів  $OO_1$ , тобто з'єднати центри спряження дуг. На перетині лінії центрів з заданою окружністю визначимо точку  $B$ .

5. Побудуємо дугу спряження  $AB$ .

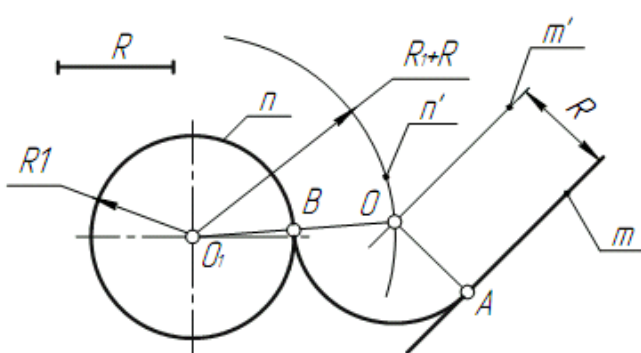


Рис. 2.2

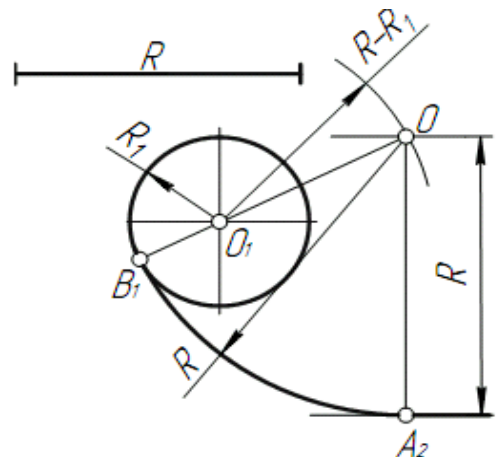


Рис. 2.3

Приклад 2. При побудові внутрішнього спряження (рис. 2.3) послідовність побудови залишається такою ж, як і в прикладі 1. Але центр спряження визначається за допомогою допоміжної дуги окружності, яка проведена із центра  $O_1$ , радіусом  $R-R_1$ .

### Спряження кіл

Спряження двох кіл може бути зовнішнім, внутрішнім і змішаним. Нехай задано радіус спряження  $R$ , а центри спряження і точки спряження треба знайти.

Приклад 1. Побудуємо спряження з зовнішнім дотиком двох даних окружностей  $m$  і  $n$  з радіусами  $R_1$  і  $R_2$  дугою заданого радіуса  $R$  (рис. 2.4а).

1. Для знаходження центра спряження  $O$  проведемо окружність  $m'$ , віддалену від даної окружності  $m$  на відстань  $R$ . Так як спряження з зовнішнім торканням, то радіус окружності  $m'$  рівний  $R_1+R$ .

2. Радіусом  $R_2+R$  проведемо окружність  $n'$ , яка віддалена від даної окружності  $n$  на відстань  $R$ .

3. Знайдемо центр спряження  $O$  як точку перетину окружностей  $m'$  і  $n'$ .

4. Знайдемо точку спряження  $A$ , як перетин ліній центрів  $OO_1$  з дугою  $m$ .

5. Аналогічно знайдемо точку  $B$ , як перетин ліній центрів  $OO_2$  з дугою  $n$ .

6. Проведемо дугу спряження  $AB$ .

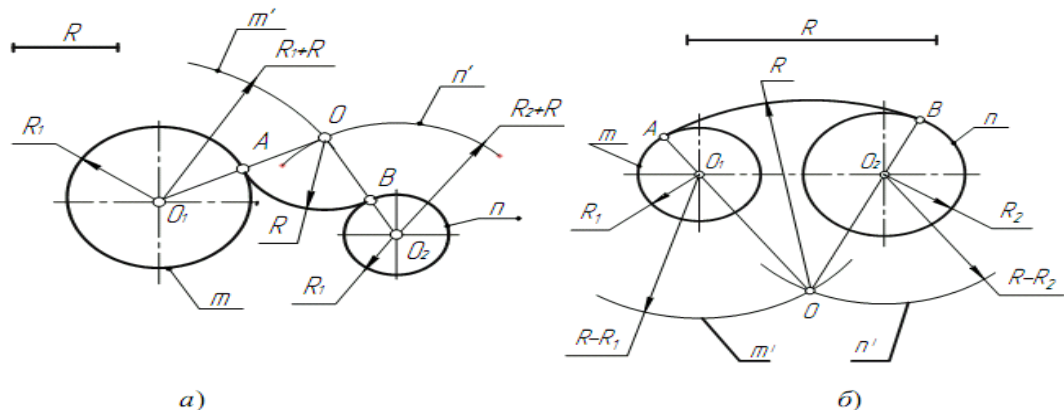


Рис. 2.4. Спряження кіл

Приклад 2. Побудуємо спряження з внутрішнім торканням двох даних окружностей  $m$  і  $n$  з радіусами  $R_1$  і  $R_2$  дугою радіусом  $R$  (рис. 2.4.б).

1. Для знаходження центра спряження  $O$  проведемо окружність  $m'$  на відстані  $R-R_1$  від даної окружності  $m$ .

2. Проведемо окружність  $n'$  на відстані  $R-R_2$  від даної окружності  $n$ .



3. Центр спряження  $O$  знайдемо як точку перетину окружностей  $m'$  і  $n'$ .

4. Точку спряження  $A$  знайдемо як точку перетину ліній центрів  $OO_1$  з заданою окружністю  $m$ .

5. Точку спряження  $B$  знайдемо як точку перетину ліній центрів  $OO_2$  з заданою окружністю  $n$ .

6. Проведемо дугу спряження  $AB$  з центром в точці  $O$ .

Приклад 3. На рис. 2.5 представлено приклад побудови спряження з змішаним торканням.

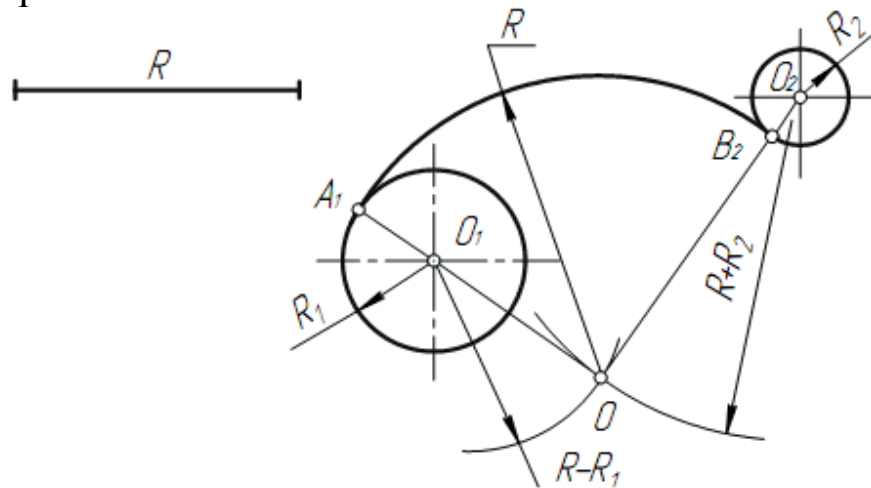


Рис. 2.5. Приклад побудови спряження з змішаним торканням.

### **Побудова дотичних**

Приклад 1. Дано окружність з центром в точці  $O_2$  і точка  $O_1$  за нею. Через дану точку  $O_1$  провести дотичну до даного кола (рис. 2.6).

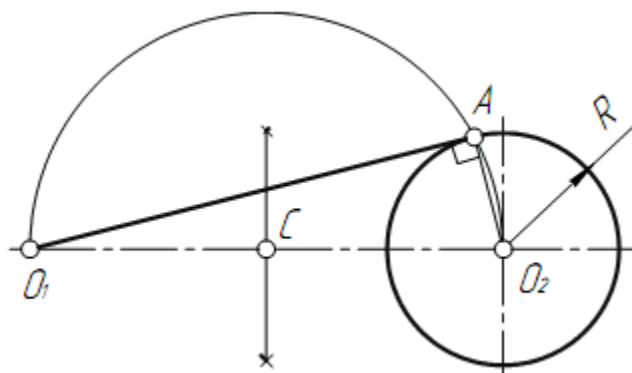


Рис. 2.6. Побудова дотичної

Для рішення задачі виконаємо наступні побудови:

1. З'єднаємо точку  $O_1$  з центром окружності  $O_2$ .
2. Знайдемо середину  $C$  відрізка  $O_1O_2$ .
3. Із точки  $C$ , як з центра, проведемо допоміжну окружність радіусом  $CO_1 = CO_2$ .

4. В точці перетину допоміжної окружності з заданою отримаємо точку торкання  $A$ . З'єднаємо точку  $O_1$  з точкою  $A$ .

**Приклад 2.** Побудуємо спільну дотичну  $AB$  до двох заданих кіл радіусами  $R_1$  і  $R_2$  (рис. 2.7).

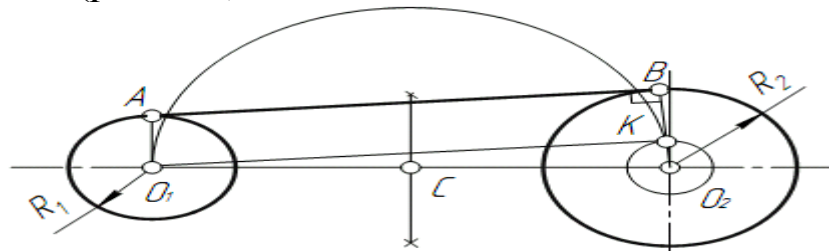


Рис. 2.7. Побудова дотичної

1. Знаходимо середину  $C$  відрізка  $O_1O_2$ .
2. Із точки  $C$ , як із центра, радіусом  $CO_1 = CO_2$  проведемо допоміжну окружність.
3. Із центру великої окружності  $O_2$  проведемо другу допоміжну окружність радіусом  $R_2 - R_1$ .
4. Перетин двох допоміжних окружностей визначає точку  $K$ , через яку проходить радіус  $O_2K$ , що проходить до точки дотику  $B$ .
5. Для побудови другої точки дотику  $A$  проведемо  $O_1A \parallel O_2B$ .
6. З'єднаємо точки  $A$  і  $B$  відрізком прямої лінії.

## 2. Побудова лекальних кривих

Дуже часто в техніці зустрічаються плоскі криві: еліпс, парабола, гіпербола, циклоїда, синусоїда, евольвента та інші. Вони обводяться за допомогою лекала.

**Еліпс** – плоска замкнена крива, яка представляє собою геометричні місця точок, сума відстаней від яких до двох заданих точок, які називаються фокусами, являється постійною величиною.

Дано:  $AB$  – велика вісь еліпса;  $CD$  – мала ось еліпса.

Для побудови еліпса по великій і малій осях через точку  $O$  – центр еліпса – проводять дві взаємно перпендикулярні прямі у напрямку осей еліпса. Із центра  $O$  проводять дві допоміжні концентричні окружності з діаметрами, які рівні великій і малим осям еліпса. Точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  і  $D$ , побудовані на перпендикулярних прямих, належать еліпсу як кінці його осей.

Для знаходження проміжних точок окружність ділять на декілька рівних частин, наприклад 12; точки поділу повинні лежати на великій окружності. Відмічають, наприклад, точки  $M$  і  $N$ .

Провівши через точку  $M$  пряму, паралельну малій осі еліпса ( $CD$ ), а через точку  $N$  – пряму, паралельну великій осі еліпса ( $AB$ ), отримують на їх перетині точку  $E$ , яка належить еліпсу. Аналогічно можна знайти будь яке число точок еліпса. З'єднуючи за допомогою лекала знайдені точки. Будують еліпс.

Для побудови дотичної і нормалі в точці  $K$ , треба з'єднати точку  $K$  з фокусами і розділити навпіл кут між радіус-векторами  $E_1K$  і  $E_2K$ ; бісектриса внутрішнього кута  $F_1KF_2$  і є нормаллю, а перпендикулярна до неї бісектриса зовнішнього кута – дотична.

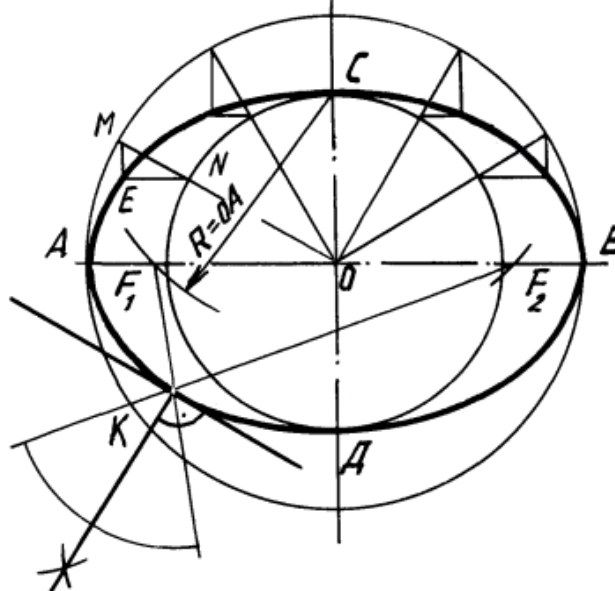


Рис. 2.8. Побудова еліпса

**Параболою** називається крива, яка є геометричним місцем точок площини, рівновіддалених від даної точки (що називається фокусом), і даної прямої тієї ж площини (директриси параболі).

Розглянемо спосіб побудови параболі за направленням вісі, вершини і однієї з точок на її очерті. Сторони  $A6$  і  $66$  ділимо на однакове число рівних частин. Перетин променя  $A5$  з прямою, паралельною осі  $AB$  і проведеної через точку  $5$ , яка знаходиться на прямій  $A5$ , визначає точку  $5'$ , яка належить очерті параболі. Аналогічно знаходять положення точок  $4'$ ,  $3'$  та ін.

Дотична до параболі в даній точці  $M$  є бісектрисою кута  $GMN$ . Якщо фокус невідомий – опускають з точки  $M$  на вісь перпендикуляр і відкладають від вершини відрізок  $AB=OA$ . Дотична проходить через точки  $O$  і  $M$ . нормаль перпендикулярна до дотичної.

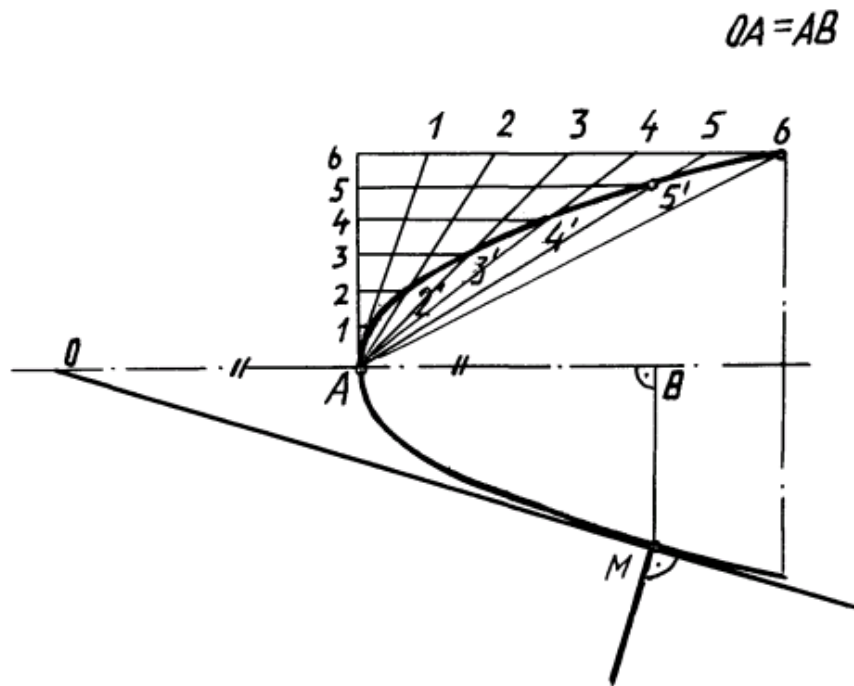


Рис.2.9. Побудова параболі

**Гіперболою** називається геометричне місце точок площини, різниця відстаней від яких до двох заданих точок – фокусів – є величина постійна, рівна відстані між вершинами гіперболи.

Існує декілька способів побудови гіперболи. Розглянемо один з них (рис. 2.10). Для побудови задається одна з точок гіперболи, наприклад, точка  $M$ . Через точку  $M$  проводять прямі  $I_1$  та  $I_2$  паралельні асимптотам  $I_1$  та  $I_2$ . Із точки  $O$  перетину осей проводять прямі, які перетинають прямі  $I_1$  та  $I_2$ . Далі з точок перетину з цими прямими проводять прямі паралельні асимптотам до їх взаємного перетину в точці 1. Аналогічно можна знайти будь-яке число точок гіперболи. Отримані точки гіперболи з'єднують за допомогою лекала. Дотична до гіперболи в точці  $n$  проводиться як бісектриса кута  $F_1nF_2$ .

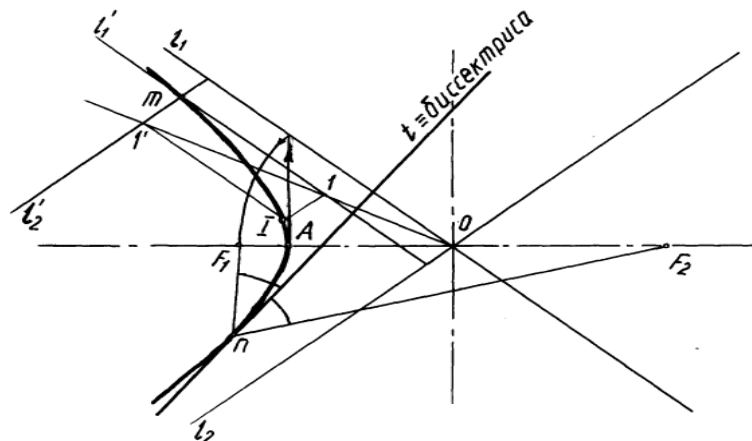


Рис. 2.10. Побудова гіперболи

**Синусоїдою** називається траєкторія точки, яка рухається по циліндричній гвинтовій лінії, на площину, паралельну осі циліндра. Рух точки складається із рівномірно-обертового руху (навколо осі циліндра) і рівномірно-поступального (паралельно осі циліндра). Синусоїда – це плоска крива, яка показує зміну тригонометричної функції синуса в залежності від зміни величини кута.

Для побудови синусоїди окружність ділять на довільне число рівних частин, наприклад 12. На це ж число частин ділять і пряму **AB**, довжина якої дорівнює довжині хвилі. Із отриманих та пронумерованих точок проводять взаємно перпендикулярні прямі. Отримані точки перетину цих прямих з'єднують за допомогою лекала плавною кривою (рис. 56).

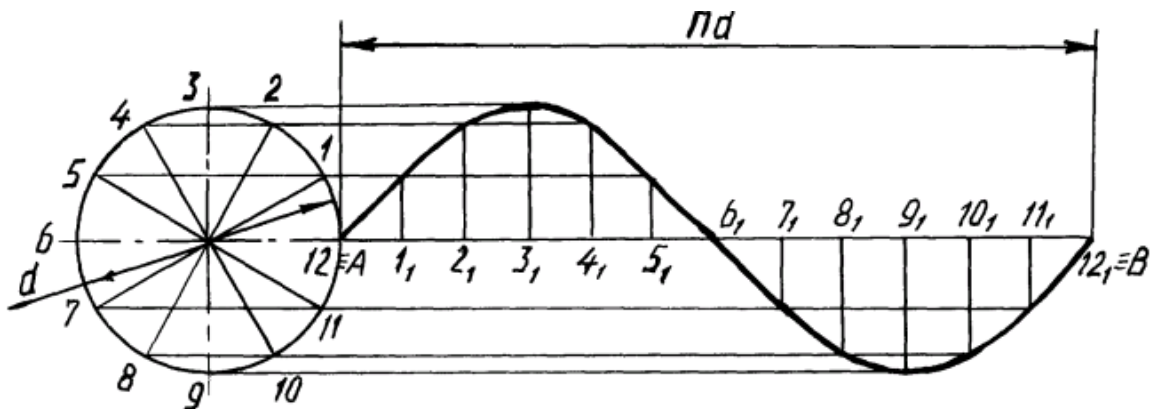


Рис. 2.11. Побудова синусоїди

**Евольвентою** або розгорткою кола називається плоска крива, яка є траєкторією точки кола, утвореною її розгортанням і витравлюванням (рис. 2.12). Для побудови евольвенти кола радіуса **R** ділять на декілька рівних частин, наприклад 12. В точках поділу 1, 2, 3, ..., 12 проводять дотичні до кола. На дотичній в точці 12 відкладають довжину кола ( $2\pi R$ ), яку ділять на ту ж кількість рівних частин. Послідовно на дотичних відкладають  $1/12$ ,  $2/12$ , ...,  $12/12$  довжини кола. Отримані точки з'єднують за допомогою лекала плавною кривою. Дотична до евольвенти, наприклад в точці **X**, перпендикулярна до дотичної **X-10** кола.

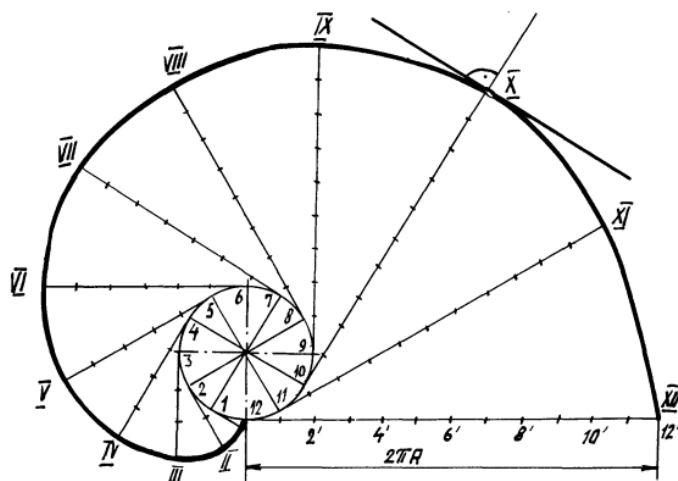


Рис. 2.12. Побудова евольвенти

**Спіралью Архімеда** називається плоска крива, яка описується точкою, що рівномірно рухається по радіус-вектору, який в той же час рівномірно обертається в площині навколо неподвижної точки  $O$ . Розглянемо побудову спіралі Архімеда по заданим центру і кроку (рис. 2.13). Проведемо коло, відрізок  $O12$  і окружність ділять на рівне число частин, наприклад на дванадцять; через точки ділення окружності 1, 2, ..., 12 і центр  $O$  проводять промені, на яких від центру  $O$  відкладають відрізки відповідно рівні  $1/12$ ,  $2/12$  і т.д. кроку спіралі. Лекальна крива, яка з'єднає отримані на променях точки, і буде шуканою спіраллю.

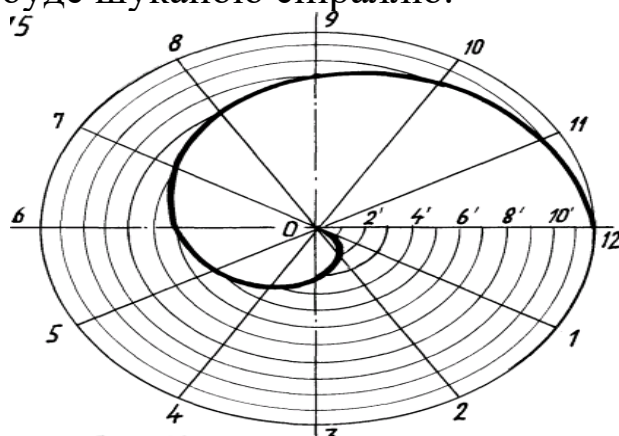


Рис. 2.13. Побудова спіралі Архімеда

**Циклоїда** є плоскою кривою, що представляє собою траєкторію точки  $A$  утворюючої коло, яка котиться без ковзання по нерухомій прямій (рис. 2.14). Для побудови циклоїди проводять коло даного радіуса і ділять її на довільне число рівних частин (наприклад 12). На заданій направляючій горизонтальній прямій  $AA_1$  відкладають довжину кола, рівної  $2\pi R$  і ділять її на таке ж число рівних частин. Із точок ділення прямої 1, 2, ..., 12 встановлюють перпендикуляри до перетину їх з прямою, яка

проходить через центр  $O$  паралельно  $AA_1$ , в точках  $O_1, O_2 \dots, O_{12}$ . З цих точок, як з центрів, роблять засіки на відповідних лініях, проведених паралельно горизонтальній осі, через точки ділення окружності, що котиться. У результаті отримують точки, які належать циклоїді. Пряма  $N\delta$ , яка з'єднує точку  $N$  з точкою  $\delta$  дотику окружності, яка котиться, до направляючої  $AA_1$ , є нормаллю циклоїди в даній точці; перпендикуляр опущений до  $N\delta$  – дотична.

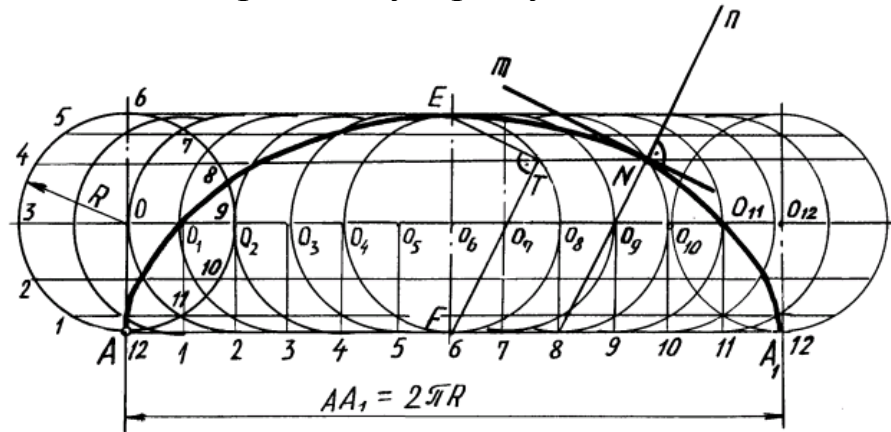


Рис. 2.14. Побудова циклоїди

*Епіциклоїду і гіпоциклоїду* можна розглядати як окремі випадки циклоїди, коли направляюча пряма  $AA_1$  перетворюється в дугу окружності. При перекочуванні утворюючої коло радіуса  $r$  із зовнішньої сторони направляючої окружності радіуса  $R$  отримується епіциклоїда (рис. 2.15), при перекочуванні утворюючої окружності всередині направляючої – гіпоциклоїда. Довжина дуги  $AA_1$  визначається центральним кутом  $\alpha = 360^\circ \times \frac{r}{R}$ . Побудова точок епіциклоїди та гіпоциклоїди проводиться також, як для циклоїди, з тією різницею, що всі прямі, які паралельні лінії  $AA_1$ , замінюються концентричними дугами, а перпендикуляри до лінії  $AA_1$  – радіусами. Епіциклоїда, яку отримують при  $R=r$ , називається кардіоїдою. Гіпоциклоїда, яку отримують при  $R=4r$ , називається астроїдою. При  $R=2r$  гіпоциклоїда перетворюється в пряму, яка являється діаметром направляючої коло.

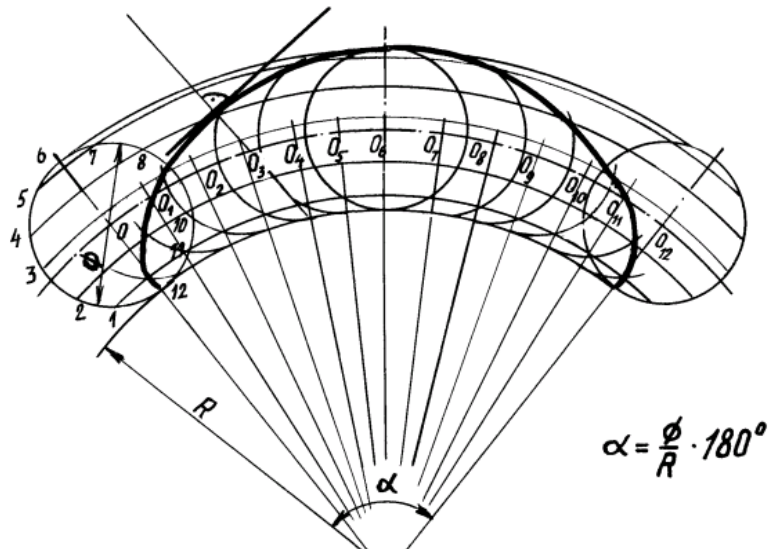


Рис. 2.15. Побудова епіциклоїди

## 2.2. Інтерактивний навчальний тренажер «Спряження та лекальні криві»

Для кращого опанування основних прийомів проставлення розмірів на кресленні здобувачам вищої освіти пропонується пройти інтерактивний навчальний тренажер «Лекальні криві». Для цього необхідно навести телефон на зображення QR-кода та увійти в систему MOODLE.

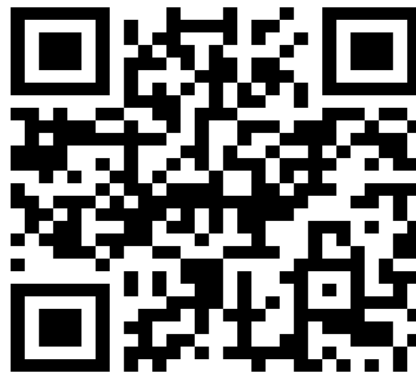


Рис.2.16. Інтерактивний навчальний тренажер «Лекальні криві»

## 2.3. Завдання до графічної роботи №3 «Спряження та лекальні криві»

Виконати креслення на листі креслярського паперу формату А3 (297x420).

Виконати побудову лекальної кривої, узявши дані з таблиці 9.

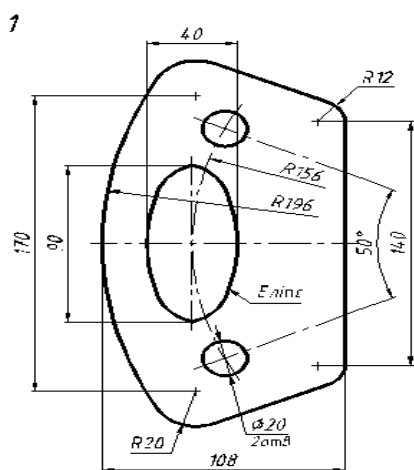
Виконати індивідуальне завдання на спряження, дане в таблиці 10.



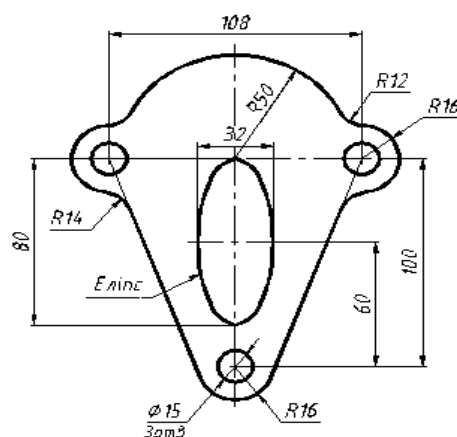
Таблиця 2.1

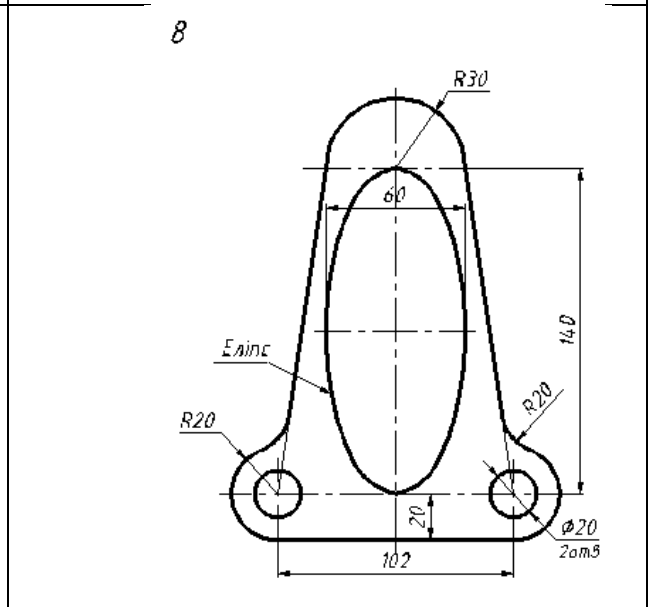
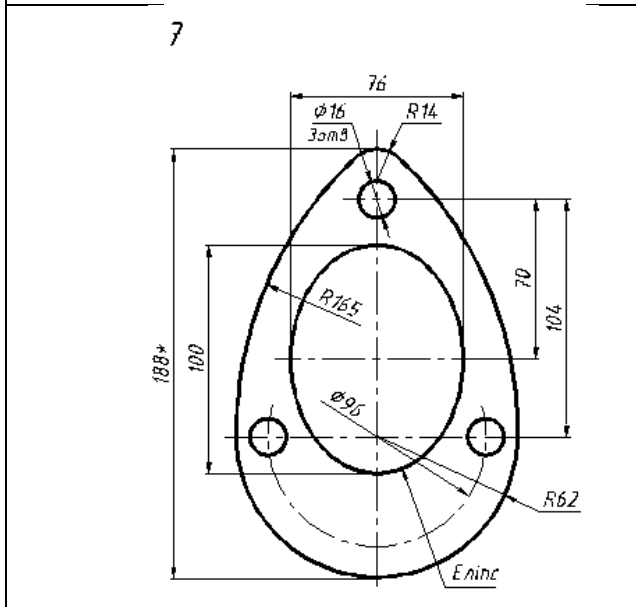
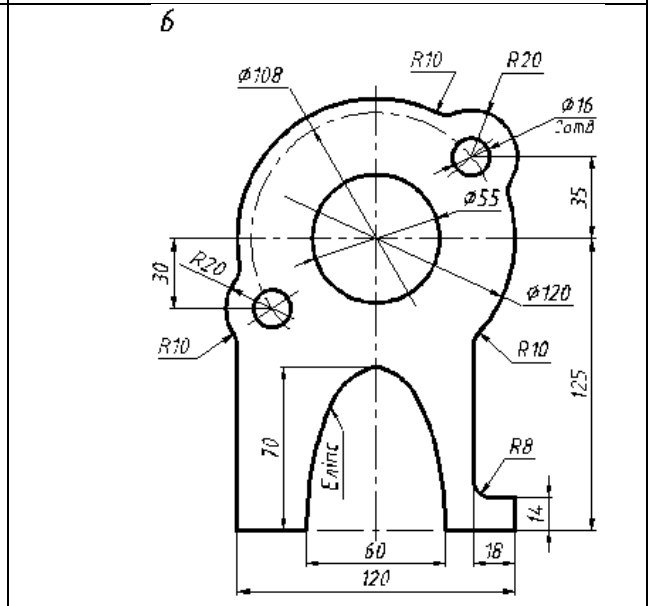
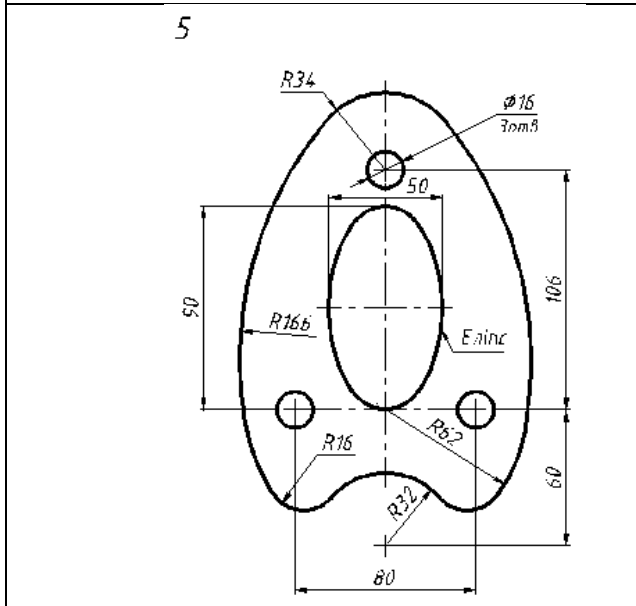
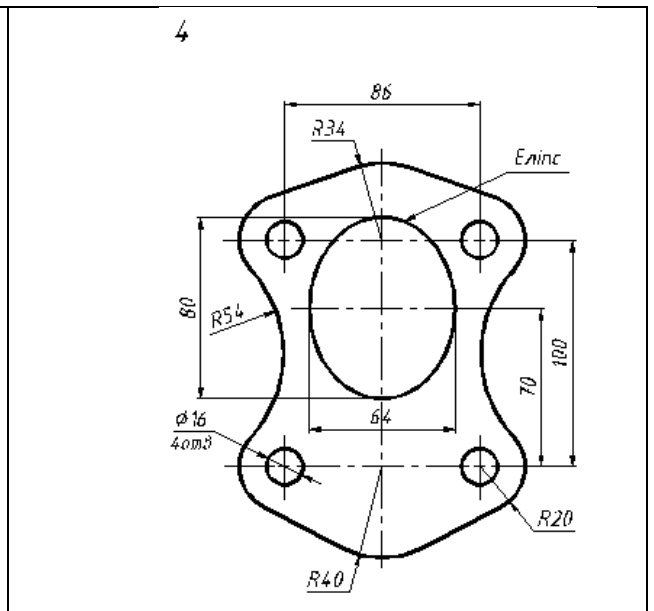
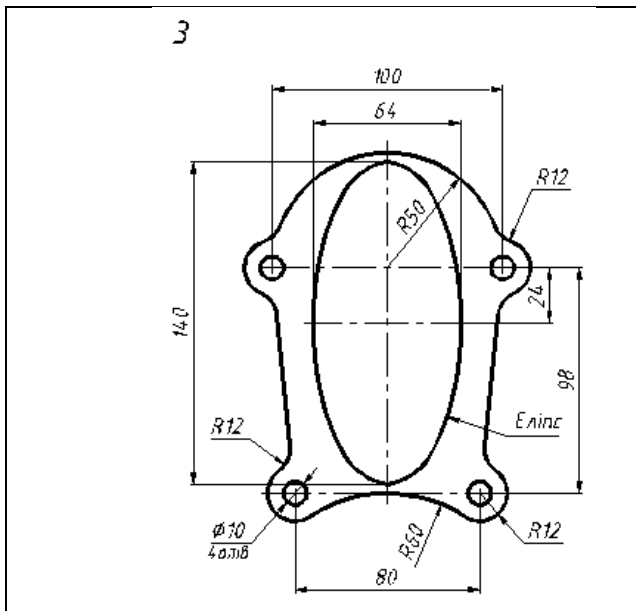
Варіант	Найменування кривої	Розміри в міліметрах
1	Еліпс	АБ=140; СД=120
2		АБ=160; СД=100
3		АБ=100; СД=180
4	Циклоїда	R=25
5		R=30
6		R=35
7	Епіциклоїда	R=60; r=20
8		R=70; r=25
9		R=75; r=30
10	Гіпоциклоїда	R=40; r=120
11		R=20; r=120
12		R=30; r=120
13	Евольвента	d=46
14		d=50
15		d=40
16	Спіраль Архімеда	d=150
17		d=170
18		d=160
19	Синусоїда	d=46
20		d=50
21		d=60
22	Гіпербола	AA <sub>1</sub> =80; 90°
23		AA <sub>1</sub> =70; 90°
24		AA <sub>1</sub> =60; 90°
25	Парабола	ОВ=120; ВК=190
26		ОВ=130; ВК=210
27		ОВ=140; ВК=200
28		ОВ=120; ВК=210

Таблиця 2.2

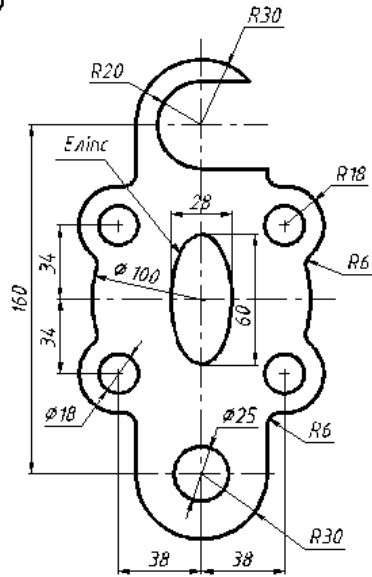


2

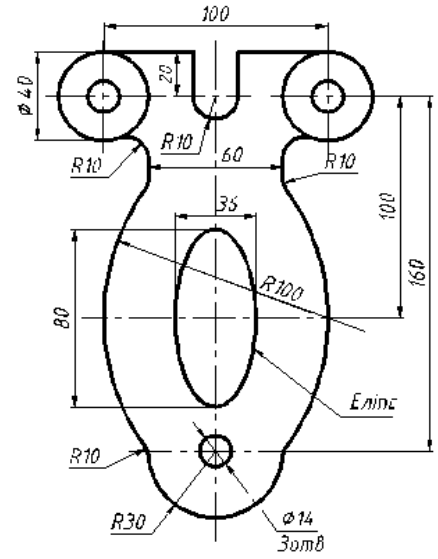




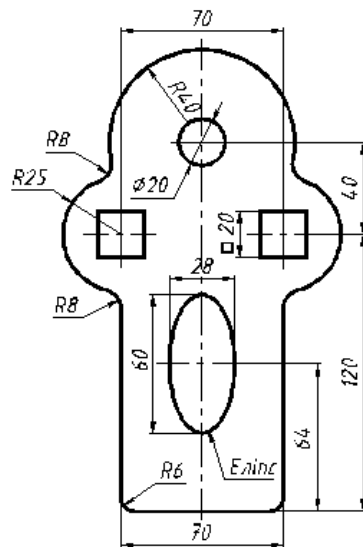
9



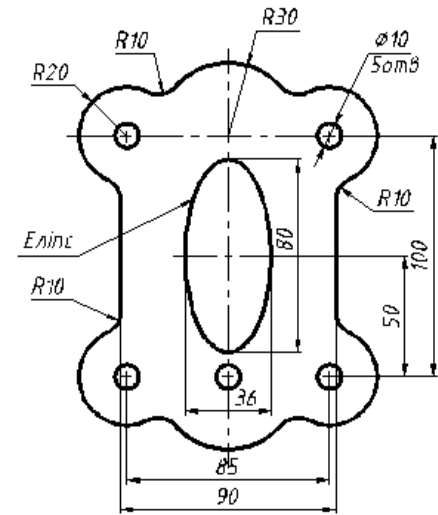
10



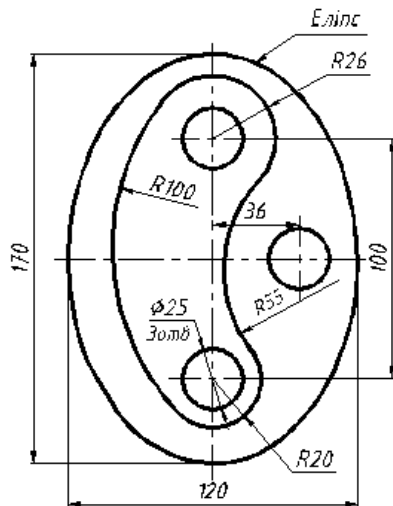
11



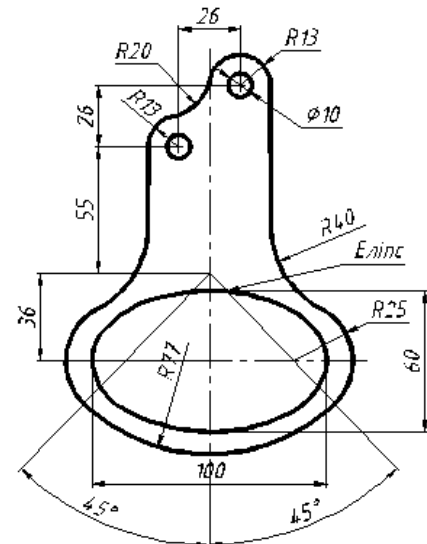
12



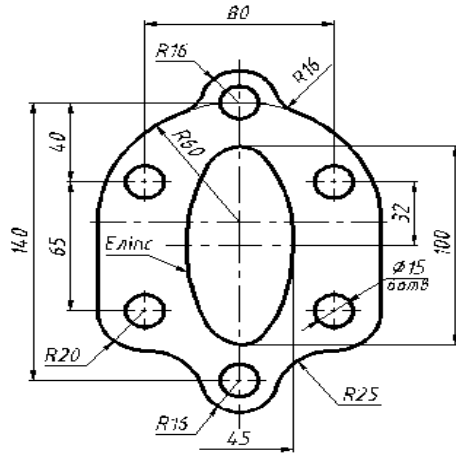
13



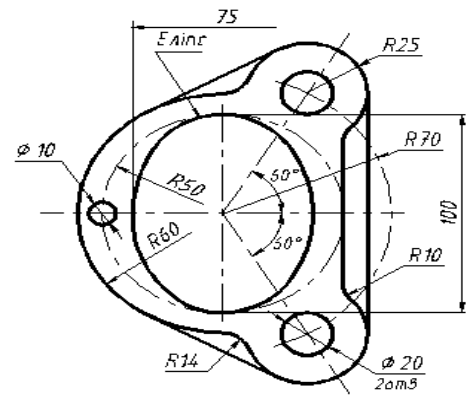
14



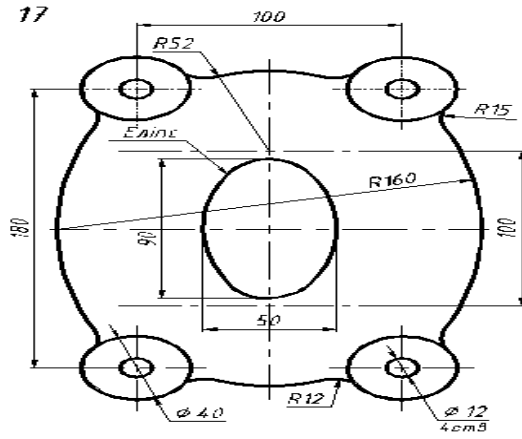
15



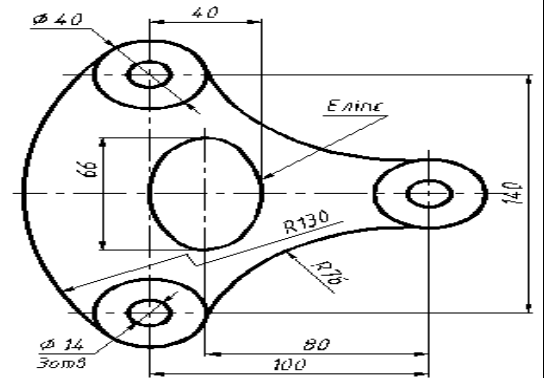
16



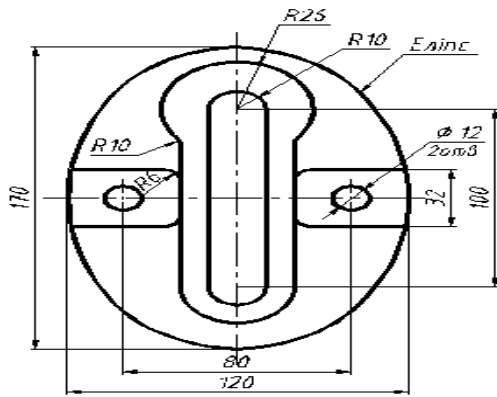
17



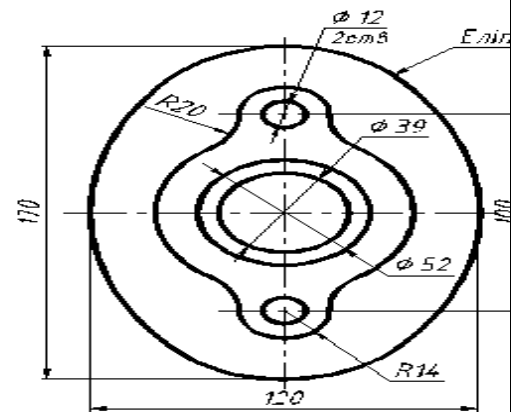
18



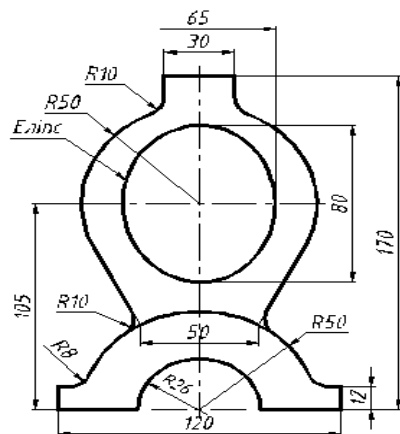
19



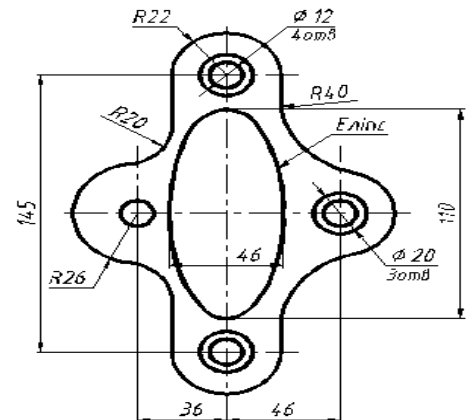
20



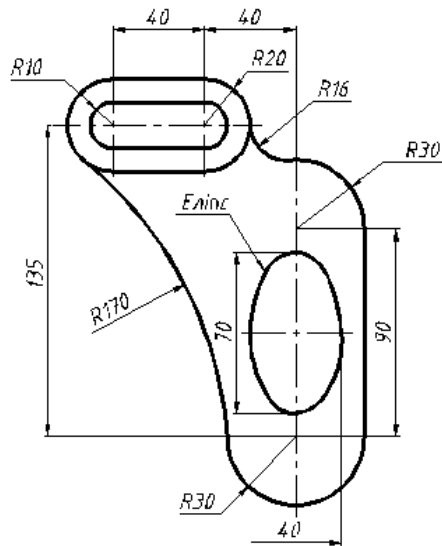
21



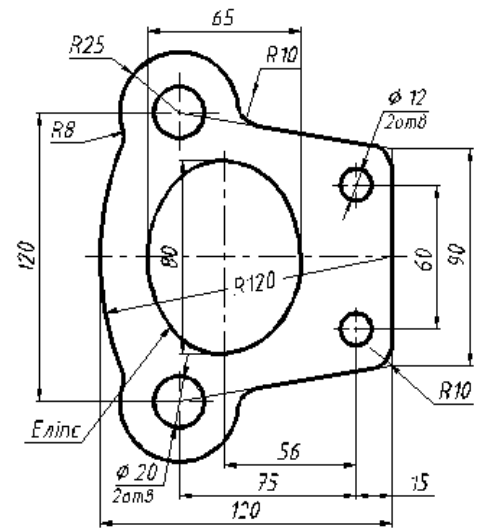
22



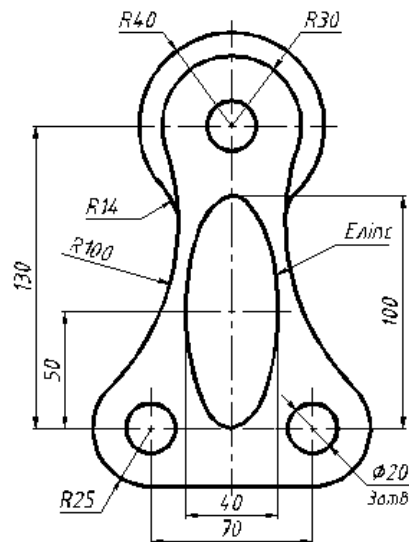
23



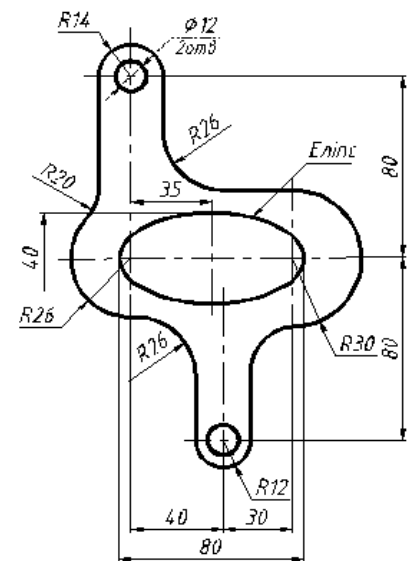
24



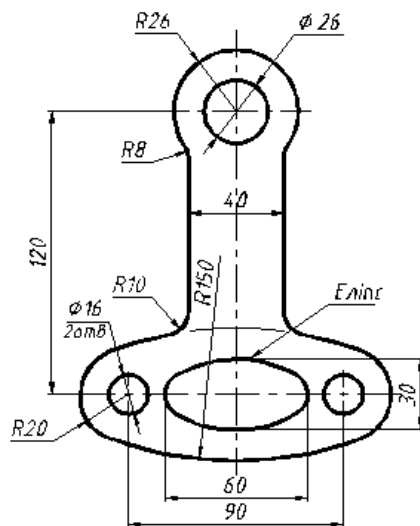
25



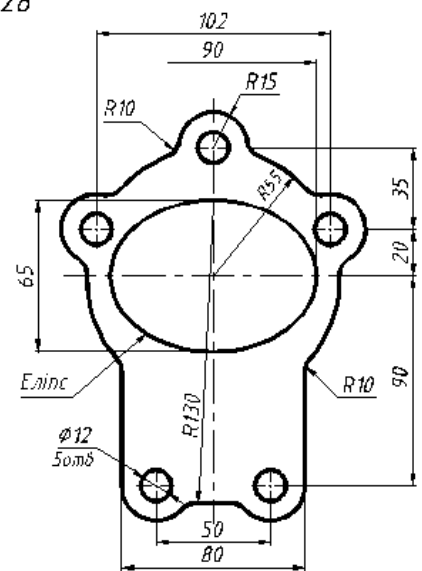
26



27



28



### 3. Види, розрізи, перерізи, виносні елементи.

Видом називається зображення видимої зверненої до глядача частини предмета або деталі. Класифікація видів: основні; додаткові; місцеві.

Основні види – утворюються за рахунок ортогонального проектування предмету або деталі на 6 внутрішніх граней кубу. Положення основних видів на кресленні відносно головного виду регламентовано державним стандартом (рис. 3.1).



Рис.3.1. Класифікація видів

Зображення основних видів на кресленні повинно виконуватися з додержанням проекційного зв'язку кожного елемента деталі на всіх зображеннях. Головний вид (спереду) – повинен давати найбільш повну інформацію про конструкцію та розмір деталі. Найбільш широко, крім головного виду, використовують вид зверху та вид зліва. Всі інші види доповнюють ці три основні види. Додаткові види використовують для зображення окремих нахилених відносно площин проекцій деталей. При цьому напрям проектування вказують стрілкою та великою літерою алфавіту. Зображення додаткового виду розташовують на вільному місці креслення та супроводжується цією ж літерою (рис. 3.2.а).

а

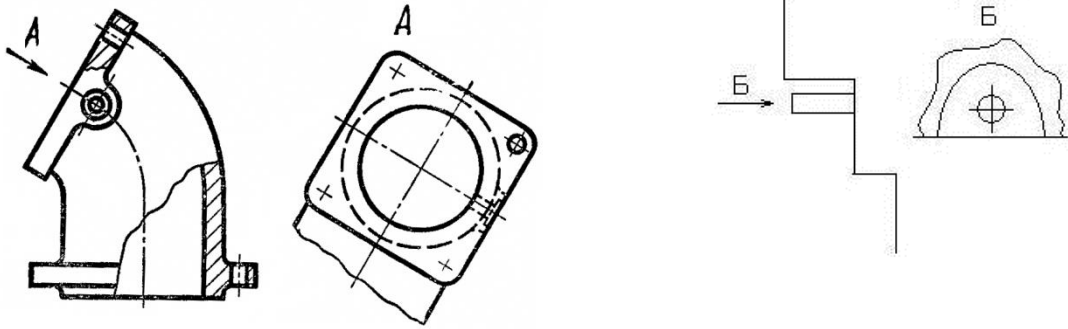


Рис.3.2.б. Додатковий та місцевий вид

Місцеві види – використовуються для зображення окремих конструктивних деталей елементів. Позначення та розташування місцевих видів аналогічно до додаткових, але зображення місцевого виду обмежують тонкою хвилястою лінією (рис. 3.2б).

**Розріз** – це зображення частини предмету або деталі, яка розташована в січній площині та за нею. Розрізи використовують для зображення внутрішньої конструкції деталі, яку неможливо представити на видах.

Класифікація розрізів:

По положенню січної площини відносно горизонтальної площини проєкції розрізи ділять на:

1) вертикальні розрізи (січна площина розташована перпендикулярно до  $\Pi_1$ ):

- фронтальний (на місці головного виду);
- профільний (зліва);

2) горизонтальний розріз (січна площина розташована паралельно до  $\Pi_1$ , розташований на місці виду зверху);

3) нахилені розрізи (січна площина розташована під довільним кутом нахилу до горизонтальної площини);

4) місцеві;

5) складні розрізи (2 або більше січних площин).

Ті елементи деталі, що розташовані в січній площині на зображенні розрізів штрихують тонкою суцільною лінією. Відстань між штрихами 1-2 мм, кут нахилу 45°. Нахилені розрізи використовуються для зображення внутрішньої конструкції окремих нахилених елементів деталі. Положення січної площини на кресленні приводять за допомогою потовщеної лінії. Напрямок проєкціювання вказують стрілками, перпендикулярними до потовщеної лінії.

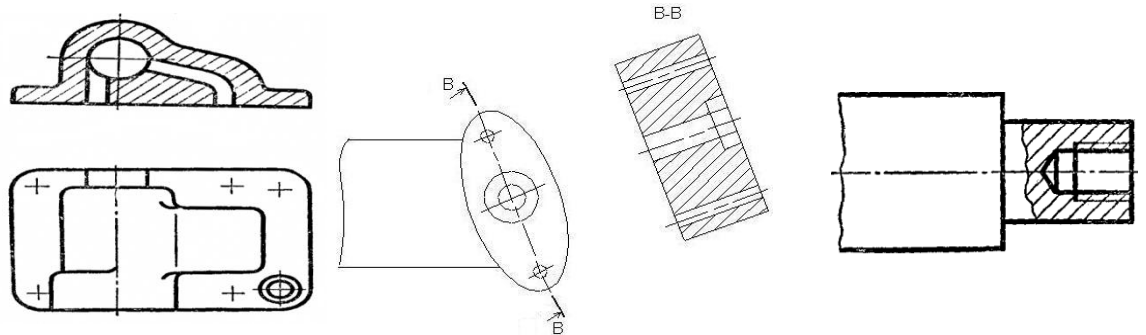


Рис.3.3. Приклад фронтального, нахилоного та місцевого розрізу

Розріз позначають великими літерами алфавіту, які розташовують тільки вертикально. Їх висота – це шрифт, на 1-2 порядки вищий, ніж у розмірних числах. Позначають розріз тими ж літерами по типу «А-А» і не підкреслюють. Місцеві розрізи – використовують для зображення внутрішньої конструкції мілких елементів деталі. Зображення місцевих розрізів розташовують безпосередньо на відповідних видах деталей.

Складні розрізи – утворюються в результаті двох або більше січних площин. Складні розрізи ділять на: 1) ступеневі; 2) ламані.

Ступеневі розрізи утворюються при використанні двох або більше січних площин, паралельних між собою. Ламані розрізи утворюються в результаті використання двох або більше січних площин, які перетинаються між собою. Ламані розрізи використовують для зображення внутрішньої конструкції деталі, які мають нахилені елементи

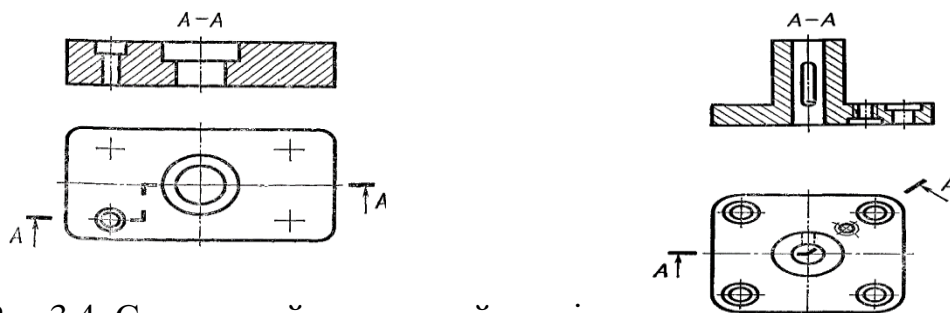


Рис.3.4. Ступеневий та ламаний розріз



**Перерізи** – це зображення частини деталі, яка розташована тільки в січній площині. Відносно до розташування зображення перерізу відповідно виду деталі перерізи ділять на 1) винесені; 2) накладені; 3) розташовані в розриві виду.

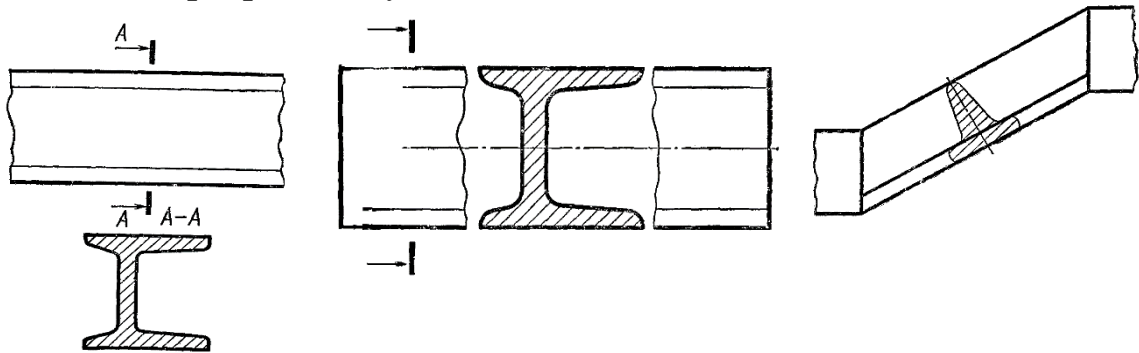


Рис.3.5 Винесений переріз, накладений переріз та переріз у вигляді розриву

**Виносні елементи** використовують для зображення окремих дрібних конструктивних елементів деталей: центрові отвори, проточки, канавки.

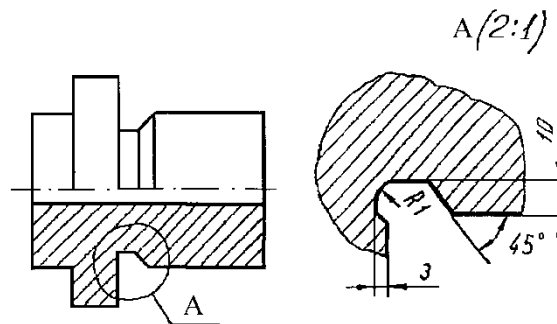


Рис.3.6. Виконання виносного елемента

### 3.1. Інтерактивний навчальний тренажер «Види, розрізи, перерізи»

Для кращого опанування основних прийомів проставлення розмірів на кресленні здобувачам вищої освіти пропонується пройти інтерактивний навчальний тренажер «Види, розрізи, перерізи». Для цього необхідно навести телефон на зображення QR-кода та увійти в систему MOODLE.



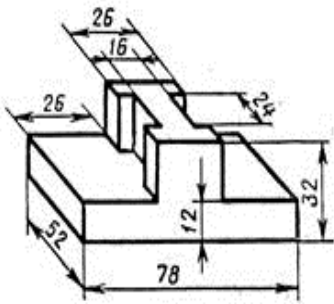
Рис.3.7.Інтерактивний навчальний тренажер «Види, розрізи, перерізи»

### **3.2. Завдання до графічної роботи №4 «Види, розрізи, перерізи»**

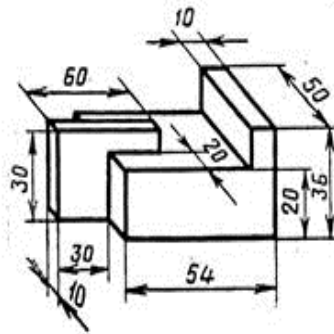
Робота виконується на двох аркушах формату А3.

1.Користуючись об'ємним зображенням, необхідно побудувати три вида деталі.

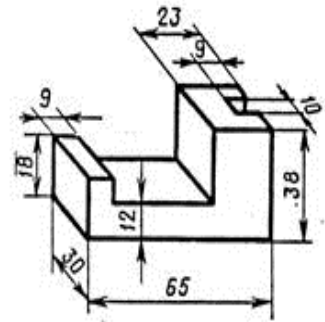
1



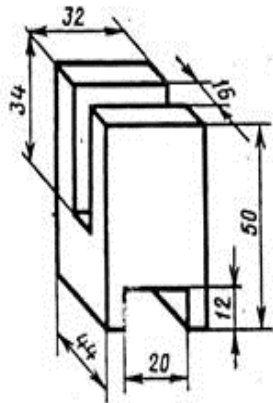
2



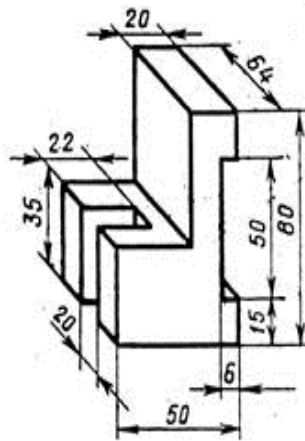
3



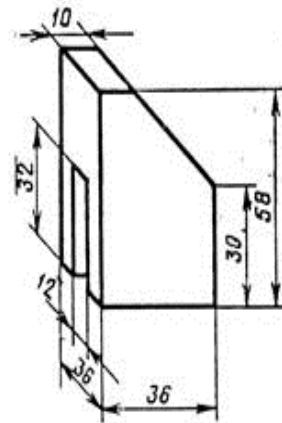
4



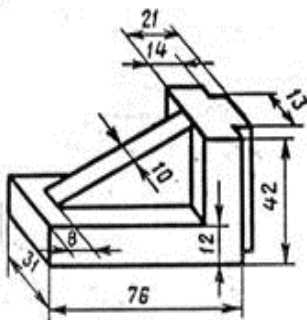
5



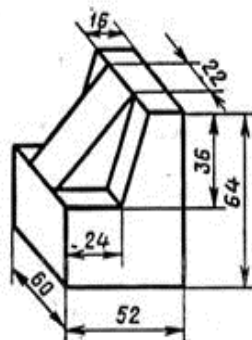
6



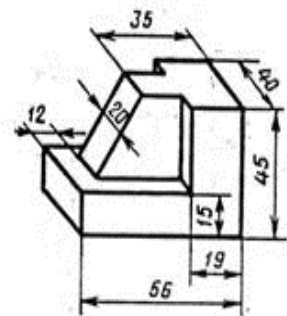
7



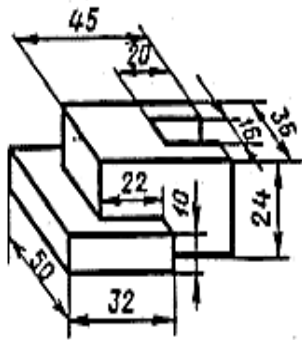
8



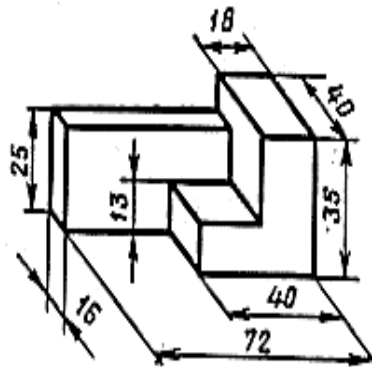
9



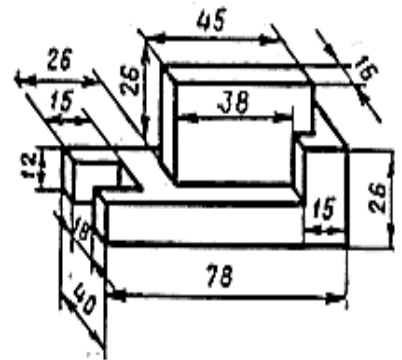
10



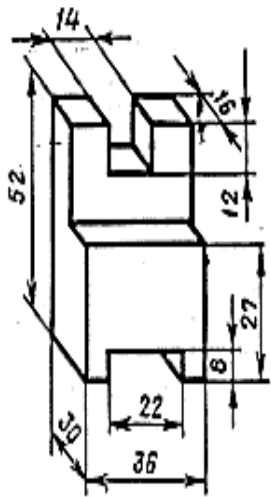
11



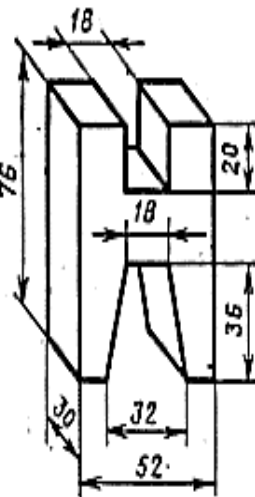
12



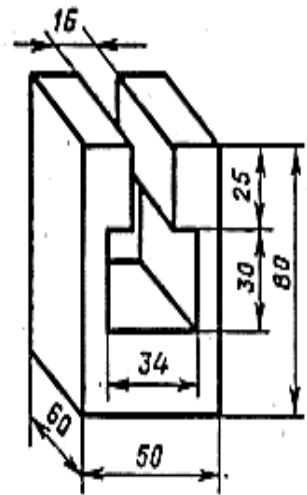
13



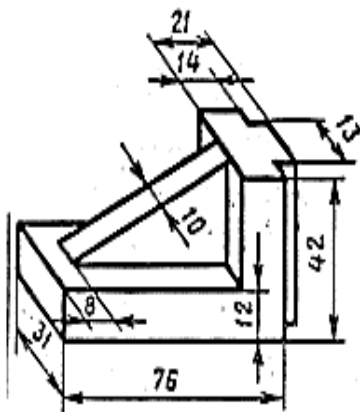
14



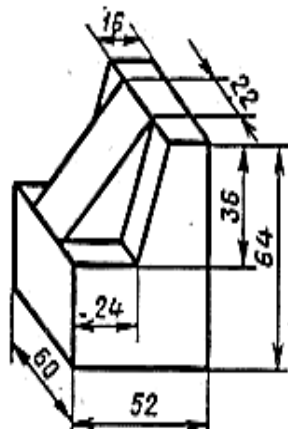
15



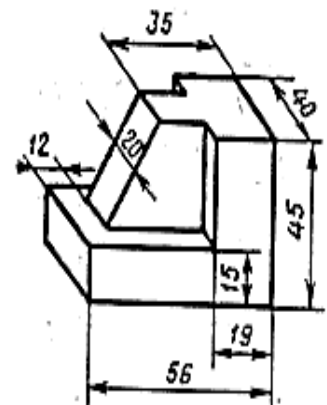
16



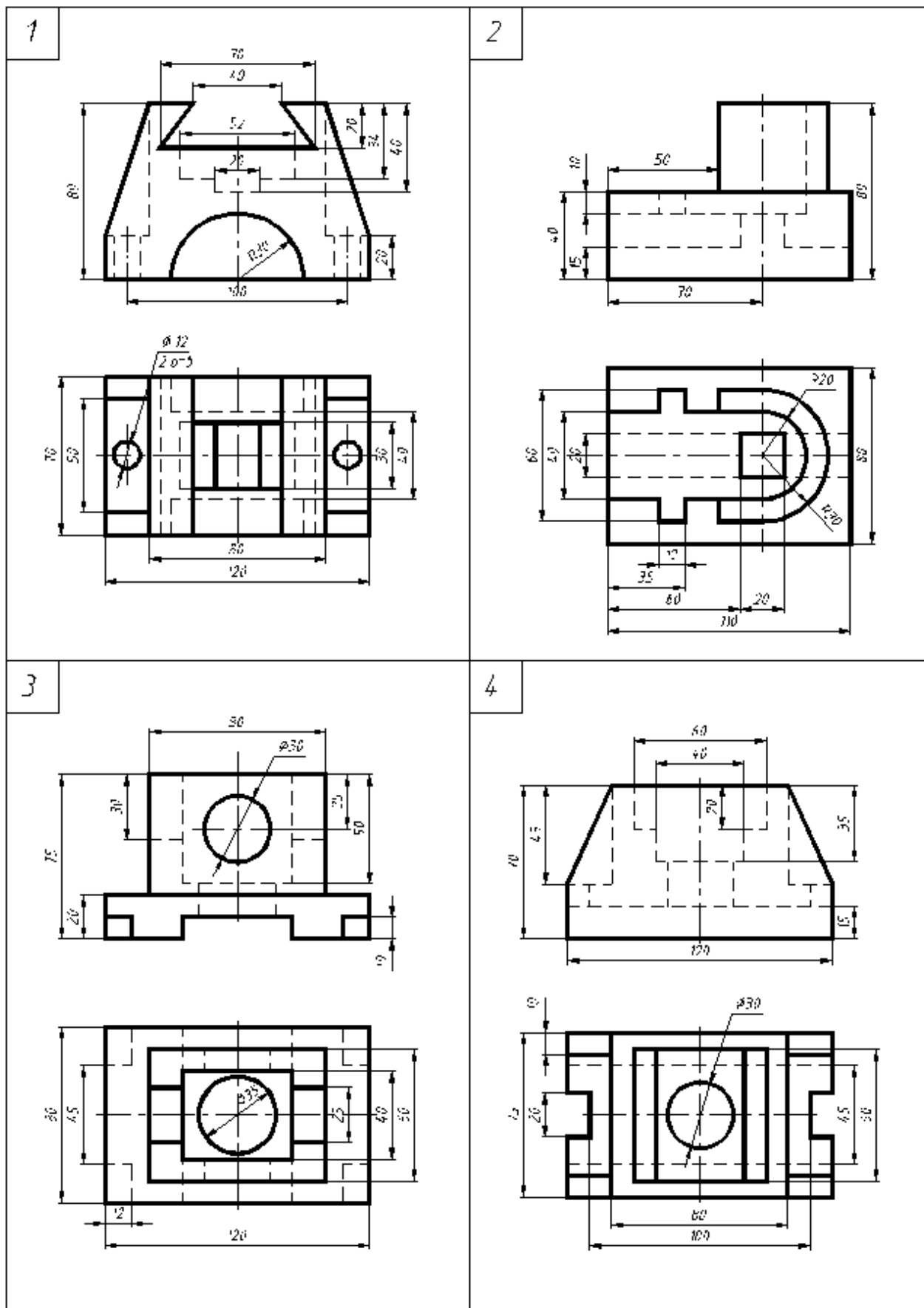
17



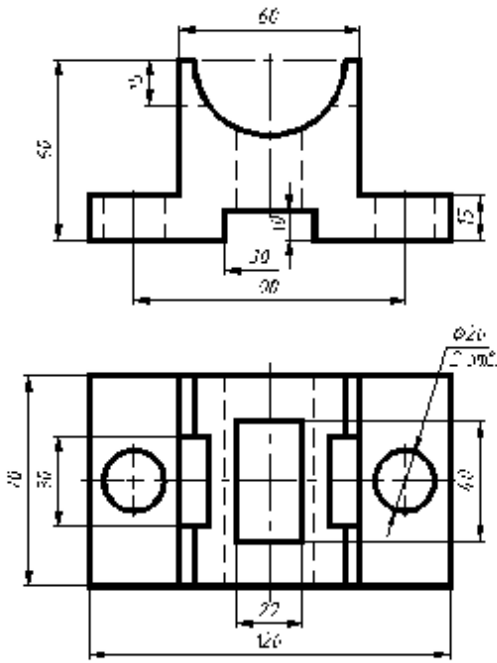
18



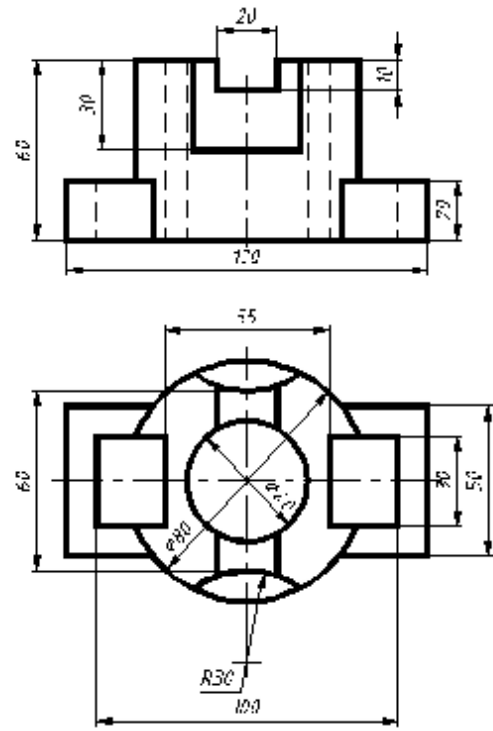
2. Виконати простий розріз та похилий переріз деталі.



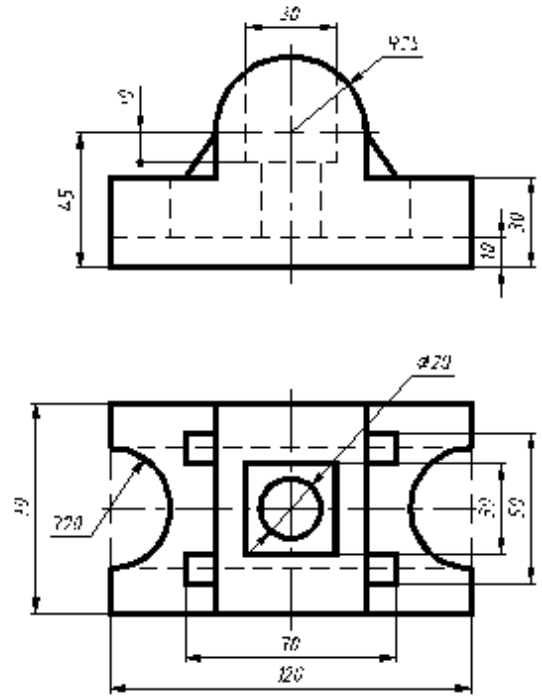
5



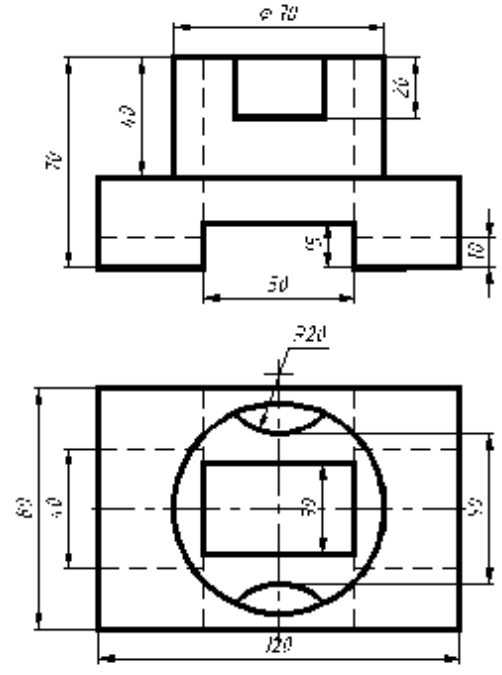
6



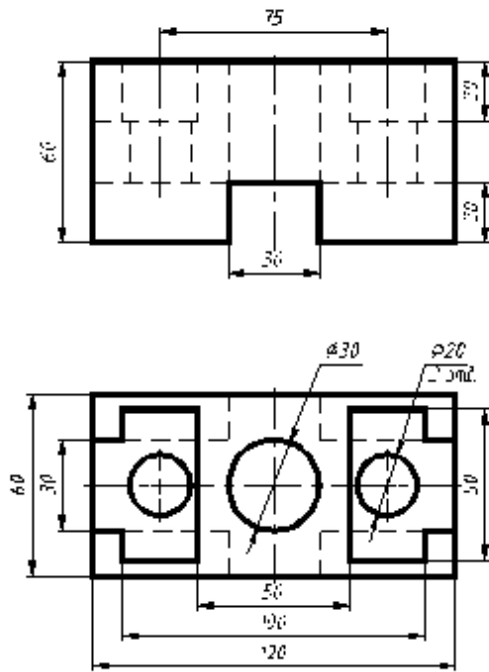
7



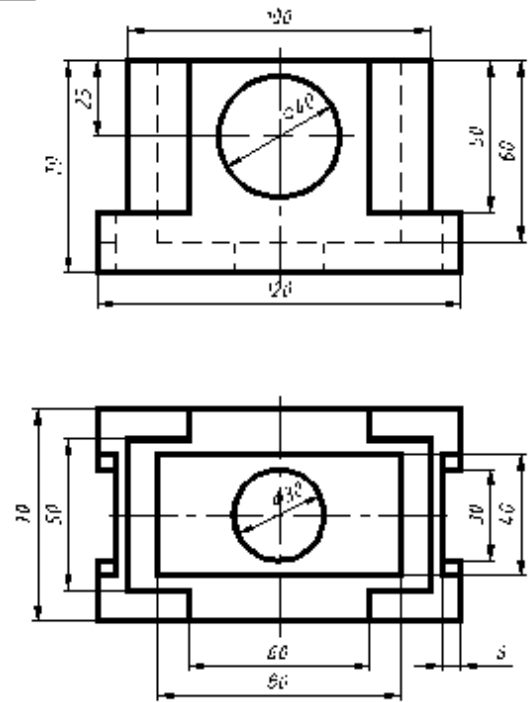
8



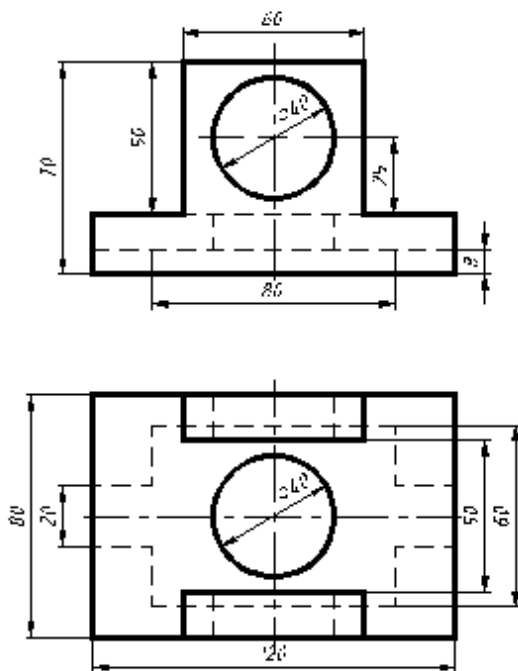
9



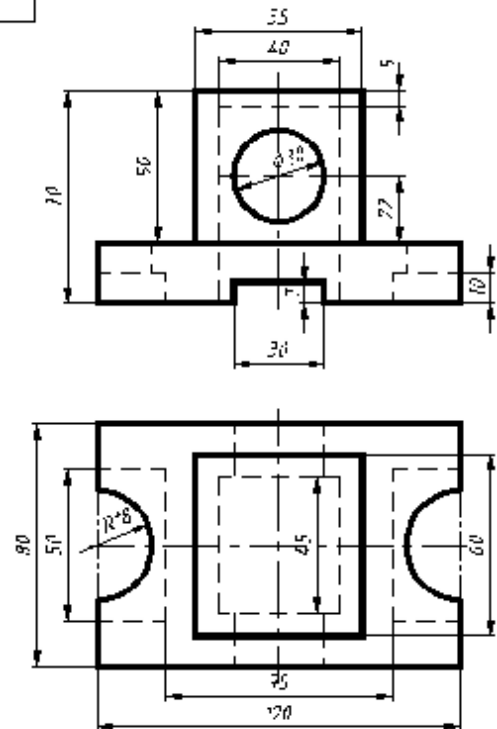
10



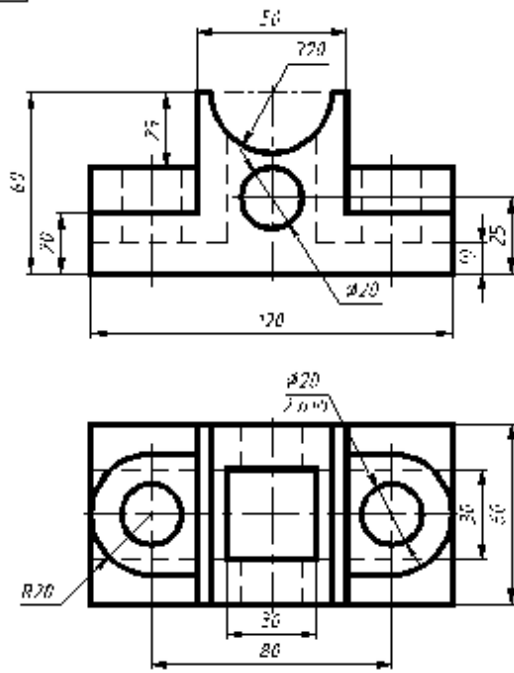
11



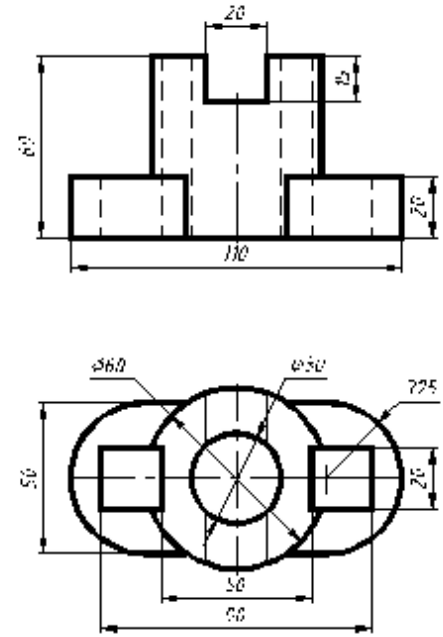
12



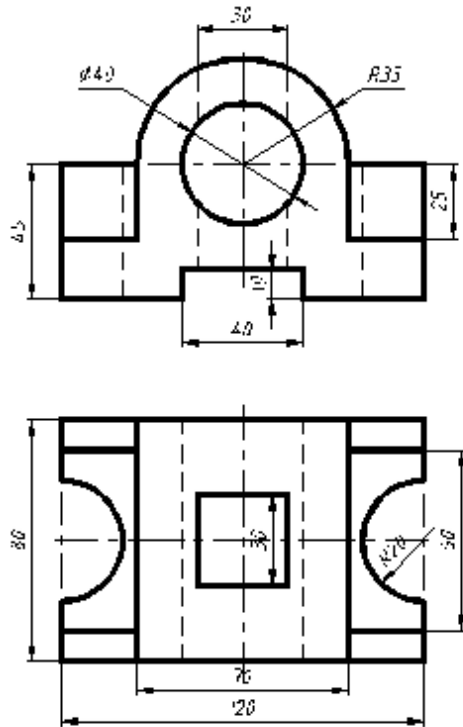
13



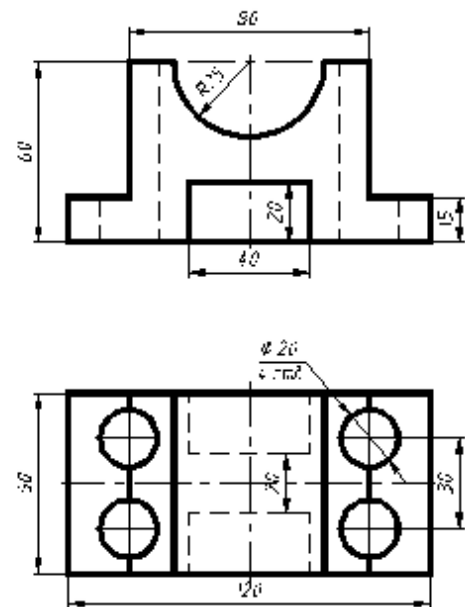
14



15

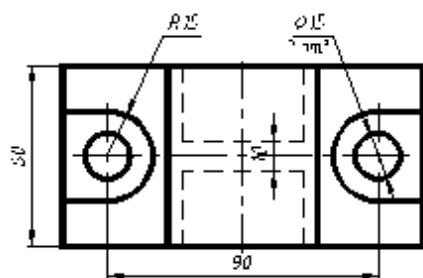
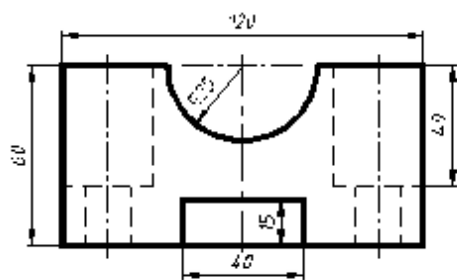


16

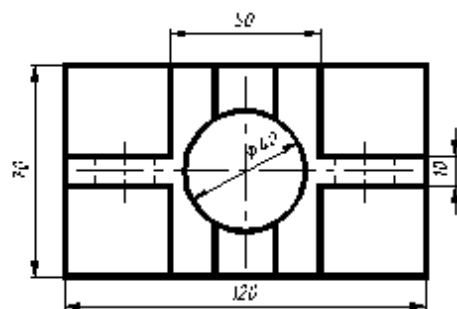
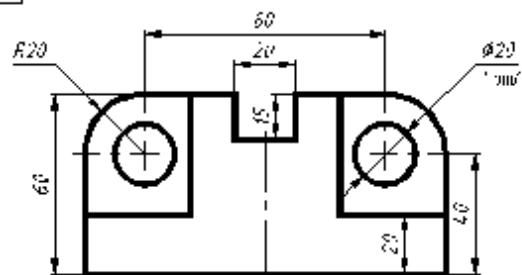




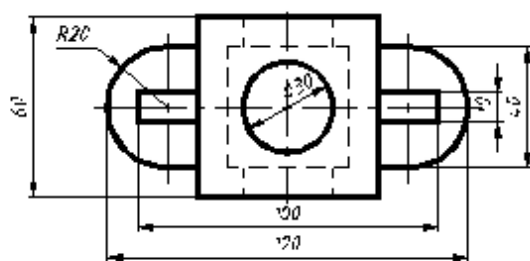
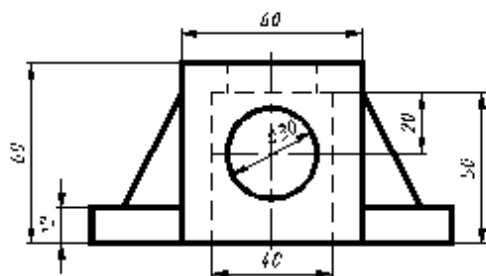
17



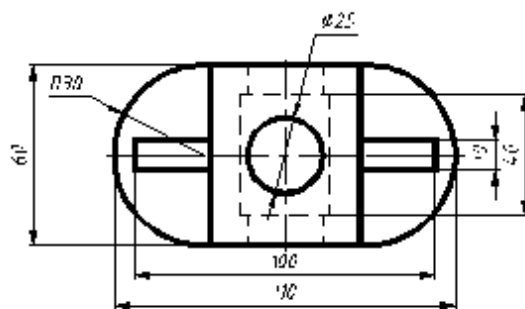
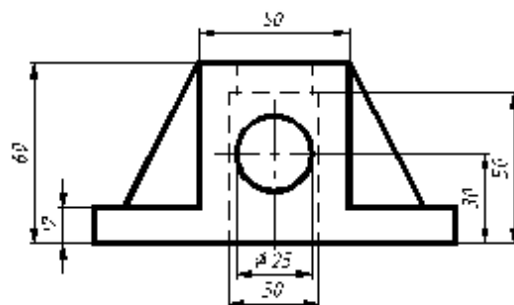
18



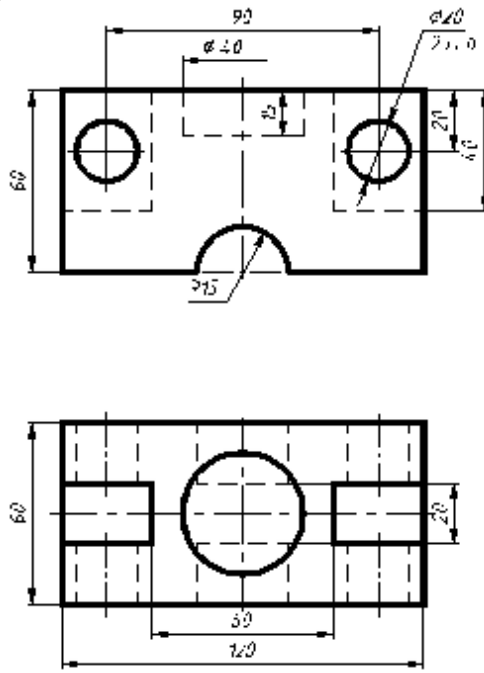
19



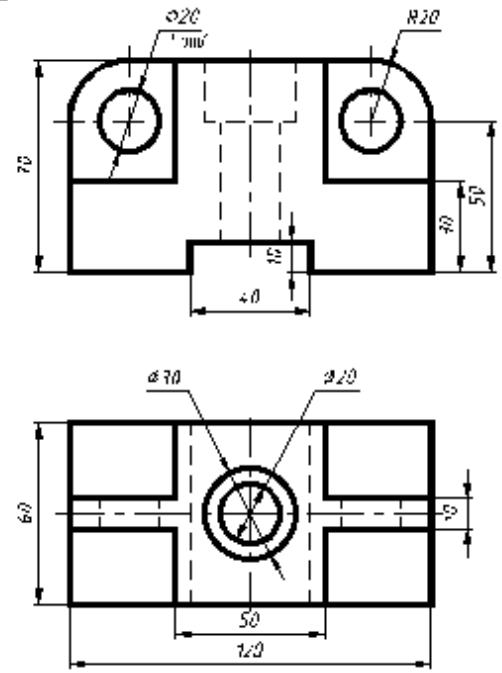
20



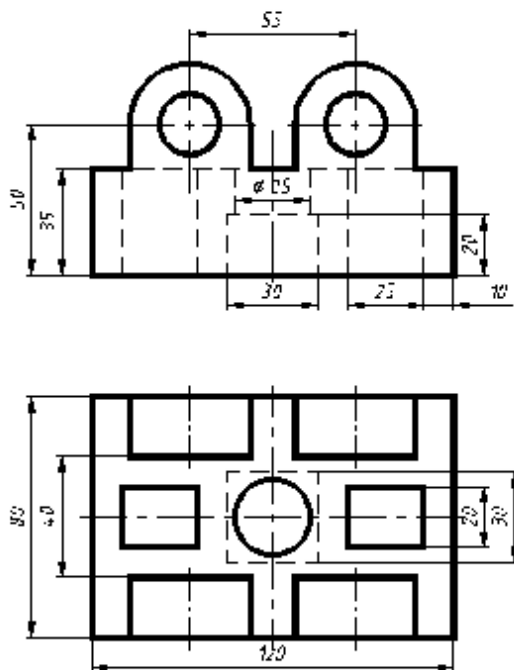
21



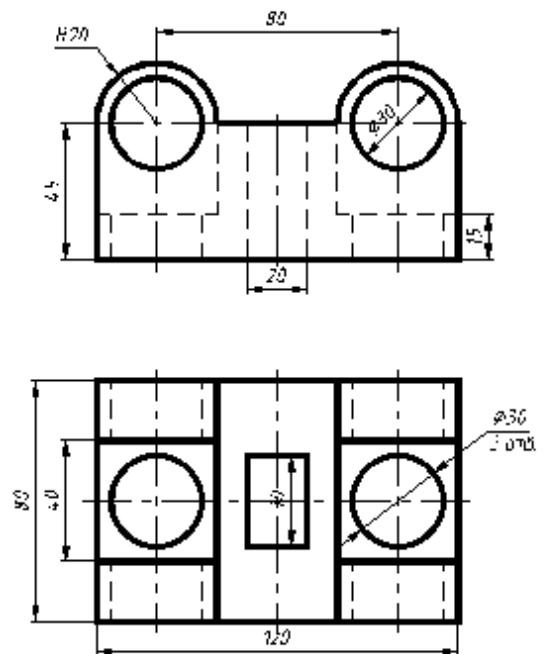
22



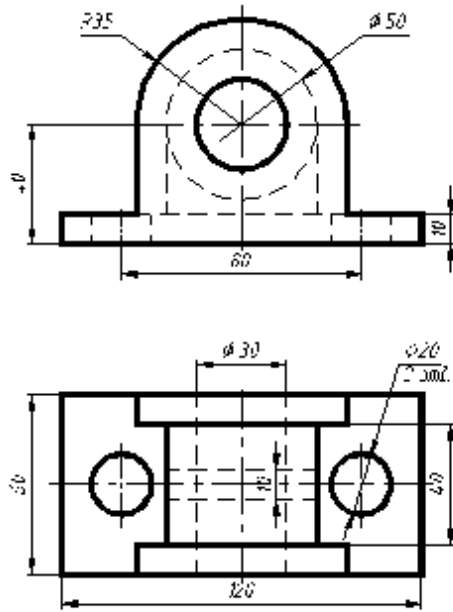
23



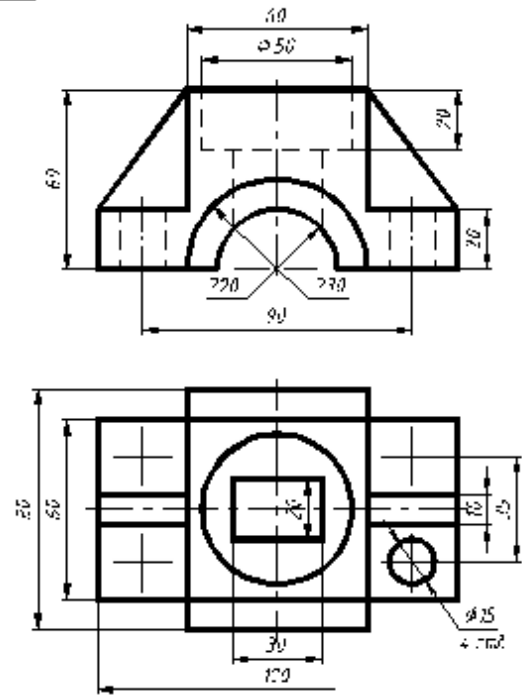
24



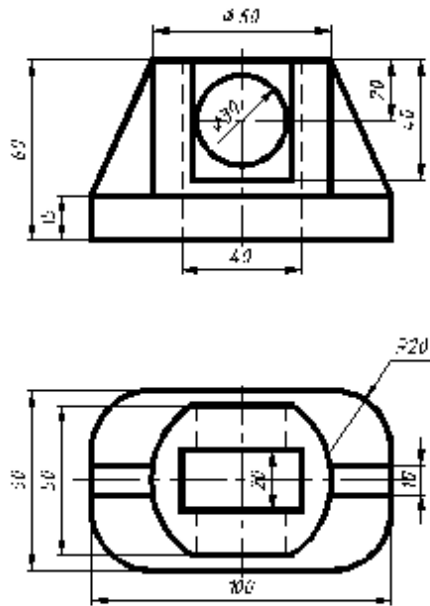
25



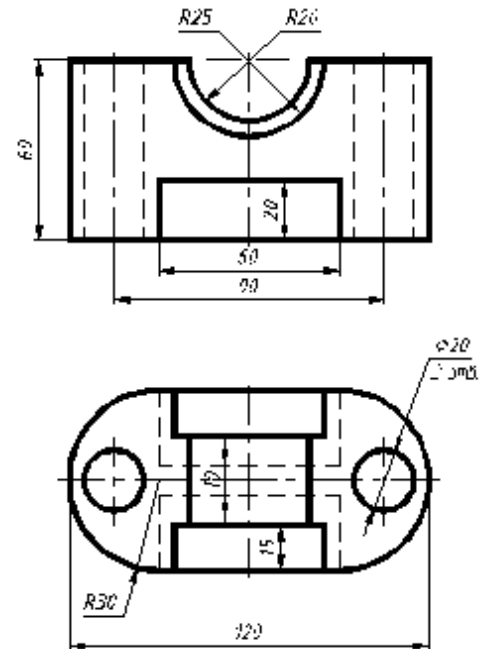
26



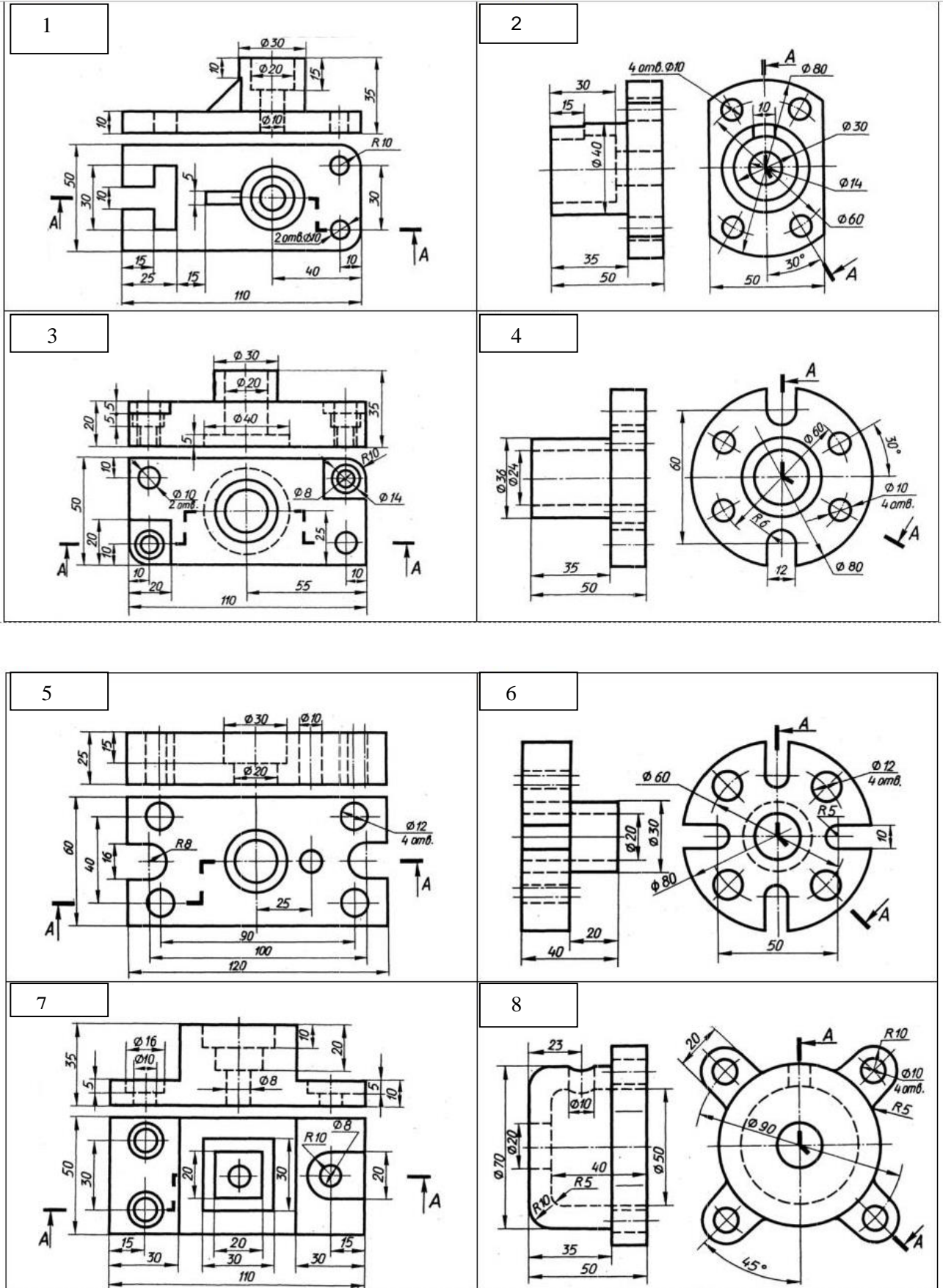
27



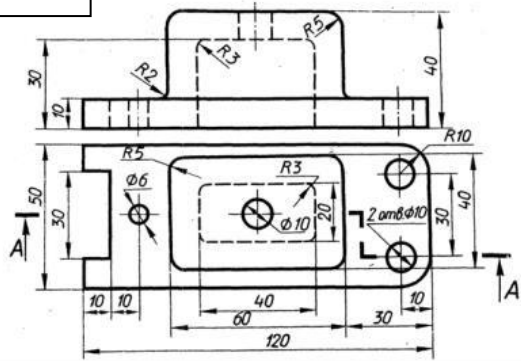
28



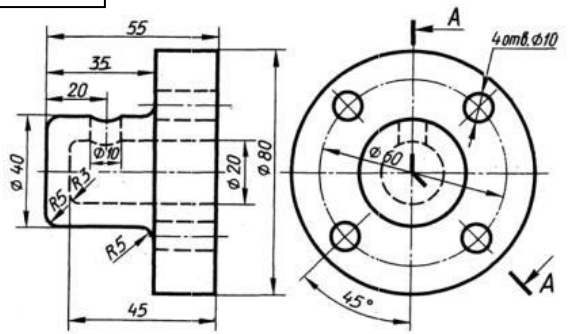
### 3. Виконати складний ламаний або ступінчастий розріз



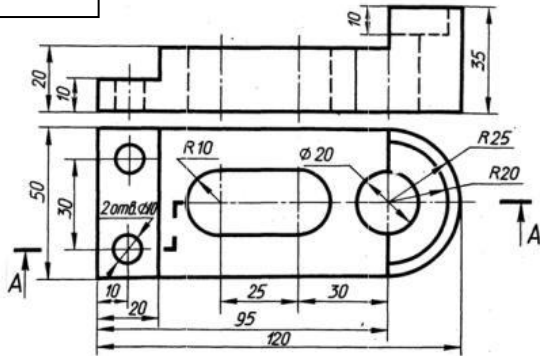
9



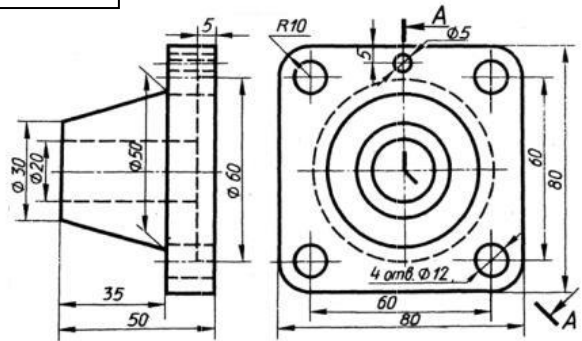
10



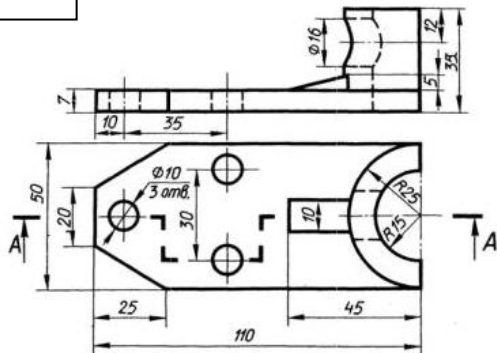
11



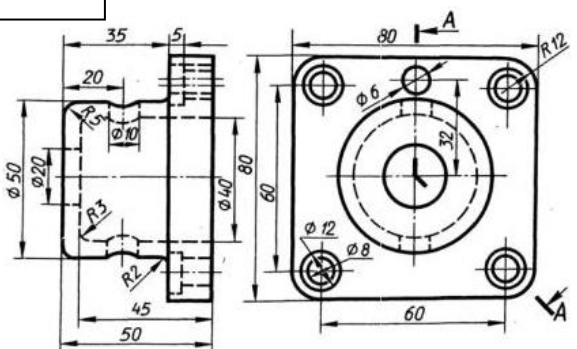
12



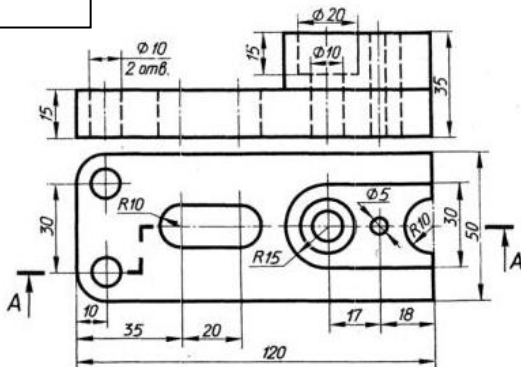
13



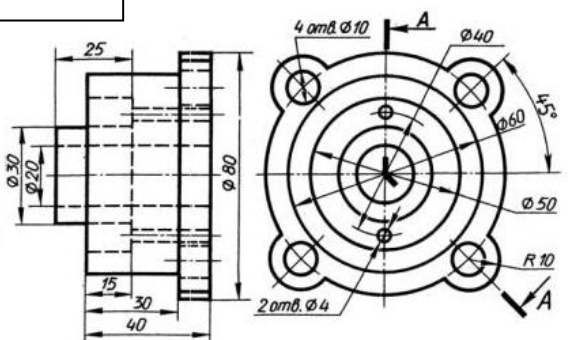
14



15



16



## Література

1. Головчук А. Ф., Кепко О. І., Чумак Н. М. Інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 160 с.
2. Методичні рекомендації з виконання креслення нарізей з дисципліни «Інженерна графіка» / уклад. О. С. Жовтяк, Т. С. Савельєва, Д. С. Пустовой. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. 40 с.
3. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Методичні рекомендації для виконання графічних робіт та самостійної роботи студентів з теми «Геометричне креслення» / уклад. С. М. Степанов. Миколаїв : МНАУ, 2013. 56 с.
4. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка : методичні рекомендації для виконання графічних робіт та самостійної роботи студентів з теми «Точка, пряма та площина» / уклад. С. М. Степанов. Миколаїв : МНАУ, 2012. 56 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка : методичні рекомендації для застосування інтерактивних тренажерів при виконанні лабораторних та практичних робіт здобувачами вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка денної та заочної форм навчання, спеціальностей 162 «Біотехнології та біоінженерія», 181 «Харчові технології» денної форми навчання / уклад. Н. А. Доценко. Миколаїв : МНАУ, 2018. 84 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка : методичні рекомендації для виконання практичних та самостійних робіт на основі використання відеоконтенту в умовах інформаційно-освітнього середовища для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавр спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад. Н. А. Доценко. Миколаїв : МНАУ, 2019. 20 с.
7. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка : методичні рекомендації до виконання графічних робіт з теми:

«Поверхні та їх розгортки» для студентів денної форми навчання напрямів підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва», 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі», 6.090102 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва» / уклад. С. М. Степанов, Н. А. Горбенко. Миколаїв : МНАУ, 2015. 38 с.

8. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка : методичні рекомендації для виконання графічних робіт та самостійної роботи студентів з теми: «Ескізування деталей і складальні креслення» для студентів напряму підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / уклад. С. М. Степанов, Н. А. Горбенко. Миколаїв : МНАУ, 2014. 55 с.

9. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. ДСТУ 3321:2003. Київ. Держспоживстандарт України, 2005. 55 с.

10. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення. ДСТУ 3974-2000. Київ : Держстандарт України, 2001. 38 с.

11. Інженерна та комп'ютерна графіка : метод. реком. для навчальної практики для студентів спеціальності 162 – «Біотехнологія та біоінженерія» / уклад. Н. А. Доценко, Миколаїв : МНАУ, 2017. 63 с.

12. Інженерна та комп'ютерна графіка : практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища : навч. посіб. / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко, С. М. Степанов ; за ред. Д.В. Бабенка. Миколаїв : МНАУ, 2020. 256 с. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8072>

13. Технологія розробки дистанційного курсу: навчальний посібник / В. Ю. Биков, В. М. Кухаренко, Н. Г. Сиротинко, О. В. Рибалко ; за ред. В. Ю. Бикова, В. М. Кухаренка. Київ : Міленіум, 2008. 324 с.

Навчальне видання

## **ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА**

### **Методичні рекомендації**

Укладач: **Доценко** Наталія Андріївна

Редактор: Н. А. Доценко

Комп'ютерний набір: Н. А. Доценко

Дизайн і верстка: Н. А. Доценко

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 3

Тираж 20 прим. Зам. №\_

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету.

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК№4490 від 20.02.2013р.