

НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА.

ВСТУП

Мета і завдання навчальної дисципліни. Загальне ознайомлення з розділами програми та методами їх вивчення. Короткі історичні відомості про розвиток графіки і стандартизації. Роль стандартизації в підвищенні якості продукції. Стандарти. Системи конструкторської документації (загальні відомості).

☞ Прочитайте!

Література Л-2, с.5...10; Л-5, с. 3...15.

📖 Теоретичні відомості!

Графіка – це спосіб відображення оточуючої нас дійсності на площині. Графіка містить велику кількість способів зображення. Два з них: малюнок і креслення.

Малюнок – графічне зображення, виконане від руки на око, яке дає нам уявлення тільки про зовнішній вигляд деталі і не дає уявлення про внутрішній склад та розміри.

Креслення – графічне зображення, виконане за допомогою спеціальних креслярських приладів, за особливими правилами побудови зображень, яке дає повне уявлення про зовнішню, внутрішню будову та розміри предмета.

📖 Законспектуйте!

Короткі історичні відомості про розвиток графіки і стандартизації [Л-5, с.4...8]

!!! Увага!

Мета вивчення дисципліни "Інженерна графіка" – вивчити теоретичні основи геометричного і проєкційного креслення, нарисної геометрії, машинобудівельного і будівельного креслення, а також набути практичні навички виконання креслень.

📖 Законспектуйте!

Креслярські інструменти, матеріали і прилади [Л-5, с.9...15]

❓ Запитання для самоконтролю

1. Що вивчає дисципліна "Інженерна графіка"?
2. Якої міцності використовують олівець для підготовки креслення, обведення і малювання?
3. В якому напрямку слід проводити лінії за рейсшиною, трикутником?
4. У якій послідовності слід вести підготовку креслення?

1. ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

1.1. Лінії креслення та виконання написів на кресленнях

Лінії креслення. Формати креслень - основні та додаткові. Шрифти креслярські. Основні написи.

📖 Прочитайте!

Література Л-2, с.11...27; Л-5, с. 17...19, 21-36.

📖 Теоретичні відомості!

Лінії, які застосовують для виконання креслення, їх призначення, проведення і співвідношення товщини встановлені стандартом ГОСТ 2. 303-68. Відповідно до цього стандарту в кресленні бувають лінії трьох типів: суцільні, штрихові та штрих-пунктирні.

Суцільні лінії поділяються на основні, тонкі, хвилясті і тонкі із зламами.

Штрихові лінії поділяються на штрихові і розімкнені.

Штрих-пунктирні лінії поділяються на тонкі, стовщені й тонкі з двома точками.

!!! Увага!

Товщина ліній на кресленні має бути кратною вибраній товщині суцільних основних ліній, яка змінюється в межах 0,5...1.4мм. залежно від величини, складності і призначення креслення.

📖 Законспекуйте!

Шрифти креслярські [Л-5, с.25...36].

В таблиці 1 розміщено параметри креслярських шрифтів.

📖 Теоретичні відомості

Форматом називається розмір аркуша креслення або іншого конструкторського документа.

Формати поділяються на основні і додаткові.

Таблиця 2 Основні формати.

Позначення формату	Розміри сторін формату, мм
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

!!! Увага!

Рамку креслення виконують суцільною основною лінією на відстані 5 мм від верхньої, правої і нижньої меж формату, та 20мм – від лівої межі, для підшивання та брошурування креслень та документів.

ПАРАМЕТРИ ШРИФТІВ ТИПУ Б

Параметри шрифтів	Відносний розмір	Розміри, мм							
		1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Розмір шрифга – висота великих літер	h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Висота малих літер	(7/10)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Відстань між літерами	(2/10)h	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Мінімальний крок строк	(17/10)h	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Мінімальна відстань між словами	(6/10)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Ширина великих літер:									
- Б, В, И, Й, К, Л, Н, О,	(6/10)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
- П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ї, Є, Я	(7/10)h	1,3	1,8	2,5	3,6	5,0	7,2	10,0	14,4
- А, Д, М, Х, Ю;	(8/10)h	1,45	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0
- Ж, Ф, Ш, Щ;	(5/10)h	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
- Е, Г, З, С;	(1/10)h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
- І.									
Ширина малих літер:									
- а, б, в, г, д, е, й, и, к,	(5/10)h	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
- л, н, о, п, р, у, х, ч, ц,	(6/10)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
- ь, є, я;	(7/10)h	1,3	1,8	2,5	3,6	5,0	7,2	10,0	14,4
- м, ю;	(4/10)h	0,72	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
- ж, т, ф, ш, щ;	(3/10)h	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
- с, з;									
- і.									
Ширина цифр:									
- 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0;	(5/10)h	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
- 4;	(6/10)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
- 1.	(3/10)h	0,54	0,25	1,05	0,5	2,1	1,0	4,2	2,0

📖 Теоретичні відомості

Кожне креслення і конструкторський документ повинен мати основний напис. Його розміщують у правому нижньому куті формату і виконують за стандартом ГОСТ 2.104-68 (рис.1). У графах основного напису (номери граф на рисунках наведені в дужках) указують:

- 1 - назву викресленого виробу (плану, схеми, деталі, обладнання тощо);
- 2 - позначення документа ;
- 3 - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють лише на кресленнях деталі);
- 4 - літеру, присвоєну даному документу (навчальним документам літера не присвоюється, а тому графу 4 не заповнюють);
- 5 - масу виробу (кг) згідно з стандартом ГОСТ 2.109-73;
- 6 - масштаб (проставляється відповідно до стандартів ГОСТ 2.302-68 і ГОСТ 2.109-73);
- 7 - порядковий номер аркуша;
- 8 - загальну кількість аркушів (графу заповнюють тільки на першому аркуші);
- 9 - розрізняльний індекс навчального закладу і навчальної групи (див 1.4);
- 10 - виконана дія щодо документа;
- 11 - прізвища осіб, які підписали документ;
- 12 - підписи осіб, прізвища яких вказано в графі 10;
- 13 - дату підпису креслення, наприклад, 03.06.05;
- 14 - 18 - графи таблиці змін (у навчальному документі не заповнюється).

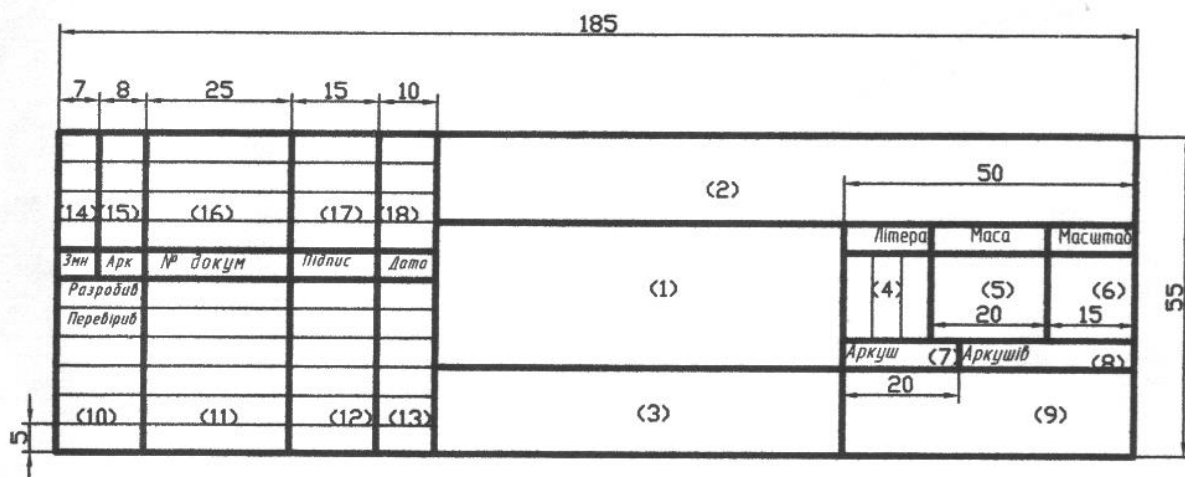


Рис. 1

📁 Практичне заняття

Викреслювання ліній і виконання надписів стандартним шрифтом.

❓ Запитання для самоконтролю

1. Що називається форматом креслення?
2. Які основні формати встановлює ГОСТ 2.301-68 (вказіть їх розміри)?
3. На якій відстані від краю аркуша проводять рамку креслення?
4. Назвіть основні види ліній, що використовують в кресленні.

5. В яких межах вибирають товщину S суцільної основної лінії та від чого залежить її товщина?
6. Для чого існує на кресленні суцільна тонка лінія?
7. У якому співвідношенні береться товщина різноманітних ліній залежно від S ?
8. Які розміри шрифту застосовують у машинобудівному кресленні?
9. Яке співвідношення висоти великих і малих літер?
10. Яке співвідношення ширини і висоти букв? Які букви становлять виняток із загального правила?

1.2. Прийоми викреслювання контурів технічних деталей

Масштаб зображення на кресленні. Нанесення розмірів. Ухил та конусність на технічних деталях.

Геометричні побудови при кресленні контурів деталей: ділення відрізків, кутів і кола на рівні частини, побудова перпендикулярів, дотичних до кола. Побудова спряжень прямих між собою, прямих з дугами, дуг між собою.

Побудова лекальних кривих, робота з лекалами. Побудова коробових кривих.

☞ Прочитайте!

Література Л-2, с.28...56; Л-5, с. 19...21, 37-78.

📖 Теоретичні відомості!

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленні, до відповідних розмірів самого предмета.

Масштаби зменшення - 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Натуральна величина – 1:1.

Масштаб збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

!!! Увага!

Перевагу слід віддавати зображенню предмета в натуральну величину.

📖 Теоретичні відомості!

Розміри на кресленні слід проставляти відповідно до ГОСТ 2.307-68.

Розміри поділяються на лінійні і кутові. Лінійні розміри проставляють в міліметрах, не зазначаючи одиниці вимірювання, а кутові – в градусах із позначенням одиниці вимірювання.

Всі розміри деталі можна поділити на 3 групи, тоді легше проконтролювати повноту і правильність нанесення розмірів кожної групи:

Перша - розміри, що визначають величину кожного окремого елемента (частини) деталі (діаметр і глибина отвору, товщина ребра і його геометричні розміри, товщина фланця і його діаметр, ширина канавки і її глибина та ін.).

Друга - розміри, які характеризують взаємне розміщення елементів деталі (відстань між центрами отворів; від центра отвору до краю деталі у двох напрямках; від початку окремих елементів до базової поверхні або базової осі симетрії та ін.).

Третя - габаритні розміри, яких в більшості деталей три (довжина, ширина, висота). Деталі, які є тілами обертання, характеризуються двома габаритними розмірами (висота або довжина та діаметр).

Кожний розмір на кресленні наносять тільки один раз. Повторювати розміри на різних зображеннях, або написах не дозволяється. Загальна кількість розмірів повинна бути мінімальна, але достатньою для того, щоб за цим кресленням можна було виготовити виріб і проконтролювати якість його виготовлення.

!!! Увага!

Розмірні числа є основою для визначення величини зображуваного виробу і його елементів.

✍ Законспекуйте!

Ухил та конусність на технічних деталях [Л-5, с.45...47].

📖 Теоретичні відомості!

Ділення кола на чотири і вісім рівних частин. Два взаємно перпендикулярні діаметри ділять коло на чотири рівні частини (рис.2,а). Щоб розділити коло на вісім рівних частин, застосовують прийом ділення прямого кута за допомогою циркуля на дві рівні частини (рис.2,б).

Ділення кола на три, шість та дванадцять рівних частин (рис.2,в,г,д). З кінця D вертикального діаметра як із центра радіусом R проводять дугу, яка засікає коло в точках M і N. Сполучивши точки C, M і N дістають правильний вписаний трикутник. Ділення кола на шість рівних частин проводять аналогічно, лише дугу проводять два рази з точок A і B.

Ділення кола на сім рівних частин (рис.2,е). Поділивши коло на три рівних частини, дістанемо хорду MN – сторону правильного вписаного трикутника. Половина цієї хорди дорівнює стороні правильного вписаного семикутника.

Ділення кола на п'ять або десять рівних частин (рис.2,є,ж). Горизонтальний радіус OB кола ділять на дві рівні частини і беручи знайдену точку O₁ за центр, проводять дугу радіусом, що дорівнює відрізку O₁C. Ця дуга перетинає горизонтальний діаметр у точці E. Відрізок CE і є стороною вписаного п'ятикутника, а відрізок OE дорівнює стороні вписаного десятикутника. Побудову половин п'ятикутника і десятикутника показано на рисунку 2,ж.

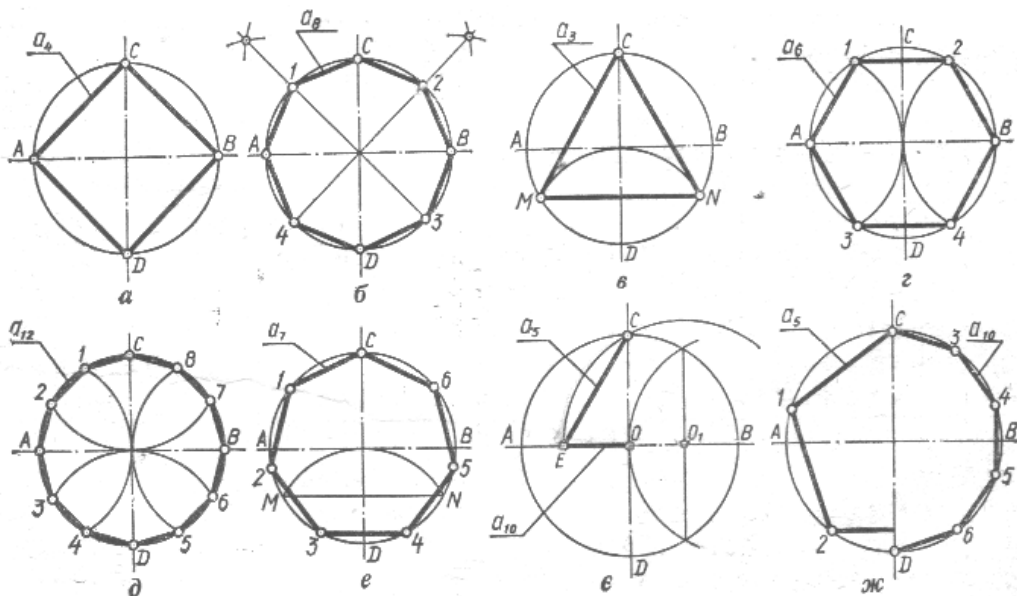


Рис. 2

📖 Теоретичні відомості!

Плавний перехід від однієї лінії до іншої, виконаний за допомогою проміжної лінії називається спряженням.

Спряження сторін гострого, тупого або прямого кутів дугою заданого радіуса R показано на рисунку 3 а,б,в. Проводять дві допоміжні прямі, паралельно до сторін кута, на відстані радіуса спряження R . Точка O перетину цих прямих є центром дуги спряження. Перпендикуляри, опущені з центра на задані прямі, визначають точки спряження K_1 і K_2 . Радіусом R проводять дугу спряження між точками K_1 і K_2 .

Спряження дуг кола між собою розрізняють три типи: зовнішнє, внутрішнє і змішане.

Зовнішнє спряження (рис.3,г). Центр спряження O лежить у точці перетину двох допоміжних дуг радіусів $R_1 + R$ і $R_2 + R$, проведених відповідно з центрів O_1 і O_2 . Точки спряження K_1 і K_2 визначають як точки перетину заданих дуг з прямими OO_1 і OO_2 .

Внутрішнє спряження (рис.3,д). З центрів O_1 і O_2 проводять дві допоміжні дуг радіусів $R - R_1$ і $R - R_2$, які в перетині дають центр спряження O . Прямі OO_1 і OO_2 перетинаючи задані дуги, дають точки спряження K_1 і K_2 .

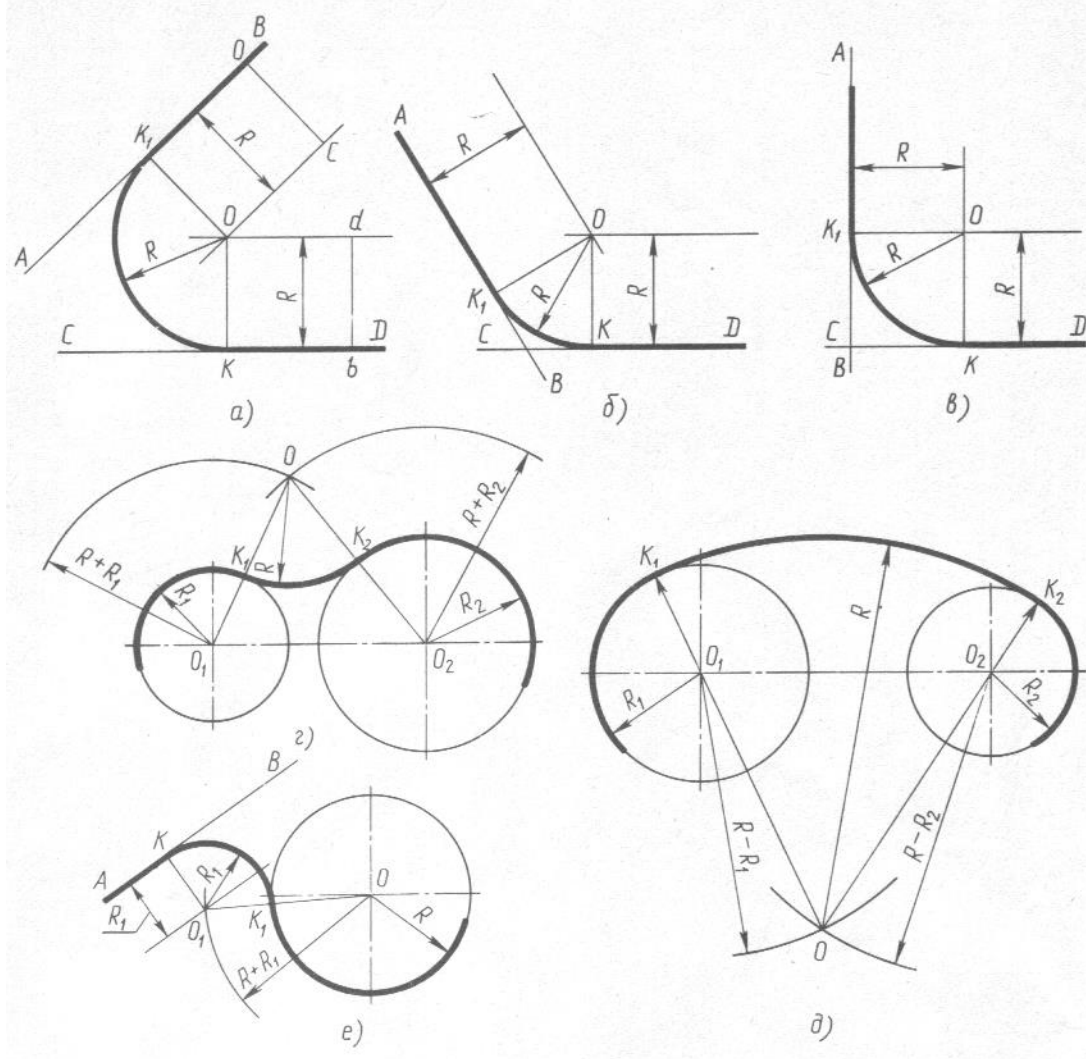


Рис.3

а, б, в – спряження по дузі кола заданого радіуса двох прямих розміщених під різними кутами один до одного; г, д – спряження двох кіл по дузі заданого радіуса (зовнішнє і внутрішнє); е – спряження по дузі кола між прямою і колом.

Спряження дуги з прямою бувають двох типів – зовнішнє і внутрішнє.

Зовнішнє спряження (рис.3,е). На відстані, що дорівнює радіусу R дуги спряження, проводять пряму, паралельну AB . З центра кола O радіусом $R_1 + R$ проводять допоміжну дугу. Точка O_1 перетину дуги з проведеною прямою і є центром спряження. Щоб дістати точку K_1 , сполучають центри O і O_1 , а щоб дістати точку спряження K , ставлять перпендикуляр з центра O_1 до перетину з прямою AB . З центра O_1 радіусом R проводять дугу спряження між точками K_1 і K_2 .

✍ Законспекуйте!

Побудова лекальних кривих, робота з лекалами. Побудова коробових кривих. [Л-5, с.60...61, 64...69].

📖 Практичне заняття

Виконання вправ на ділення кола на рівні частини, побудова основних видів спряжень та побудова лекальних кривих.

❓ Запитання для самоконтролю

1. Що таке масштаб креслення? Які існують масштаби?
2. Як позначають масштаб на кресленні?
3. Як розміщують на кресленні розмірні і виносні лінії для вимірювання відрізка, кута, радіуса, дуги?
4. На якій відстані слід проводити розмірні лінії від лінії контуру, одну від одної?
5. Як записувати розмірні числа залежно від нахилу розмірних ліній для лінійних розмірів, для кутових розмірів?
6. Які правила нанесення розмірних ліній і розмірних чисел для діаметрів кіл і для радіусів дуг?
7. Як наносити розміри сфери, квадрата?
8. Які правила нанесення розмірів конусності, ухилу?
9. В яких випадках розмірну лінію виконують з обривом?
10. Як поділити відрізок на 4 і 8 рівних частин?
11. Як побудувати перпендикуляр до прямої з точки, що лежить поза цією прямою?
12. Як поділити кут на три рівні частини?
13. Як вписати в коло правильний шестикутник, семикутник, п'ятикутник?
14. Як за таблицею хорд побудувати правильний одинадцятикутник?
15. Що таке нахил? Як вимірюють величину нахилу?
16. Як позначають нахил на кресленнях?
17. Що таке конусність? Як вимірюють конусність?
18. Як позначають конусність на кресленнях?
19. Як побудувати спряження двох прямих, що перетинаються?
20. Як побудувати внутрішнє спряження дуги з прямою?
21. Як побудувати внутрішнє спряження, зовнішнє і мішане двох кіл?
22. Правила побудови еліпса.

23. Поясніть побудову овалу за двома осями.

2. НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

2.1. Методи проєкціювання

Проекціювання центральне і паралельне. Ортогональне проєкціювання. Площини проєкцій, координатні вісі та їх позначення.

☞ **Прочитайте!**

Література Л-2, с.69...71; Л-5, с. 79...82.

📖 **Теоретичні відомості!**

Нарисна геометрія – це наука про зображення просторових форм предметів на площині. У нарисній геометрії предмети відображають способами центрального і паралельного проєкціювання.

Якщо проєкційовальні промені перпендикулярні до площин проєкцій (рис.4), такий спосіб проєкціювання називають прямокутним, а проєкції, що одержують при цьому, - прямокутними, або ортогональними.

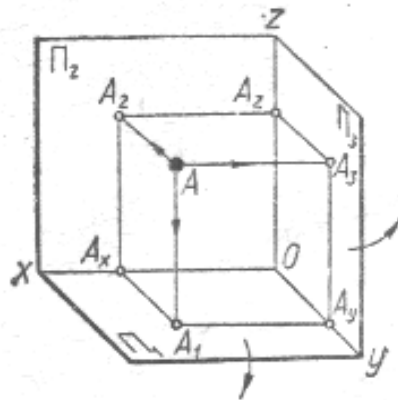


Рис. 4

Проекціювання, як правило виконуємо на площини прямого тригранного кута (рис.4), який має в собі:

Площини проєкцій: Π_1 – горизонтальна,

Π_2 – фронтальна,

Π_3 – профільна;

Осі проєкцій: Ox , Oy , Oz ;

Початок осей проєкцій: O .

❓ **Запитання для самоконтролю**

1. У чому суть центрального проєкціювання?
2. У чому суть паралельного проєкціювання?
3. На які види поділяють паралельні проєкції?
4. Основні властивості центрального проєкціювання?
5. Основні властивості паралельного проєкціювання?
6. Як називають і як позначають три основні площини проєкції?
7. Як позначають осі проєкції?

2.2. Точка і пряма

Проекціювання точки на площини проекції. Поняття про координати точки. Побудова комплексного креслення точки за її координатами. Положення проєкцій точки на комплексному кресленні в залежності від її положення у просторі.

Проекціювання відрізка прямої на площини проекції. Положення прямої в просторі. Відносне положення точки і прямої. Відносне положення двох прямих.

☞ **Прочитайте!**

Література Л-2, с.71...83; Л-5, с. 83...95.

📖 **Теоретичні відомості!**

Дуже часто виявляється зручним задавати положення точки в просторі її прямокутними координатами. При цьому площини проєкцій Π_1 , Π_2 і Π_3 вважають за систему трьох взаємно перпендикулярних координатних площин, а точку A – за початок відліку координат (рис.5).

Тоді відрізок $AA_3 = A_xO$ буде координатою x цієї точки, тобто відстанню точки до площини Π_3 (широтою), відрізок $AA_2 = A_yO$ буде координатою y цієї точки, тобто відстанню точки до площини Π_2 (глибиною), відрізок $AA_1 = A_zO$ буде координатою z цієї точки, тобто відстанню точки до площини Π_1 (висотою).

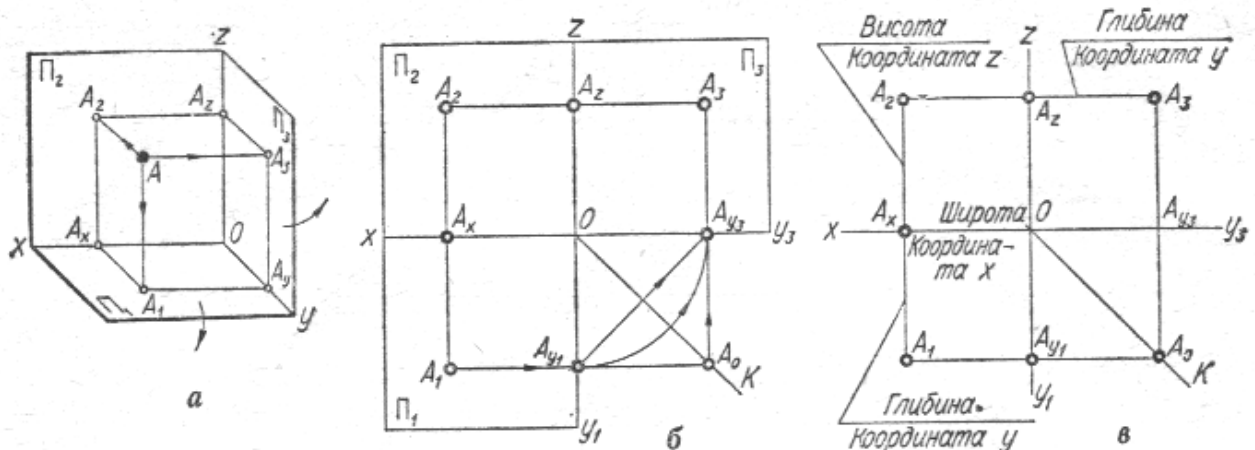


Рис. 5

Розглянемо на прикладі побудову проєкції точки за її координатами (рис.6). Задано точку $A(25,15,20)$, тобто $x = 25\text{мм}$; $y = 15\text{мм}$; $z = 20\text{мм}$. Треба побудувати комплексне креслення точки A в системі трьох площин проєкцій.

Проводять осі Ox , Oy , Oz . Від точки O по осі Ox відкладають координату $x=25\text{мм}$ і через знайдену точку A_x проводять вертикальну лінію зв'язку. На цій лінії вниз від A_x відкладають координату $y = 15\text{мм}$ і дістають горизонтальну проєкцію A_1 , а вгору – координату $z = 20\text{мм}$ і дістають фронтальну проєкцію A_2 . Знайдені проєкції A_1 і A_2 визначають положення точки в просторі. Якщо

треба побудувати третю, профільну проекцію, то з A_2 проводять горизонтальну лінію зв'язку і відкладають праворуч від осі Oz (від точки A_z) відрізок, що відповідає координаті y ($A_zA_3=15\text{мм}$). A_3 - профільна проекція точки A .

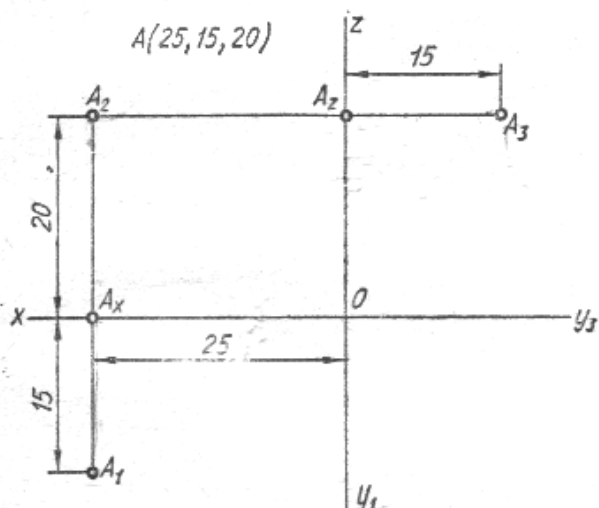


Рис. 6

📖 Теоретичні відомості!

Пряма в просторі безмежна. Обмежена частина прямої називається відрізком.

!!! Увага!

Проекціювання відрізка прямої зводиться до побудови проекцій двох його крайніх точок.

За розташуванням у просторі розрізняють прямі окремого і загального положення. Прямі окремого положення поділяються на проектуючі і прямі рівня.

Проекціючими називають прямі, перпендикулярні до однієї з площин проекцій, тобто паралельні двом іншим площинам. Пряма AB (рис.7,а), перпендикулярна до площини проекцій Π_1 , називається горизонтальнопроекціуючою прямою; пряма CD (рис.7,б), перпендикулярна до площини проекцій Π_2 , називається фронтальнопроекціуючою прямою; пряма MN (рис.7,в), перпендикулярна до площини проекцій Π_3 , називається профільнопроекціуючою прямою;

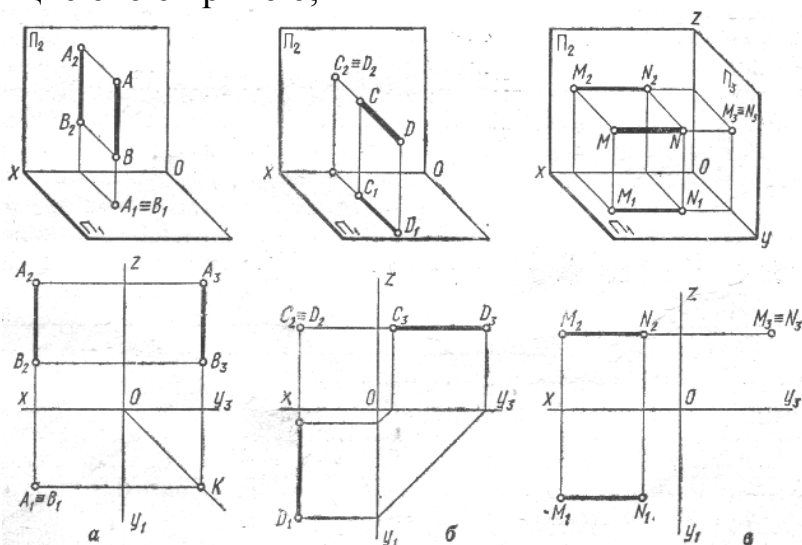


Рис.7

Прямими рівня називають прямі, паралельні одній з площин проєкцій. Пряма АВ (рис.8,а), паралельна горизонтальній площині проєкцій Π_1 , називається горизонталлю, пряма CD (рис.8,б), паралельна фронтальній площині проєкцій Π_2 , називається фронталлю, пряма MN (рис.8,в), паралельна профільній площині проєкцій Π_3 , називається профільною прямою.

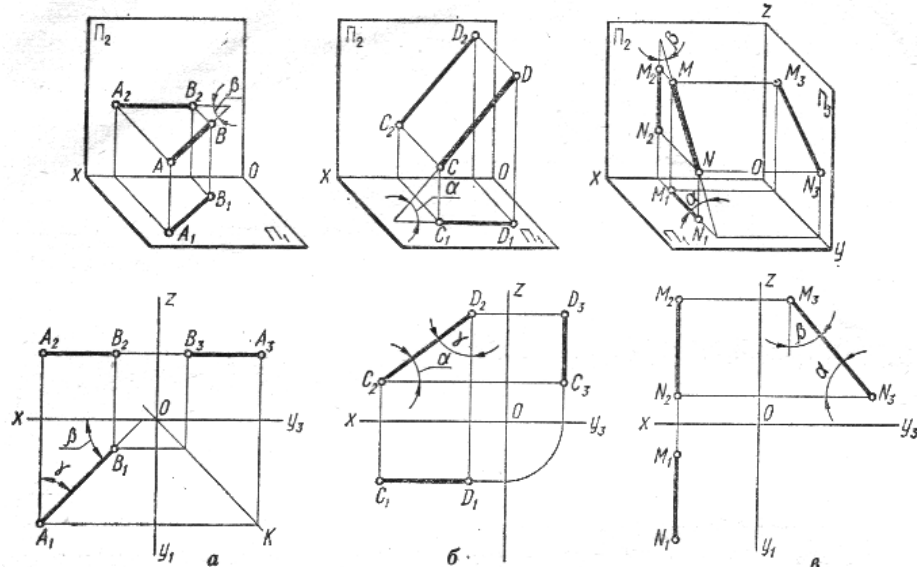


Рис.8

Прямою загального положення називають пряму, розташовану похило до всіх площин проєкцій.

Практичне заняття

Побудова комплексних креслень точок і прямих.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке комплексне креслення точки і як його достають?
2. Основне положення проєкціювання точки?
3. Які виміри, або координати належать точці, що лежить у просторі, на площині проєкції Π_3 , на осі проєкції Oy ?
4. У якій послідовності будують проєкції точки за її координатами?
5. Якими способами можна побудувати третю проєкцію точки за двома її відомими?
6. Яке положення займають прямі в просторі відносно площин проєкцій?
7. Як розташовуються на епюрі проєкції горизонталі, фронталі?
8. Як розташовуються на епюрі проєкції відрізка, перпендикулярного площині проєкцій Π_1 , площині проєкцій Π_2 ?
9. Основне положення про належність точки прямій?
10. Як відрізнити на епюрі прямі, що перетинаються з мимобіжними прямими?
11. Як визначити, яка з двох точок видима, якщо їх проєкції на фронтальній площині проєкцій співпали?

2.3. Площина

Способи завдання площини на комплексному кресленні. Площини окремого положення. Площини загального положення. Проекції точки і прямої, які належать площині. Лінії рівня площини. Відносне положення площин. Пряма паралельна площині, перетин прямої з площиною.

📖 Прочитайте!

Література Л-2, с.84...98; Л-5, с. 96...113.

📖 Теоретичні відомості!

На комплексному кресленні площину можна зобразити проекціями геометричних елементів, що повністю визначають її положення в просторі, а саме:

- трьох точок, що не лежать на одній прямій (рис.9,а);
- прямої і точки, розташованої поза нею (рис.9,б);
- двох прямих, що перетинаються (рис.9,в);
- двох паралельних прямих (рис.9,г);
- трикутника, або іншої плоскої фігури (рис.9,д).

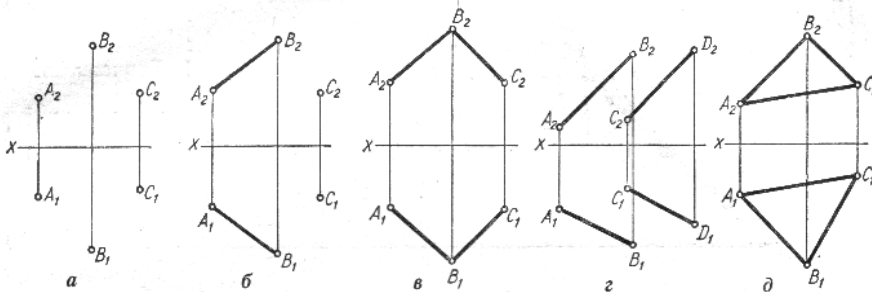


Рис.9

!!! Увага! Щоб навчитися читати креслення і будувати зображення складних технічних деталей, треба вміти аналізувати різні положення площини у просторі.

📖 Теоретичні відомості!

За розташуванням у просторі розрізняють площини окремого і загального положення. Площини окремого положення поділяються на площини рівня і проєкціюючі.

Площина рівня паралельна одній, або перпендикулярна до двох інших площин проєкцій. Розрізняють три види площин рівня: горизонтальну θ , тобто паралельну площині проєкції Π_1 (рис.10,а,б); фронтальну ϕ , паралельну Π_2 (рис.10а,в), і профільну δ , паралельну Π_3 (рис.10,а,г).

!!! Увага!

Довільна фігура, що лежить у площині рівня, проєкується в натуральну величину на ту площину проєкцій, якій ця площина рівня паралельна.

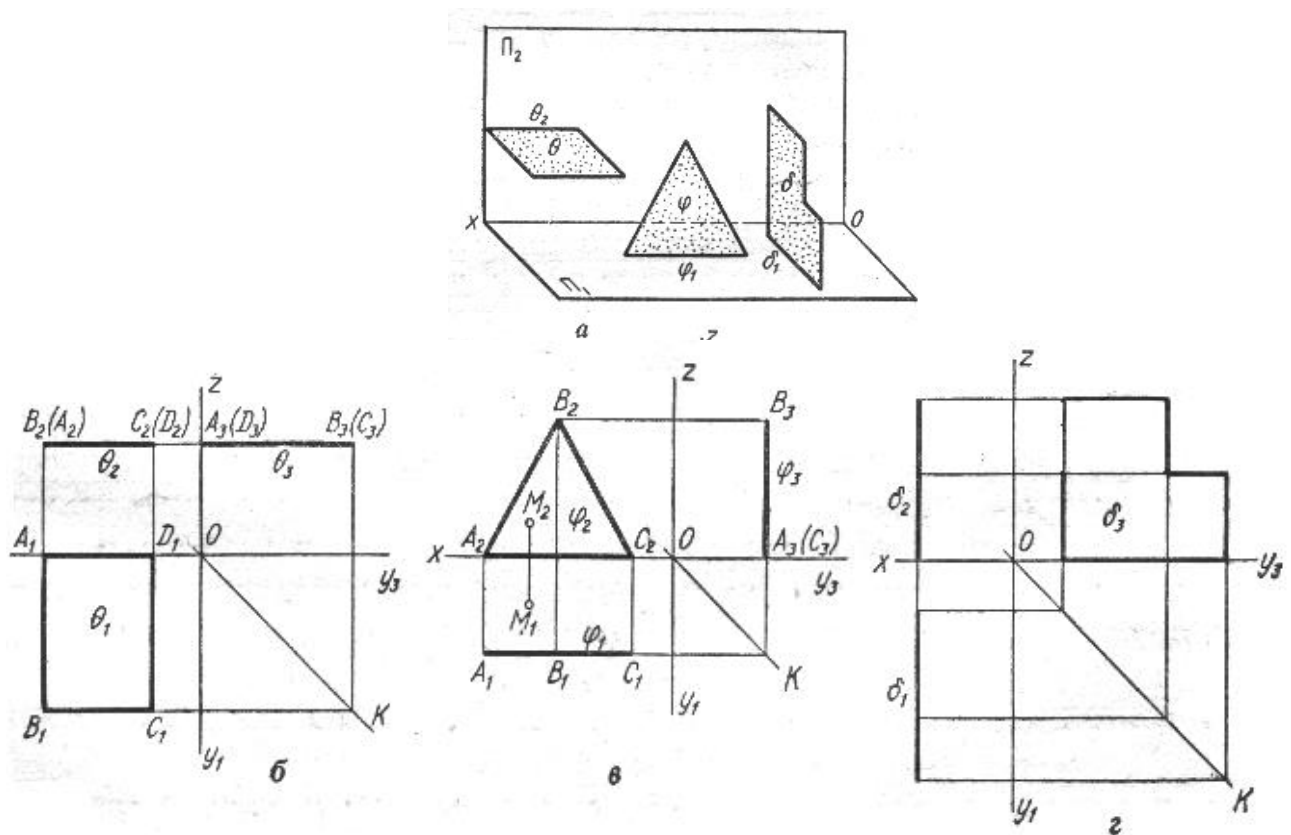


Рис.10

✍ Законспектуйте!

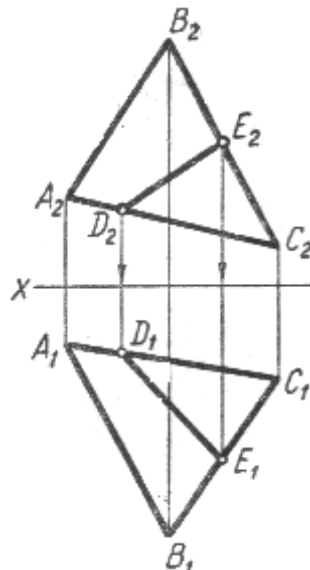
Проекціюючі площини [Л-5, с.99...101]

Площини загального положення [Л-5, с.97...98]

📖 Теоретичні відомості!

Пряма лежить у площині, якщо вона проходить через дві точки, що належать цій площині.

Припустимо, що в площині трикутника ABC треба провести довільну пряму DE (рис.11) Побудову можна почати з будь-якої проекції, наприклад з фронтальної D_2E_2 . Ця проекція перетне трикутник в точках D_2 і E_2 . Провівши вертикальні лінії зв'язку, знайдемо горизонтальні проекції D_1 і E_1 . Пряма D_1E_1 і є горизонтальною проекцією шуканої прямої.



☞ Законспекуйте!

Точка в площині [Л-5, с.104]

📖 Практичне заняття

Розв'язування задач на взаємне розташування точок, прямих і площин.

? Запитання для самоконтролю

1. Які є способи завдання і зображення площини на комплексному кресленні?
2. Які площини називаються площинами рівня та які їх властивості?
3. Які площини називаються проєціюючими та які їх властивості?
4. Які площини називаються загального положення та які їх властивості?
5. Умови належності прямої площині?
6. Які прямі називаються горизонталями та фронталями площини?
7. Яка умова паралельності прямої і площини, двох площин?

2.4. Способи перетворення проєкцій

Спосіб обертання. Обертання відрізка прямої і плоскої фігури навколо осі, перпендикулярної площині проєкцій. Побудова дійсної величини відрізка прямої та плоскої фігури розміщеної в проєкціювальній площині способом обертання.

Спосіб заміни площин проєкцій. Знаходження натуральної (дійсної) величини відрізка прямої та проєкціювальної площини способом заміни площин проєкцій.

☞ Прочитайте!

Література Л-2, с.116...120, с.123...125; Л-5, с. 113...123.

☞ Законспекуйте!

Теорія способу обертання [Л-5, с.114...115]

📖 Теоретичні відомості!

Потрібно визначити натуральну величину трикутника ABC , що лежить у горизонтально проєціюючій площині (рис.12). Обертають трикутник навколо осі i , перпендикулярної до площини Π_1 , до положення, паралельного площині проєкцій Π_2 . Щоб полегшити побудову, вісь проводять через вершину трикутника, наприклад точку C . Після обертання горизонтальна проєкція трикутника займе положення $A_1\bar{B}_1\bar{C}_1$, паралельне осі Ox . Вершини трикутника A і B переміщуються в площинах σ і θ , перпендикулярних до осі обертання. Фронтальні проєкції A_2 і B_2 після повороту займуть положення \bar{A}_2 і \bar{B}_2 . Ці точки лежать на вертикальних лініях зв'язку \bar{A}_1 і \bar{B}_1 . Трикутник $C_2\bar{A}_2\bar{B}_2$ дорівнює натуральній величині оригіналу ABC .

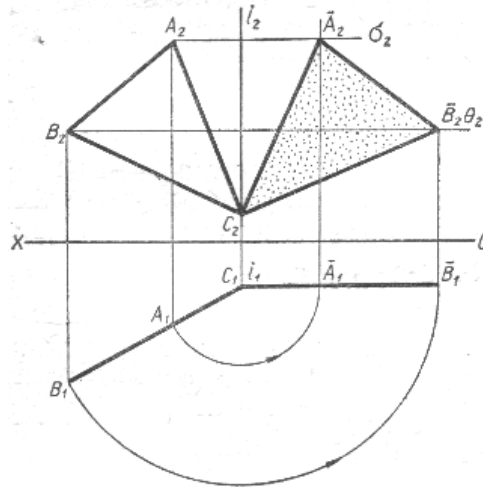


Рис.12

!!! Увага!

Суть способу заміни площин полягає в тому, що положення в просторі точок, прямих і фігур залишається незмінними, а замість існуючої вибирають нову площину проєкцій так, щоб проєкціюванням на неї можна було визначити натуральну величину певних геометричних елементів.

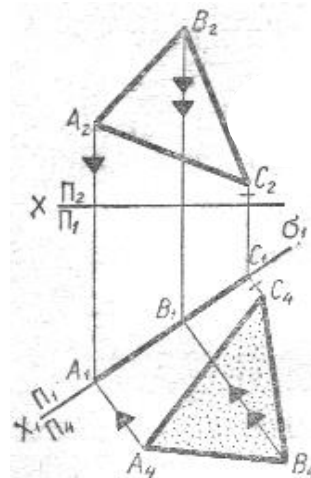
✍ Законспекуйте!

Теорія способу заміни площин [Л-5, с.117...119]

📖 Теоретичні відомості!

Треба визначити натуральну величину трикутника ABC, що лежить у горизонтально проєкціуючій площині σ , способом заміни площин проєкцій (рис.13). Проводять нову вертикальну площину проєкцій Π_4 , перпендикулярно до площини Π_1 , і паралельно площині трикутника ABC. При цих умовах вісь x_1 системи площин проєкцій $\frac{\Pi_4}{\Pi_1}$ треба провести паралельно сліду-проєкцій

$A_1V_1C_1$ на довільній відстані. В окремому випадку площина Π_4 може збігатися з площиною трикутника і тоді вісь проєкцій x_1 зіллється з проєкцією $A_1V_1C_1$, як показано на рисунку 13. Через точки A_1, V_1 і C_1 проводять лінії зв'язку нової системи площин проєкцій і відкладають на них від осі x_1 координати z точок A, B і C. Визначені проєкції A_4, B_4, C_4 сполучають прямими в трикутник, який і буде шуканою натуральною величиною оригіналу ABC.



Практичне заняття

Визначення натуральних величин відрізків прямих, плоских фігур способом обертання і заміни площин проєкцій.

Запитання для самоконтролю

1. Способи перетворення проєкцій, які застосовуються у кресленні.
2. Суть способу обертання навколо осей, перпендикулярних до площин проєкцій.
3. Які основні елементи способу обертання?
4. У чому суть способу заміни площин проєкцій?
5. Як визначити натуральну величину відрізка прямої лінії загального положення способом обертання навколо осі, перпендикулярної до площини Π_1 ?
6. Чому дорівнює відстань від нової проєкції точки до нової осі проєкцій при заміні площин проєкцій?
7. Як визначити натуральну величину плоскої фігури способом заміни площин проєкцій?

2.5 Аксонометричні проєкції

Суть аксонометричного проєкціювання. Види аксонометричних проєкцій. Аксонометричні вісі. Показники спотворення.

Зображення в прямокутних аксонометричних проєкціях плоских фігур. Зображення кола в площинах, паралельних площинам проєкцій (прямокутна ізометрія).

Прочитайте!

Література Л-2, с.100...114; Л-5, с. 123...138.

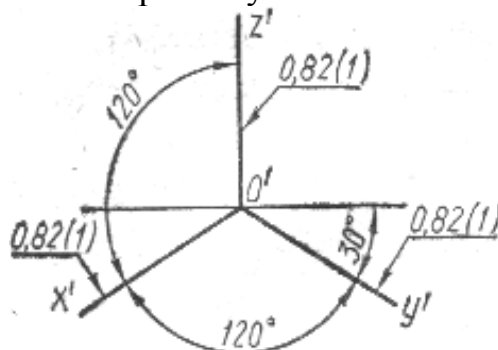
!!! Увага!

Суть аксонометричного проєкціювання в тому, що предмет відносять до системи координатних осей і проєкціюють його разом з цими осями на вибрану площину аксонометричних проєкцій.

Теоретичні відомості!

Найбільш поширеним і простим видом аксонометрії є прямокутна аксонометрія, зокрема прямокутна ізометрія та прямокутна диметрія.

Прямокутна ізометрія. Аксонометричні осі в цій проєкції (рис.14) $O'x'$, $O'y'$, $O'z'$ утворюють одна з одною кути 120° , а коефіцієнти спотворення по всіх трьох осях однакові і дорівнюють 0,82 при точному зображенні і 1 при спрощеному зображенні, яке використовується в навчальних кресленнях.



!!! Увага!

Відношення довжини аксонометричної проекції відрізка координатної осі до довжини самого відрізка цієї осі в натурі називається *коефіцієнтом спотворення*.

📖 Теоретичні відомості!

Побудова ізометричної проекції многокутників. Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксонометричної проекції використовують дві осі залежно від того, якій площині проекції фігура паралельна. При паралельності площині Π_1 використовують осі x і y , при паралельності Π_2 – x і z , при паралельності площині Π_3 – осі y і z .

Розглянемо побудову в ізометрії прямокутника $ABCD$, що лежить в горизонтальній площині. Сумістимо осі координат x , y із сторонами AB , BC прямокутника (рис.15,а). Побудуємо ізометричні осі $O'x'$ і $O'y'$ і відкладемо на них від точки O' відрізки, що дорівнюють розмірам сторін прямокутника ($A'B'=AB=b$; $B'C'=BC=a$). Із знайдених точок A' і C' проводимо прямі, паралельні аксонометричним осям до взаємного їх перетину. Утворений паралелограм $A'B'C'D'$ і є ізометричною проекцією прямокутника. На рис 14, б зображено ізометричну проекцію прямокутник $ABCD$, розміщеного паралельно площині Π_2 .

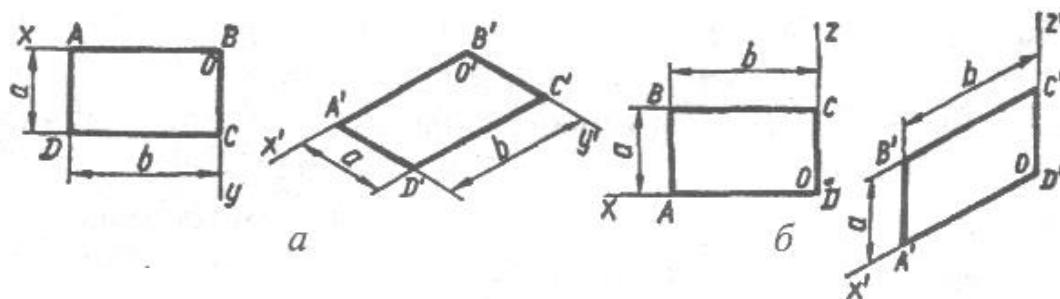


Рис.15

📖 Теоретичні відомості!

Ізометричними проекціями кіл, розташованих у площинах проекцій, або в площинах паралельних їм, є еліпси. На практиці ізометричну проекцію кола замінюють овалом, що значно спрощує побудову.

Розглянемо один з способів побудови овалів. Нехай потрібно виконати ізометричну проекцію кола, яке лежить в площині Π_1 (рис.16, а-в). Будуємо аксонометричні осі $O'x'$, $O'y'$ і відкладаємо на них від точки O' відрізки, що дорівнюють радіусу заданого кола. Через знайдені точки $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ проводимо лінії, паралельні осям $O'x'$, $O'y'$, і дістаємо ромб $A'B'C'D'$, який є ізометричною проекцією квадрата описаного навколо цього кола. Вершини ромба, які лежать на короткій діагоналі, є центром для проведення великих дуг овала. Проводимо велику діагональ ромба $B'D'$ і сполучаємо вершину A' із точками $2'$ і $3'$. Перетин цих ліній з великою діагоналлю ромба визначить два інших центра овала – O'_1 і O'_2 . Із центра A' і C' креслимо великі дуги овала радіусом $R_1=A'2'$, а з центрів O'_1 і O'_2 – малі дуги радіусом $R_2=O'_23'$. На рис.16,г цим способом побудовано

ізометричну проекцію кола, яке лежить в площині Π_2 , а на рис. 16,д - ізометричну проекцію кола, яке лежить в площині Π_3 .

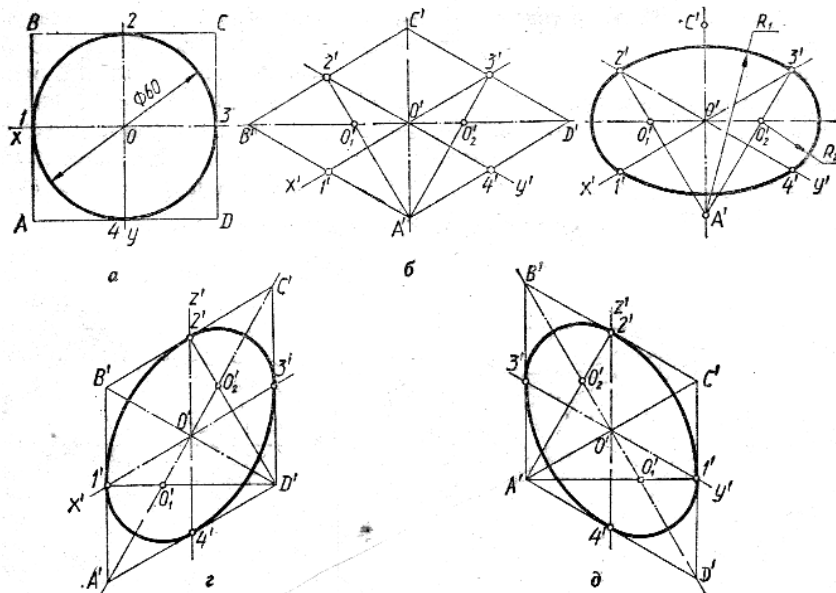


Рис. 16

☞ Законспекуйте!

Прямокутна диметрія [Л-5, с.132...135]

📖 Практичне заняття

Зображення плоских фігур в аксонометричних проекціях.

❓ Запитання для самоконтролю

1. У чому перевага аксонометричних проекцій порівняно з комплексними?
2. Суть аксонометричного проєкціювання?
3. Що називається коефіцієнтом спотворення?
4. Як класифікують аксонометричні проекції?
5. Як будувати осі в прямокутній диметрії і чому дорівнюють показники спотворення за аксонометричними осями?
6. Як будувати осі в прямокутній ізометрії і чому дорівнюють показники спотворення за аксонометричними осями?
7. Як побудувати коло в ізометрії, якщо площина кола паралельна площині проєкцій Π_1 ?

2.6. Поверхні і тіла

Проекціювання геометричних тіл (призми, піраміди, циліндра і конуса) на три площини проєкцій (комплексне креслення) з аналізом проєкцій елементів геометричних тіл (вершин, ребер, граней, осей, твірних). Побудова проєкцій точок, які належать поверхням геометричних тіл. Зображення геометричних тіл в аксонометричних прямокутних проєкціях.

📖 Прочитайте!

Література Л-2, с.127...146; Л-5, с. 139...160.

📖 Теоретичні відомості!

Побудова проєкцій призми на комплексному кресленні (рис.17). Треба побудувати проєкції прямої правильної трикутної призми, що стоїть на площині Π_1 . Основа вписана в коло діаметром 50 мм, висота призми — 48 мм. На

площину проєкцій Π_1 призма проєктується рівностороннім трикутником, який є проєкцією нижньої і верхньої основ призми. Сторони трикутника є проєкціями бічних граней призми, а його вершини — проєкціями бічних ребер. На площині проєкцій Π_2 призма зобразиться у вигляді прямокутника, величина якого дорівнює грані, паралельній площині Π_2 . Проєкція переднього ребра призми ділить прямокутник навпіл. На площину Π_3 призма проєктується у вигляді прямокутника, величина якого буде меншою за натуральну величину бічної грані призми. На рис. 17 побудову профільної проєкції виконано за допомогою постійної прямої креслення.

Аналіз креслення призми. Призма, зображена на рис. 17, має 5 граней, 9 ребер і 6 вершин. Грань ABC - нижня основа призми - лежить у площині проєкцій Π_1 , а верхня основа EFD паралельна площині Π_1 і віддалена від неї на 48 мм. На горизонтальну площину проєкцій верхня і нижня основи призми проєктуються в натуральну величину. Бічна грань $AEDC$, паралельна площині проєкцій Π_2 , зобразиться на ній в натуральну величину. Ліва і права грані $AEFB$ і $FDCB$ - горизонтально проєкціуючі площини - на фронтальній і профільній проєкціях зображені скороченими.

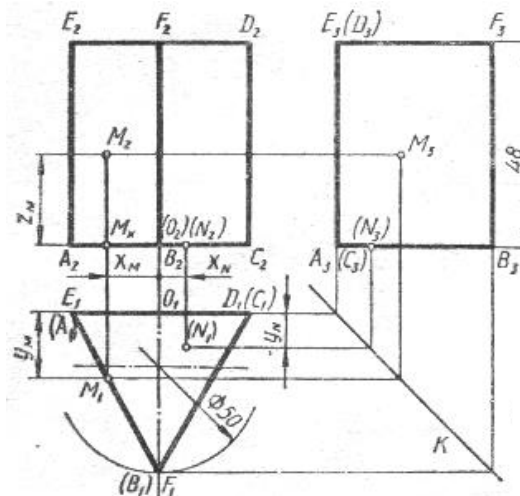


Рис. 17

Шість ребер призми є ребрами верхньої і нижньої основ. Ребра AB , BC , CA лежать у горизонтальній площині Π_1 а ребра EF , FD , DE паралельні цій площині і проєктуються на Π_1 у натуральну величину. Ребра AC і ED - профільно проєкціуючі прямі, які на Π_1 і Π_2 зображені відрізками, паралельними осі Ox . Бічні ребра призми - горизонтально проєкціуючі прямі. На площину Π_1 вони проєкціуються у вигляді точок, а на Π_2 і Π_3 - у вигляді відрізків, перпендикулярних до осей проєкцій Ox і Oy_3 . Ці відрізки дорівнюють натуральній величині ребер призми.

Визначення проєкцій точок, що лежать на поверхні призми. На рис. 17 задано фронтальну проєкцію M_2 точки, яка лежить на лівій бічній грані призми. Ця грань перпендикулярна до площини Π_1 і проєкціюється на неї відрізком A_1B_1 . Отже, горизонтальна проєкція M_1 точки лежить на цьому відрізку. Проєкцію M_3 знайдено за допомогою постійної прямої креслення. На

цьому самому рисунку побудовано фронтальну і профільну проекції невидимої точки N, яка лежить на нижній основі призми. Побудова зрозуміла з креслення.

На рис. 18 зображено послідовність побудови призми та точки, яка належить її поверхні в прямокутній диметрії.

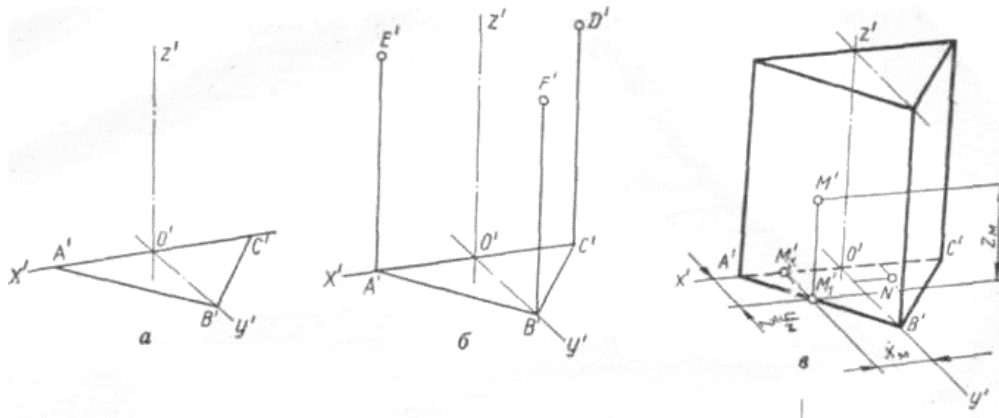


Рис. 18

☞ Законспекуйте!

Проекціювання піраміди, циліндра, конуса та точок, що належать їх поверхням [Л-5, с.144...156]

📖 Практичне заняття

Побудова комплексних креслень і аксонометричних проекцій поверхонь геометричних тіл.

? Запитання для самоконтролю

1. Що називається призмою і як поділяють призми? Назвіть основні елементи призми.
2. Що називається пірамідою і як поділяють піраміди?
3. Назвати основні елементи піраміди.
4. Як визначити проекції точок, що лежать на поверхні піраміди?
5. Яке тіло називається циліндром? (Назвати основні елементи циліндра).
6. Як побудувати ізометричне зображення циліндра? Як показати в ізометрії точки, що лежать на поверхні циліндра?
7. Яке тіло називається конусом? (Назвати основні елементи конуса).

2.7.Перетин поверхонь геометричних тіл площинами

Поняття про переріз. Переріз тіл проекційвальними площинами. Побудова комплексних креслень зрізаних геометричних тіл, натуральної величини фігури перерізу.

Побудова розгорток поверхонь зрізаних тіл: призми, циліндра, піраміди і конуса.

Зображення зрізаних геометричних тіл в аксонометричних прямокутних проекціях.

☞ Прочитайте!

Теоретичні відомості!

На рис. 18, а зображено прямий круговий циліндр, розсічений фронтальною проекціуючою площиною σ .

Побудова проекцій фігури перерізу. Спочатку тонкими лініями будують три проекції повного циліндра і слід σ_2 січної площини. Поділяють коло основи (горизонтальну проекцію циліндра) на кілька рівних частин, наприклад на вісім. Точки A_1, B_1, C_1, \dots поділу кола є водночас і горизонтальними проекціями твірних циліндра. Керуючись цими точками, будують фронтальні і профільні проекції твірних.

Фронтальні проекції $1_2, 2_2, 3_2, \dots$ точок еліптичного перерізу циліндра збігаються з фронтальним слідом σ_2 . Отже, відрізок $1_2 5_2$ є фронтальною проекцією фігури перерізу, а горизонтальна проекція еліпса збігається з колом. Провівши з точок $1_2, 2_2, 3_2, \dots$ горизонтальні лінії зв'язку до перетину з профільними проекціями відповідних твірних, знаходять профільні проекції $1_3, 2_3, 3_3, \dots$ цих точок. За допомогою лекал сполучають точки в плавну криву — еліпс.

Великою віссю еліпса є відрізок $1_2 5_2$, а малою — $3_1 7_1$, тобто діаметр циліндра. Точки $1, 5, 3, 7$ називаються *опорними*, а ті, що розподіляються між ними, — *проміжними*. Звичайно побудову лінії перерізу починають з визначення опорних точок.

На профільну площину проекцій мала вісь еліпса проекціюється без спотворення, а величина проекції великої осі залежить від кута нахилу сліду σ до осі Ox .

Натуральну величину фігури перерізу (рис. 18, б) знайдено способом плоско-паралельного переміщення. Її можна також визначити будь-яким відомим способом.

Розгорткою бічної поверхні циліндра (рис. 18, в) є прямокутник, висота якого дорівнює висоті циліндра, а довжина - довжині розгорнутого кола його основи (πd). Довгу сторону прямокутника поділяють на 8 рівних частин і з точок поділу проводять твірні A, B, C, D, \dots циліндра. На цих твірних відкладають відстані відповідних точок фігури перерізу до основи циліндра, виміряні на фронтальній або на профільній площинах проекцій. Наприклад, відрізок $A1 = z_1; E5 = z_5; \dots$ тощо.

Побудовані точки $1, 2, 3, \dots$ сполучають за допомогою лекал плавною кривою, яка й буде розгорткою лінії перерізу. До цієї лінії прибудовують натуральну величину еліпса перерізу.

Побудова ізометричної проекції циліндра, розсіченого площиною σ . Коло нижньої основи циліндра (рис. 18, г) зображується у вигляді еліпса, який наближено будують як чотирицентровий овал. Використовуючи координати X_B і X_D , переносять на овал точки A', B', C', \dots поділу кола на рівні частини і з цих точок проводять твірні паралельно осі $O'z'$. На цих прямих відкладають відрізки, що дорівнюють відповідним зрізаним твірним, наприклад $A'T' = A_2 1_2; B' 2' = B_2 2_2$ тощо. Знайдені точки перерізу сполучають за допомогою лекал.

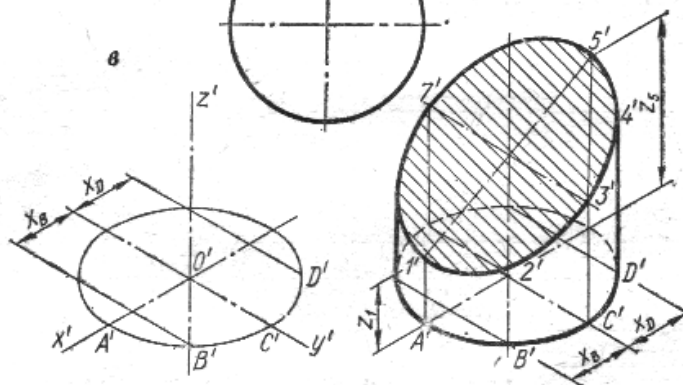
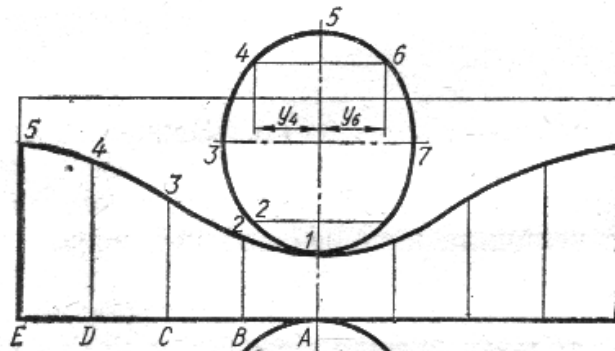
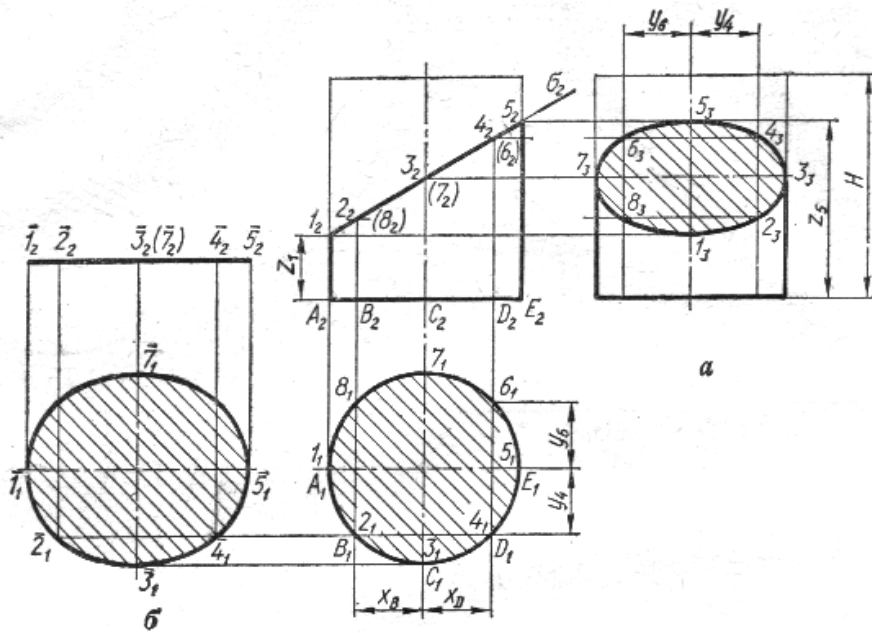


Рис. 18

Законспекуйте!

Побудова комплексних креслень, аксонометрій та розгорток зрізаної призми, піраміди, конуса [Л-5, с.161...166, с.169...173]

Практичне заняття

Побудова комплексного креслення зрізаної призми чи піраміди, побудова розгортки, нанесення розмірів.

Запитання для самоконтролю

1. Які криві можуть утворитися в перерізі прямого конуса різними площинами?

2. Які плоскі фігури можуть утворитися в перерізі п'ятигранної призми різними площинами?
3. Як побудувати розгортку зрізаного конуса та циліндра?
4. Нанести практичні приклади перерізу тіл площинами?
5. Якої форми бувають фігури переріза конуса обертання?
6. Як побудувати ізометричне зображення зрізаного циліндра та піраміди?
7. Що називається лінією зрізу?

2.8. Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл

Побудова ліній перетину поверхонь тіл за допомогою січних площин.

Взаємний перетин поверхонь обертання, які мають спільну вісь.

Побудова ліній перетину поверхонь обертання методом допоміжних концентричних січних сфер.

☞ Прочитайте!

Література Л-2, с.168...180; Л-5, с. 180...197.

📖 Теоретичні відомості!

Спільна лінія двох поверхонь називається лінією їх перетину.

!!! Увага!

Характер лінії перетину залежить від того, які геометричні тіла або поверхні перетинаються, а саме:

а) при перетині двох многогранників утворюється одна або дві замкнені просторові ламані лінії, окремі відрізки яких є лініями перетину граней многогранників;

б) при перетині многогранника з тілом обертання утворюється одна або дві лінії, що складаються з кількох частин плоских кривих другого порядку - кола, еліпса, параболи тощо. Ці частини кривих сходяться між собою на ребрах многогранників;

в) при перетині двох кривих поверхонь другого порядку утворюється одна або дві просторові плавні криві, як правило, четвертого порядку, які в окремих випадках розпадаються на плоскі криві другого порядку або навіть на прямі лінії.

!!! Увага!

Щоб знайти точки лінії взаємного перетину поверхонь, застосовують спосіб допоміжних перерізів (спосіб посередників), суть якого полягає ось у чому:

а) задані поверхні перерізають третьою, допоміжною, поверхнею або площиною;

б) будують лінії перерізу посередника з кожною заданою поверхнею;

в) визначають точки перетину знайдених ліній; ці точки і є шуканими точками лінії перетину поверхонь.

📖 Теоретичні відомості!

За допоміжні січні поверхні найчастіше беруть площини окремого положення, паралельні площинам проєкцій Π_1 , Π_2 , або сфери, які в перетині з заданими поверхнями утворюють графічно прості лінії - прямі або кола. Щоб розв'язати задачу, треба провести не одну, а кілька допоміжних площин або сфер.

Знайдемо спільні точки лінії перетину зрізаного конуса і кулі (рис. 19). Допоміжна горизонтальна площина α перетинає кулю і конус по колах I і II, взаємний перетин яких визначає спільні точки A і B. Провівши кілька допоміжних площин, знаходять достатньо точок для побудови кривої перетину тіл.

На лінії перетину поверхонь розрізняють *точки опорні і випадкові*, або *проміжні*. Насамперед визначають опорні точки: найвищі і найнижчі, крайні праві і ліві, точки видимості тощо. Знаходження опорних точок дає можливість побачити, в яких межах розміщені проекції лінії перетину і де слід визначити випадкові точки, щоб точніше побудувати лінію.

Два тіла можуть перетинатися по одній або по двох замкнених лініях. У першому випадку перетин буде неповним і на тілах утворяться заглибини у вигляді врубков. Цей випадок називається *врізанням*. При двох замкнених лініях перетину одне тіло цілком проникає в інше. Такий випадок називається *проникненням*.

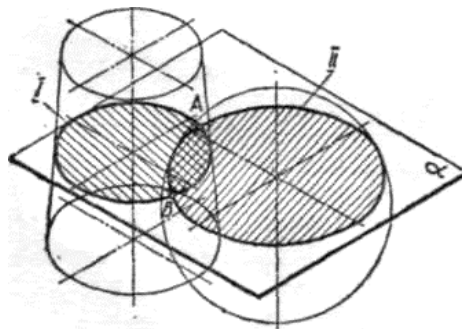


Рис. 19

!!! Увага!

Знайшовши точки лінії перетину, їх сполучають в певній послідовності і визначають видимість окремих відрізків. При цьому виходять з таких положень:

а) дві видимі грані дають у перетині видимий відрізок лінії перетину;

б) у перетині двох невидимих граней або однієї видимої, а другої невидимої, утворюється невидимий відрізок лінії перетину;

в) для кривих поверхонь видимими будуть лише ті точки, які знайдені в перетині двох видимих твірних;

г) точки переходу видимої частини лінії перетину в невидиму лежать на обрисних твірних чи ребрах однієї або другої поверхні;

д) видимість визначають окремо для кожної проекції поверхонь, що перетинаються.

☞ Законспекуйте!

Побудова ліній перетину поверхонь тіл за допомогою січних площин. [Л-5, с.182...191]

📖 Практичне заняття

Побудова комплексного креслення двох циліндрів, що перетинаються, побудова лінії їх перетину.

❓ **Запитання для самоконтролю**

1. Яка лінія перетину утворюється при перетині багатогранників, двох поверхонь другого порядку, багатогранника з тілом обертання?
2. Який загальний план розв'язання задач на перетин поверхонь?
3. Як визначається видимість точок лінії перетину?
4. Як перетинаються між собою поверхні обертання із спільною віссю?
5. План розв'язання задач за допомогою січних сферичних поверхонь?
6. Які умови потрібні для застосування допоміжних сферичних поверхонь?

2.9. Проекційне креслення

Розвиток практичних навичок зображення навчальних моделей в ортогональних та аксонометричних проекціях.

Аналіз елементів моделі. Комплексне креслення навчальної моделі, що складається з простих геометричних тіл. Побудова проекцій точок і відрізків прямих, які належать поверхні моделі. Побудова третьої проекції моделі за двома даними проекціями. Побудова аксонометричної проекції моделі за комплексним кресленням.

📖 Прочитайте!

Література Л-3, с.121...126; Л-5, с. 198...210.

📖 Теоретичні відомості!

Проекційне креслення – це ланка, яка поєднує між собою нарисну геометрію з машинобудівним кресленням.

!!! Увага!

Під моделлю слід розуміти предмет, який є сукупністю геометричних тіл, виконаний з дерева, оргскла або інших матеріалів.

📖 Теоретичні відомості!

*Розпочинати креслення моделі потрібно з компоновання зображень на аркуші. Знаючи розміри зображуваного предмета, масштаб і число проекцій передусім виконують тонкими лініями *габаритні чотирикутники* (рис.20), розташовуючи їх на полі кресленні так, щоб вони розташувались рівномірно.*

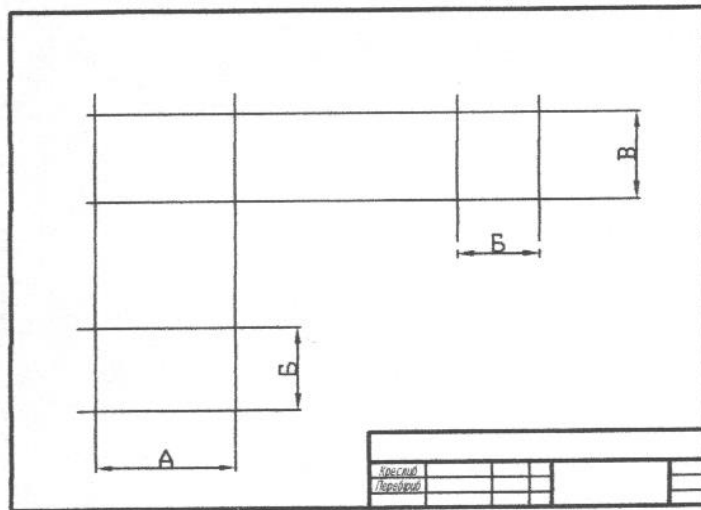


Рис. 20

📖 Теоретичні відомості!

При проєкцію ванні з натури треба спочатку продумати з яких простих геометричних тіл вона складається, а потім вибрати напрямлення проєкціювання. Модель відносно до основних площин проєкцій треба розташувати так, щоб окремі проєкції були по можливості більш простими.

!!! Увага!

Відносно до фронтальної площини проєкцій модель треба розташувати так, щоб на цю площину вона спроекціювалась найбільш наочно. Приклад комплексного креслення моделі наведено на рис. 21.

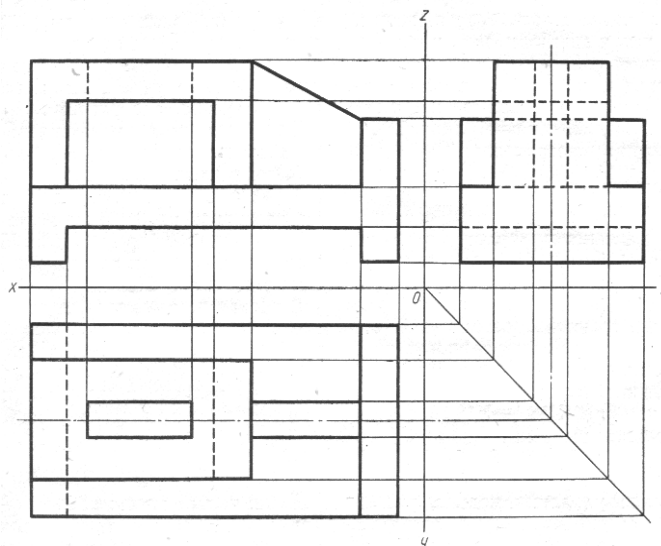


Рис.21

🔍 Законспекуйте!

Побудова аксонометричного зображення моделі за її комплексним кресленням. [Л-5, с.201...202]

📖 Практичне заняття

Побудова третьої проєкції моделі за двома заданими з нанесенням розмірів і зображенням її в прямокутній аксонометричній проєкції.

? Запитання для самоконтролю

1. Як проводять аналіз моделі щодо її елементів?
2. Яка послідовність виконання комплексного креслення моделі з натури?
3. Що таке компонування креслення і як воно здійснюється?
4. Послідовність виконання комплексного креслення моделі за його аксонометричним зображенням?
5. Побудова комплексного креслення моделі за двома заданими проекціями; які труднощі виникають при цьому?

3. ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНІЧНОГО РИСУВАННЯ

3.1 Плоскі фігури та геометричні тіла. Моделі

Призначення технічного рисунка. Відмінність технічного рисунка від креслення, виконаного в аксонометричній проекції. Техніка зарисовки квадрата, прямокутника та круга, розташованих в площинах, паралельних одній із площин проекцій.

Технічні рисунки геометричних тіл.

Технічний рисунок моделі. Надання рисунку рельєфності (штрихування).

☞ Прочитайте!

Література Л-2, с.183...189; Л-5, с. 236...247.

📖 Теоретичні відомості!

Технічним малюнком називається зображення предмета в аксонометричній проекції, виконане від руки і на око.

!!! Увага!

При виконанні технічних малюнків необхідно дотримуватися таких вказівок:

- Аркуш паперу для малювання закріплювати кнопками на невеликій креслярській дошці; дошку під час малювання тримати нахиленою під кутом 60°.
- Аркуш паперу має бути добре освітлений.
- Для малювання використовують олівці марок М і 2М.
- У процесі роботи олівець треба тримати трьома пальцями: великим, вказівним і середнім; малювати вільно без напруження, рухи мають бути твердими і впевненими.
- Малювати треба лише сидячи.

✍ Законспекуйте!

Техніка зарисовки квадрата, прямокутника та круга, розташованих в площинах, паралельних одній із площин проекцій. [Л-5, с.239...242]

📖 Теоретичні відомості!

Технічні рисунки геометричних тіл починають будувати з аксонометричних осей і побудови на них основи цих тіл. Послідовність побудови геометричного тіла не відрізняється від послідовності побудови

наочного зображення за допомогою інструментів. Різниця тільки в тому, що наочне зображення будують за допомогою креслярських інструментів і за розмірами, а технічний малюнок від руки, на око, з дотриманням пропорції предмета. На рис. 22 побудовано технічні малюнки шестигранної призми (рис.22а), та циліндра (рис.22б).

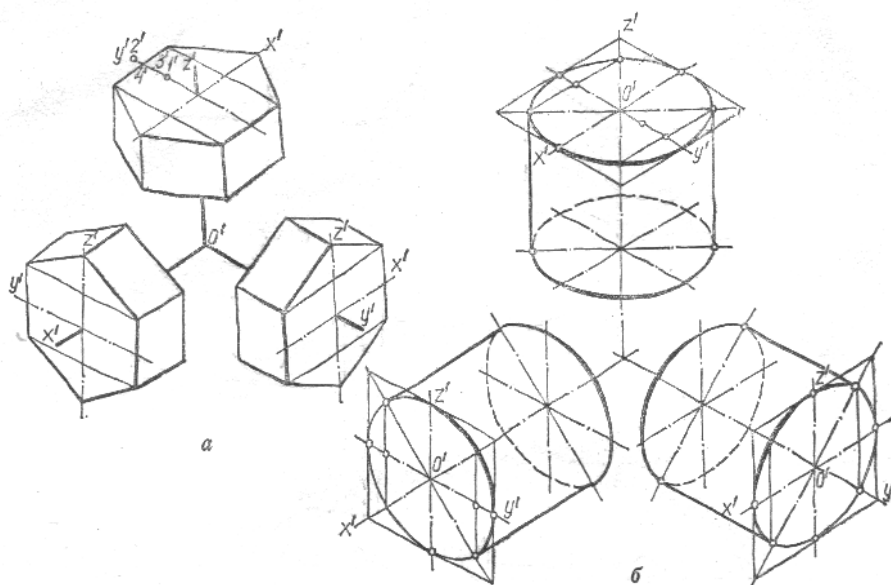


Рис 22

Практичне заняття

Виконання технічного рисунку моделі.

? Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення технічного малюнку?
2. Чим відмінний технічний малюнок від аксонометричного зображення моделі?
3. У якій послідовності виконують технічний малюнок моделі?
4. Яка послідовність виконання технічного малюнка геометричних тіл?
5. Чим відмінна штриховка від шрафування?
6. В якій послідовності наносять штрихи, щоб показати об'єм моделі?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА 1

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи 1

В роботі виконують креслення на 6-й аркушах паперу формату А3 відповідно до індивідуального варіанта завдання. Всі креслення виконують олівцем.

Аркуші контрольної роботи:

1. Лінії креслення. Написання букв, цифр, слів і речень креслярським шрифтом.
2. Креслення контурів деталей з діленням кола на рівні частини, спряженням. Лекальні криві.

3. Комплексне креслення двох геометричних тіл. Побудова проєкцій точок, що лежать на поверхні заданих тіл. Побудова геометричних тіл в прямокутних аксонометричних проєкціях.

4. Комплексне креслення зрізаного геометричного тіла обертання. Визначення дійсної величини фігури перерізу, розгортка поверхні та аксонометрична проєкція зрізаного геометричного тіла.

5. Комплексне креслення та аксонометрія піраміди з отвором, перпендикулярним фронтальній площині проєкцій.

6. Побудова третьої проєкції моделі за двома заданими, виконання аксонометрії, нанесення розмірів.

Аркуш 1-1 "Лінії креслення. Написання букв, цифр, слів і речень креслярським шрифтом."

Метою виконання аркуша є освоєння прийомів роботи з креслярськими інструментами та набуття навичок з виконання написів стандартним шрифтом.

Зразок подано на рис.23, завдання для виконання - на рис. 24.

На аркуші 1-1 виконують:

за своїм варіантом - лінії;

для всіх варіантів - два написи (вказані на зразку):

- речення шрифтом 5;

- букви, цифри і слова – шрифтом 10.

Вказівки з виконання завдання

Товщину основної суцільної лінії пропонується брати в межах 0.8...1мм. Товщину інших ліній вибирають відповідно до стандарту як частину товщини основної суцільної лінії. При проведенні штрихових та штрихпунктирних ліній намагайтесь витримувати їх товщину, довжину окремих штрихів та відстань між ними.

Важливо пам'ятати, що на конкретному кресленні товщина всіх ліній одного типу та інші її параметри повинні бути приблизно однаковими.

Перед виконанням написів необхідно уважно вивчити за підручником конструкцію букв (великих і малих) і цифр, а під час написання - витримувати встановлені стандартом співвідношення ширини букв і цифр, товщини їх обведення, відстані між буквами, словами і рядками залежно висоти шрифту (табл.1).

Майте на увазі, що без практики правильно писати стандартним шрифтом важко. Тому потрібно тренуватись в написанні кожної букви і цифри, окремих слів та речень. Кожне креслення є певною сукупністю різних ліній, доповнених відповідними текстовими та цифровими написами. Від якості їх проведення та написання залежить якість креслення як документа в цілому.

Аркуш 1-2 " Креслення контурів деталей з діленням кола на рівні частини, спряженням. Лекальні криві."

На аркуші креслять лекальні криві - еліпс та параболу і контур деталі. Зразок подано на рис.25, а завдання для виконання - на рис.26.

На аркуші 1-2 виконують:

за своїм варіантом - креслення деталі;

для всіх варіантів - еліпс і параболу. Дані для їх побудови треба взяти з табл.3.

Таблиця 3.

Варіанти	Розміри осей еліпса,		Розміри парабол, мм	
	АВ	СD	а	в
1,10	90	60	10	60
2,11	80	40	8	56
3,12	85	50	12	57
4,13	90	40	6	58
5,14	80	46	8	60
6,15	86	52	7	57
7,16	88	60	5	60
8,17	92	45	6	56
9,18	82	54	10	58

Вказівки з виконання завдання

Перед виконанням завдання потрібно вивчити за підручником і практично закріпити матеріал тем "Поділ кола на рівні частини", "Виконання спряжень ліній", "Нанесення розмірів на кресленнях" та "Лекальні криві". В робочому зошиті потрібно виконати вправи з цих тем.

Еліпс та параболу на аркуші слід будувати за методом, показаним на зразку. Допоміжні побудови потрібно виконувати тонкими лініями олівцем Н(Т) і залишити їх, не витираючи.

Практика показує, що не менше половини помилок, які допускають початківці на кресленнях, стосується нанесення розмірів. Тут має значення і повнота нанесення розмірів (відсутність хоч одного з них призводить до неможливості виготовлення деталі), і зручність користування ними в процесі виготовлення деталі. Тому суто загальні правила нанесення розмірів, викладені в стандарті, слід подумки пов'язувати з технологічним процесом виготовлення деталі. Треба мати на увазі, що в процесі виготовлення деталі її виробник не повинен виконувати математичні дії для визначення окремих розмірів - всі вони повинні бути вказані на кресленні.

Аркуш 1-3 "Комплексне креслення двох геометричних тіл. Побудова проєкцій точок, що лежать на поверхні заданих тіл. Побудова геометричних тіл в прямокутних аксонометричних проєкціях."

Мета виконання аркуша - освоїти прийоми побудови прямокутних (комплексних) та аксонометричних проєкцій геометричних тіл.

На аркуші 1-3 згідно свого варіанту, за заданими двома проєкціями двох геометричних тіл побудувати:

- комплексні креслення геометричних тіл;
- проєкцій точок, що лежать на поверхні заданих тіл;
- прямокутні аксонометрії геометричних тіл з точками на їх поверхні.

Зразок виконання подано на рис.27, а завдання - на рис.28.

Вказівки з виконання завдання

За підручником потрібно докладно опрацювати розділ "Нарисна геометрія та проєкційне креслення": ознайомитись з принципами прямокутного і аксонометричного методів проєктування точки, відрізка прямої лінії, плоскої фігури (трикутника) і окремих геометричних тіл. Без розуміння цих питань приступати до виконання аркуша неможливо, бо тут формується розуміння принципів проєктування, зв'язків між проєкціями, розвивається просторова уява. Відповідні вправи потрібно опрацювати в робочому зошиті. На проєкціях геометричних тіл треба чітко розрізняти їх елементи: ребро, грань, висоту, основу, твірну, вершину тощо; вміти відшукувати дві проєкції точки, заданої однією проєкцією на поверхні тіла, та визначати видимість цих проєкцій.

На проєкціях геометричних тіл видимі контури потрібно зображувати суцільними основними лініями товщиною 0,8...1 мм, а невидимі - штриховими, удвічі тоншими від основної. Особливо потрібно не забувати про осі симетрії на проєкціях. Осі проєкцій (перетин площин проєкцій) проводять тонкими суцільними лініями. Лінії зв'язку між проєкціями можна не проводити, але проєкційний зв'язок необхідно суворо витримувати.

Аркуш 1-4 "Комплексне креслення зрізаного геометричного тіла обертання. Визначення дійсної величини фігури перерізу, розгортка поверхні та аксонометрична проєкція зрізаного геометричного тіла."

Метою виконання аркуша є вивчення способів визначення натуральної величини плоскої фігури (спосіб обертання, спосіб заміни площин проєкцій), побудова розгорток зрізаних геометричних тіл; закріпити навик проєкціювання геометричних тіл на три площини проєкцій, та побудови аксонометричних проєкцій.

На аркуші 1-4 згідно свого варіанту, за заданими проєкціями зрізаного геометричного тіла обертання необхідно:

- побудувати комплексне креслення зрізаного геометричних тіл;
- визначити дійсну величину фігури перерізу;
- побудувати розгортку поверхні зрізаного геометричного тіла;
- побудувати аксонометричну проєкцію зрізаного геометричного тіла.

Зразок виконання подано на рис.29.

Варіант завдання на рисунку 30, величину кута α і відстань x треба взяти з табл.4.

Таблиця 4.

Варіанти	Завдання на рис.30	Параметри	
		α	x
1,10	1	30	40
2,11	2	30	30
3,12	1	40	30
4,13	2	40	20
5,14	1	45	35

6,15	2	45	25
7,16	1	50	35
8,17	2	50	20
9,18	1	60	30

Вказівки з виконання завдання

Працювати над кресленням листа 1-4 необхідно в наступній послідовності: перекресливши за своїм варіантом дві проекції заданого геометричного тіла, докреслити третю проекцію; побудувати лінії перетину на всіх проекціях; далі визначити способом заміни площин натуральну величину фігури перетину; накреслити аксонометричну проекцію та розгортку зрізаного геометричного тіла.

Необхідно пам'ятати, що для побудови розгортки береться лише натуральна величина твірних тіл обертання. Зверніть увагу на компоновку креслення: зображення мають бути розміщені рівномірно. Лінії побудови фігури перетину зберегти.

Аркуш 1-5 " Комплексне креслення та аксонометрія піраміди з отвором, перпендикулярним фронтальній площині проекцій."

Метою виконання аркуша є вивчення способів побудови ліній взаємного перетину геометричних тіл (спосіб січних площин).

На аркуші 1-5 за заданими проекціями, згідно свого варіанту, побудувати комплексне креслення та аксонометрію піраміди з перпендикулярним осі призматичним отвором.

Зразок виконання подано на рис.31, а завдання - на рис. 32.

Вказівки з виконання завдання

Працювати над кресленням листа 1-5 необхідно в наступній послідовності: перекресливши за своїм варіантом дві проекції заданої піраміди докреслити третю проекцію; перекреслити на фронтальній проекції призматичний виріз, згідно варіанту; застосовуючи допоміжні горизонтальні січні площини, визначити характерні точки лінії взаємного перетину піраміди та призматичного отвору на горизонтальній та профільній площинах проекцій; з'єднавши послідовно проекції отриманих точок, провести проекції ліній перетину; навести невидимий контур, вважаючи, що отвір наскрізний; нанести необхідні позначення і розміри; обвести креслення і завершити оформленням основного напису.

Аркуш 1-6 „Побудова третьої проекції моделі за двома заданими, виконання аксонометрії, нанесення розмірів.”

Метою виконання аркуша є закріплення знань і навичок проєціювання в прямокутних проекціях; вміти аналізувати геометричну форму предмету; ознайомитись з основними правилами нанесення розмірів на кресленнях.

На аркуші 1-6 за заданими проекціями, згідно свого варіанту побудувати третю проекцію моделі та її аксонометрію. На комплексному кресленні моделі нанести розміри.

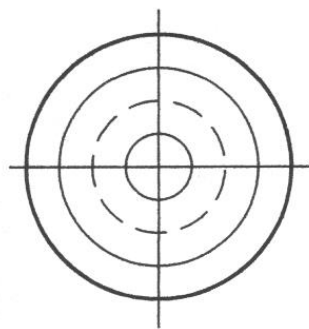
Зразок виконання подано на рис.33, а завдання - на рис.34.

Вказівки з виконання завдання

Працювати над кресленням листа 1-6 необхідно в наступній послідовності: вибрати масштаб зображень, зробити розмітку листа, визначити місце для трьох проекцій; перекресливши за своїм варіантом дві проекції заданої моделі побудувати третю проекцію, нанести розміри; побудувати прямокутну ізометрію моделі; Побудова третьої проекції моделі за двома заданими, виконання аксонометрії, нанесення розмірів.



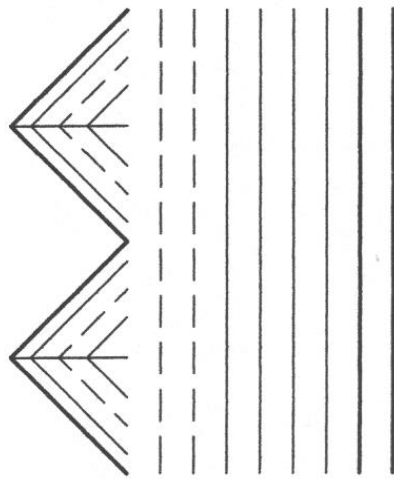
Зображення на будівельних кресленнях повинні відповідати ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.1101-79



АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМ
НОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

абвгдеєжзиійккл
опрстуфхцчшщьюя

1234567890



ПЛАН, ФАСАД,
РОЗРІЗ БУДИНКУ

ЛІНІЇ КРЕСЛЕННЯ. ШРИФТИ КРЕСЛЯРСЬКІ			
Креслюб			М 1:1
Перевірлюб			1-1
		НТПДАТУ гр.ГЗІІ	

Рис.23

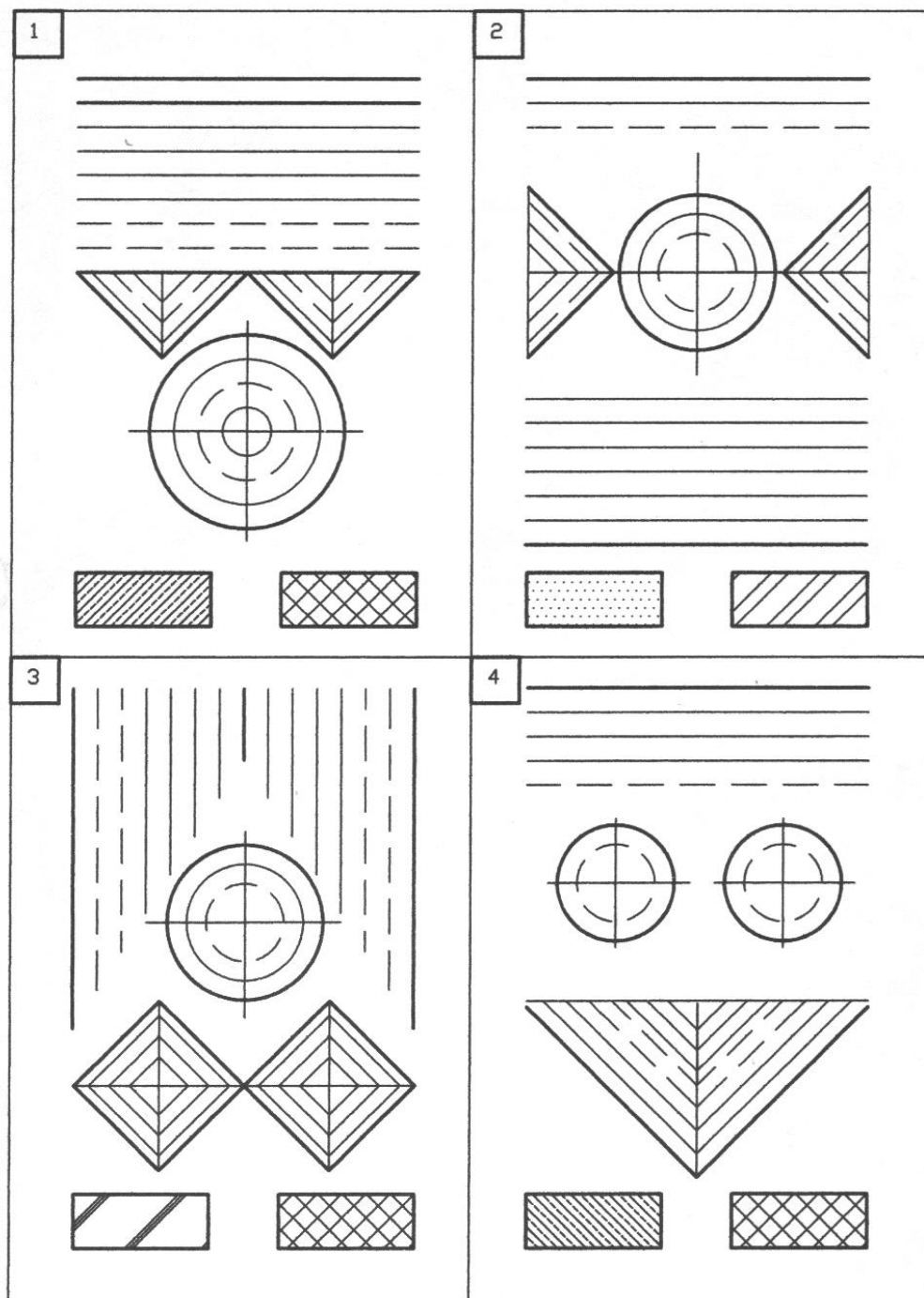
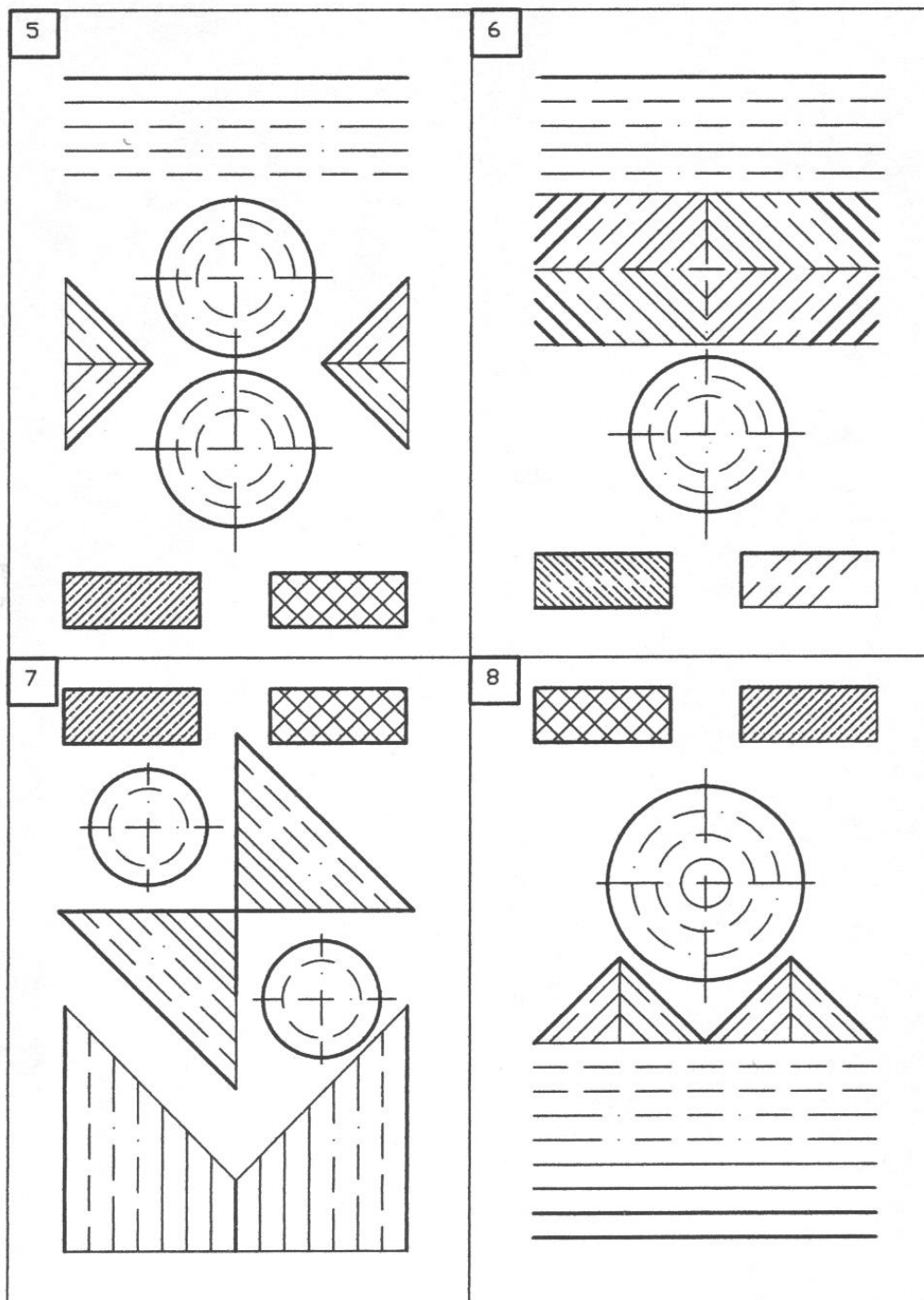
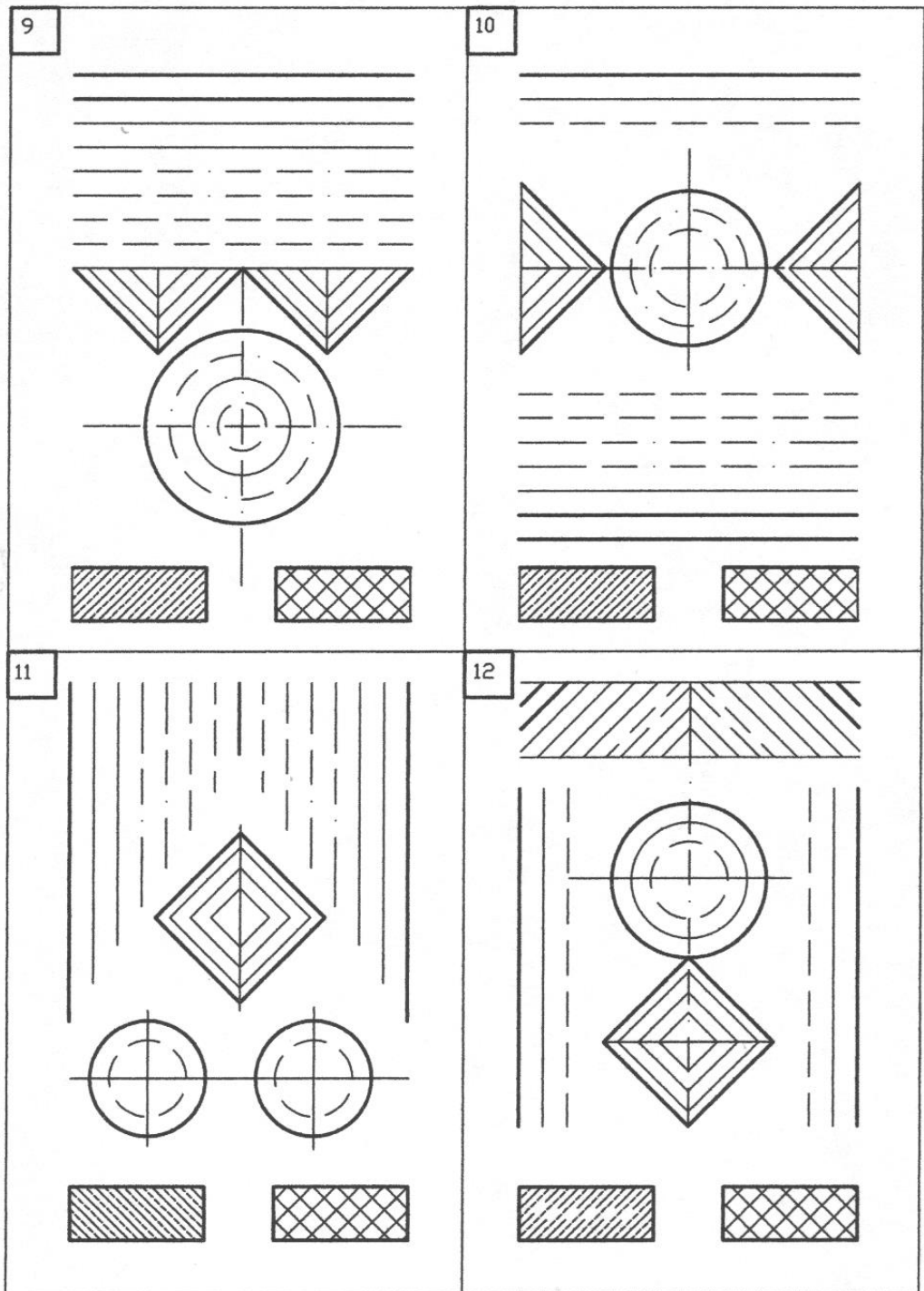


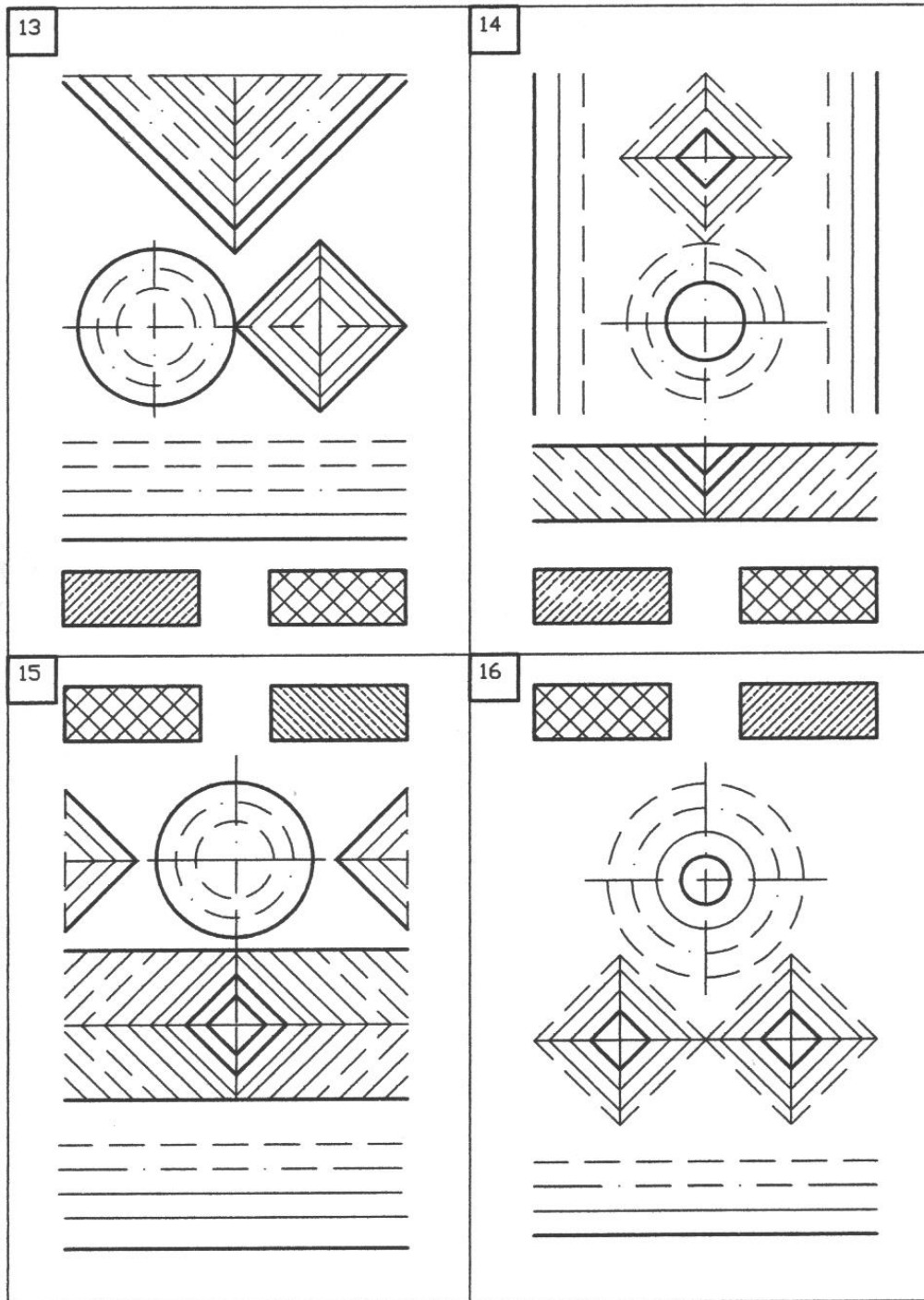
Рис. 24 Завдання до аркуша 1-1



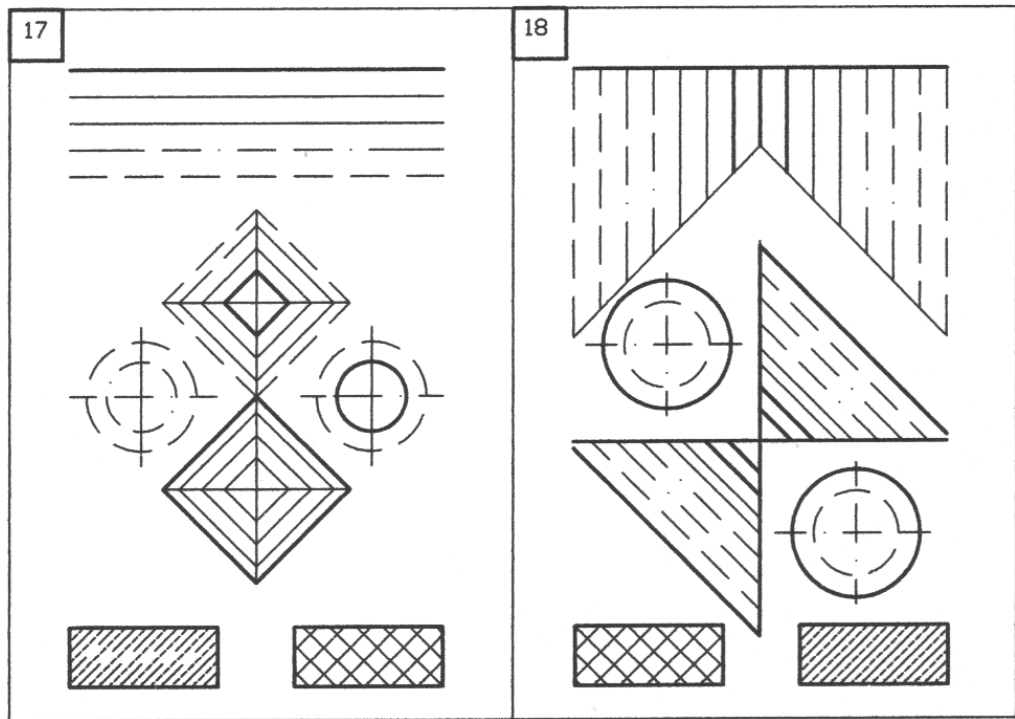
Продовження рис. 24
Завдання до аркуша 1-1



Продовження рис. 24
Завдання до аркуша 1-1



Продовження рис. 24
Завдання до аркуша 1-1



Продовження рис. 24
Забудова до аркуша 1-1

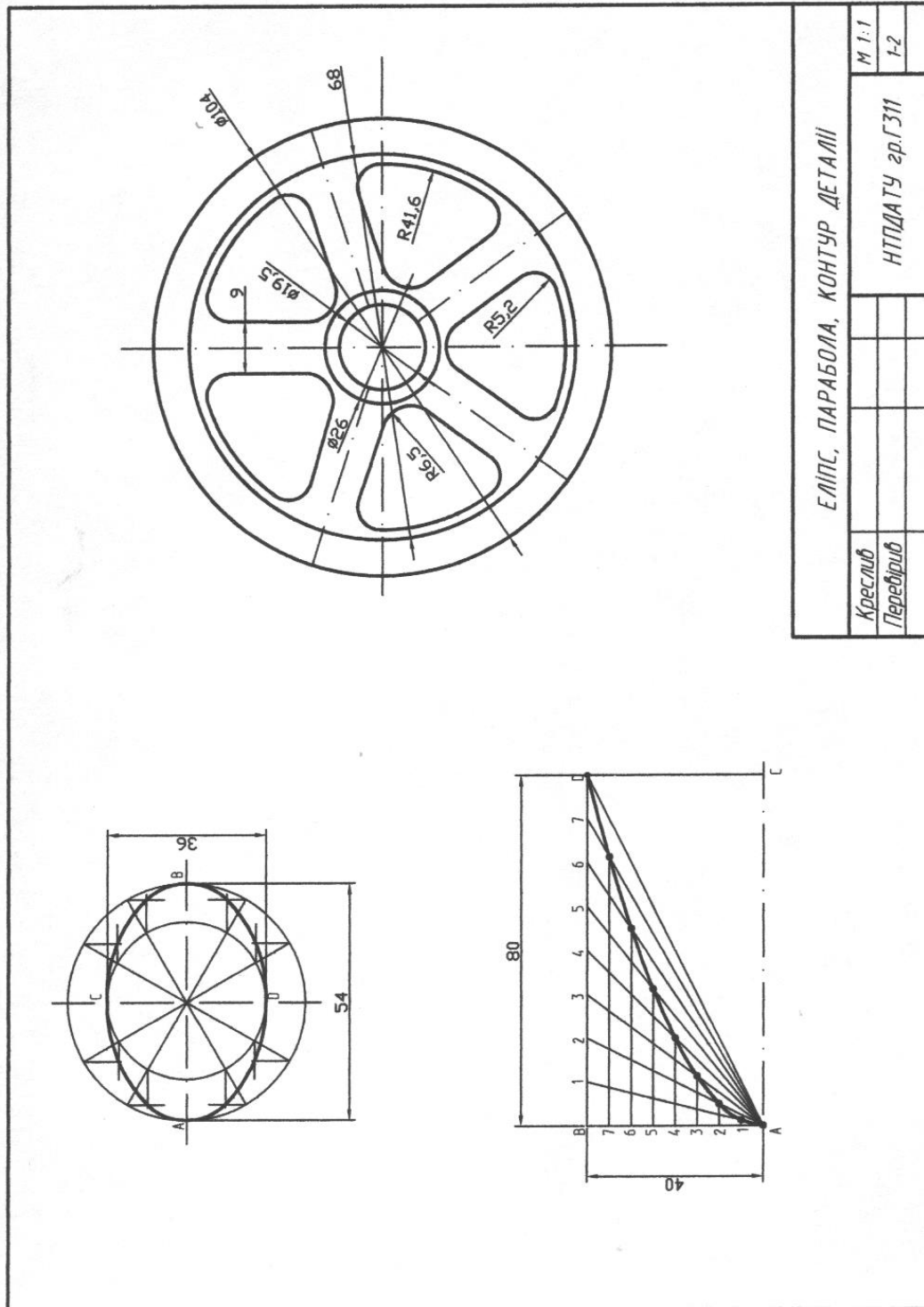


Рис.25

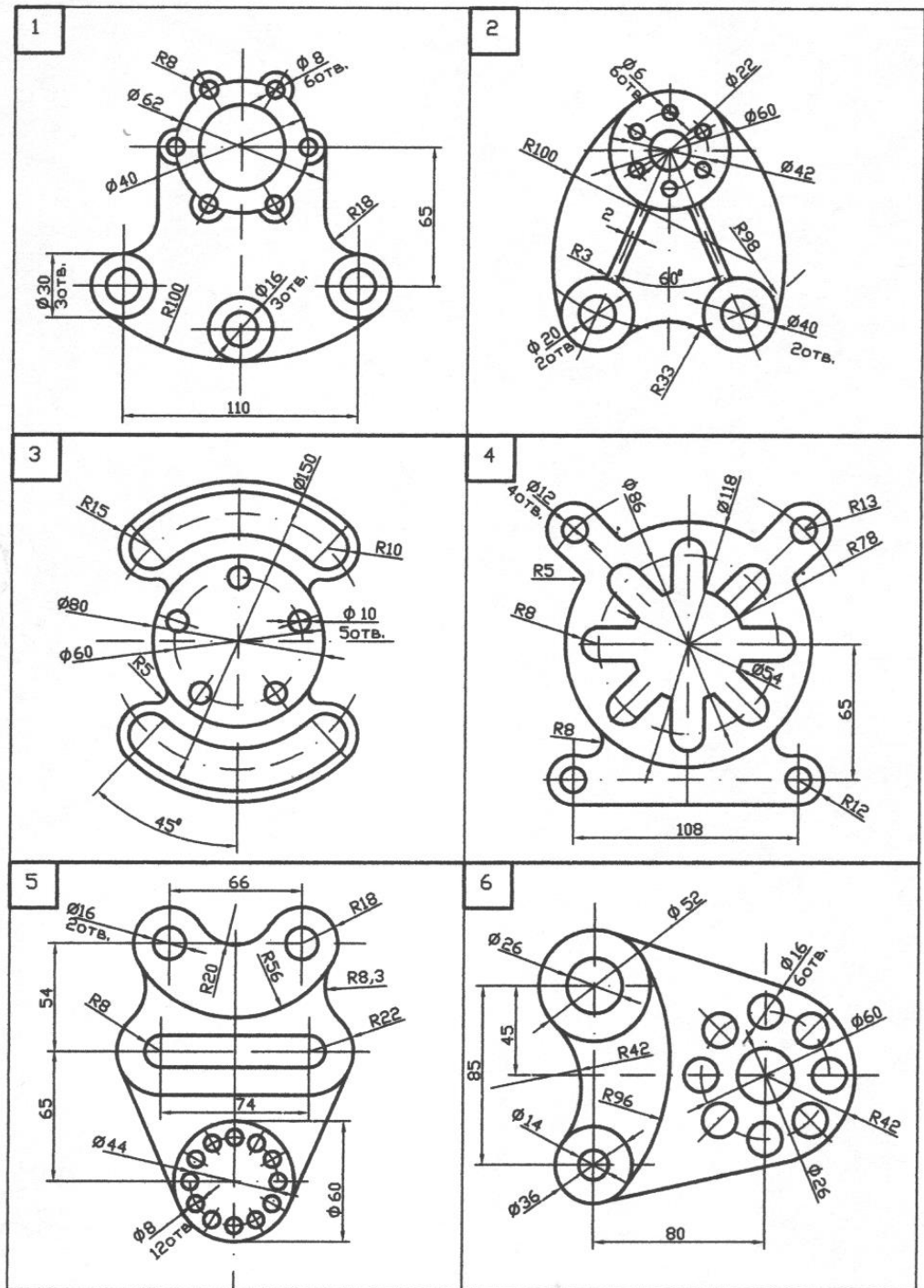
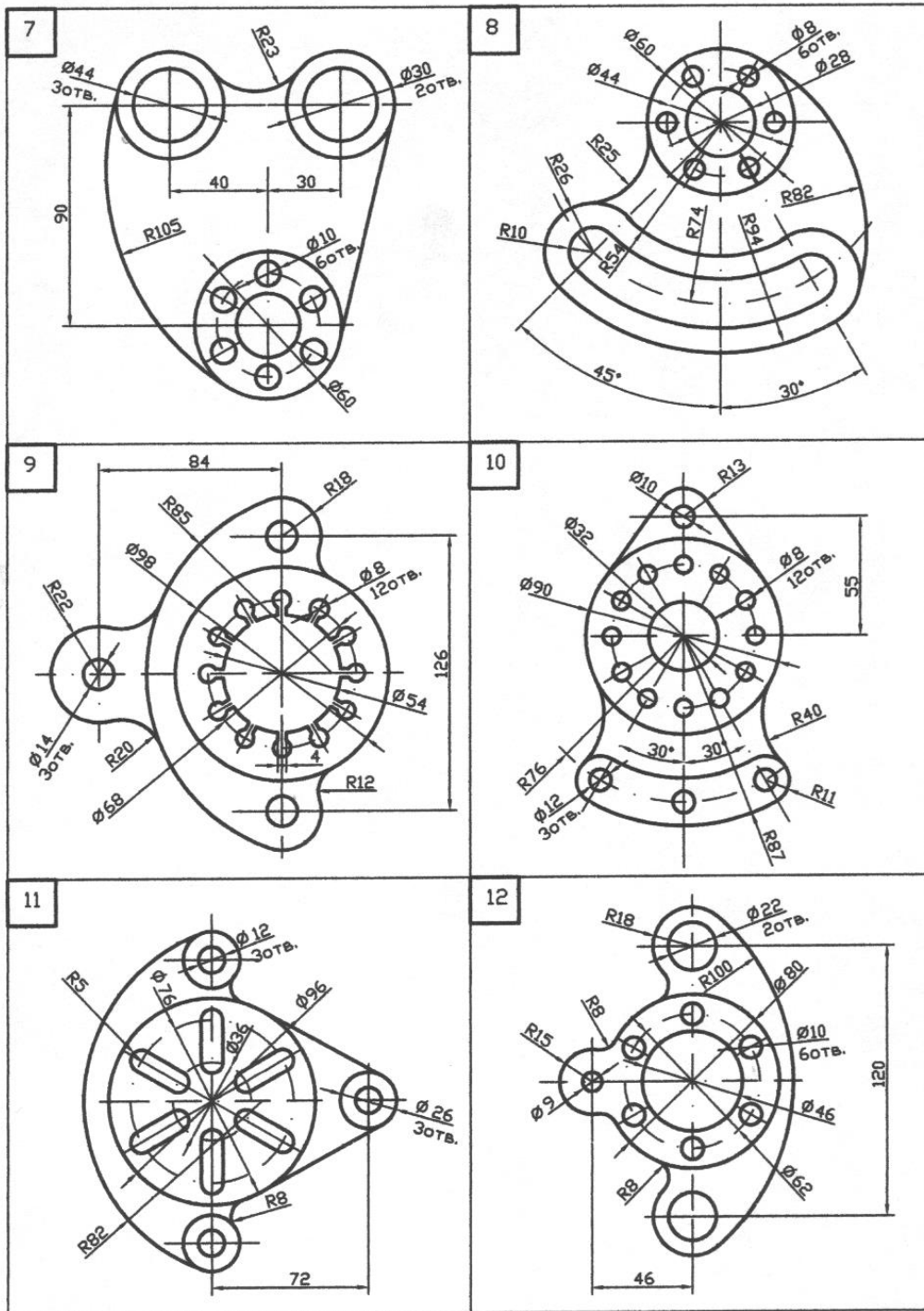
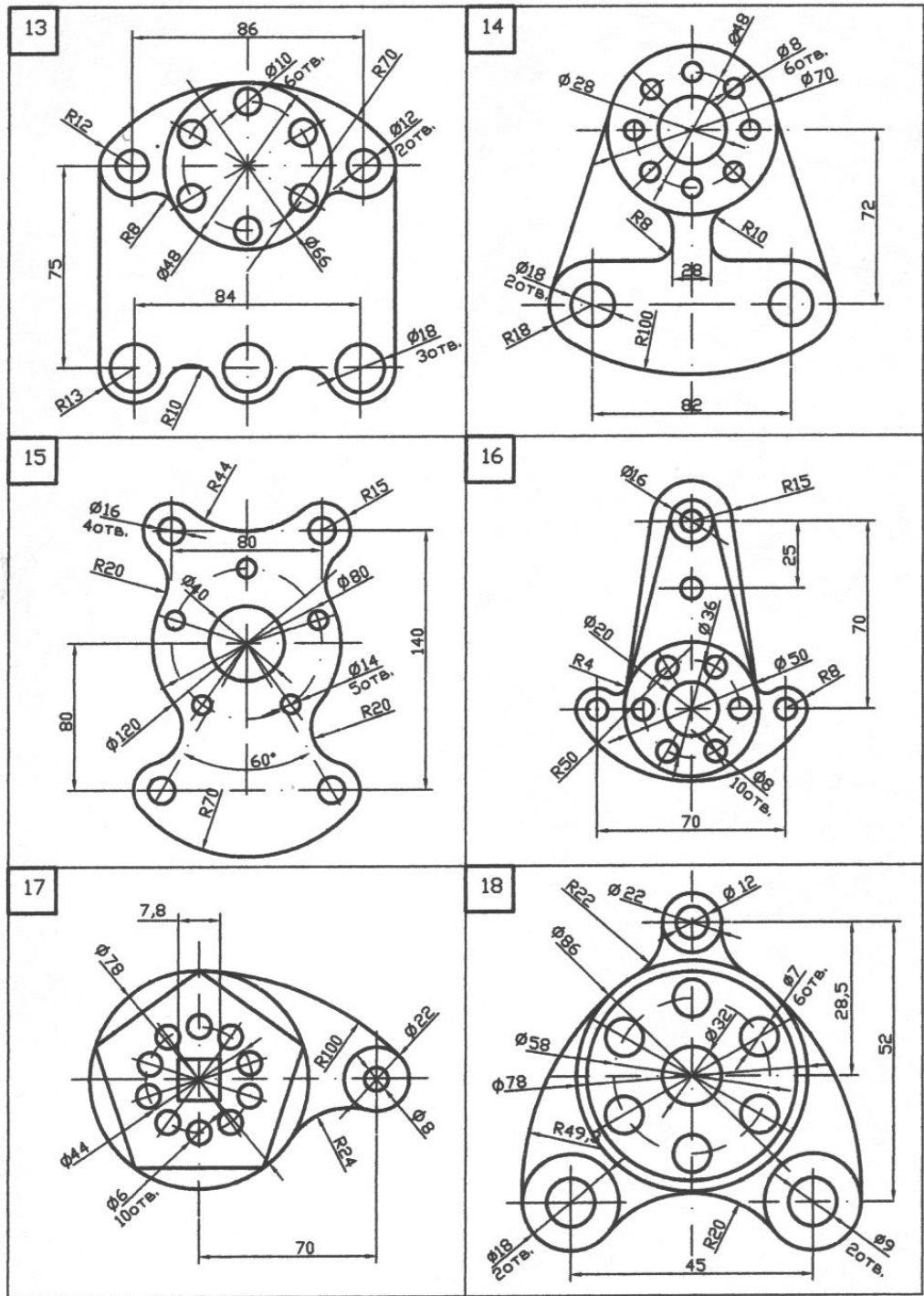


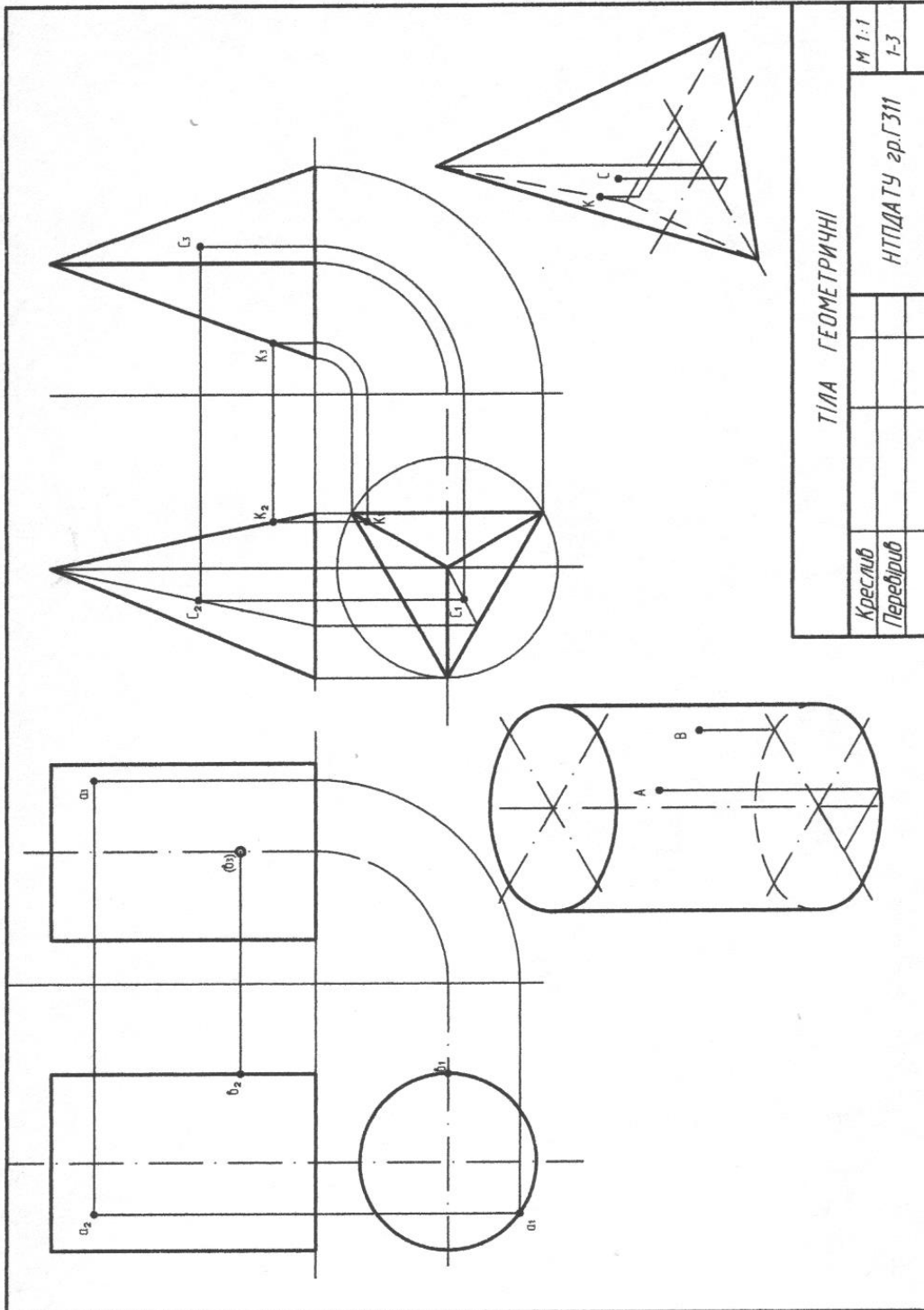
Рис. 26 Завдання до аркуша 1-2



Продовження рис. 26
Завдання до аркуша 1-2



Продовження рис. 26
Завдання до аркуша 1-2



ТІЛА ГЕОМЕТРИЧНІ		М 1:1
Креслює	Перевірює	НПДАТУ зр.ГЗ11
		1-3

Рис.27

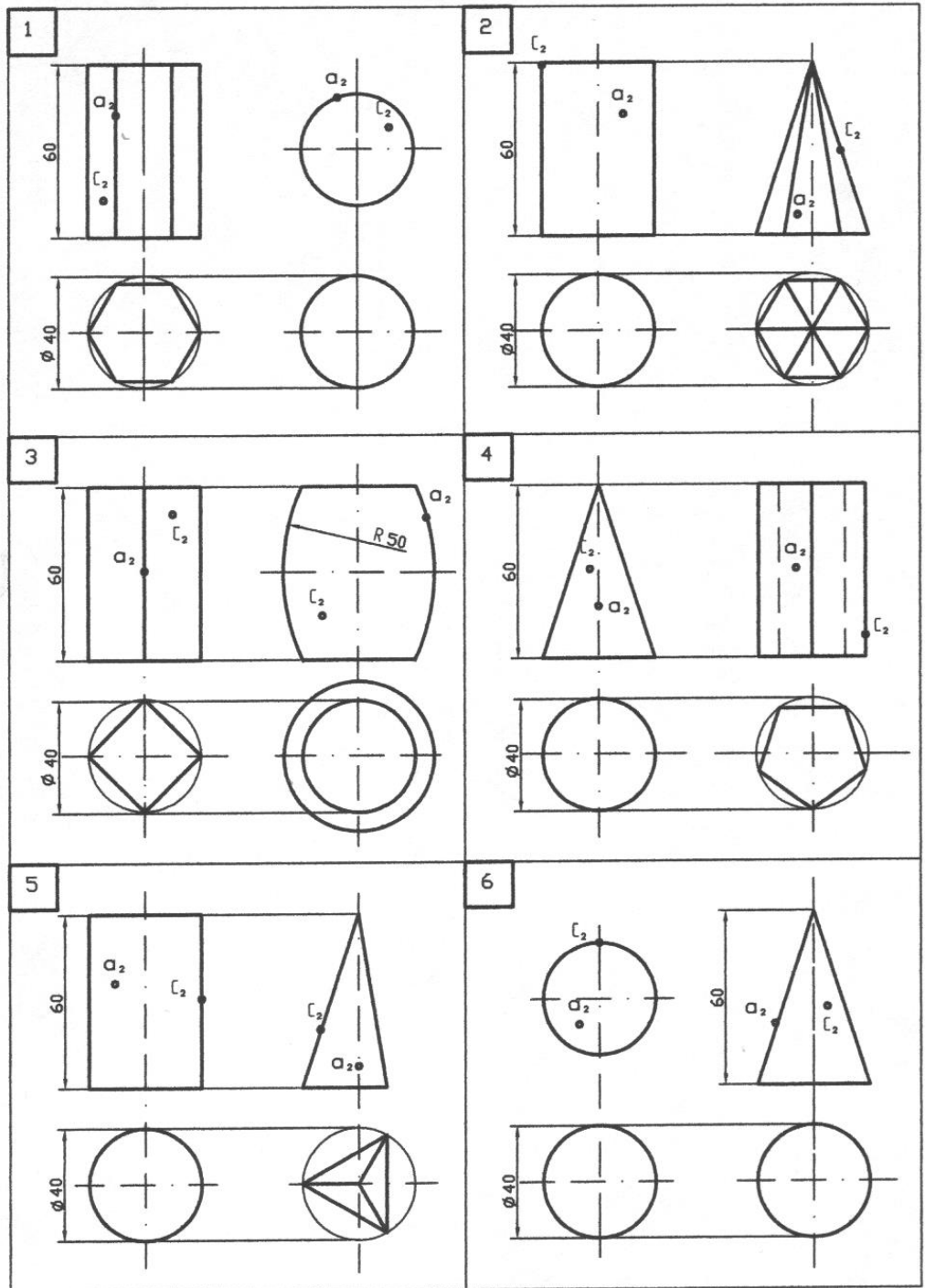
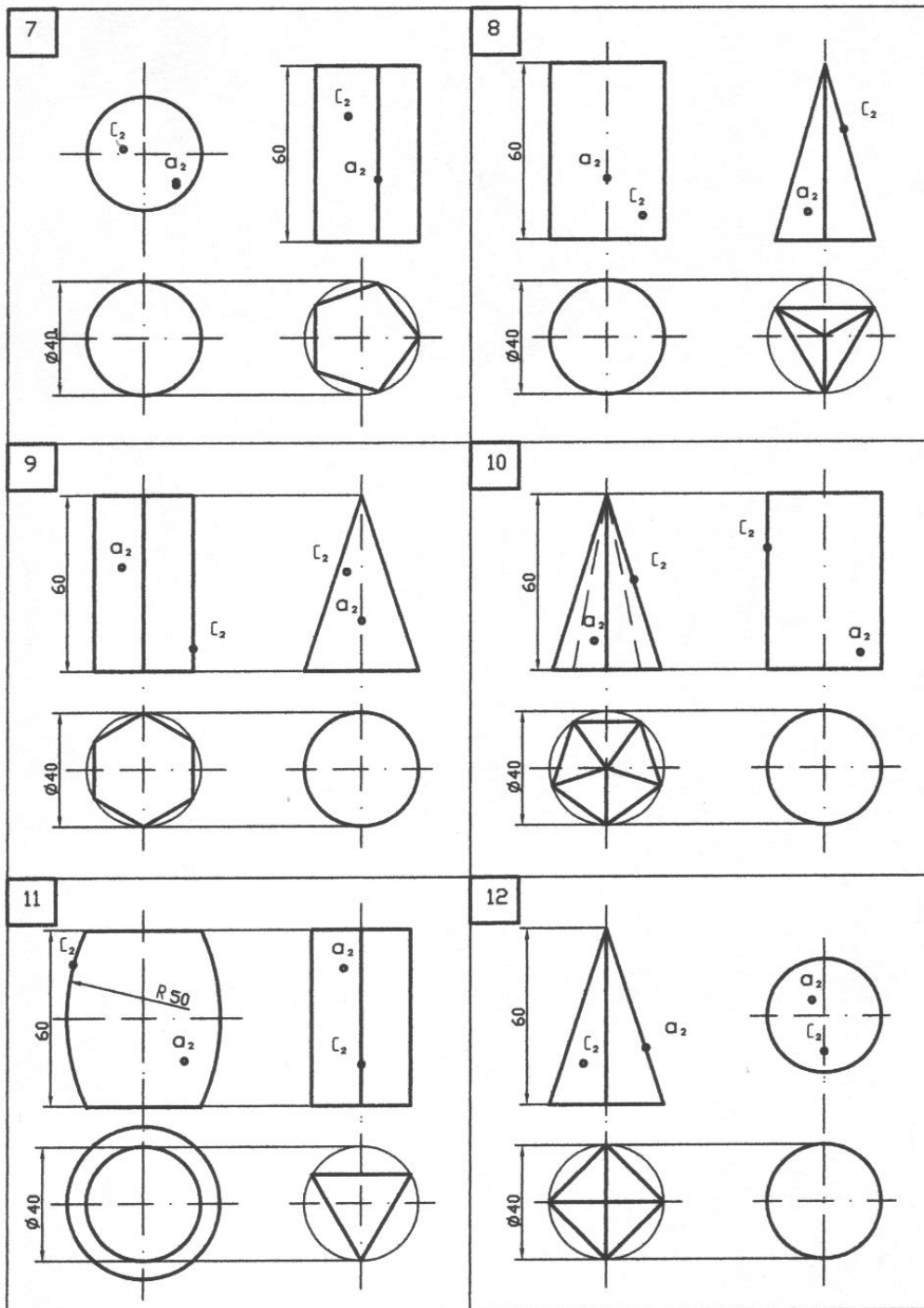
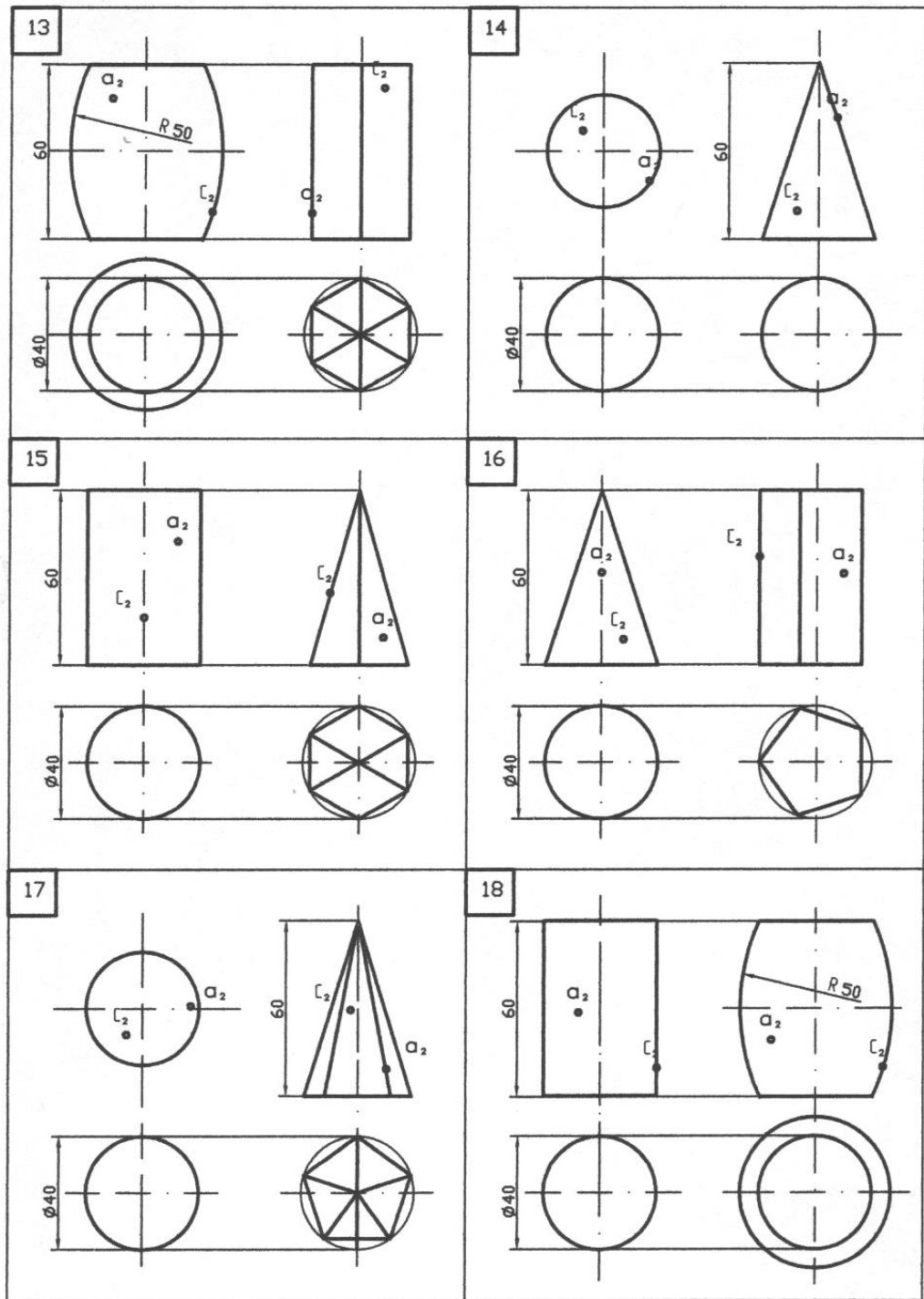


Рис. 28 Завдання до аркуша 1-3



Продовження рис. 28
Завдання до аркуша 1-3



Продовження рис. 28
Завдання до аркуша 1-3

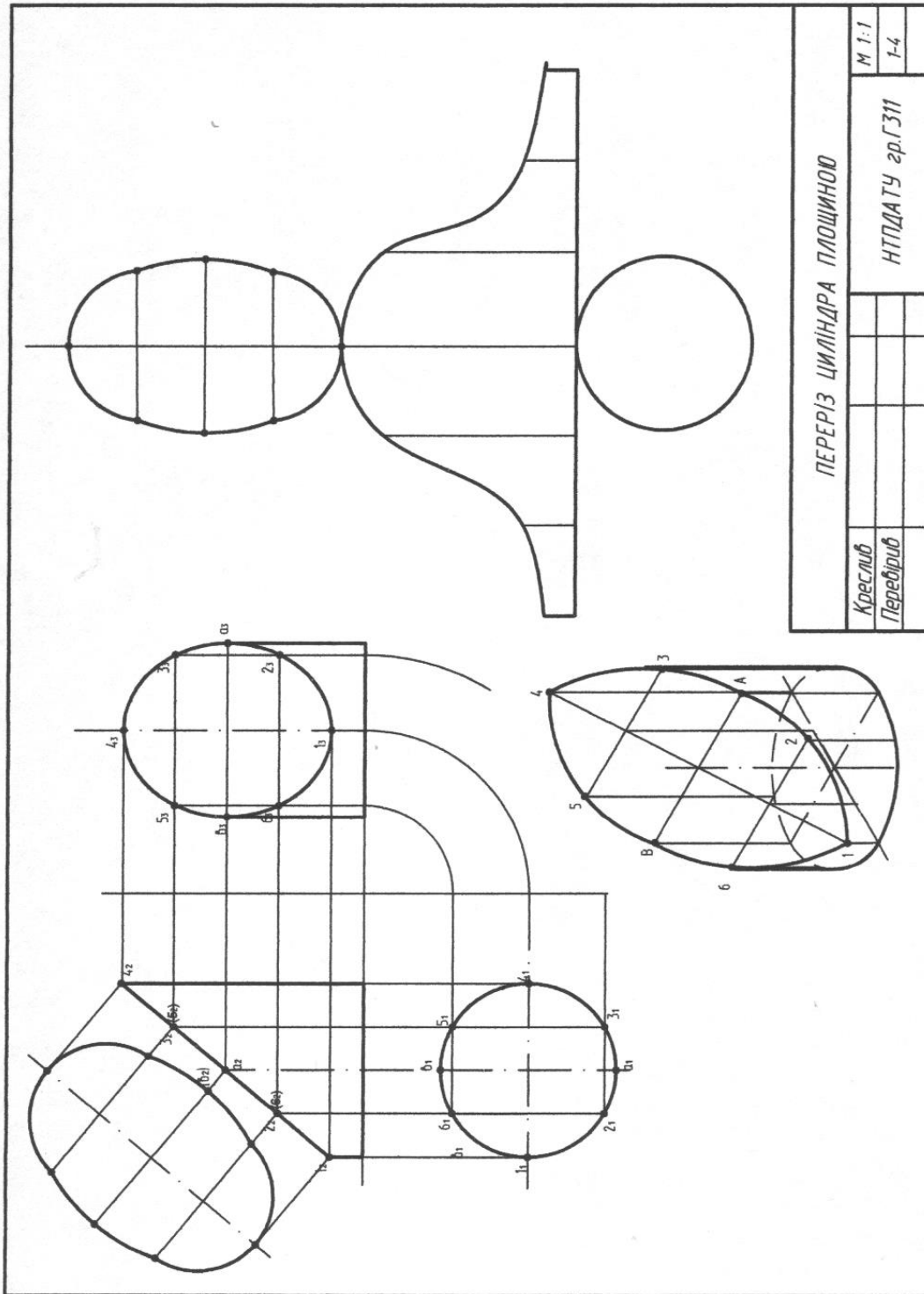


Рис.29

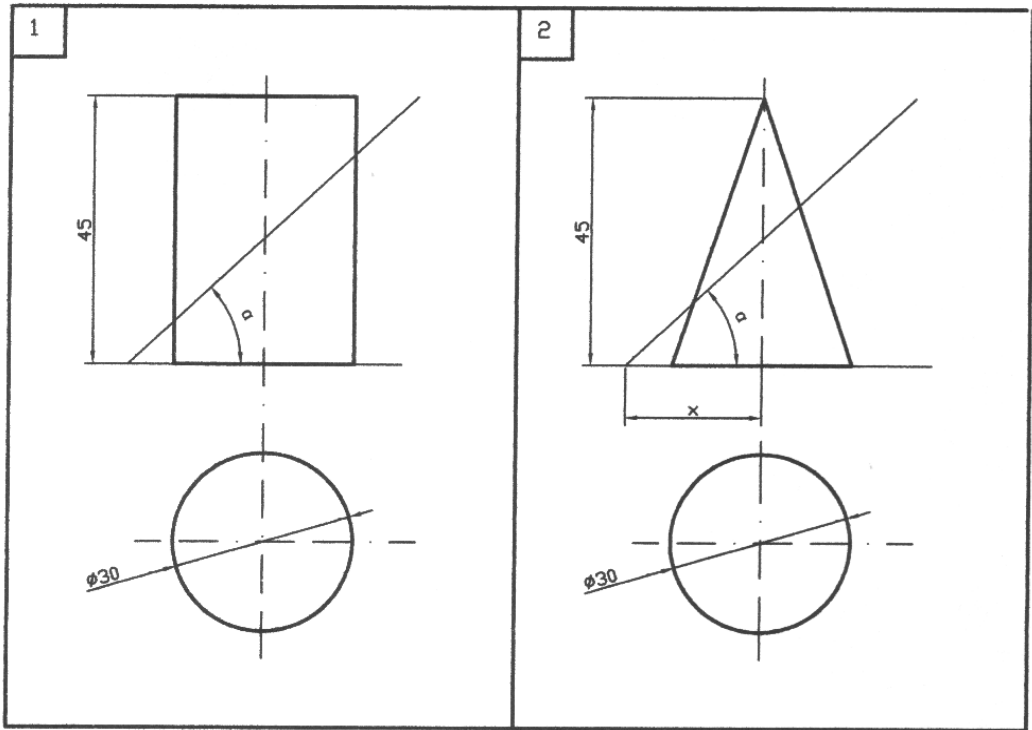


Рис. 30 Завдання до аркуша 1-4

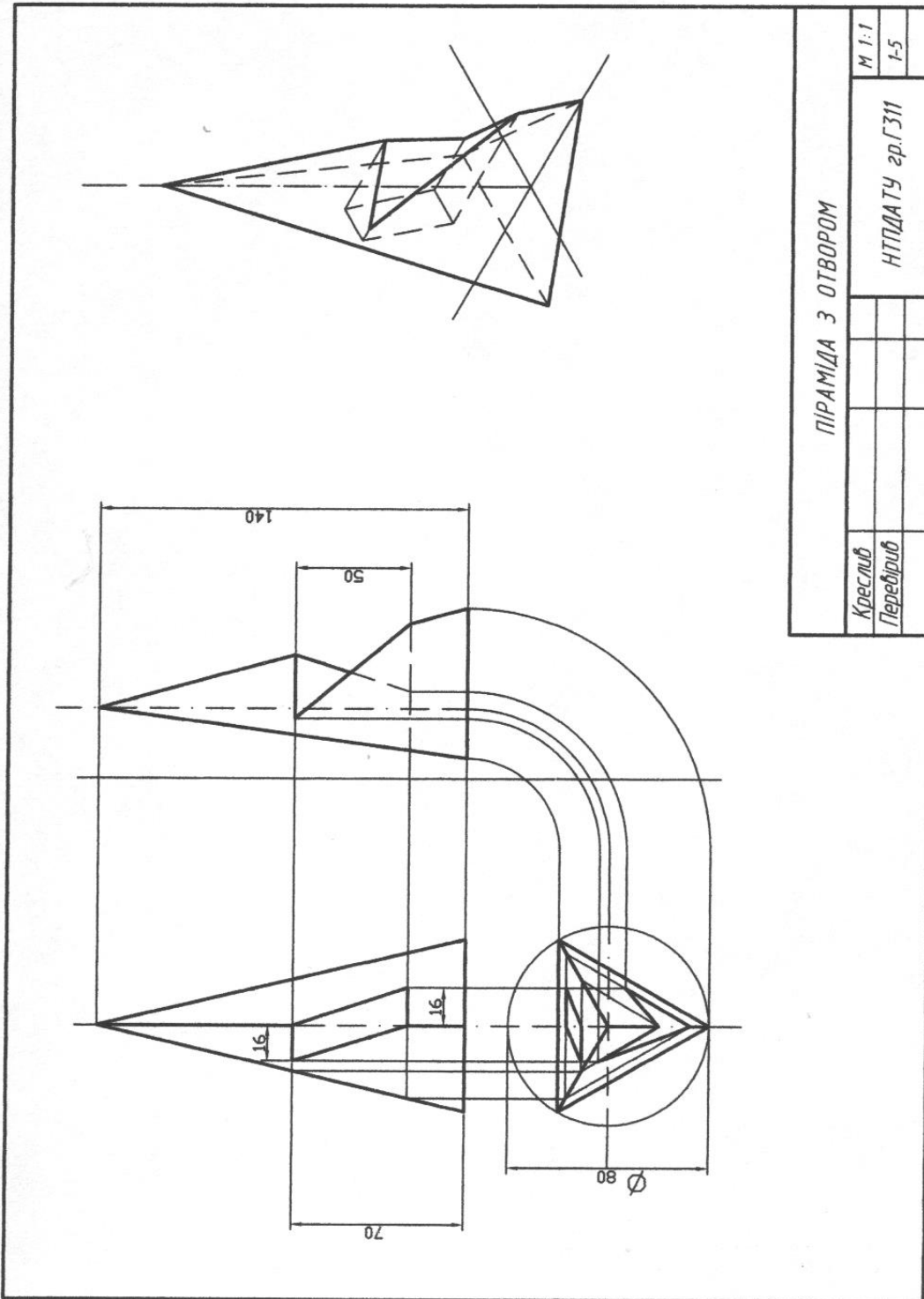


Рис.31

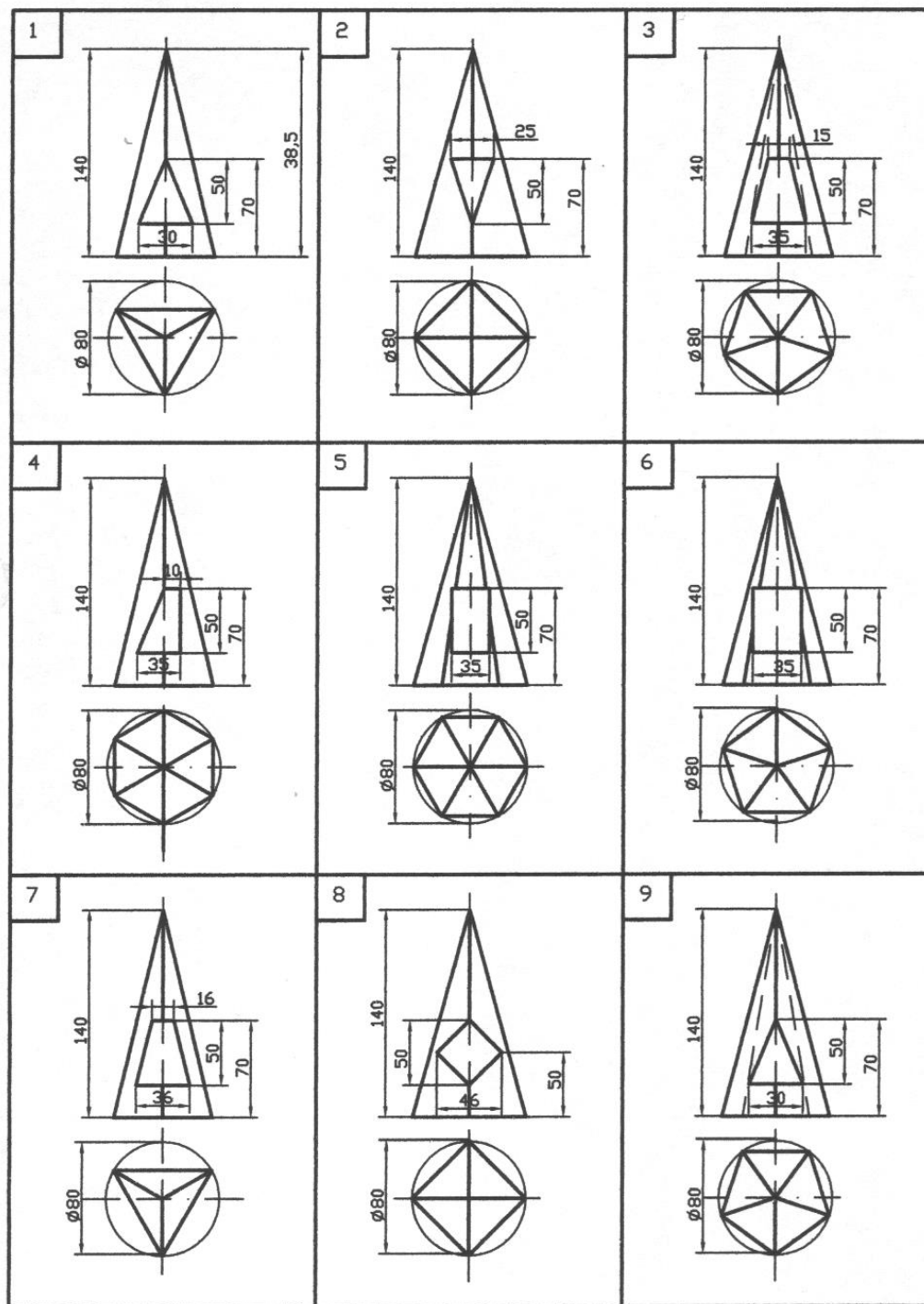
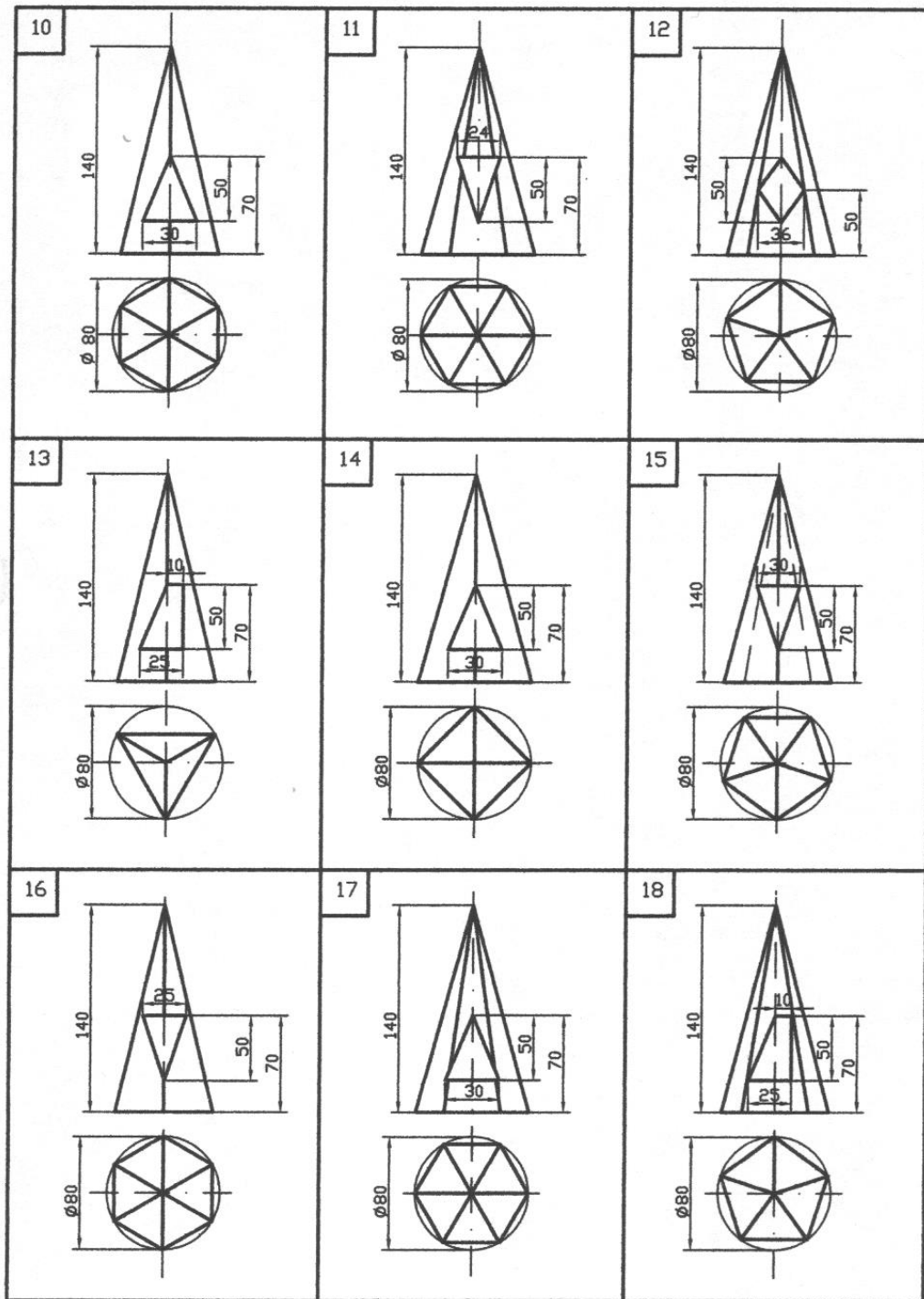
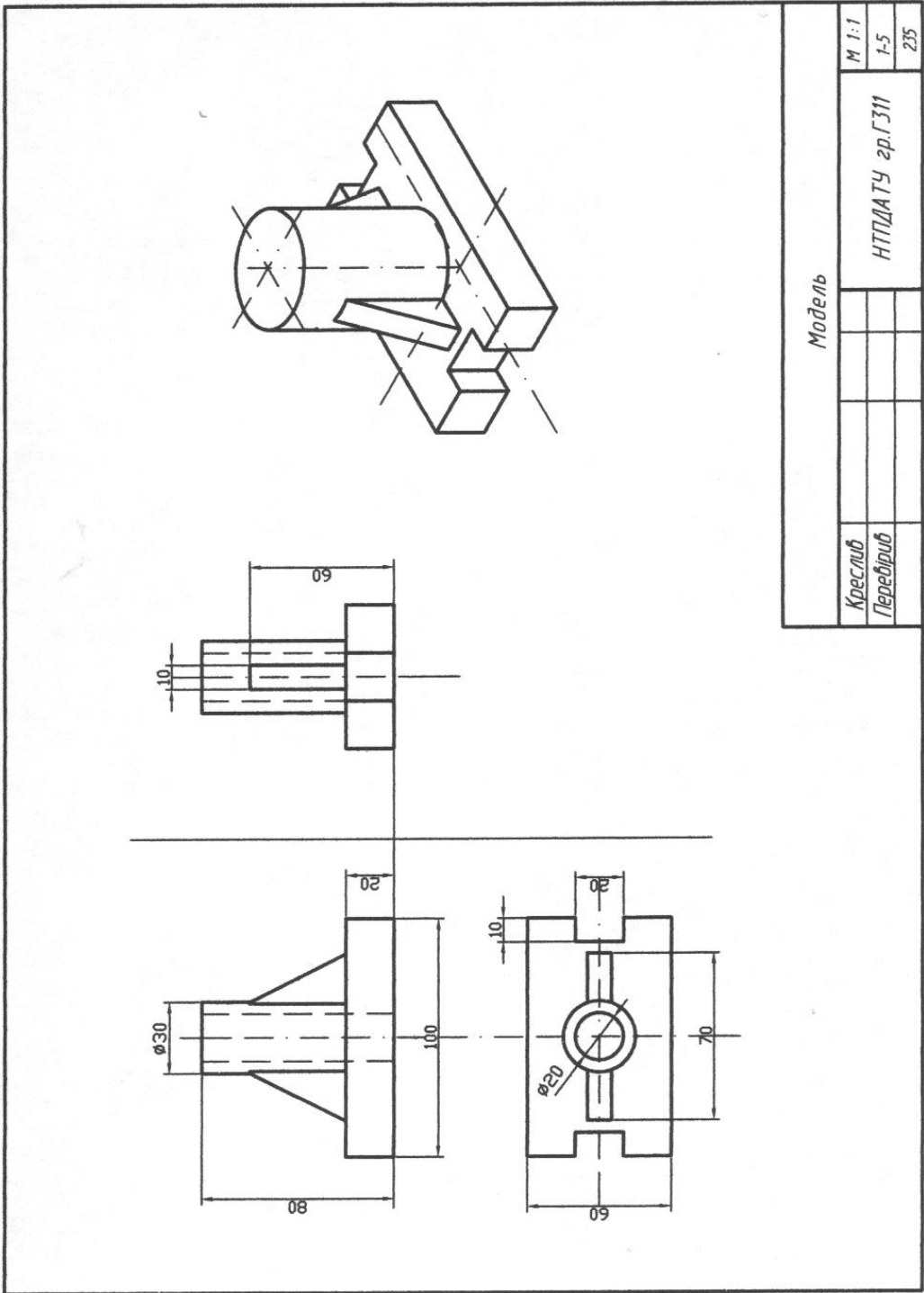


Рис. 32 Завдання до аркуша 1-5



Продовження рис. 32
Завдання до аркуша 1-5



Креслуб Перебіруб		Модель		
		НТЦДАТУ зр.Г311		
		М 1:1		
		1-5		
		235		

Рис.33

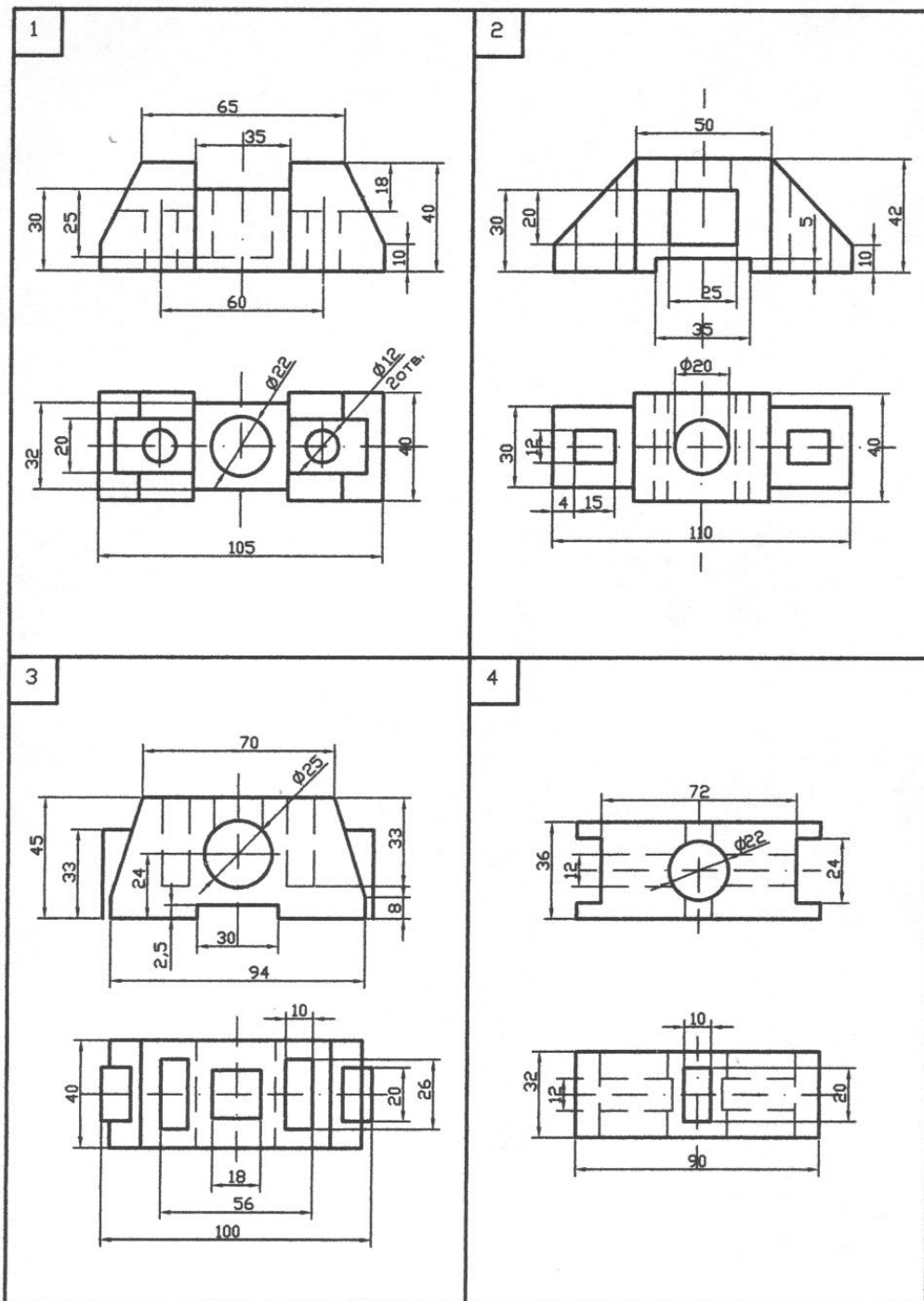
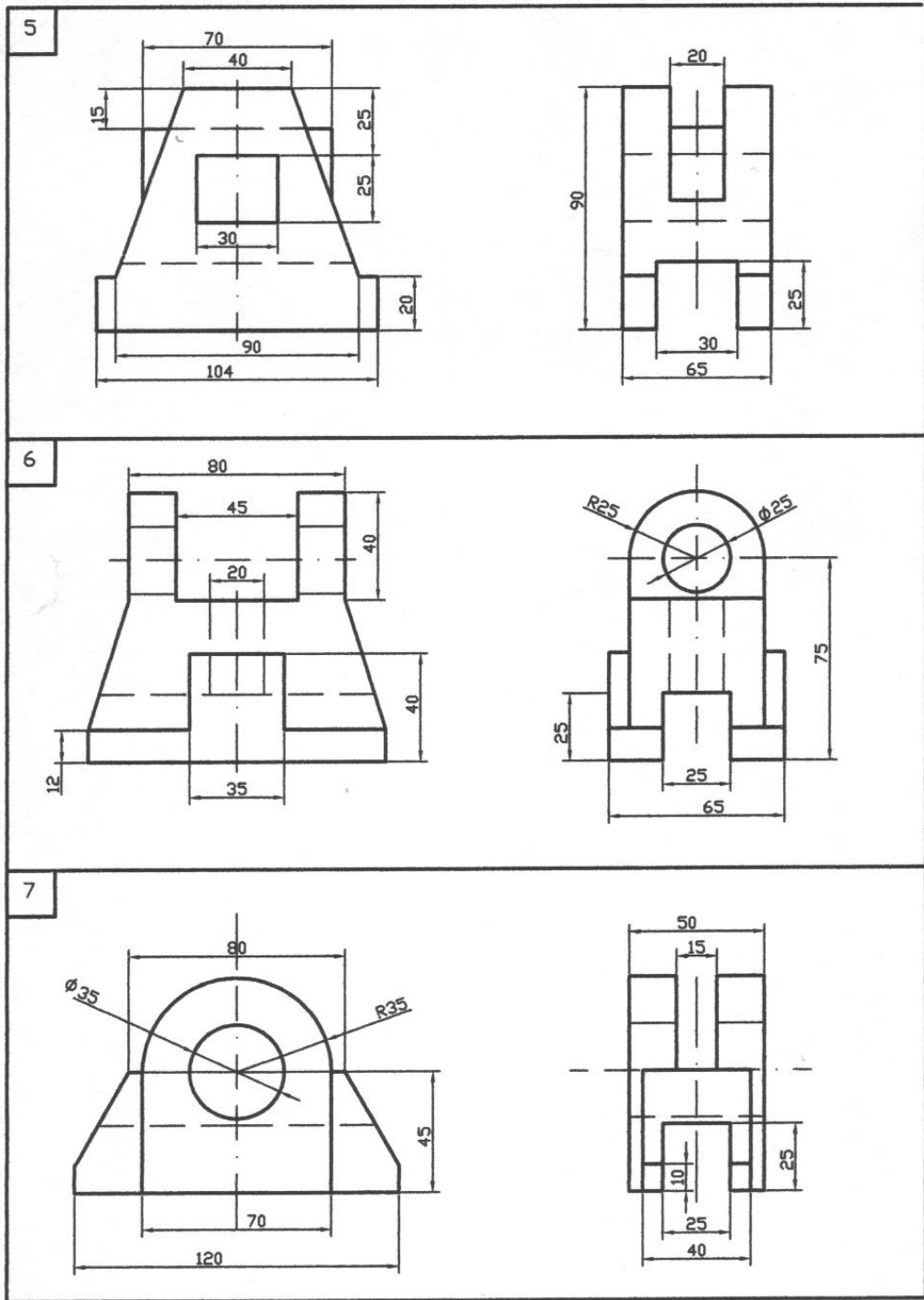
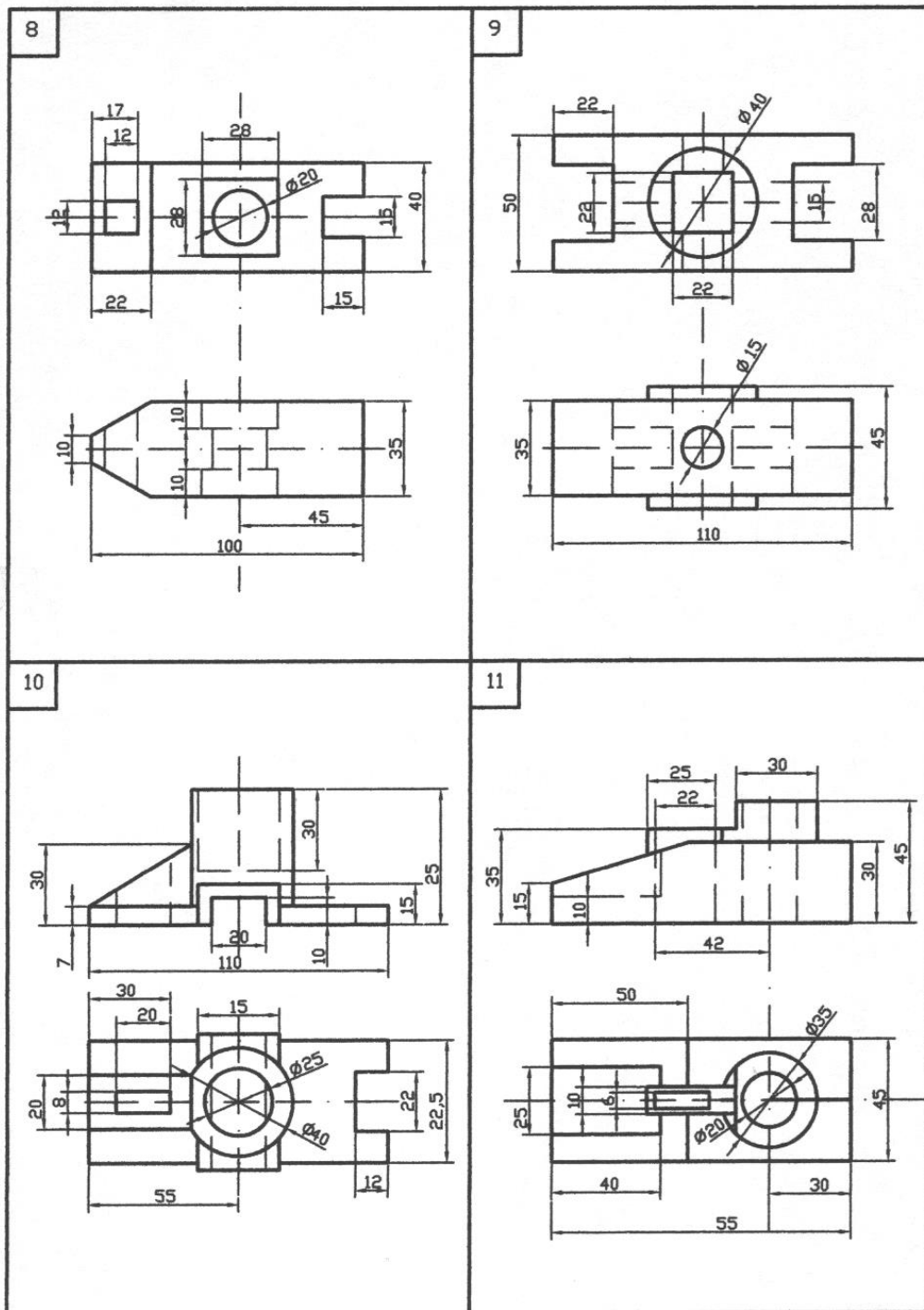


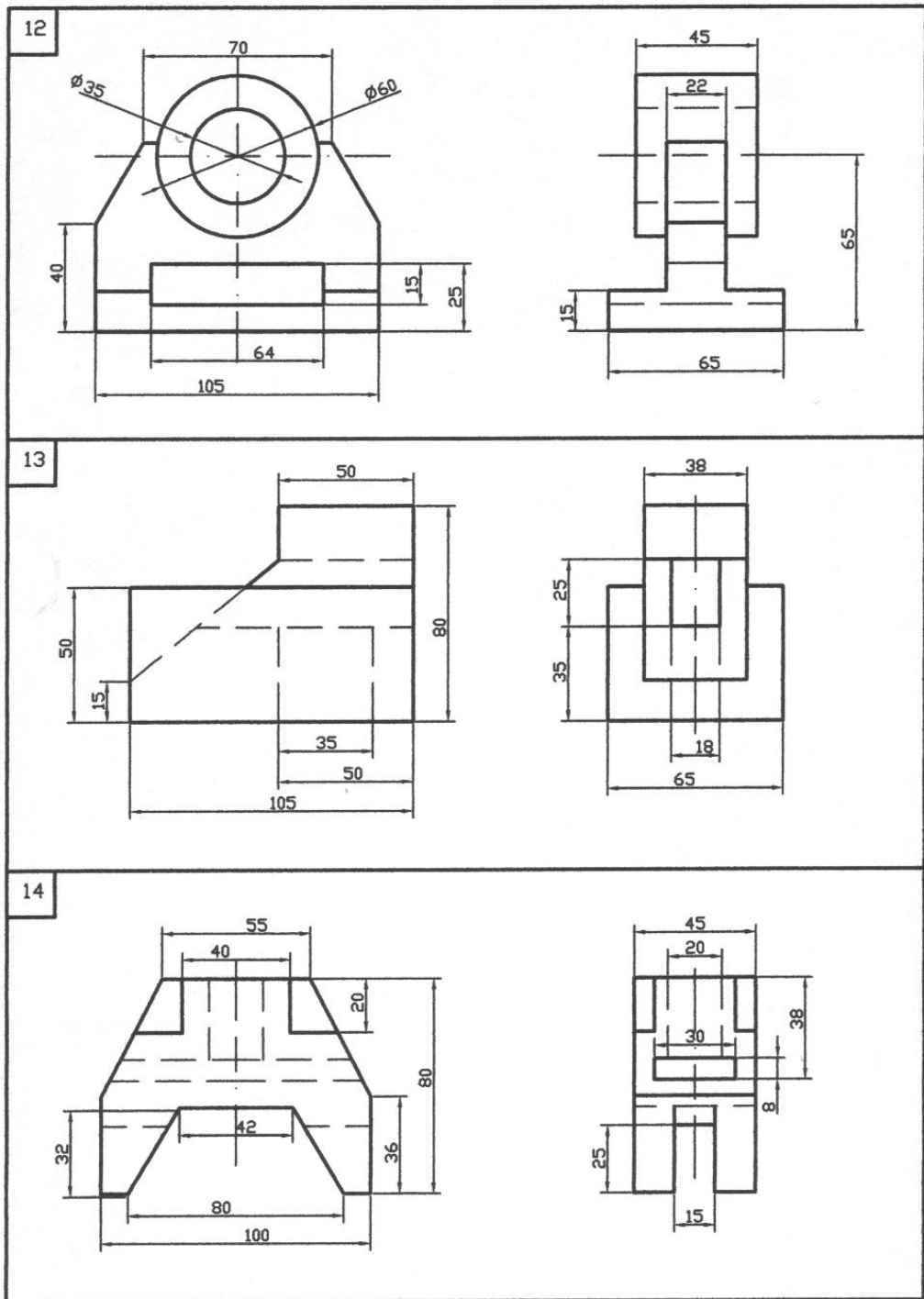
Рис 34 Завдання до аркуша 1-6



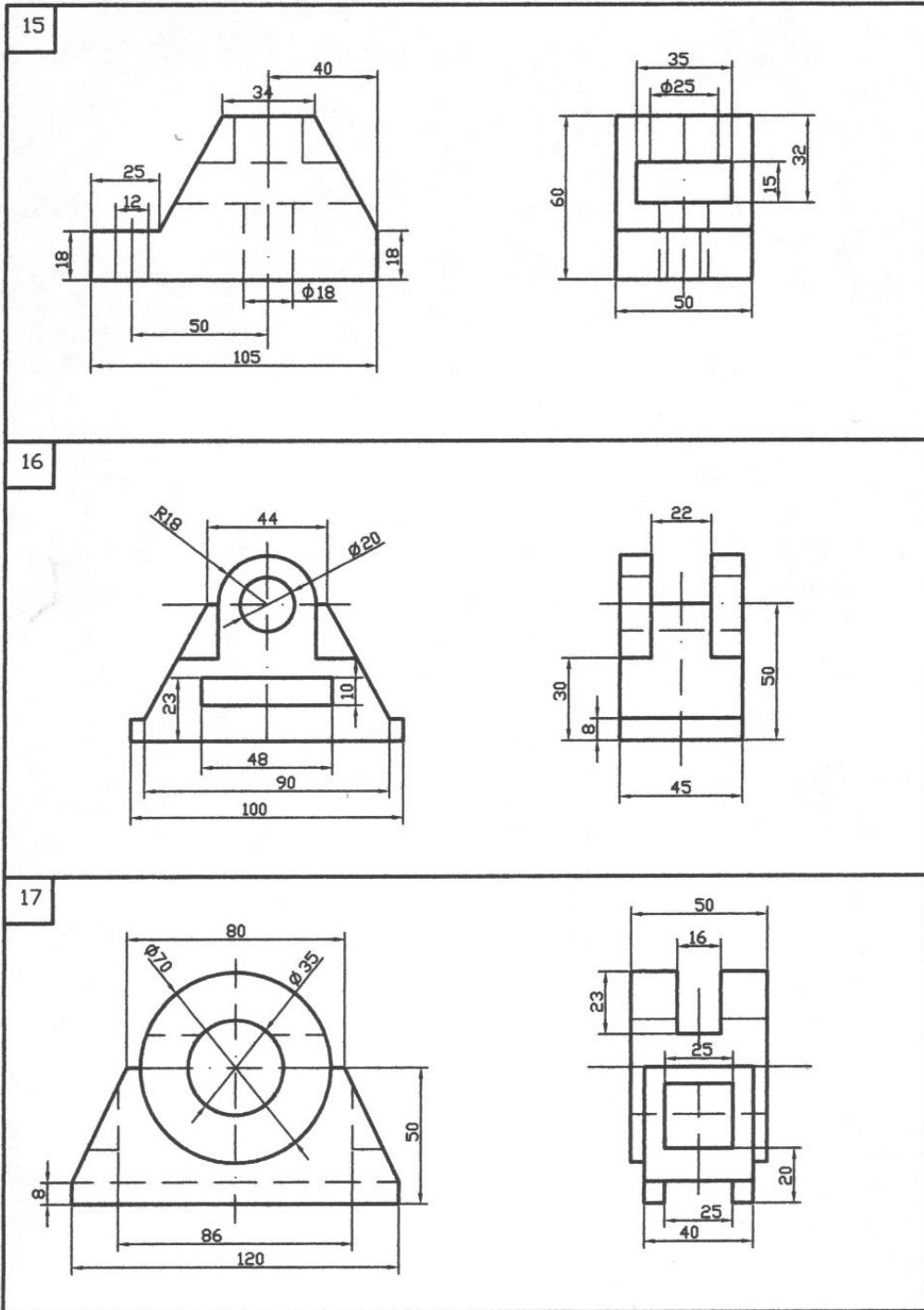
Продовження рис. 34
Завдання до аркуша 1-6



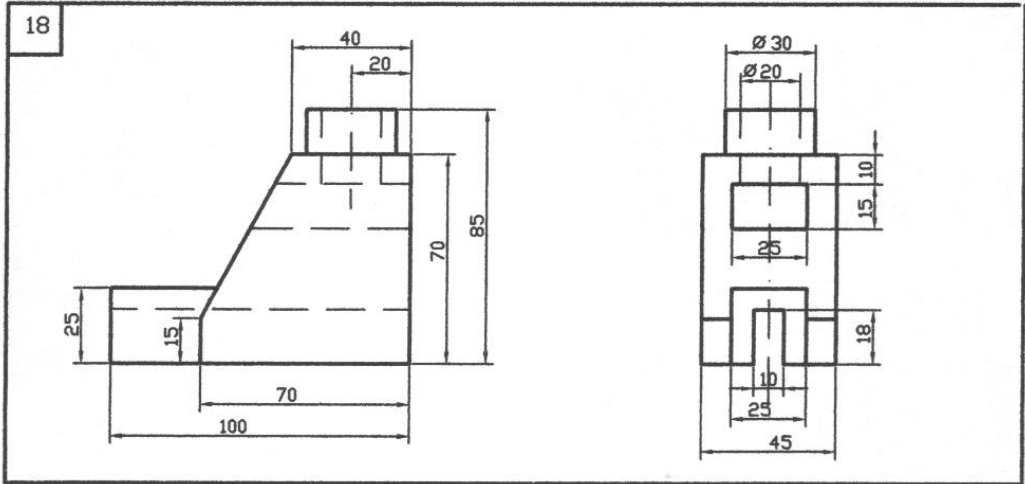
Продовження рис. 34
Завдання до аркуша 1-6



Продовження рис. 34
Завдання до аркуша 1-6



Продовження рис. 34
Завдання до аркуша 1-6



Продовження рис. 34
Завдання до аркуша 1-6

ЛІТЕРАТУРА

1. Единая система конструкторской документации. - М., 1988
2. Хаскин А.М. Черчение. - К.: Вища школа, 1985.
3. Боголюбов С.К. Инженерная графика. - М.: Машиностроение, 2000.
4. Брилинг Н.С. Черчение. - М: Стройиздат, 1989.
5. Райковська Г.О. Основи нарисної геометрії та інженерна графіка - К.: "Аграрна освіта", 2003.
6. Кирилов А:Ф. Черчение и рисование. - К.: Вьісшая школа. 1987.
7. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Инженерная графика. М: АСАДЕМИА, 2000.
8. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике. - М.: АСАДЕМИА, 2000.
9. Молодих В.Л., Онипенко Т.Д. Инженерна графіка. - К.. 1997.
10. Рускевич Н.Л., Ткач Д.И. Справочник по инженерно-строительному черчению. - К.: Будівельник, 1987.
11. ДБН А.1.1-1-93. Основні положення.
12. ДСТУ Б.А. 2.4-2-95 Умовні графічні позначення і зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту.
13. ДСТУ Б.А. 2.4-4-99 Основні вимоги до проектної та робочої документації.

