

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ
до практичних занять, розрахунково-графічних робіт
та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Частина 1

*(для студентів I курсу денної, заочної та прискореної форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», спеціальності
141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації та завдання до практичних занять, розрахунково-графічних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна графіка». Частина 1 (для студентів 1 курсу денної, заочної та прискореної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 141 — Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Т. П. Демиденко, О. Є. Мандріченко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 65 с.

Укладачі: ст. викл. Т. П. Демиденко,
ст. викл. О. Є. Мандріченко

Рецензент

В. І. Лусь, кандидат технічних наук, професор Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Рекомендовано кафедрою основ архітектурного проектування, протокол № 6 від 26 квітня 2018 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	5
2 ЗАВДАННЯ «МЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ» (епюр 1)	6
2.2 Зміст та порядок виконання роботи	6
2.2.2 Порядок виконання епюра.....	7
3 ЗАВДАННЯ «ПОЗИЦІЙНІ ЗАДАЧІ» (епюр 2)	12
3.1 Алгоритм розв’язання задачі	14
3.2 Побудова лінії перетину поверхонь	14
3.3 Приклад виконання епюра 2	15
4 ЗАВДАННЯ «ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ»	16
4.1 Загальні вимоги до виконання і оформлення креслень.....	16
4.2 Завдання «Плоский контур»	18
4.2.1 Методичні рекомендації до виконання завдання	18
5 ЗАВДАННЯ «ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ»	23
5.1 Послідовність виконання завдань з інженерної графіки.....	23
5.2 Графічна робота «Геометричне тіло»	26
5.2.1 Побудова аксонометричної проекції деталі.....	32
5.3 Графічна робота «Технічна форма»	41
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	55

ВСТУП

Сучасний стан розвитку науки і техніки, різних галузей промисловості висуває підвищені вимоги до підготовки висококваліфікованого інженерно-технічного персоналу, що успішно володіє технічними знаннями. Важливе місце в цій підготовці відводиться «Інженерній графіці». Розвиток нових технологій супроводжується інтенсифікацією інженерно-технічної праці та вимагає виконання значної кількості всілякої конструкторської документації. Сучасний фахівець повинен вміти правильно відображати технічну думку на кресленні, ескізі, схемі.

Графічна культура фахівця є істотним показником рівня його підготовки, кругозору та ділових якостей. Одним з розділів «інженерної графіки» на сучасному етапі є «комп'ютерна графіка», яка дозволяє звільнити студента від багатогодинних, одноманітних креслярських робіт. Автоматизація інженерно-графічних робіт не тільки прискорює процес проектування і розробки конструкторської документації, а й піднімає його на більш професійний рівень.

Знання, вміння і навички, набуті в процесі вивчення інженерної графіки, необхідні як при вивченні інших інженерних і спеціальних дисциплін, так і подальшої трудової діяльності.

Під час вивчення ЗМ1 Нарисна геометрія та ЗМ2 Технічне креслення студент повинен виконувати розрахунково-графічні роботи.

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

У цьому навчальному виданні розглянуто завдання за такими темами:

ЗМ 1 Нарисна геометрія

Тема 1 Основні поняття. Комплексний кресленик точки.

Тема 2 Кресленик прямої.

Тема 3 Площина на кресленику. Позиційні задачі.

Тема 4 Перетворення кресленика. Метричні задачі.

Тема 5 Зображення поверхонь на кресленику. Перетин поверхонь.

ЗМ 2 Технічне креслення

Тема 6 Стандарти ЄСКД (формати, масштаби, шрифти). Загальні правила виконання креслеників. Геометричні побудови. Види, розрізи, перерізи.

Тема 7 Проекційне креслення. Аксонометричні проекції. Правила нанесення розмірів на креслениках.

Тема 8 Вимоги державних стандартів до оформлення машинобудівних та будівельних креслень. Зображення з'єднань на креслениках.

Тема 9 Складальні кресленики, кріпильні деталі.

Тема 10 Будівельні креслення.

Студентам необхідно виконати завдання за темами ЗМ1 і ЗМ2. Завдання виконують частково на практичних (лабораторних) заняттях, частково самостійно дома та захищають згідно з графіком виконання розрахунково-графічних робіт. Розрахунково-графічні завдання є методом контролю знань студента. Готові завдання після захисту з'єднують в альбом.

Всі завдання індивідуальні і виконуються кожним студентом за своїм варіантом. Варіанти завдань наведені в додатках. Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента в журналі групи.

У методичних рекомендаціях наведені стислі теоретичні відомості та приклади виконання графічних робіт, що значно полегшує роботу, студент наочно бачить, що і як необхідно накреслити. Виконання індивідуальних

завдань розвиває навички самостійної роботи і підвищує якість виконання креслень.

Крім того, для перевірки якості засвоєного матеріалу, до кожної теми надаються питання для самоперевірки.

2 Завдання «Метричні задачі» (епюр 1)

Мета завдання: закріплення вмінь та навичок що до виконання комплексних креслень точки, прямої, багатогранника. Визначення метричних властивостей геометричних фігур використовуючи метод заміни площин проекцій.

Роботу виконувати за варіантом на окремих аркушах формату А3 (297 × 420). Побудови – олівцем, тонкими лініями; умови задач – олівцем, контурними лініями (0,2–0,3 мм). Результати розв’язання – кольоровими олівцями. Точки зображувати у вигляді кіл діаметром 1мм.

2.2 Зміст та порядок виконання роботи

Задано: координати точок **A, B, C, D**.

Визначити:

- а) проекції точок **A, B, C** і **D**;
- б) дійсну довжину відрізка прямої за варіантом;
- в) дійсний розмір однієї з граней за варіантом.

У цьому епюрі розглядаються теми: «Комплексний кресленик точки», «кресленик прямої лінії», «позиційні та метричні задачі» з курсу нарисної геометрії. Побудови ведуться на двох площинах проекцій **П₁** і **П₂**. Задані точки розташовані за умовою в першій чверті простору або на площинах проекцій. Пряма **AB** за умовою – пряма загального розташування.

Для вирішення першого завдання треба визначити видимість ребер багатогранника **ABCD** на кожній з його проекцій. Це необхідно робити за допомогою конкуруючих точок. Зразок виконання епюра 1 на рисунку 2.6.

2.2.1 Порядок виконання епюра

Розглянемо порядок виконання епюра на прикладі. Для побудови проєкцій точок за заданими координатами (рис.2.1) необхідно послідовно відкласти координату X точки A вліво від нуля на вісі OX , потім на лінії, перпендикулярній вісі OX , униз відкласти координату Y – отримаємо горизонтальну проєкцію точки A – точка A_1 , після цього нагору цією ж лінією зв'язку відкласти координату Z – отримаємо фронтальну проєкцію точки A точка A_2 (рис.2.1). Аналогічно будуюмо проєкції інших точок. Якщо одна з координат дорівнює 0, то відповідна проєкція знаходитиметься на вісі координат.

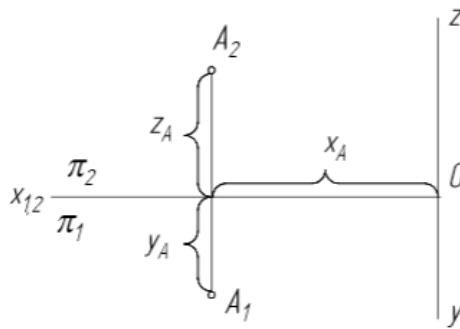


Рисунок 2.1 – Побудова проєкції точки

При з'єднанні однойменних проєкцій точок A, B, C і D отримаємо проєкції багатогранника $ABCD$.

На фронтальній проєкції багатогранника $A_2B_2C_2D_2$ треба визначити видимість ребер A_2C_2 і B_2D_2 . 32 і 22 – проєкції конкуруючих точок (рис.2.2). Точка 2 належить ребру AC , точка 3 – ребру BD .

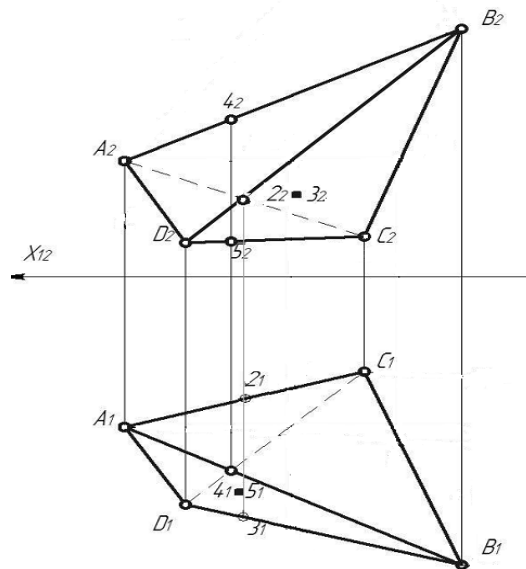


Рисунок 2.2 – Проекції багатогранника

Побудувавши горизонтальні проекції точок 2_1 і 3_1 та порівнявши їхні координати Y ($Y_3 > Y_2$), визначаємо видимість фронтальних проекцій точок 2_2 і 3_2 . Точка 2_2 невидима, тобто і ребро A_2C_2 , якому вона належить, невидиме на фронтальній проекції. Аналогічно на горизонтальній проекції багатогранника $A_1B_1C_1D_1$ треба визначити видимість ребер A_1B_1 та C_1D_1 . 4_1 і 5_1 – горизонтальні проекції конкуруючих точок. Точка 5 належить ребру CD , а точка 4 – ребру AB .

Побудувавши фронтальні проекції точок 4_2 та 5_2 і порівнявши їхні координати Z ($Z_4 > Z_5$), доходимо висновку, що на горизонтальній проекції креслення точка 4_1 та проекція ребра A_1B_1 , якому вона належить, видимі. Горизонтальна проекція точки 5_1 та проекція ребра D_1C_1 невидимі (рис.2.2).

Дійсний розмір відрізка прямої загального положення знаходимо способом прямокутного трикутника.

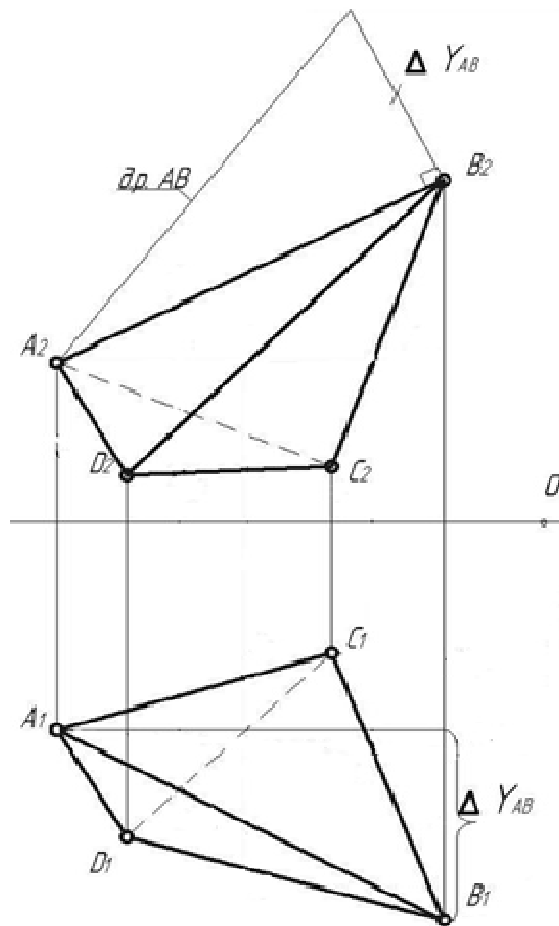


Рисунок 2.3 – Побудова дійсного розміру A_2 .

Отримана гіпотенуза прямокутного трикутника і є дійсним розміром відрізка прямої **AB** (рис.2.3).

Визначаємо дійсний розмір грані ABC. Побудову виконують за такою схемою: від системи П1/П2 здійснено перехід до системи П1/П4 (рис.2.4), де $П4 \perp П1$ і $П4 \perp h$ ($X14 \perp h1$), а від системи П1/П4 – до системи П4/П5 (рис.2.5), де $П5 \perp П4$ і $П5 \parallel \Delta A4 B4 C4$. Проекція грані $A5B5C5$ є дійсним розміром площині трикутника ABC.

Будуємо горизонталь ($h2 \parallel OX$, $h1$ проходить через точки $A1$ та 11). Горизонталь трикутника повинна проходити перпендикулярно до додаткової площини П4 (вирішується друга основна задача відносно відрізка $h \rightarrow h \perp П4$). Площина трикутника (грані) проектується у пряму на П4.

Побудови виконуємо на одній з площин проекцій. Припустимо, до фронтальної проекції в точці B_1 відновлюємо перпендикуляр. На ньому відкладаємо величину Δy , узятую з горизонтальної проекції. Отримуємо точку B_0 . Для визначення величини Δy на горизонтальній проекції прямої з нижньої точки (у цьому випадку A_1) проводимо лінію, паралельну вісі **OX**. З'єднуємо точки B_0 і A_2 .

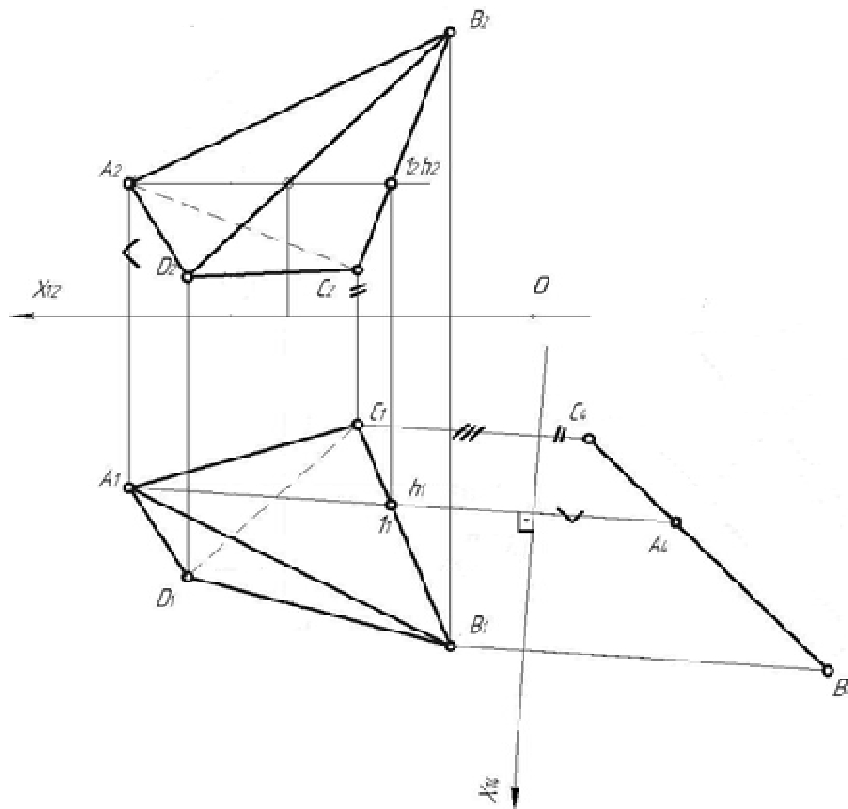


Рисунок 2.4 – Перша зміна площин проекцій

Від системи Π_1/Π_4 перейдемо до системи Π_4/Π_5 (рис.2.5), вісь X_{45} вводимо паралельно $A_4B_4C_4$ тобто паралельно площині трикутника ABC (вирішується четверта основна задача). Проекція грані $A_5B_5C_5$ є дійсним розміром грані.

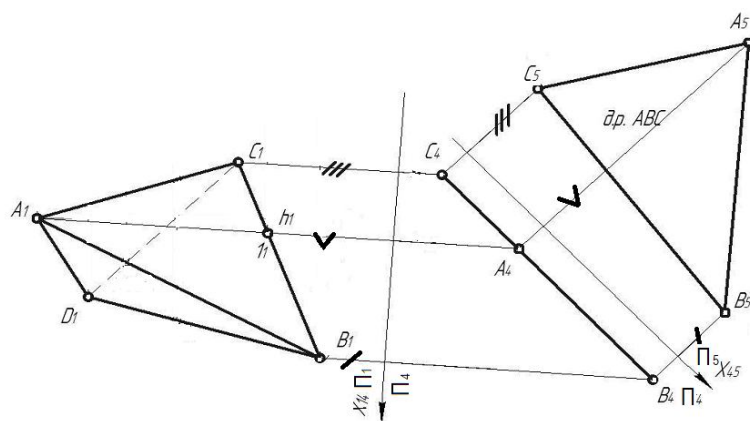


Рисунок 2.5 – Друга зміна площин проекцій

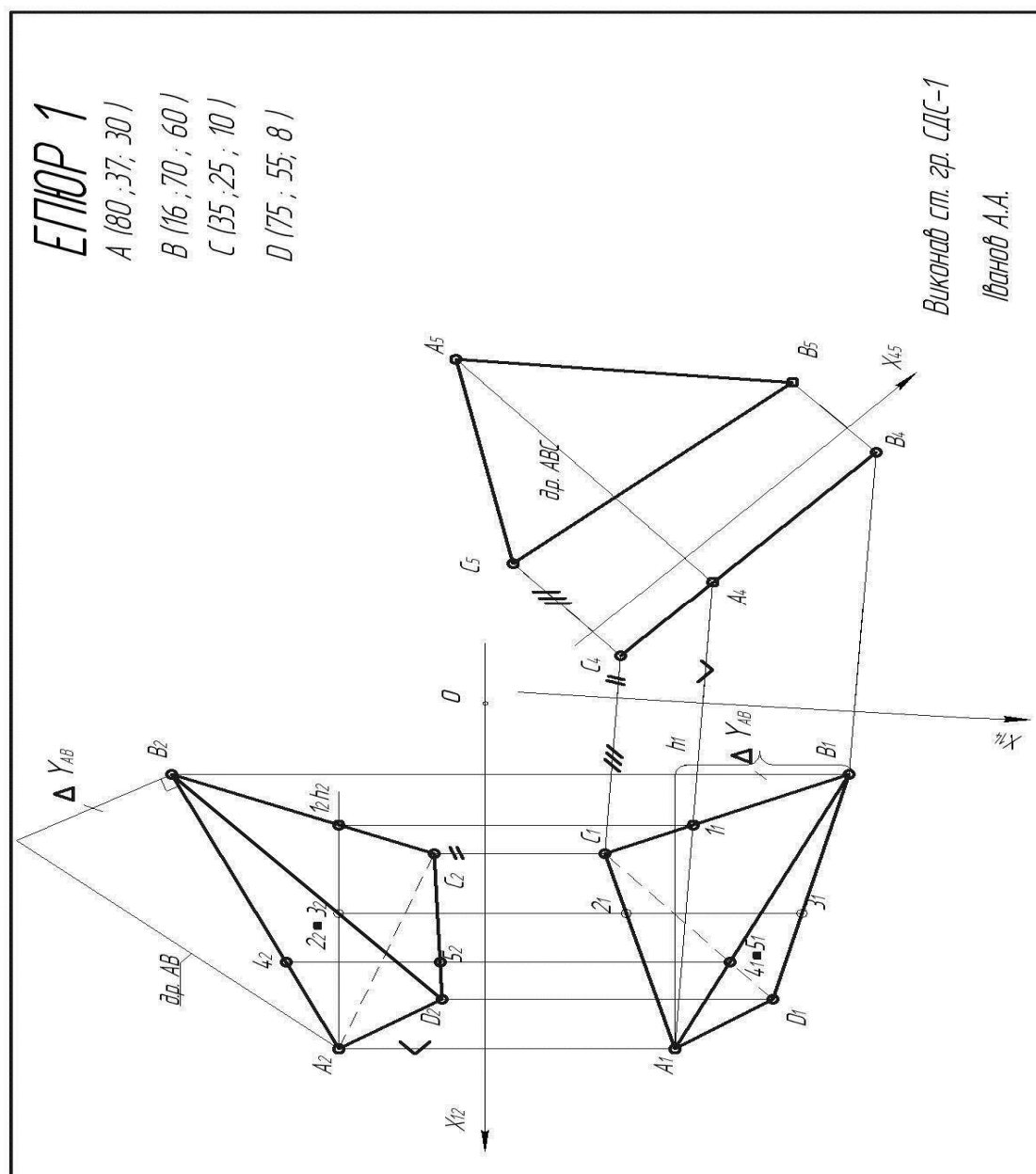


Рисунок 2.6 – Зразок виконання завдання 1

Питання для самоперевірки

1. Що називають прямокутними координатами точки?
2. Яке положення займає точка у просторі, якщо її фронтальна проекція розташована на вісі проекцій OZ?
3. Яка пряма називається прямою загального положення?
4. Як називається пряма, фронтальна проекція якої паралельна вісі OX?
5. У якої прямої горизонтальна проекція паралельна вісі проекцій OX і як ця пряма називається?
6. Назвіть необхідні та достатні умови для побудови на комплексному кресленнику точки, що належить заданій прямій.
7. Які основні задачі розв'язуються заміною однієї площини проекцій?
8. Які основні задачі розв'язуються заміною двох площин проекцій?
9. Які параметри комплексного кресленника залишаються незмінними при заміні фронтальної площини проекцій?
10. Які параметри комплексного кресленника залишаються незмінними при заміні горизонтальної площини проекцій?
11. Скільки й у якій послідовності потрібно ввести допоміжних площин до системи П1/П2, щоб отримати справжню величину фігури загального положення?

3 ЗАВДАННЯ «ПОЗИЦІЙНІ ЗАДАЧІ» (ЕПЮР 2)

Мета завдання:

- Вивчення і практичне застосування методів побудови креслеників поверхонь, точок які належать поверхні та лінії перетину поверхонь.
- Вивчення і розвиток навичок обрання методу побудови ліній перетину поверхонь.

Зміст завдання: На аркуші креслярського паперу формату А3 (297 × 420) накреслити три проекції поверхонь, які взаємно перетинаються (за варіантом). Три проекції лінії перетину поверхонь (лінію перетину побудувати за допомогою методів допоміжних площин-посередників або допоміжних сфер) із урахуванням її видимості (варіанти див. додат. А2).

Щоб визначити проекції лінії перетину, треба знайти проекції точок, спільних для поверхонь, що розглядаються (рис.3.1). Лінію взаємного перетину будують за точками перетину лінії однієї поверхні з іншою або з її лініями. Для цього криві поверхні Ψ та Φ перетинаються третьою поверхнею, яку називають посередником Σ . Дві криві лінії перетину $m = \Psi \cap \Sigma$ і $n = \Phi \cap \Sigma$, що належать поверхні Σ – посереднику, перетинаючись, утворюють точки **A** та **B** з лінії взаємного перетину, яку будуюмо. Виконавши таку операцію кілька разів, отримують потрібну кількість точок для проведення лінії взаємного перетину.

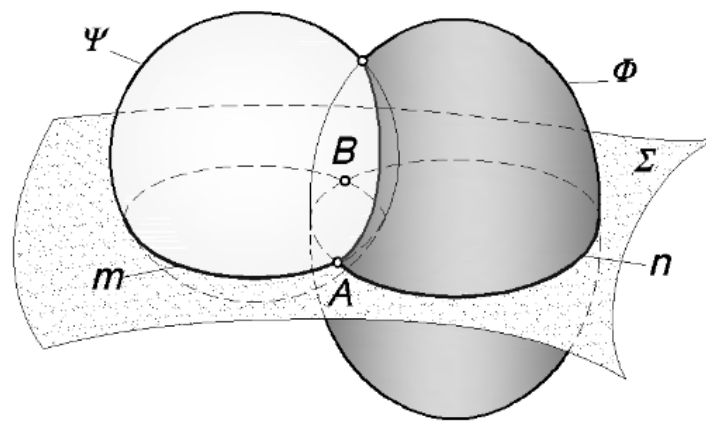


Рисунок 3.1 – Проекції точок спільних для поверхонь

У якості січних часто обирають такі площини, що перетинають ці поверхні по простих для побудови лініях – окружність чи пряма.

При побудові лінії взаємного перетину та визначенні видимості великого значення набувають характерні точки цієї лінії, які необхідно визначити спочатку. До таких точок належать найвища та найнижча, а також точки на контурі кожної поверхні, оскільки вони відділяють видиму ділянку лінії перетину від невидимої. У випадку, коли одна з кривих поверхонь є проектуючою, задача побудови лінії перетину значно спрощується, бо проекція лінії перетину вже наявна на кресленику.

3.1 Алгоритм розв'язання задачі

- Визначити вид кривих поверхонь.
- Якщо одна з поверхонь проектуюча, то визначаємо до якої з площин проєкцій, бо на цій проєкції вже наявна проєкція лінії перетину поверхонь.
- Лінію на поверхні поділяють на точки (визначають опорні та проміжні точки).
- Будують проєкції точок, що невизначені на кресленику.
- Проєкції точок з'єднують лінією.

3.2 Побудова лінії перетину поверхонь

При вирішенні завдань на побудову лінії перетину поверхонь у якості допоміжних площин обирають проектуючі площини (площини рівня).

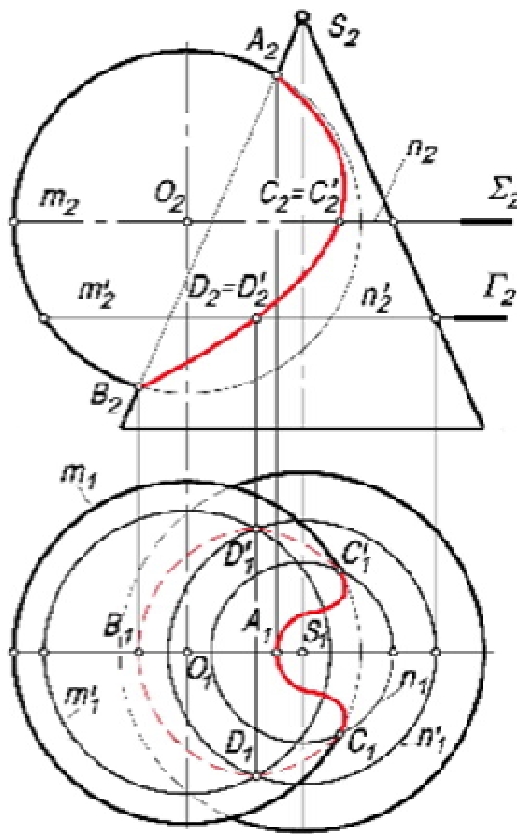


Рисунок 3.2 – Лінія перетину
поверхонь

Для побудови лінії перетину конуса і сфери можуть бути використані горизонтальні площини рівня, що перетинають обидві поверхні по колах (рис. 3.2.)

Визначаємо найвищу **A** і найнижчу **B** опорні точки (на перетині головних меридіанів поверхонь). Ці точки встановлюють межі, в яких слід проводити допоміжні площини.

Знайдемо точки **C** та **C¹** – точки перетину екватора сфери з поверхнею конуса. Для цього проведемо площину **Σ**, яка перетне сферу по екватору **m**, а конус – по паралелі **n**. Окружності **m** і **n**, перетинаючись, визначають горизонтальні проєкції точок **C** і **C¹**.

Інші точки визначимо за допомогою площини Γ , яка перетинає сферу по колу m^1 , конус – по колу n^1 перетину поверхонь. Знайдені точки з'єднуємо плавною кривою.

Перетинаючись, ці кола дають пару точок D і D^1 , що належать лінії Фронтальні проекції цих точок знаходяться на фронтальному сліді січної площини Σ_2 .

3.3 Приклад виконання епіюра

У прикладі перетинаються поверхні напівсфери та циліндрична, яка є проєціюючою до горизонтальної площини проєкцій. Тобто горизонтальна проєкція лінії перетину вже наявна на кресленику – це окружність, в яку проєціюється циліндрична поверхня.

Горизонтальну проєкцію лінії перетину поділяємо на точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8, які належать напівсфері.

Фронтальну проєкцію точок будуємо за допомогою фронтальних січних площин, що перетинають сферу по колу кожна відповідного радіуса.

Профільну проєкцію кожної точки будуємо за лінією проєкційного зв'язку та координатою Y .

Три проєкції лінії на поверхні виконати кольоровим олівцем з огляду на видимість. Приклад виконання епіюра на рисунку 3.3.

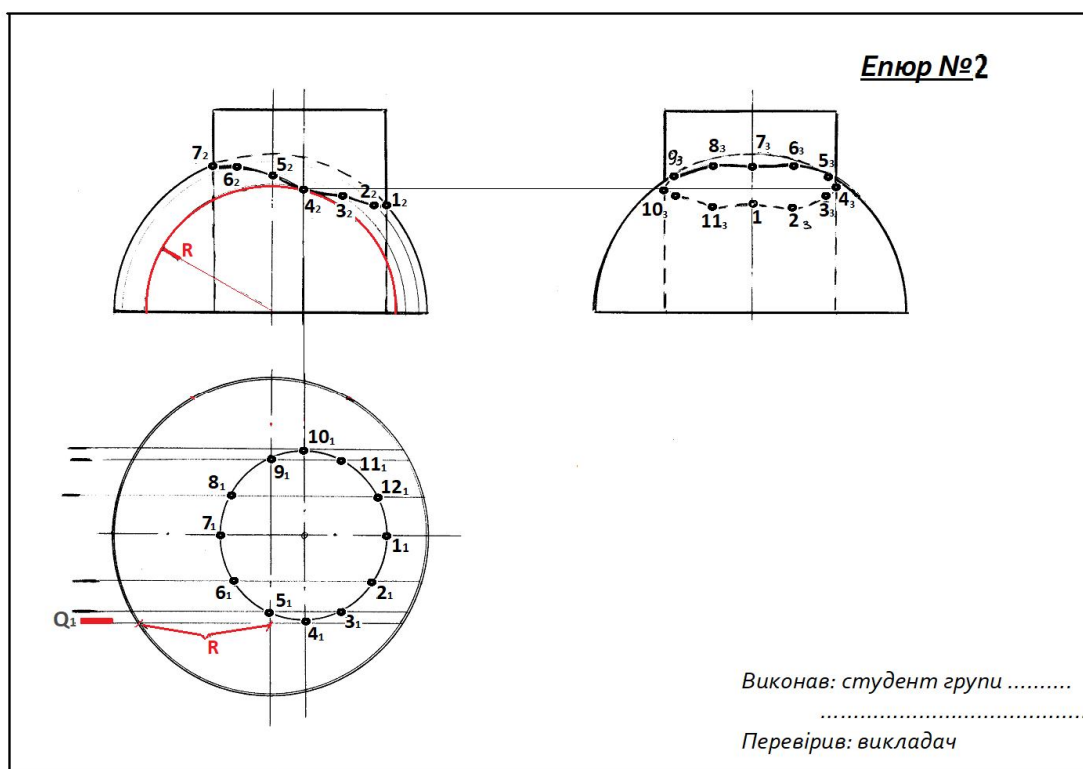


Рисунок 3.3 – Зразок виконання завдання 2

Питання для самоперевірки

1. Яким умовам повинні задовольняти площини-посередники?
2. Які точки лінії перетину є опорними?
3. Як будується лінія перетину, якщо одна з поверхонь проектує?
4. По яких лініях перетинаються гранні поверхні?
5. По яких лініях перетинаються поверхні обертання?
6. Алгоритм побудови лінії перетину за допомогою площин посередників?
7. Як обирають площини-посередники?
8. Які поверхні називають співвісними?
9. По яких лініях перетинаються співвісні поверхні?
10. Як будують лінію перетину якщо обидві поверхні проектує?

4 ЗАВДАННЯ «ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ»

4.1 Загальні вимоги до виконання і оформлення креслень

Креслярсько-графічні роботи, згідно з Державним стандартом (ДСТУ), виконуються на основі Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Стандарти – це нормативні документи, що встановлюють єдині правила виконання і оформлення конструкторських документів у всіх галузях промисловості.

Конструкторські документи включають в себе креслення різних деталей, складальні креслення, текстові та інші документи.

Наприклад, стандарти накладають певні вимоги до форматів, масштабів, ліній креслення, шрифтів і ін.

Всі креслення виконують на аркушах (форматах) певних розмірів.

Формати – це встановлені стандартом ГОСТ 2.301 вимоги до розмірів листів для виконання креслярсько-конструкторських робіт. Вибирають формат в залежності від розмірів та складності виробу.

Відповідно до стандарту існує п'ять основних (A0, A1, A2, A3, A4) і кілька додаткових форматів (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Позначення та розміри основних форматів

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

Формат **A0** що має розміри 1189 × 841 мм є одним з основних форматів, площа його дорівнює 1м². Інші основні формати утворюють шляхом

послідовного розподілу існуючого формату на дві однакові частини паралельно его меншій стороні.

Кожен формат, на якому виконується креслення, має зовнішню и внутрішню рамки. Зовнішня рамка виконується суцільною тонкою лінією, а внутрішня — суцільною товстою лінією. Відстань між рамками зліва 20 мм (для брошурування), а з трьох інших сторін 5 мм.

Масштаб – це відношення, розмірів зображеного на кресленні предмета до його дійсних розмірів. Переваги надають виконанню зображень в натуральну величину, але кресленик може бути виконаний в збільшеному або зменшеному масштабі.

Таблиця 4.2 – Масштаби креслень

Масштаби зменшення	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:6	1:10	та ін.
Натуральна величина	1:1						
Масштаби збільшення	2:1	2,5:1	4:1	5:1	6:1	10:1	та ін.

Масштаб, в якому виконаний кресленик, вказується в основному написі. Якщо ж масштаб вказують на полі креслення, то його позначають буквою М (М1:2, М4:1). На кресленику вказують справжні розміри виробів незалежно від масштабу.

Лінії. При виконанні креслень застосовують різні типи ліній. ГОСТ 2.303 встановлює основні типи ліній що застосовують при виконанні креслень.

4.2 Завдання «Плоский контур»

Мета завдання:

- Вивчення і практичне застосування методів поділу кола на рівні частини, побудови спряжень. Вивчення теми «Геометричні побудови на кресленнях».
- Вивчення і розвиток навичок побудови внутрішніх і зовнішніх сполучень, проставляння розмірів деталі по ГОСТ 2.307-68.

Зміст завдання. На аркуші креслярського паперу формату А4 (297 × 210) накреслити контур деталі з побудовою спряження та інших геометричних побудов. Нанести розміри.

Масштаб зображення обрати самостійно.

4.2.1 Методичні рекомендації до виконання завдання

Вивчити тему «Геометричні побудови на креслениках».

Провести аналіз графічного складу завдання. Визначити, які геометричні побудови необхідно застосувати в даному випадку і розбити їх на окремі етапи.

Всі побудови спочатку виконуються тонкими лініями, а потім контури елементів деталі обводять суцільною товстою основною лінією. Геометричні побудови на кресленику зберегти. Точки сполучення зберегти у вигляді кіл невеликого діаметру.

Розглянемо поетапну побудову кресленика деталі, зображеної на рисунку 4.2.

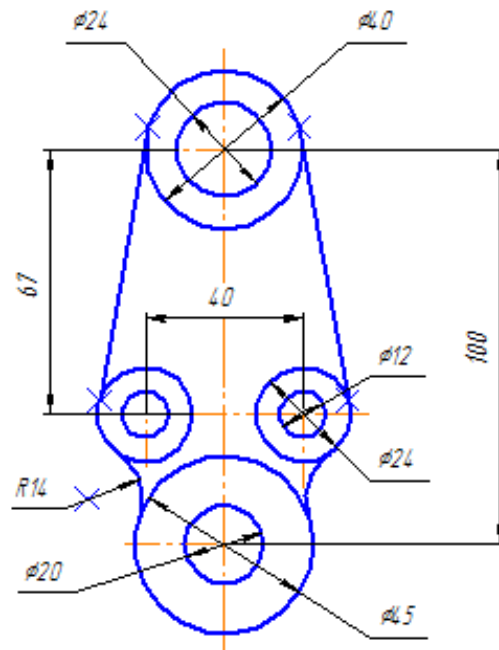


Рисунок 4.1 – Варіант завдання «Плоский контур»

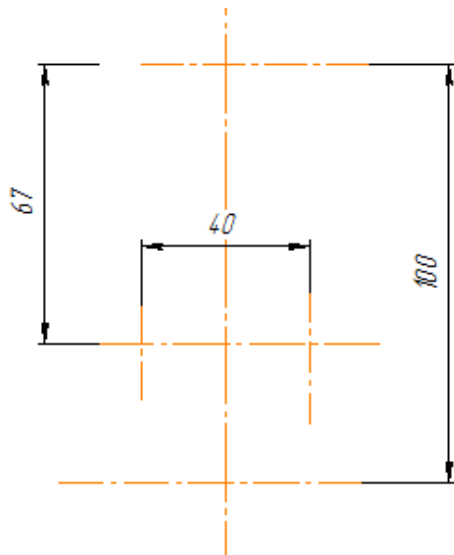


Рисунок 4.2 – Побудова осьових на кресленіку

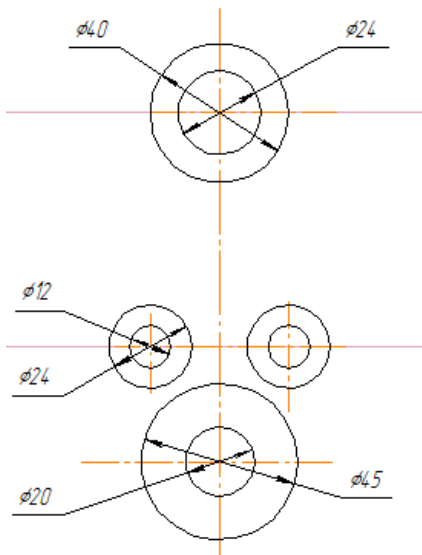


Рисунок 4.3 – Побудова кіл на кресленіку

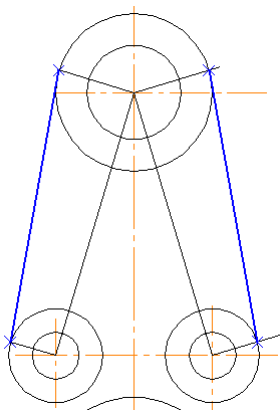


Рисунок 4.4 – Дотична до двох кіл

1. На аркуші формату **A4** наносимо рамку і відділяємо місце для основного напису;
2. Обираємо масштаб для виконання креслення деталі;
3. Починаємо з вертикальної осьової та центрових ліній для побудови кіл (рис. 4.2);
Центрові розміщуємо враховуючи розміри деталі.

4. Будуємо кола (в даному варіанті діаметрів 24 мм, 40 мм, 12 мм, 24 мм, 20 мм і 45 мм) відповідно до завдання (рис. 4.3).

5. Для побудови дотичної до двох кіл необхідно:

- з'єднати центри кіл відрізком;
- з центрів кіл провести перпендикуляри до відрізка, який з'єднує центри;
- точки перетину перпендикулярів з колами – є точками дотику до кіл (рис.4.4);

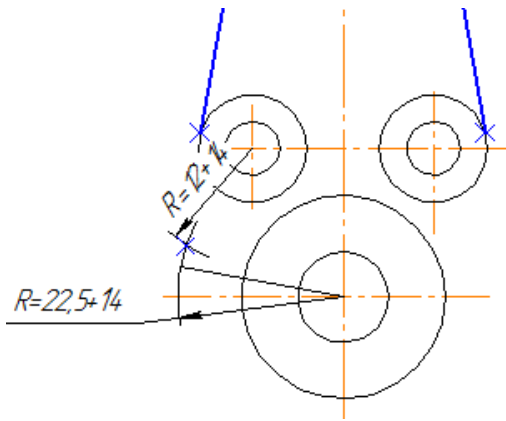


Рисунок 4.5 – Побудова спряження

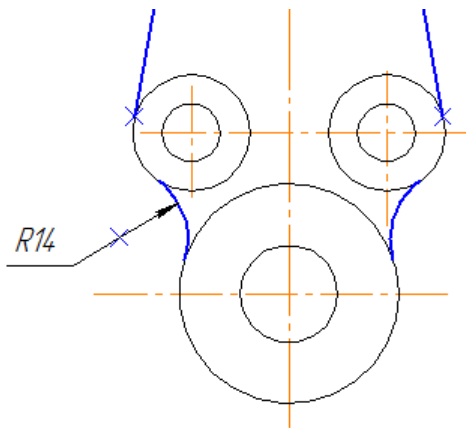


Рисунок 4.6 – Побудова дуги спряження

6. Будуємо спряження кіл діаметра 24 мм і 45 мм дугою радіуса 14 мм:

- з центру кола діаметра 24 мм проводимо дугу $R = 12 + 14 = 26$ мм;
- з центру кола діаметра 45 мм проводимо дугу $R = 22,5 + 14 = 36,5$ мм;
- точка перетину дуг буде центром дуги спряження (рис.4.5);

- із цього центру проводимо дугу сполучення радіусом 14 мм (рис.4.6).

7. Наводимо контури деталі основною лінією.

8. Проставляємо розміри на кресленику.

9. Заповнюємо основний напис (рис.4.7).

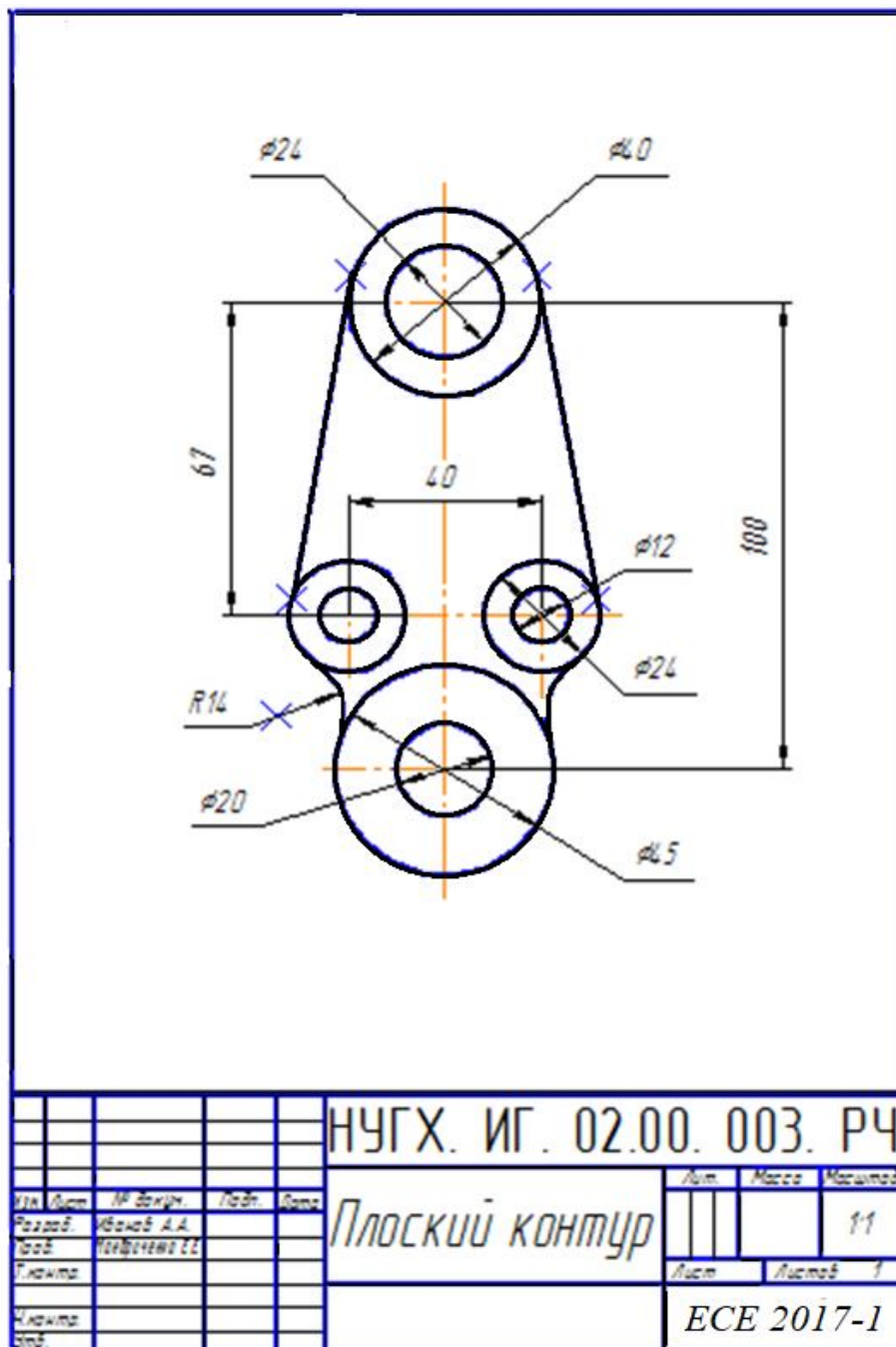


Рисунок 4.7 – Зразок виконання завдання «Плоский контур»

Питання для самоперевірки

1. Які існують основні формати креслень?
2. Як утворюються додаткові формати?
3. Які правила розташування основного напису на форматі?
4. Яка товщина осьових центрових, виносних і розмірних ліній?

5. Що таке масштаб?
6. Як означають масштаби зображень на кресленнях?
7. Які найменування, зображення та основні призначення ліній на кресленні?
8. Назвіть товщини основних ліній по відношенню до товщини основної лінії креслення.
9. У яких межах встановлена товщина основної лінії і в залежності, від яких параметрів?
10. Розміри шрифту, встановлені стандартом.
11. Який кут нахилу букв та цифр до основи рядка передбачений стандартом?
12. Як побудувати пряму дотичну до двох кіл?
13. Що таке спряження?
14. Якими елементами визначається спряження?
15. Назвіть масштаб зменшення.
16. Як побудувати центр кола по двох його хордах?
17. Як вписати в коло правильний трикутник?

5 ЗАВДАННЯ «ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ»

Мета завдання: Проекційне креслення є одним з найважливіших розділів інженерної графіки. Виконання завдань з проекційного креслення, сприяє:

придбанню навичок зображення різних геометричних тіл на комплексному кресленику та аксонометричних проекціях.

розвитку просторового уявлення і придбанню навичок визначення геометричних форм простих деталей за їхніми зображеннями.

Зміст завдання: завдання складається з двох ескізів (ескіз геометричного тіла та ескіз технічної форми). Кожен студент відповідно до номера варіанта

одержує завдання на кожную графічну роботу (номер варіанта визначається останньою цифрою залікової книжки або номером в журналі групи).

Завдання мають 20 варіантів, що забезпечує індивідуальними завданнями кожного студента.

В методичних рекомендаціях наведено приклади виконання графічних робіт, що значно полегшує роботу, тому що студент наочно бачить, що і як треба креслити. Виконання індивідуальних завдань сприяє розвитку навичок самостійної роботи та збільшує якість виконання креслеників.

5.1 Послідовність виконання і оформлення завдань з інженерної графіки

Завдання «Проекційне креслення» виконується на 2 аркушах креслярського паперу, або паперу у клітинку, формату А3 (297 × 420 мм).

1. Підготувати робоче місце, креслярські інструменти і приналежності, креслярський папір, учбово-методичні посібники і літературу.

2. Оформити аркуш креслярського паперу. Для цього необхідно:

- а) нанести зовнішню рамку, що відповідає розмірам формату;
- б) нанести рамку кресленика;
- в) у правому нижньому куті формату оформити основний напис відповідно до зразка.

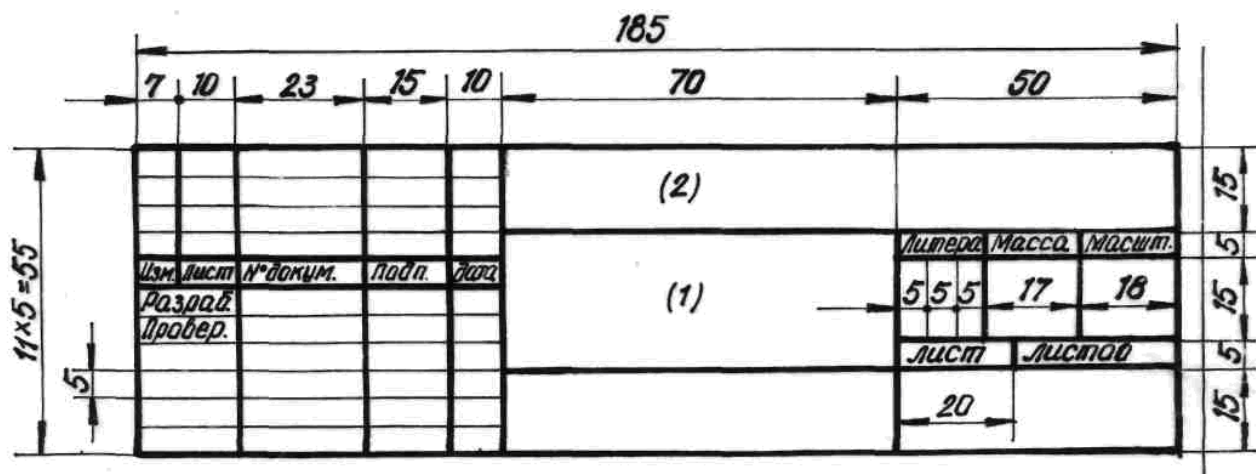


Рисунок 5.1 – Основной нарис кресленика

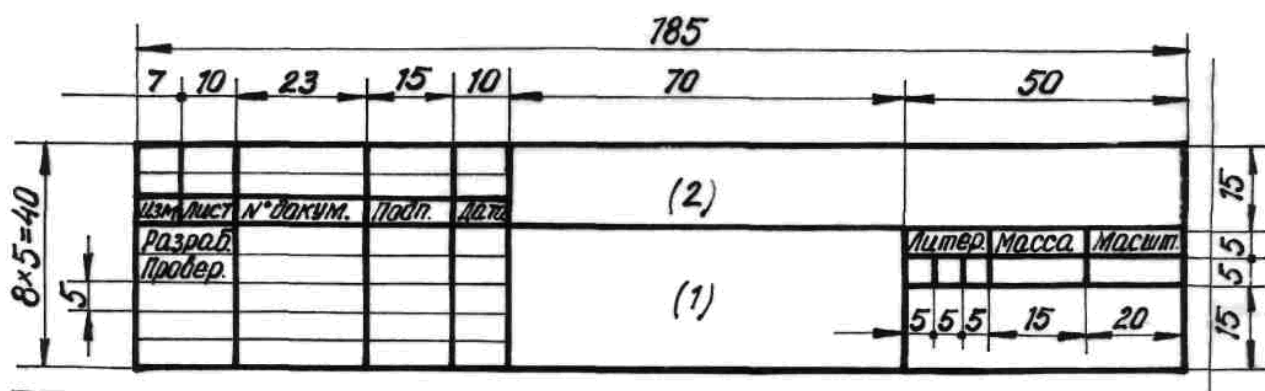


Рисунок 5.2 – Основной нарис текстового документа

У його графах приводяться відомості, позначення, вказівки, що характеризують зображення: найменування виробу, матеріал, масштаб та інші дані. Форму основного напису встановлює ГОСТ 2.104-68. На креслениках і схемах основний нарис виконують за формою 1 (рис.5.1), а в текстових документах – за формою 2 (рис.5.2). Основні написи розташовують у правому нижньому куті конструкторських документів. На аркушах формату А4 основні написи розташовують уздовж короткої сторони, а на аркушах більших форматів – уздовж довгої або короткої сторони.

Графа 1– найменування виробу або найменування документа.

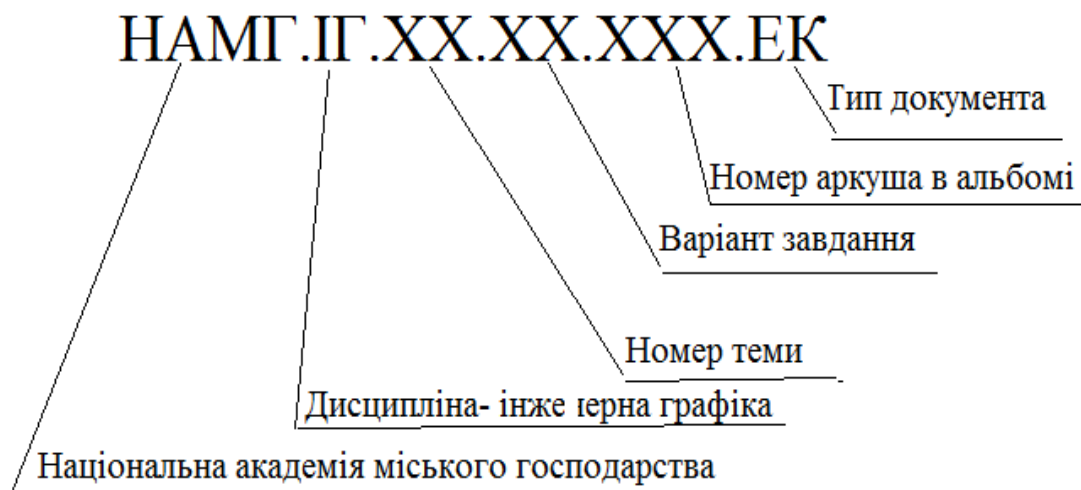


Рисунок 5.3

Графа 2 – позначення документа – заповнюється відповідно до прийнятого на кафедрі загальною структурою позначення креслень по всіх завданнях (рис. 5.3).

Всі графічні побудови на креслениках повинні виконуватися тільки за допомогою креслярських інструментів. Напис, буквені й цифрові позначення геометричних елементів повинні бути виконані стандартним шрифтом 5 або 7 за ГОСТ 2.304-81.

3. Приступити до послідовного виконання графічних робіт у тонких лініях. Для цього необхідно:

- проаналізувати деталь та обрати головний вид. при цьому треба зважити правила ГОСТу 2.305-68. Остаточне рішення узгодити з викладачем.
- продумати компоновання кожної графічної роботи для того, щоб робоче поле відведеної частини формату було заповнено на 75–80%. Зображення на аркуші повинні розташовуватися рівномірно і виконуватися або в натуральному масштабі, або в масштабі збільшення. При оформленні зображень – видів, розрізів, перетинів варто керуватися вимогами ГОСТ;
- побудувати три види деталі

- лінії переходу і лінії зрізу побудувати по точках послідовно на трьох видах, використовуючи методи і прийоми нарисної геометрії.
- виконати побудову розрізів та перерізів. Кресленик деталі повинен давати всебічне уявлення про її зовнішню та внутрішню форми. Будуючи прості та складні розрізи дотримуються правил ГОСТу 2.305-68.
- виконують штриховку у розрізах та перерізах. Зображують матеріал згідно з ГОСТ 2.306-68 (деталь в завданні умовно виконана з металу).
- обираємо види аксонометричних проекцій, не допускаючи їхнього повторення (вид аксонометрії погодити з викладачем). На аксонометричному зображенні показати тонкими лініями положення аксонометричних осей, а над зображенням указати масштаб;

4. Нанести на зображеннях необхідні розміри.

5. Кожну графічну роботу, виконану в тонких лініях і уважно перевірену самим студентом, слід показати викладачу.

6. Заповнити основний напис.

7. По закінченні виконання в тонких лініях усіх графічних робіт, заповнення основного напису, уважної перевірки їх, завдання пред'являється викладачу для здачі.

Якщо завдання виконане на визначених форматах А3, то остаточно оформлені графічні роботи зшиваються в альбом і забезпечуються титульним аркушем, оформленим згідно з ГОСТ 2.304-81.

5.2 Графічна робота «Геометричне тіло»

Рішення задач на побудову трьох проекцій геометричного тіла є основною вправою по складанню і читанню креслеників. Для успішного рішення цієї задачі варто добре засвоїти побудову трьох проекції найпростіших геометричних тіл: прямих призми і піраміди, а також побудову точок, що належать поверхні.

Перед виконанням цієї роботи необхідно визначити форму геометричного тіла та розташування його відносно площин проекцій. Потрібно уявити собі, як виглядатимуть на кресленику три види геометричного тіла, уміти подумки розчленувати це тіло на елементарні графічні поверхні.

Ця робота містить завдання на побудову трьох проекцій і аксонометричного зображення геометричного тіла маючи його наочне зображення (або варіанти на стор. 58), що має різні зрізи та отвори.

Виконання роботи починається з вибору масштабу зображення, для чого варто установити габаритні розміри заданого зображення. Потім по цих розмірах можна вирізувати зі звичайного папера прямокутники, що дозволяють раціонально заповнити відведену частину формату. При розташуванні зображень варто передбачити місце для нанесення розмірів, для чого між зображеннями, а також між зображеннями і рамкою кресленика необхідно залишити поле шириною приблизно 30 мм.

Площу під переріз варто взяти не більш площі, що відводиться під основне зображення (вид спереду), а під аксонометричне зображення – у півтора рази більше.

Після компоновання намічають положення осей симетрії для кожного виду і приступають до побудови в обраному масштабі заданих зображень. Спочатку треба добудувати три види деталі без отворів та зрізів.

Для цього на виді зверху будуємо основу деталі (наприкладі це трикутник **ABC**). За допомогою ліній проекційного зв'язку (позначено стрілками) будуємо основу на головному виді, а потім на виді зліва. Відклавши уздовж вісі **Z** висоту деталі маємо вершину піраміди **S**. Усі вершини з'єднуємо відрізками для отримання кресленика піраміди (рис. 5.4).

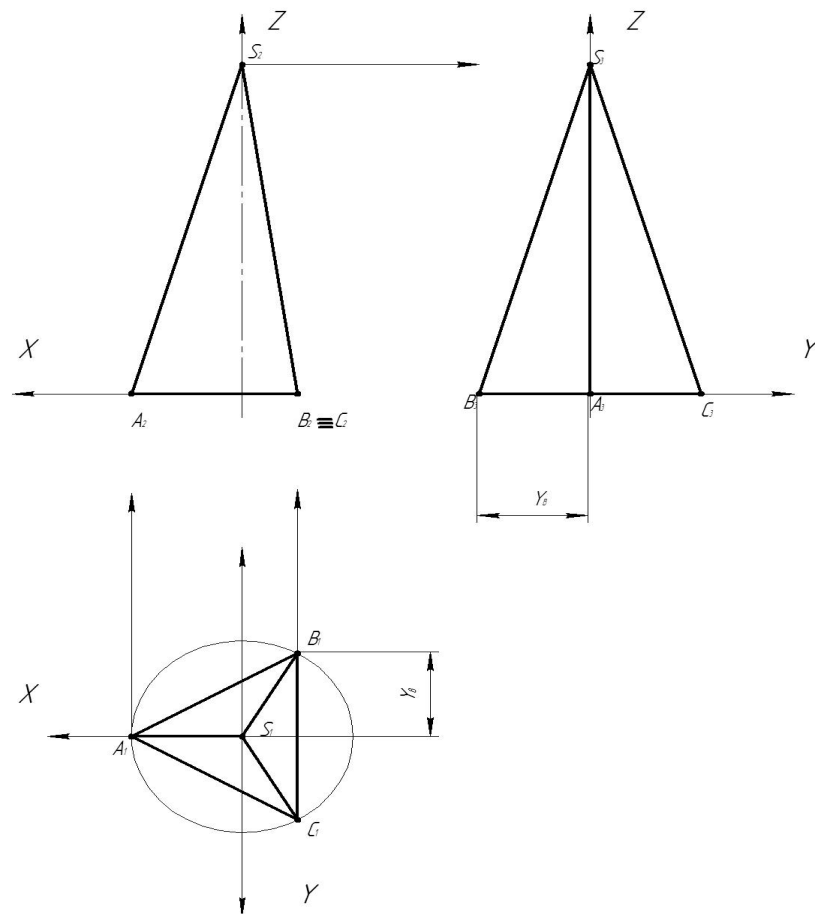


Рисунок 5.4 – Кресленик піраміди

На головному виді будують зрізи та отвори за розмірами, вимірюючи їх на деталі (рис.5.5)

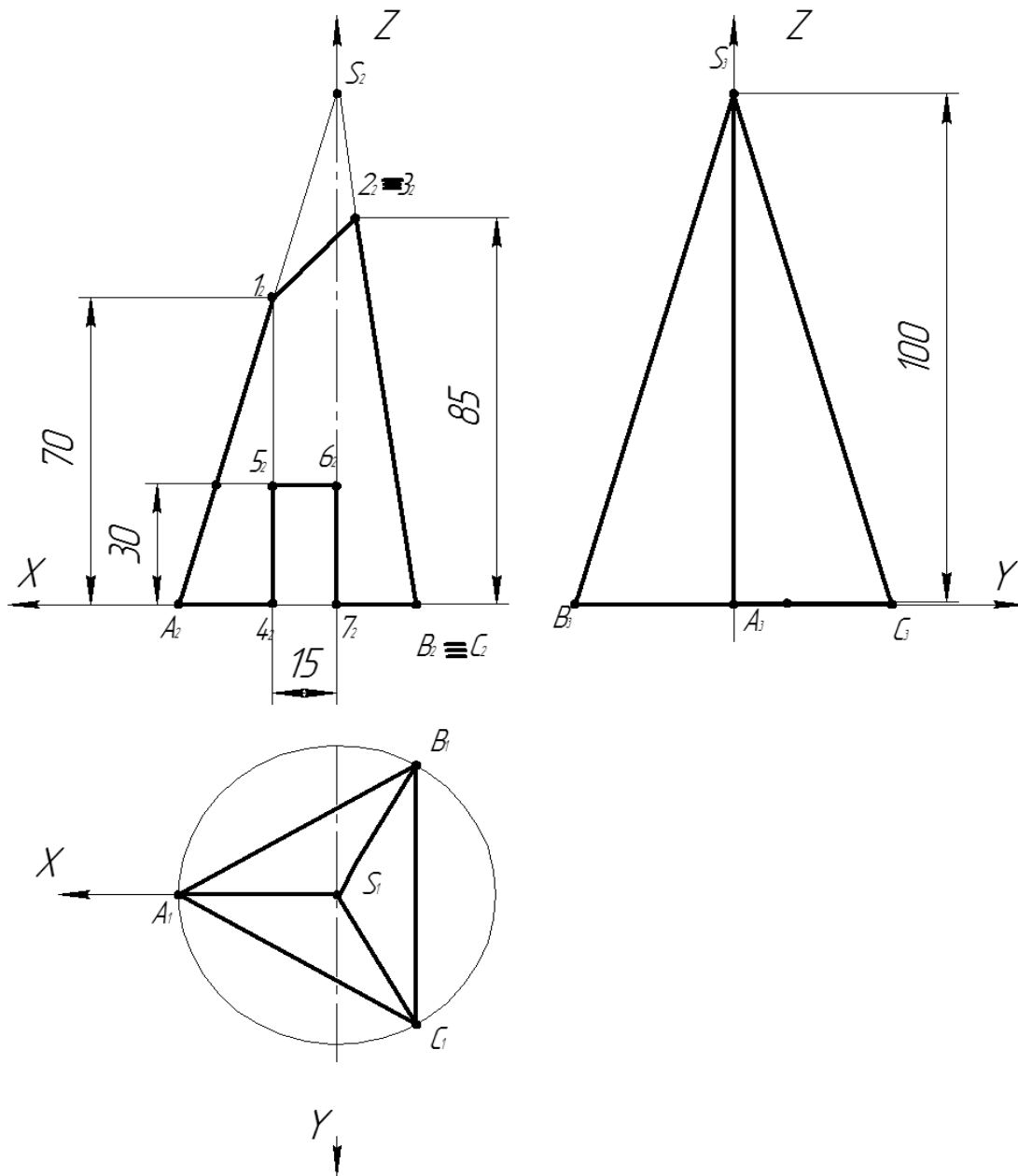


Рисунок 5.5 – Побудова зрізів та отворів

Розклавши лінію зрізу на точки будуємо проекції точок на виді зверху та зліва (рис. 5.6). Для побудови точок **5** та **6**, що належать грані піраміди, через ці точки треба провести площину, яка паралельна до основи (**G**). Площина переріже поверхню піраміди по трикутнику подібному основі, але меншому за

розмірами. Будуємо цей трикутник на виді зверху від

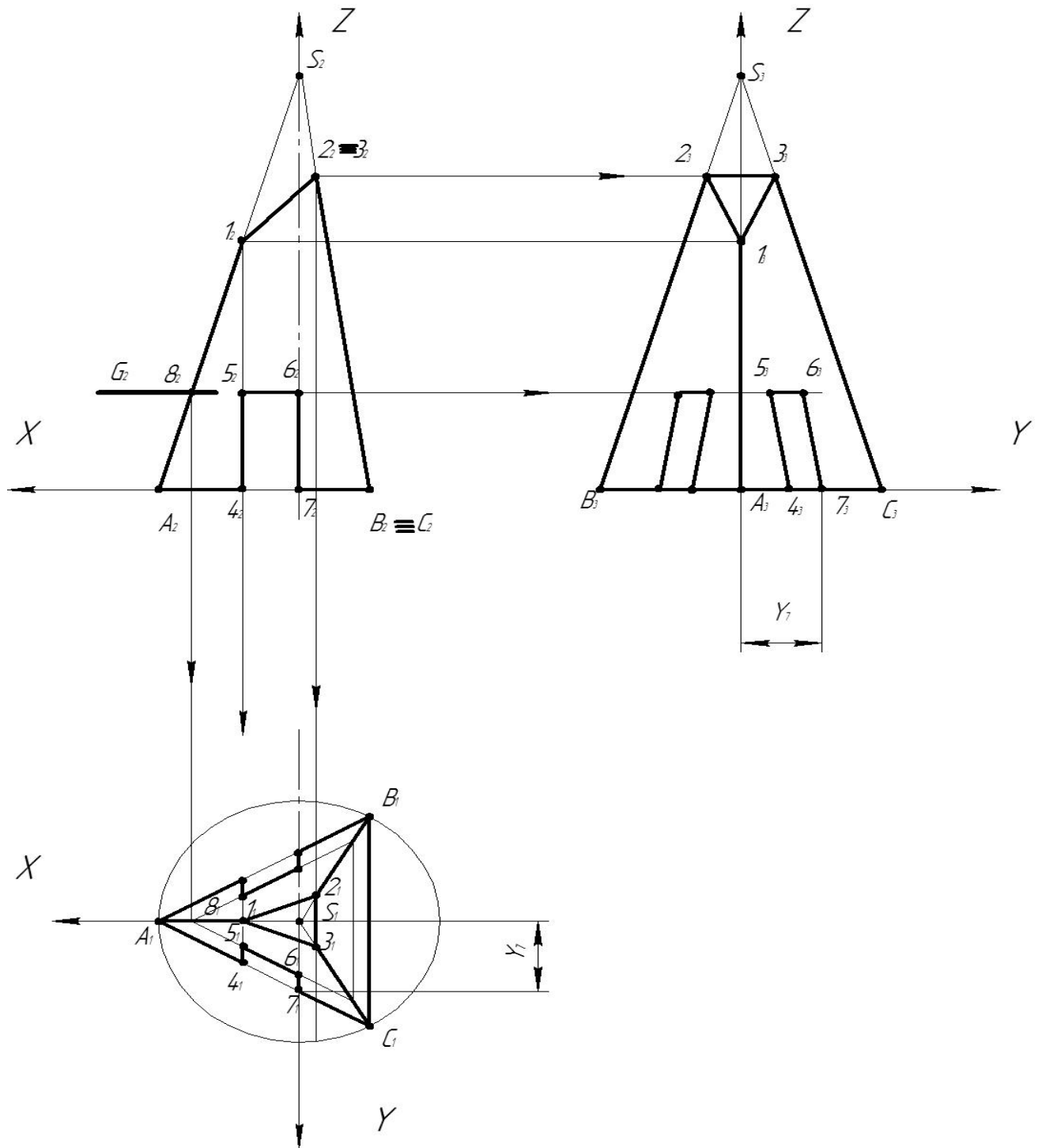


Рисунок 5.6 – Побудова проекцій точок на виді зверху та зліва

точки **8**, яка належить ребру **AC**, паралельно трикутнику основи. Точки **5** та **6** належать цьому трикутнику, будуємо їх на виді зверху за допомогою ліній проекційного зв'язку

Приклади побудови трьох проекцій точок, що належать поверхні піраміди та призми зображено відповідно на рисунку 5.7 та 5.8.

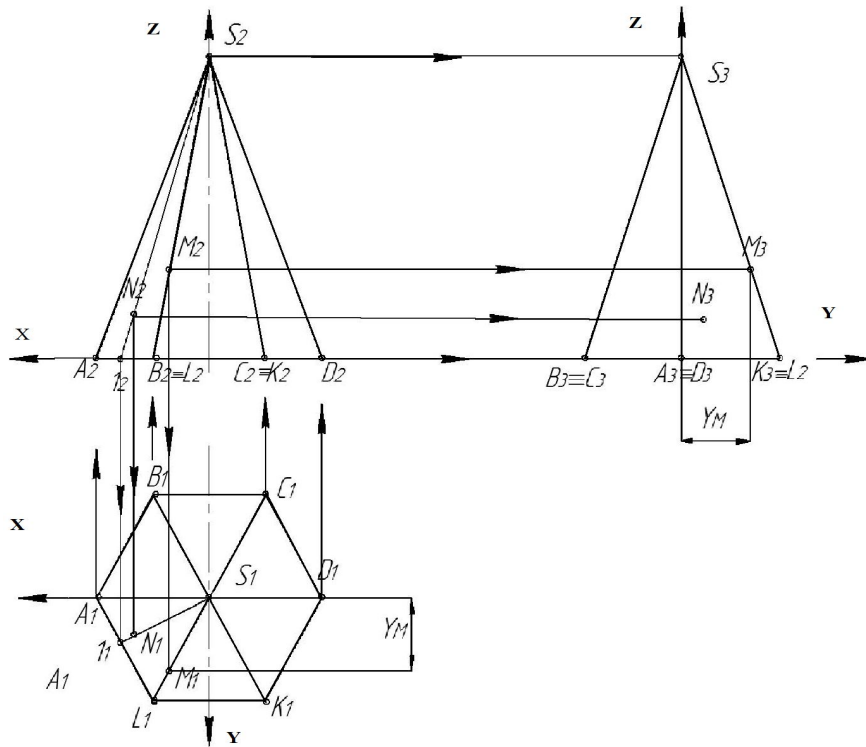


Рисунок 5.7 – Приклад побудови на поверхні піраміди

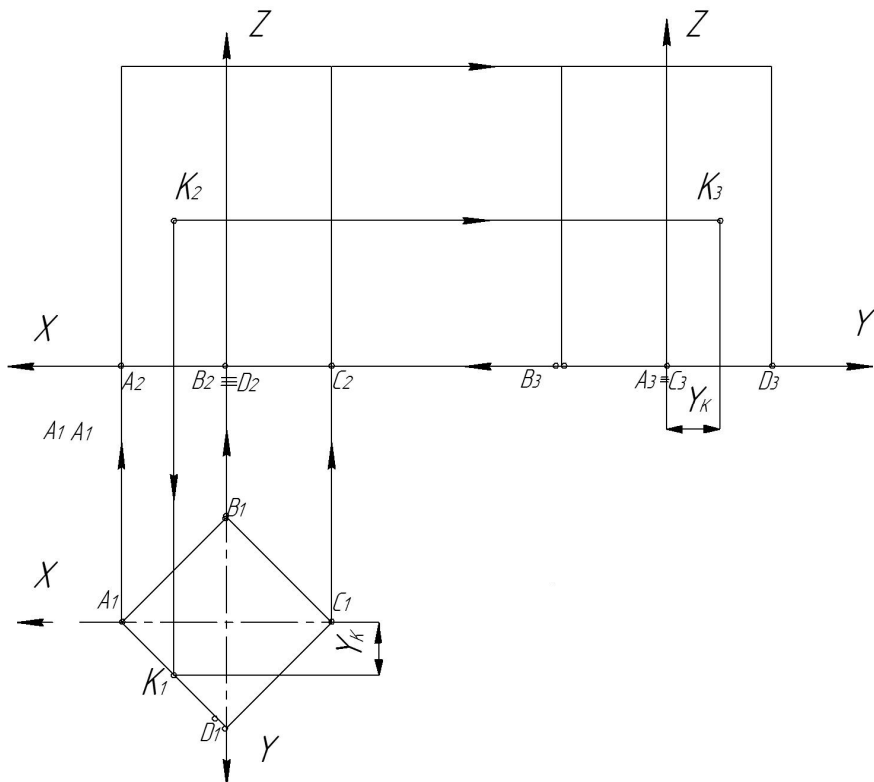


Рисунок 5.8 – Приклад побудови на поверхні призми

5.2.1 Побудова аксонометричної проєкції деталі.

Прямокутна ізометрія (ГОСТ 2.317-69)

Положення аксонометричних осей та їхня побудова за допомогою циркуля показано на рисунку 5.9. Практично ізометричну проєкцію будують без спотворення по осях проєкцій, тобто користуються приведеними коефіцієнтами спотворення, що по всіх осях дорівнюють одиниці. Тоді зображення в ізометрії виходить збільшеним у 1,22 рази ($\frac{1}{0,82} = 1,22$), тобто масштаб для прямокутної ізометрії буде $M_A = 1,22 : 1$.

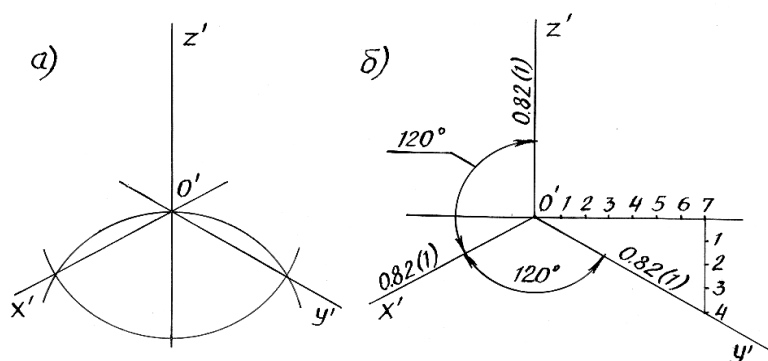


Рисунок 5.9 – Розташування висей в ізометрії

Приклад побудови ізометричної проєкції точки А приведено на рисунку 5.10.

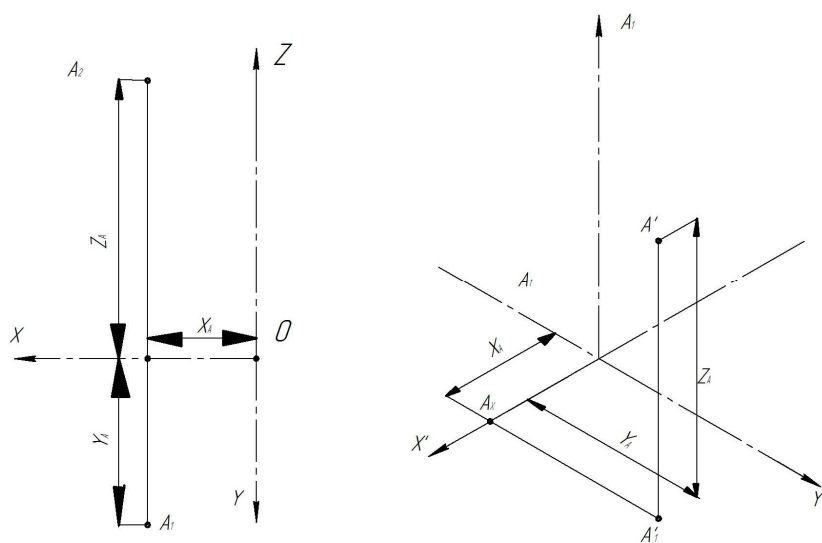
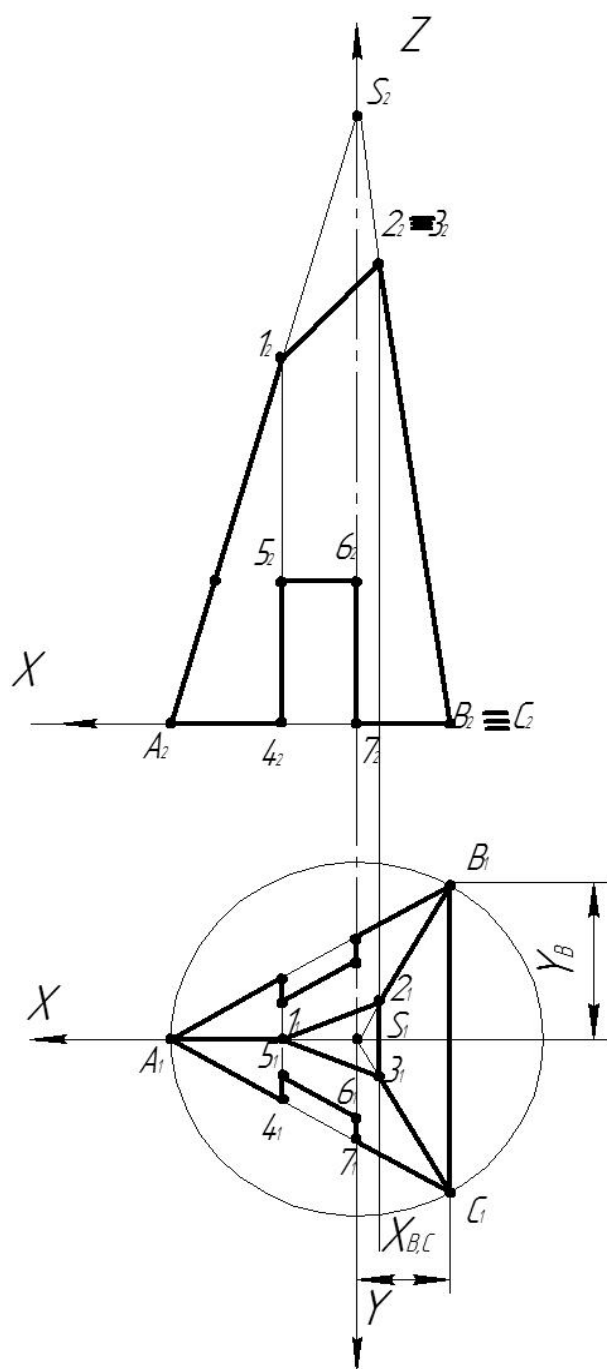


Рисунок 5.10 – Побудова точки в ізометрії

Розглянемо порядок побудови прямокутної ізометрії предмета, кресленик якого зображений на рисунку 5.11.



Приклад поетапної побудови розглянуто на рисунку 5.12. Коефіцієнти спотворення по осях x , y , z дорівнюють 1.

На вільному полі кресленика намічаємо напрямок аксонометричних осей. Побудову аксонометрії починаємо з основи піраміди, що представляє собою трикутник (ABC) . Для побудови вершини A , що належить координатній осі « X », заміримо абсцису її і відкладаємо на аксонометричній осі « X' ».

Для того щоб побудувати сторону основи, протилежну цій вершині, заміримо на комплексному кресленнику абсцису середини сторони і відкладаємо її на аксонометричній осі « X' » у протилежну сторону від початку координат.

Рисунок 5.11 – Кресленик предмету

Через отриману точку проводимо пряму паралельно осі «Y'» і відкладаємо в обидва боки від осі «X'» відрізки, які дорівнюють половині довжини сторони основи. Вершини основи з'єднуємо відрізками прямих.

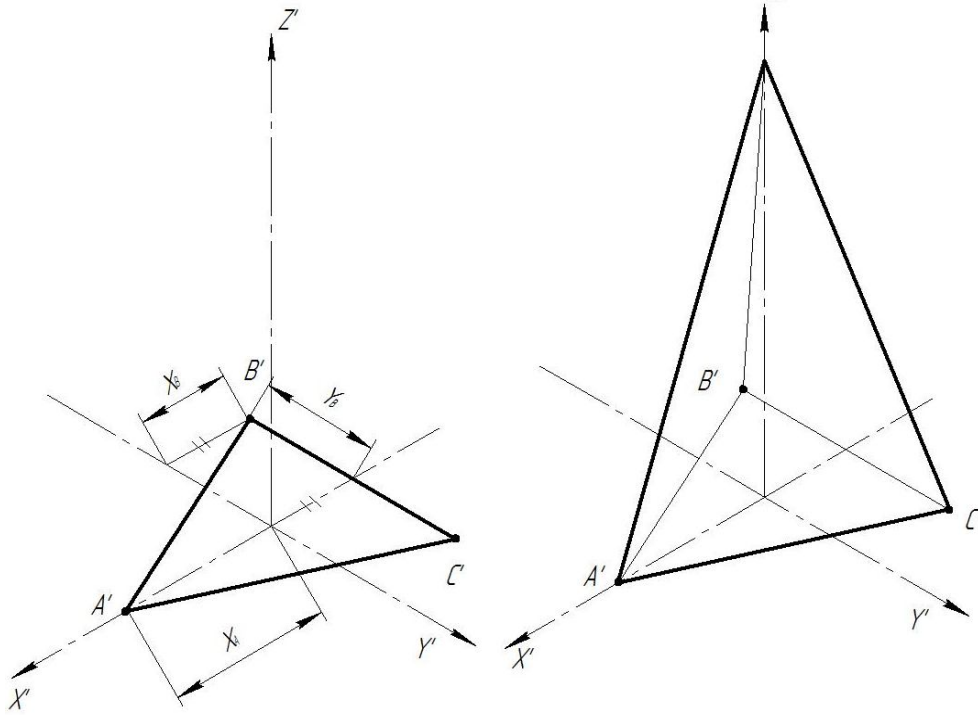


Рисунок 5.12 – Поетапна побудова прямокутної ізометрії

Для побудови вершини **S** відкладаємо уздовж осі **Z** висоту піраміди. З'єднавши усі вершини відрізками отримаємо аксонометрію піраміди. Будуємо аксонометрію зрізу та отвору по точках координатним способом.

На рисунку 5.13 розглянуто порядок побудови аксонометрії отвору на прикладі точки **5**. На кресленику заміряємо координату «X» точки **5** та відкладаємо її від **0** уздовж осі «X'». Послідовно відкладаючи координати «Y'» та «Z'» (паралельно осям) отримуємо аксонометрію точки **5**.

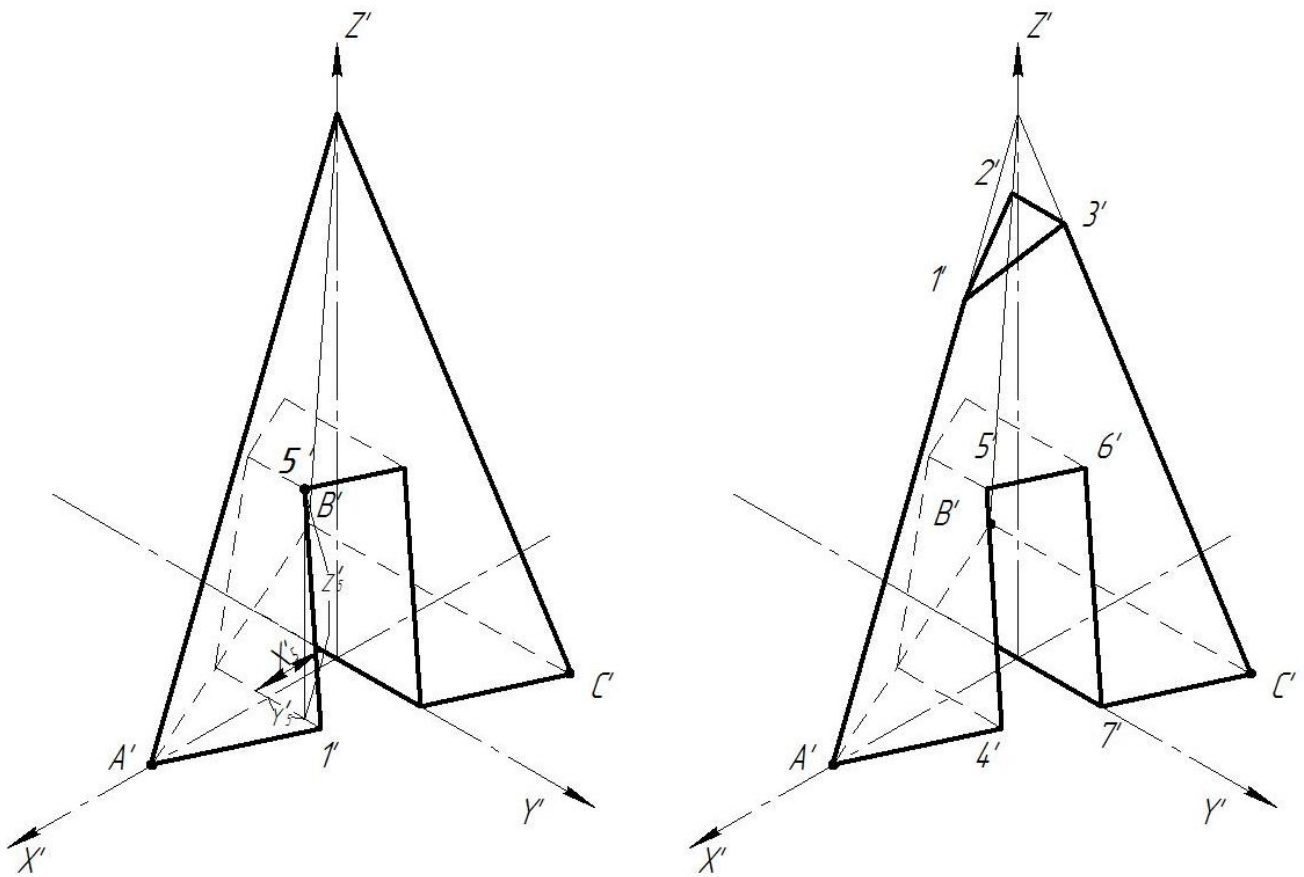


Рисунок 5.13 – Піраміда в ізометрії

Прямокутна диметрія (ГОСТ 2.317-69)

Положення аксонометричних осей та їх побудова без транспортира показано на рисунку 5.14. Показник спотворення по осі Y дорівнює 0,47, а по осях X та Z – 0,94.

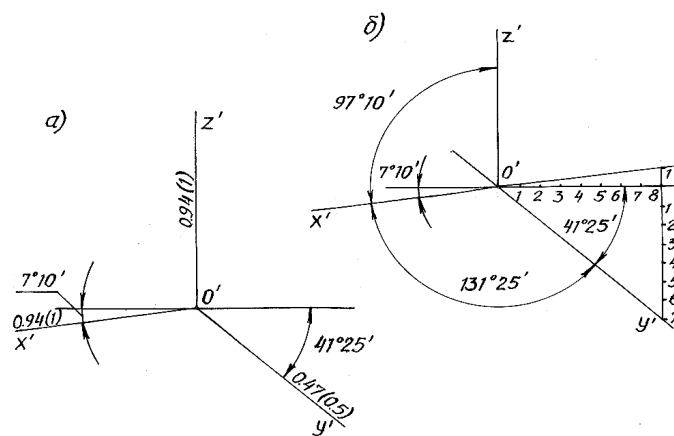


Рисунок 5.14 – Розташування осей у диметрії

Диметричну проекцію, як правило, виконують без спотворення по осях X і Z з коефіцієнтом спотворення 0,5 по осі Y , тобто користуються приведеним коефіцієнтом спотворення.

На рисунку 5.16 зображена поетапна побудова диметрії призми координатним методом за її креслеником (рис.5.15).

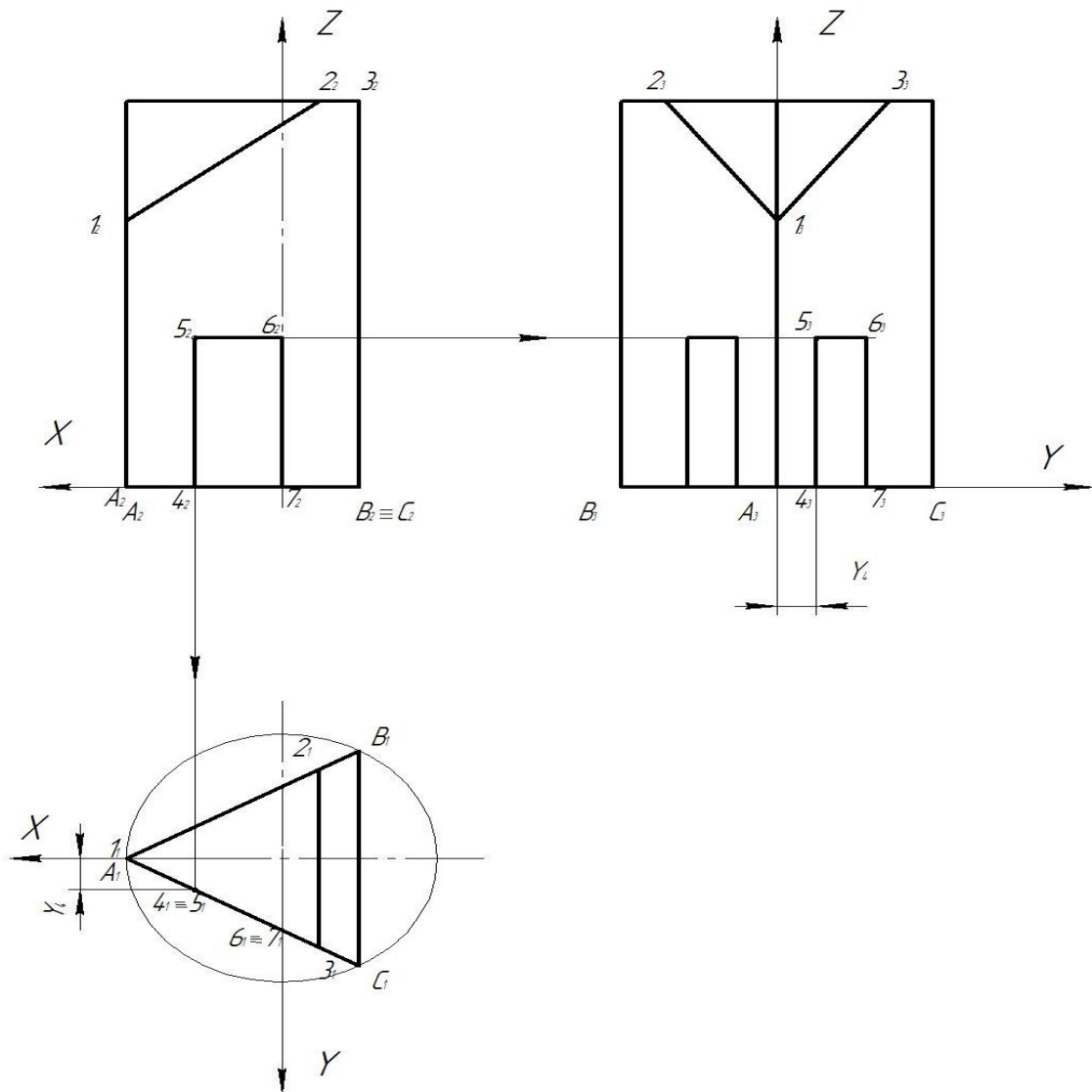


Рисунок 5.15 – Кресленик призми

На вільному полі кресленика намічаємо напрямок аксонометричних осей. Побудову аксонометрії починаємо з основи призми, що представляє собою трикутник (ABC). Для побудови вершини A , що належить координатній осі « X », заміримо абсцису її і відкладаємо на аксонометричній осі « X' ». Щоб

побудувати сторону основи, протилежну цій вершині, заміримо на комплексному кресленіку абсцису середини сторони і відкладаємо її на аксонометричній осі « X' » у протилежну сторону від початку координат. Через отриману точку проводимо пряму паралельно осі « Y' » і відкладаємо в обидва боки від осі « X' » відрізки, які дорівнюють половині координати Y точок B та C . Вершини основи з'єднуємо відрізками прямих.

Для побудови верхньої основи призми заміримо її висоту і відкладаємо її на осі « Z ». Через отриману точку проводимо напрямок аксонометричних осей і будуємо верхню основу в тій же послідовності, що і нижню. Вершини верхньої і нижньої основи з'єднуємо відрізками прямих. Потім будуємо отвір та зрізи.

На прикладі точки **5** розглянута побудова прямокутної диметрії отвору (рис.5.17).

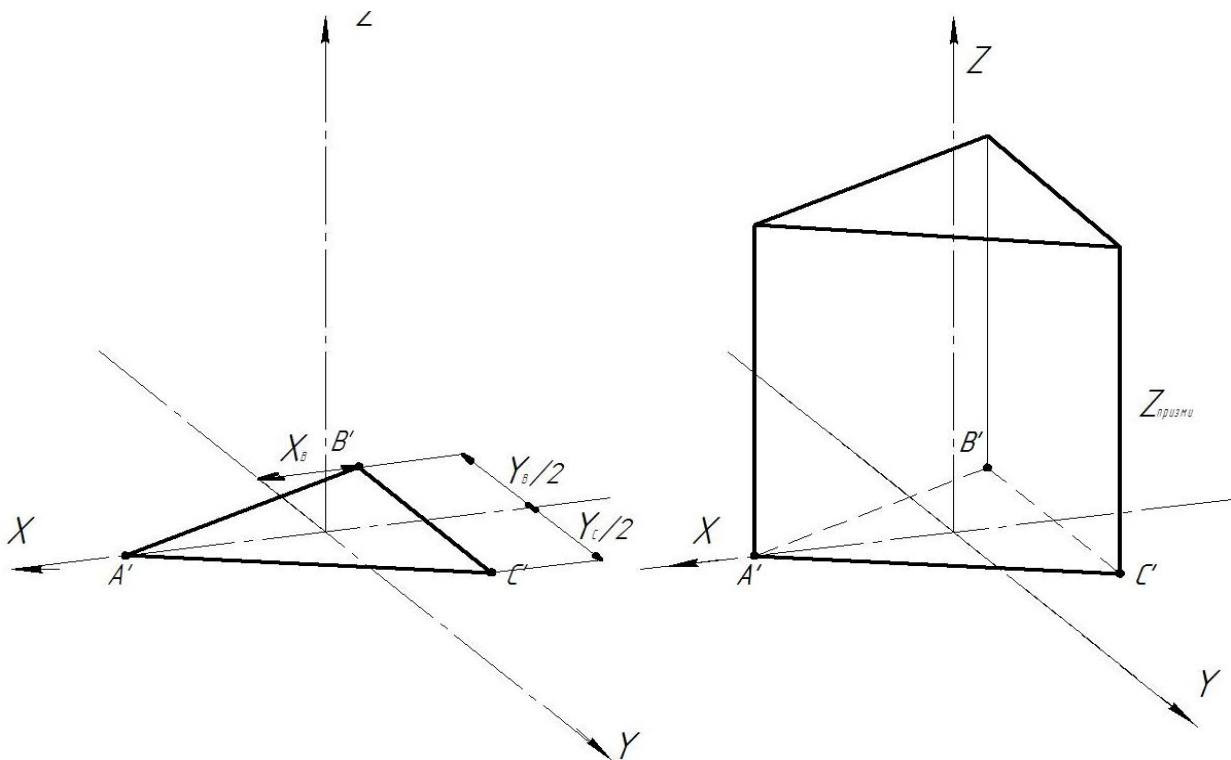


Рисунок 5.16 – Поетапна побудова диметрії призми

Послідовно виміряємо координати X_5 та відкладаємо уздовж осі X' , координату Y_5 та відкладаємо $0,5Y_5$ паралельно осі Y' , координату Z_5 та

відкладаємо паралельно осі Z' . Послідовність побудови аксонометрії інших точок отвору така ж сама.

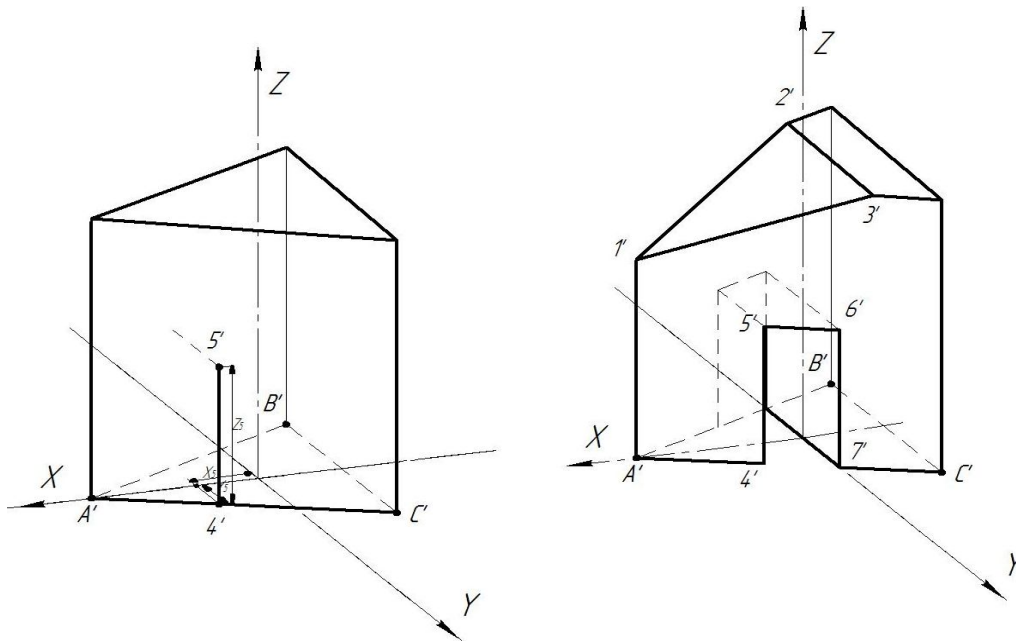


Рисунок 5.17 – Побудова прямокутної диметрії отвору

На рисунку 5.19. зображена побудова диметрії піраміди по вторинній фронтальній проекції, кресленик якої на рисунку 5.18.

Спочатку будуюмо аксонометрію головного виду (вторинну проекцію трикутника $A_2' B_2' C_2'$). Щоб побудувати A_2', B_2', C_2' достатньо виміряти координати X_A, X_B, X_C цих точок та відкласти їх уздовж осі OX . Для побудови вторинної проекції точки S треба виміряти та послідовно відкласти координати X_S і Z_S паралельно відповідним осям X' і Z' . Як що від вторинної проекції кожної вершини A_2', B_2', C_2' та S_2' паралельно Y' відкласти половину відповідно Y_A, Y_B, Y_C і Y_S отримаємо диметрію піраміди.

Для побудови будь-якої точки на поверхні піраміди (у прикладі точка M) проводимо через точку допоміжну пряму KS , будуюмо вторинну проекцію прямої та точки, що їй належить.

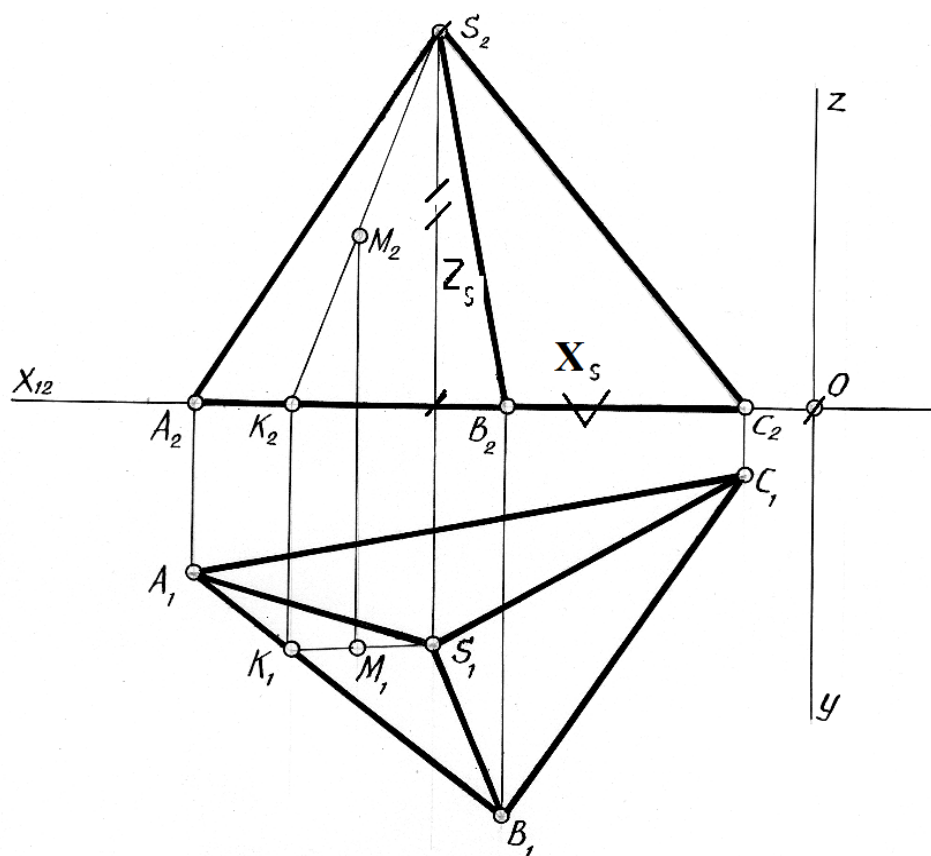


Рисунок 5.18 – Проекції піраміди

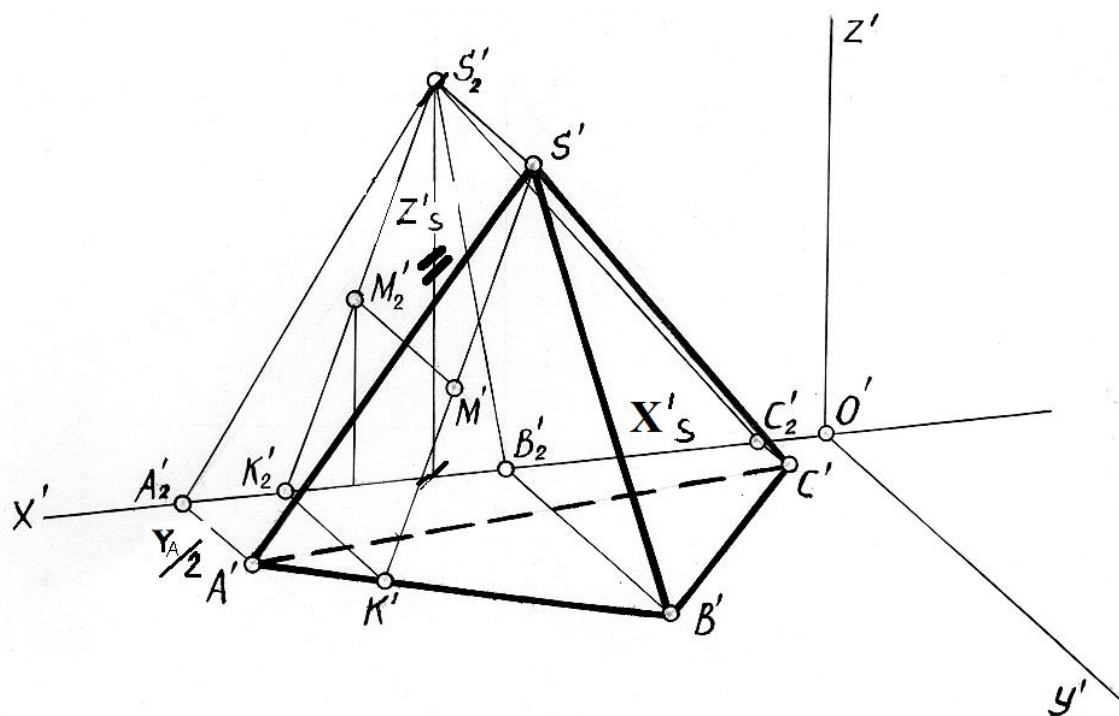


Рисунок 5.19 – Диметрія піраміди

Приклад виконання ескізу показано на рисунку 5.20.

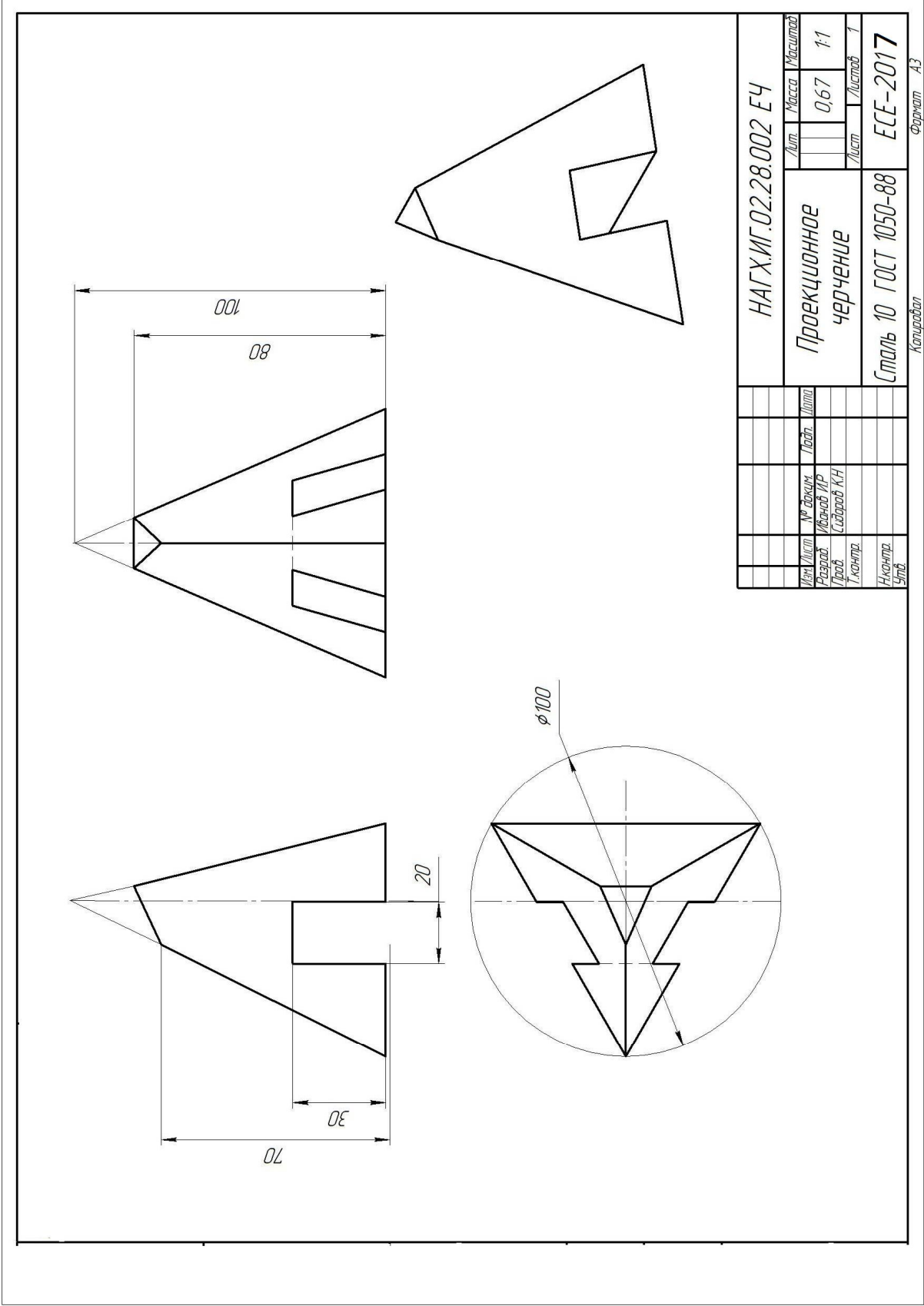


Рисунок 5.20 – Зразок виконання завдання «Проекційне креслення»

Питання для самоперевірки

1. Який метод покладений в основу зображення предметів на кресленику?
2. Грані, якої поверхні приймають за площини проекції?
3. Зображення, на яку площину проекцій приймається як головне і чим слід керуватися коли його обирають?
4. Визначення виду. Перерахувати назви основних видів.
5. Яким чином розташовано основні види?
6. Додаткові види. Випадки їх застосування і правила позначення на кресленнях.
7. Місцевий вид. Визначення його і позначення на кресленнях.
8. Що таке розріз?
9. Якою лінією позначають на кресленнях положення (слід) січної площини при виконанні розрізів?
10. Яким чином вказують на кресленнях напрям погляду при виконанні розрізів?
11. Якими написами їх супроводжують?
12. У яких випадках положення січних площин на кресленнях не позначають і розрізи не супроводжують відповідними написами?
13. Якою лінією виділяється на виді місцевий розріз?
14. У яких випадках допускається сполучати половину виду з половиною розрізу, і яка лінія застосовується при цьому для відділення виду від розрізу?
15. Що таке переріз? Відмінність перерізу від розрізу (у загальному випадку).
16. Яким чином позначають на кресленнях плоскі поверхні предмета?
17. Які деталі показують на розрізі нерозітнутими?

5.3 Графічна робота «Технічна форма»

Послідовність виконання та ж, що і графічної роботи «геометричне тіло». В роботі для виявлення внутрішньої форми предмета обов'язково будують розрізи.

Розріз – зображення предмета, який умовно перетнуто однією або кількома площинами. Умовне розсікання стосується тільки розрізу, який

зображують, і не впливає на інші зображення того самого предмета. При цьому на розрізі зображують те, що розміщено в січних площинах та за ними (рис. 5.21).

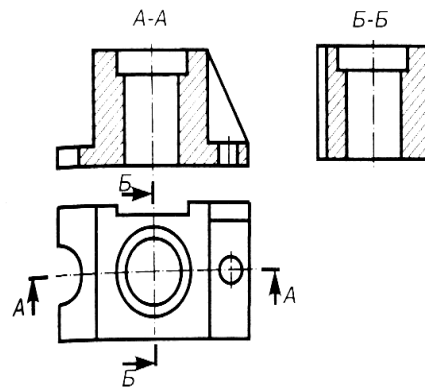


Рисунок 5.21 – Розрізи на кресленнику

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяють на:

горизонтальні – січна площина горизонтальна ;

вертикальні – січна площина вертикальна. У свою чергу, вертикальні розрізи бувають фронтальні, якщо січна площина фронтальна (рис. 5.21), та профільні, якщо січна площина профільна;

похилі – січна площина утворює з горизонтальною площиною кут, що відрізняється від прямого (рис. 5.22). Похилий розріз проєктується на додаткову площину, паралельну січній, яка потім суміщується з площиною креслення.

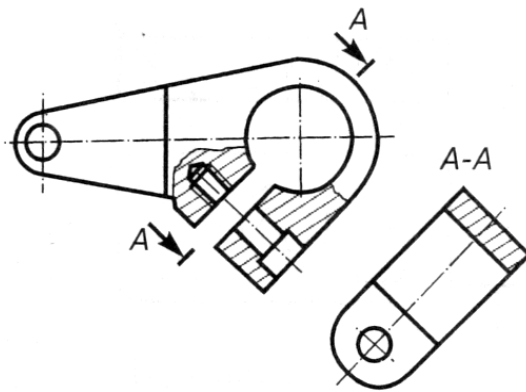


Рисунок 5.22 – Похилий розріз

Залежно від положення січної площини відносно предмета розрізи поділяють на:

повздовжні – січна площина проходить вздовж предмета (рис. 5.23);

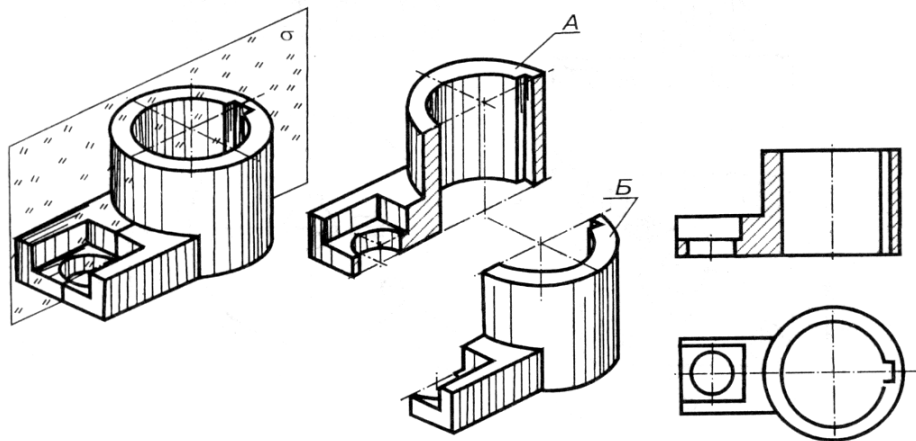


Рисунок 5.23 – Повздовжній розріз

поперечні – січна площина розміщена уперек предмета (рис. 5.24).

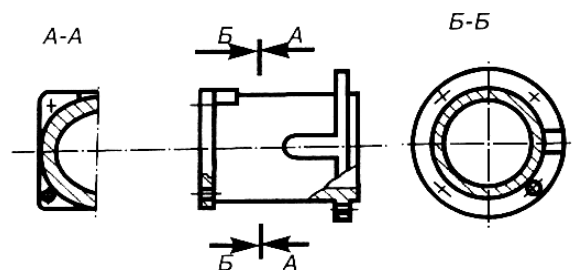


Рисунок 5.24 – Поперечний розріз

Залежно від кількості січних площин розрізи бувають:

- *прості* – при одній січній площині (рис. 5.25);

- *складні* – при двох і більше січних площинах. Такі розрізи бувають *ступінчасті* та *ломані* (рис. 5.26).

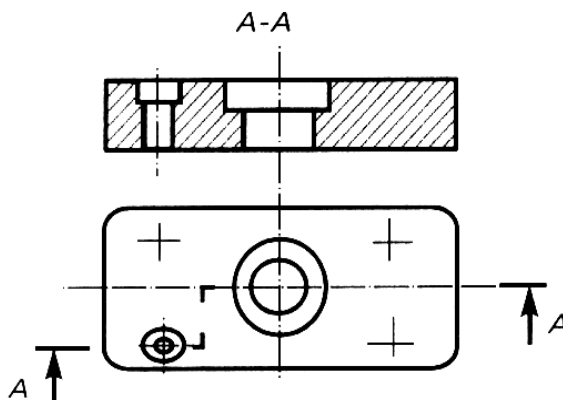


Рисунок 5.25 – Складний розріз

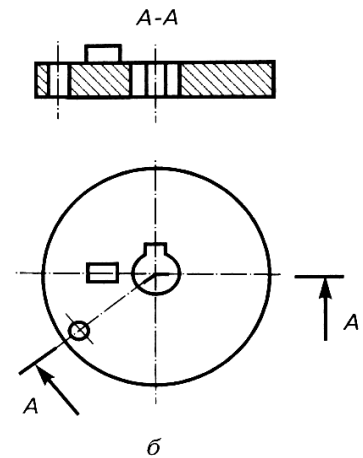
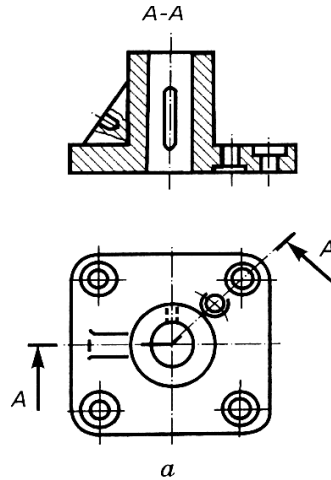


Рисунок 5.26 – Ломаний розріз

Крім розглянутих, розрізняють ще місцевий розріз, який дає змогу виявити будову предмета в окремому обмеженому місці (рис.5.27). Місцевий розріз на виді виділяють хвилястою лінією, яка не має збігатися з лініями контуру.

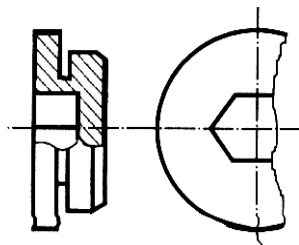


Рисунок 5.27 – Вид та розріз

Позначення розрізу містить три елементи:

1. Позначення положення січної площини розімкненою лінією, початковий та кінцевий штрихи якої не повинні перетинати контур відповідного зображення. При складних розрізах штрихи проводять також у місцях перетину січних площин.
2. Позначення стрілкою напрямку зору на початковому та кінцевому штрихах на відстані 2 мм або 3 мм від кінця штриха.

3. На початку та в кінці лінії перетину ставлять горизонтально одну й ту саму велику літеру українського алфавіту з боку зовнішнього кута (рис.5.28).

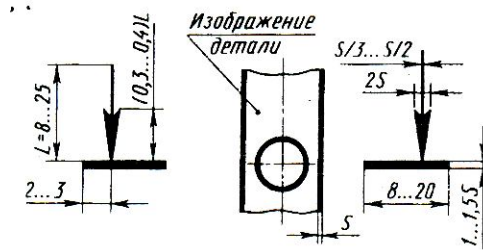


Рисунок 5.28 – Позначення перерізу

Напис розрізу безпосередньо над його зображенням за типом **A—A** без підкреслення. Якщо січна площина збігається площиною симетрії предмета в цілому, а відповідні зображення розміщені на місці основного виду на одному й тому самому аркуші в безпосередньому проекційному зв'язку та не відокремлені іншими зображеннями, то для горизонтальних, фронтальних та профільних розрізів не показують положення січної площини, а сам розріз написом не супроводжують.

Частину виду та частину розрізу можна суміщати, розділяючи їх хвилястою лінією (рис. 5.27).

При виконанні розрізів деталі «технічна форма» слід звернути увагу на наявність тонких стінок типу ребер жорсткості, які у розрізах показують не заштрихованими, якщо січна площина спрямована уздовж ребра або тонкої стінки.

При виконанні аксонометричних проекцій з розрізами ребра жорсткості заштриховують.

Переріз – це зображення плоскої фігури, що утворюється при умовному перетині предмета однією або кількома площинами. При цьому зображується тільки те, що розміщено в січних площинах.

Отже, існує відмінність між розрізом та перерізом: переріз є складовою частиною розрізу.

Перерізи, що не входять до складу розрізів, поділяють на:

а) *винесені*, тобто такі, що виконані окремо від основного зображення (рис. 5.29);

б) *накладені*, тобто такі, що розміщені на самому зображенні предмета (рис. 5.30 та рис. 5.31). Такі перерізи обводять тонкою суцільною лінією.

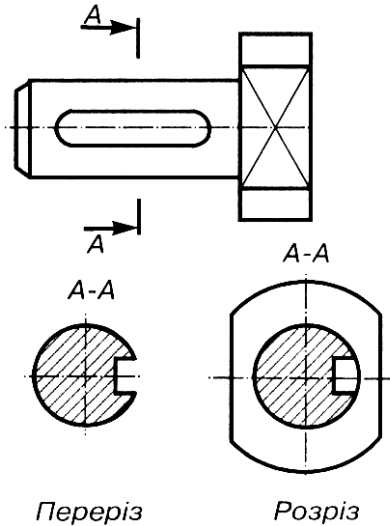


Рисунок 5.29 – Винесений переріз

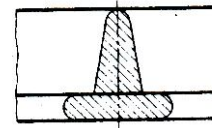


Рисунок 5.30 – Накладений переріз

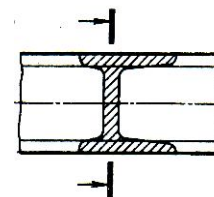


Рисунок 5.31 – Накладений переріз

Натуральну величину похилого перетину визначають методом заміни площин проекцій, тобто побудовою додаткової проекції перетину на площину, паралельну до січної площини.

Побудову перерізу починають із проведення лінії симетрії натурального виду перерізу, паралельної сліду січної площини, розташовуючи її на вільному місці кресленика.

Якщо переріз не має осі симетрії, то проводять лінію, паралельну площині, від якої й ведуть побудову перерізу. Побудову точок перерізу роблять, відкладаючи або їхні глибини, або висоти від нової осі залежно від того, яку площину проекцій ми замінили.

На розрізі внутрішні форми зображують лініями видимого контуру, а переріз заштриховують відповідно до матеріалу деталі.

На рисунку 5.32 наданий приклад кресленика деталі у двох проекціях. На фронтальній проекції виконаний розріз фронтальною площиною, оскільки ця площина проходить через вісь симетрії деталі, то розріз на кресленику не надписується. Деталь симетрична щодо профільної осьової площини в такому випадку дозволено виконувати об'єднання половини виду з половиною розрізу.

Необхідно побудувати натуральну величину перерізу похилою площиною, яка є фронтально-проектуючою, $A-A$. Для його побудови застосовуємо метод заміни площин проекцій. Замінімо горизонтальну площину проекцій Π_1 на нову горизонтальну площину Π_4 , паралельну сліду січної площини $A-A$. Нова вісь X_{24} паралельна сліду січної площини $A-A$.

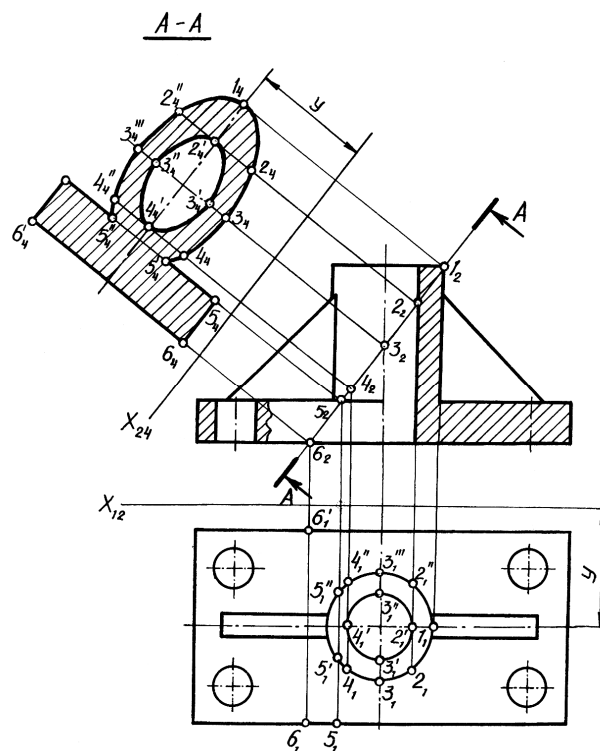


Рисунок 5.32 – Дійсний розмір перерізу

Оскільки деталь симетрична щодо осі, то форма перерізу також буде симетричною. Від перетину площини $A-A$ із зовнішньою поверхнею деталі ми одержимо частину еліпса (тому що площина перетинає циліндричну поверхню під кутом до осі циліндра не рівним 90°) та частину прямокутника (тому що площина перетинає призматичну основу), від перетину площини із

внутрішньою поверхнею деталі ми одержимо повний еліпс (тому що площина перетинає внутрішній циліндричний отвір під кутом до його осі).

Відзначимо на сліді січної площини опорні й допоміжні точки, що належать перерізу (1, 2, 3, 4, 5 і 6). Знайдемо їхні горизонтальні проекції. Для побудови проекції перерізу на площину Π_4 проведемо лінії проекційного зв'язку, перпендикулярні до осі X_{24} , і відкладемо на них глибини (координати) точок, вимірювані із площини Π_1 . Побудувавши нові горизонтальні проекції всіх точок, з'єднаємо їх у певній послідовності й одержуємо натуральну величину перерізу. Потім виконуємо штрихування цього перерізу, обводимо його суцільною основною лінією.

Приклад оформлення ескізу завдання «технічна форма» рисунку 5.33 та рисунку 5.34.



HA7X.KT.02.10.06 РЧ

51

Питання для самоперевірки

1. В яких випадках вид називають місцевим?
2. У яких випадках вид позначають і надписують?
3. Яким має бути кількість зображень на кресленні?
4. Що таке вид?
5. Що таке розріз?
6. Що таке переріз?
7. Коли складний розріз називають ломаним?
8. Коли складний розріз називають ступінчастим?
9. Коли розріз називають подовжнім, а коли поперечним?
10. Як позначають і надписують перерізи?
11. Який знак додають до напису виду, розрізу і перерізу якщо зображення повернуто?
12. Як позначають в перерізах метали і тверді сплави?
13. Які перерізи називають винесеними, а які накладеними?
14. Загальна кількість розмірів на кресленні.
15. У яких одиницях виміру вказують лінійні, а також кутові розміри?
16. Способи нанесення розмірів при розташуванні елементів предмета (отворів, пазів) на одній осі або на одному колі.
17. Вкажіть положення розмірних і виносних ліній при нанесенні розмірів прямолінійних відрізків, кутів і дуг кіл.
18. У яких випадках при нанесенні розмірів на кресленнях виносні лінії не перпендикулярні до розмірних?
19. У яких випадках допускається проводити розмірні лінії з обривом?
20. Де наносять на кресленні розмір числа відносно розмірної лінії?
21. Як поступити, якщо довжина розмірної лінії недостатня для розміщення на ній стрілок або розмірних чисел?
22. Як розташовувати розмірні числа при нанесенні декількох паралельних або концентричних розмірних ліній?

23. Як діяти у разі коли розмірні числа потрапляють в місця перетинів розмірних ліній з осьовими, центровими або лініями штрихування?
24. Як проставляють розміри, що відносяться до одного конструкторського елементу (пазу, отвору, виступу і тому подібне)?
25. Яким чином можна наносити розміри радіусу (у різних випадках)?
26. Як нанести розміри декількох однакових елементів виробу, наприклад: фасок, отворів?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інженерна та комп'ютерна графіка : Підручник / В. Є. Михайленко [та ін.] ; за ред. В. Є. Михайленка – Київ : Вища школа, 2007. – 342 с.
2. Нарисна геометрія : Підручник / В. Є. Михайленко, М. Ф. Євстіфєєв, С. М. Ковальов, О. В. Кащенко. – Київ : Вища школа, 2004. – 303 с.
3. Михайленко В. Є., Інженерна графіка : Підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов; за ред. В. Є. Михайленка. – Київ : Каравела, 2003. – 344 с.
4. Потемкин А. Инженерная и компьютерная графика / А. Потемкин – М. : LVRПресс, 2001. – 592 с.
5. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки : Навчальний посібник / В. Є. Михайленко [та ін.] ; за ред. В. Є. Михайленка – Київ : Вища школа, 2002. – 159 с.
6. Лусь В. И. Начертательная геометрия : Учебное пособие в 3-х содержательных модулях / В. И. Лусь. – Харьков : ХНУГХ, 2014. – 211 с.
7. Практикум з нарисної геометрії : Навчальний посібник / В. І. Лусь, Т. Є. Киркач, О. Є. Мандріченко, А. О. Радченко – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 118 с.
8. Лусь В. І. Теоретичні і практичні основи виконання проєкційного креслення : Навчальний посібник : / В. І. Лусь – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 197 с.

ДОДАТОК А

Варіанти розрахунково-графічних робіт

Таблиця А.1 – Варіанти до завдання «Епюр 1»

Номер варіанта	Координати вершин піраміди					Визначити дійсний розмір			
		А	В	С	D	відстані		Три- кутника	Ребра
						від вершин	до грані		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	x	75	70	5	45	A	BCD	BCD	CD
	y	55	0	10	55				
	z	65	20	50	5				
2	x	45	0	60	75	D	ABC	ABC	AC
	y	60	20	30	25				
	z	20	10	65	20				
3	x	75	35	10	60	D	ABC	ABC	AB
	y	40	30	65	70				
	z	0	50	25	55				
4	x	75	35	10	70	D	ABC	ABC	AB
	y	25	10	50	60				
	z	50	0	25	0				
5	x	20	55	80	10	A	BCD	BCD	CD
	y	45	10	60	10				
	z	50	50	0	20				
6	x	10	55	80	20	D	ABC	ABC	BD
	y	20	65	0	5				
	z	10	10	60	75				

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	x	95	5	70	60	D	ABC	ABC	BD
	y	30	10	0	40				
	z	0	20	30	55				
8	x	75	30	10	60	A	ACD	ACD	BD
	y	0	50	20	50				
	z	25	15	50	65				
9	x	60	45	5	75	D	ABC	ABC	AC
	y	20	60	20	10				
	z	65	10	10	25				
10	x	50	10	75	80	D	ABC	ABC	DB
	y	60	15	5	50				
	z	10	55	25	70				
11	x	65	50	10	70	D	ABC	ABC	AB
	y	25	65	25	15				
	z	65	10	10	25				
12	x	90	60	30	10	C	ABD	ABD	AB
	y	10	70	20	40				
	z	70	10	80	30				
13	x	10	75	35	70	D	ABC	ABC	BD
	y	50	25	10	60				
	z	25	50	0	5				
14	x	10	55	80	20	D	ABC	ABC	AB
	y	10	10	60	45				
	z	20	50	0	50				
15	x	10	20	80	55	B	ACD	ACD	AB
	y	20	5	0	65				
	z	10	75	60	10				

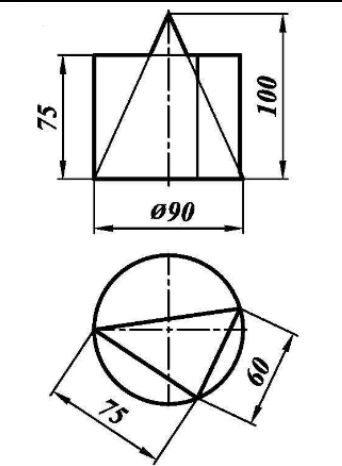
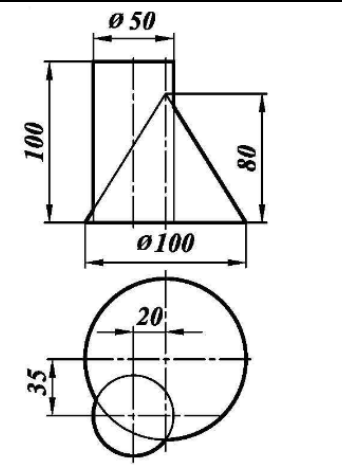
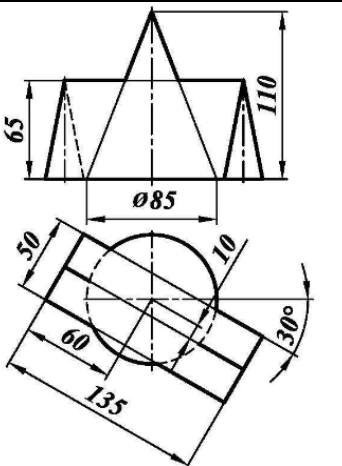
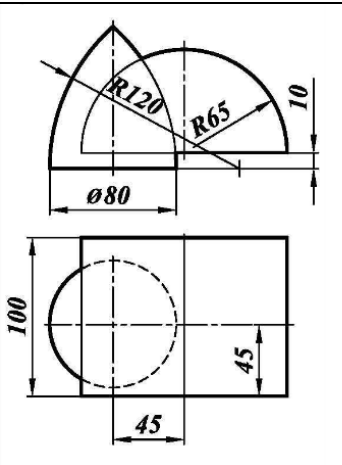
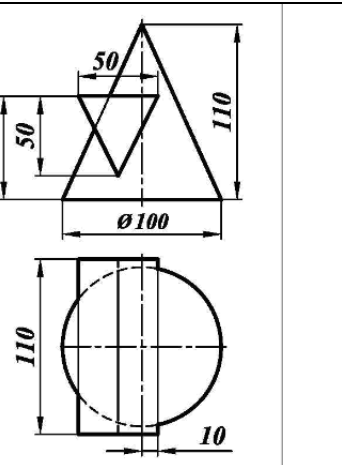
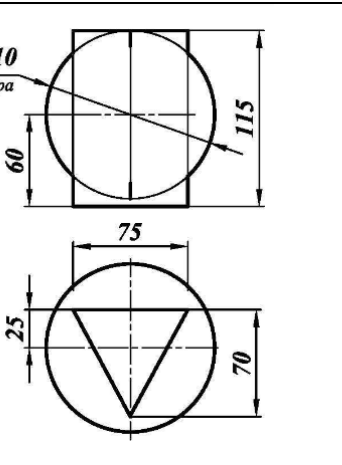
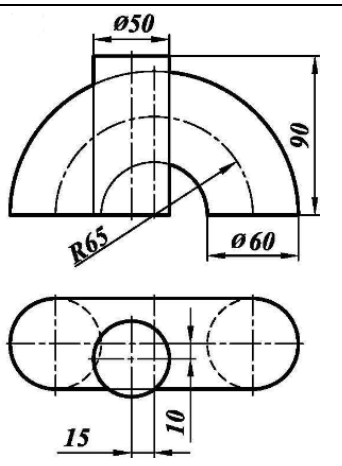
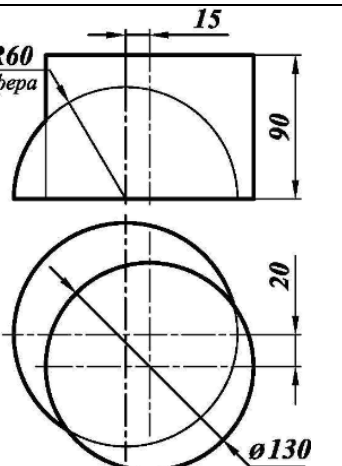
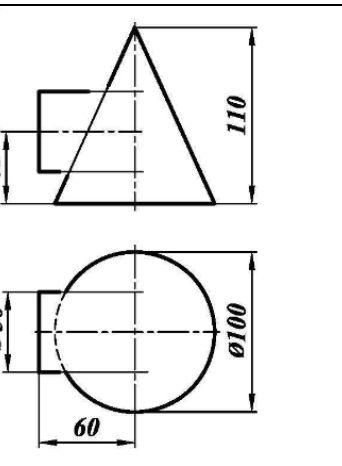
Закінчення таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	x	85	5	55	95	A	BCD	BCD	AC
	y	20	10	70	30				
	z	60	20	60	0				
17	x	45	5	60	70	C	ABD	ABD	BC
	y	55	10	40	0				
	z	0	45	55	30				
18	x	60	30	20	75	B	ACD	ACD	A
	y	50	50	15	0				
	z	65	15	50	25				
19	x	60	45	75	5	C	ABD	ABD	AD
	y	20	60	10	20				
	z	65	10	25	10				
20	x	80	10	75	50	A	BCD	BCD	AB
	y	50	15	5	60				
	z	70	55	25	10				

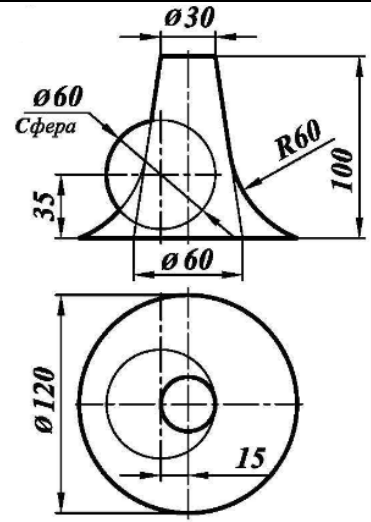
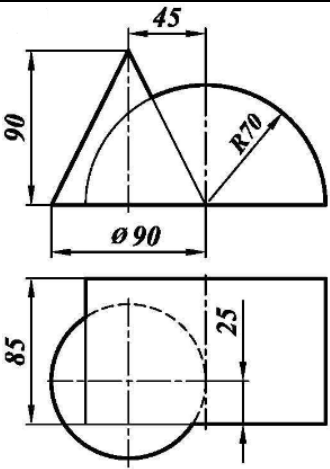
Таблиця А.2 – Варіанти завдання «Епюр 2»

Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6
Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9

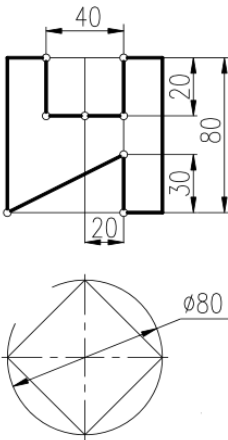
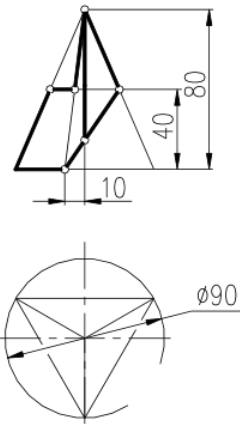
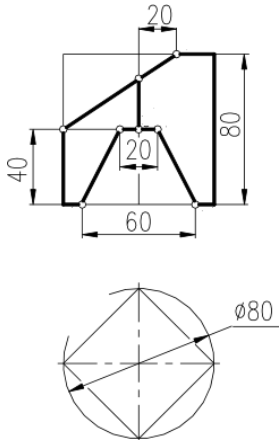
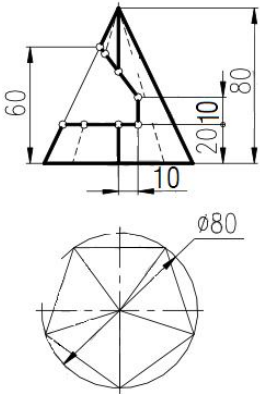
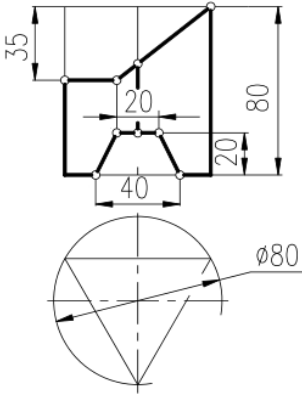
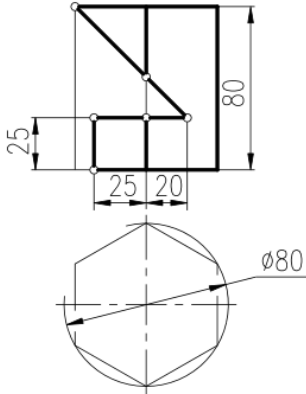
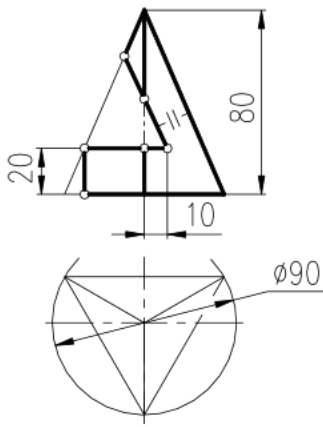
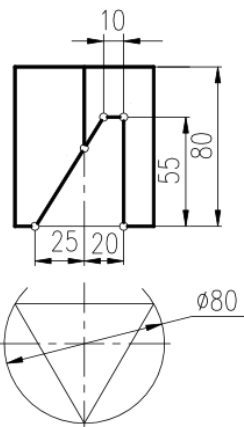
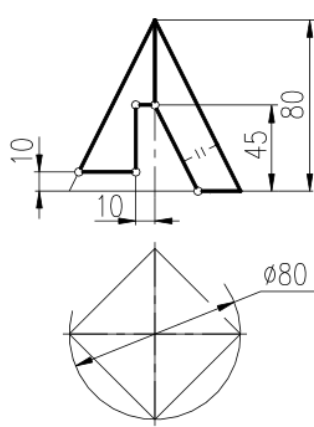
Продовження таблиці А.2

Варіант 10	Варіант 11	Варіант 12
		
Варіант 13	Варіант 14	Варіант 15
		
Варіант 16	Варіант 17	Варіант 18
		

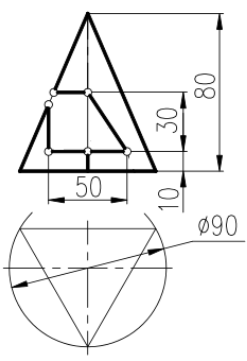
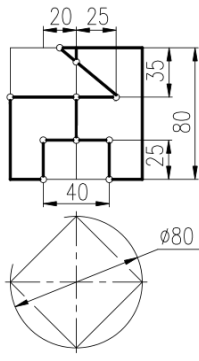
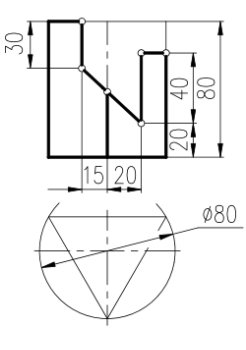
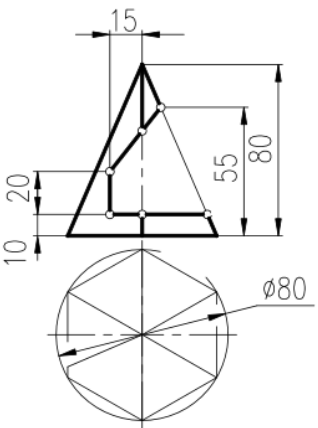
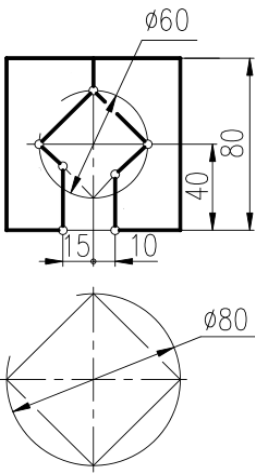
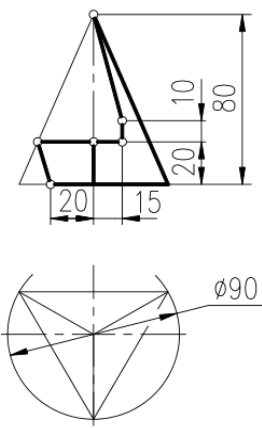
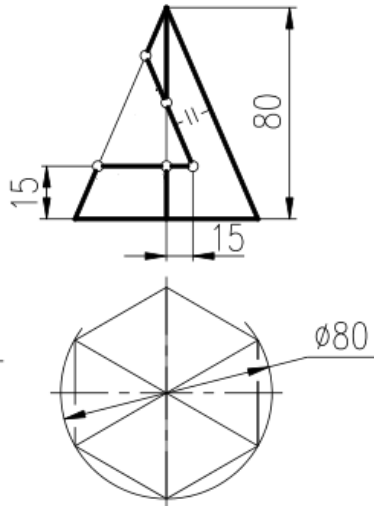
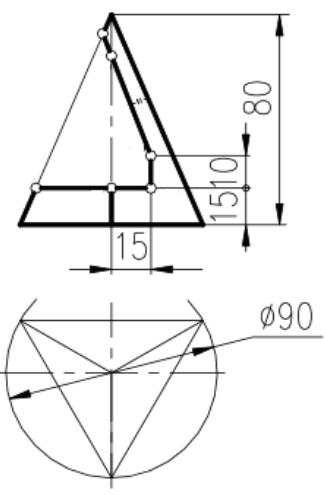
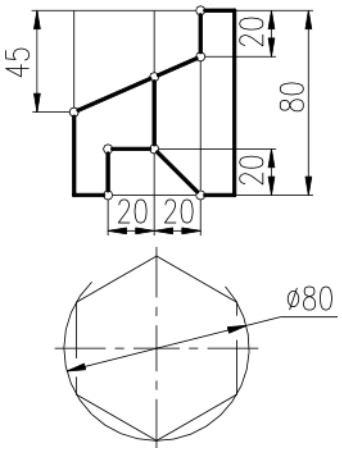
Закінчення таблиці А.2

Варіант 19	Варіант 20
	

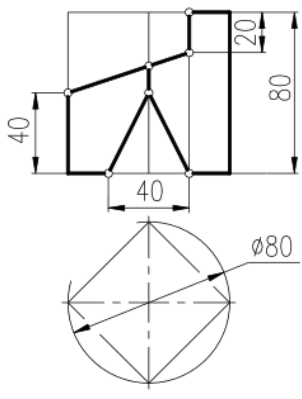
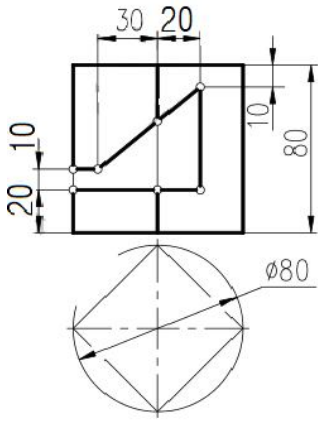
Таблиця А.3 – Варіанти завдання «Прокційне креслення» (деталь 1)

Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
		
Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6
		
Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9
		

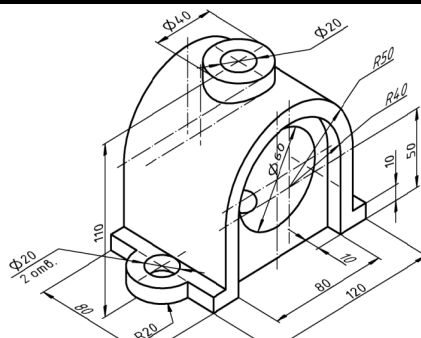
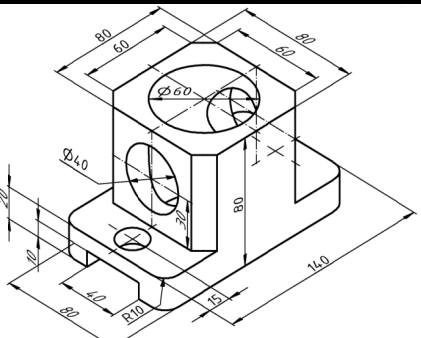
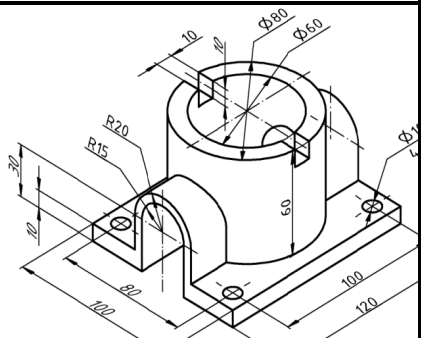
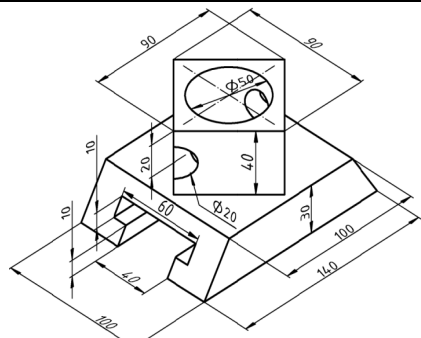
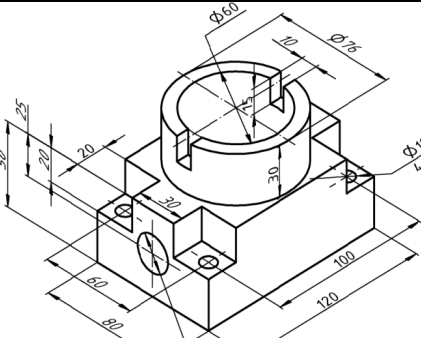
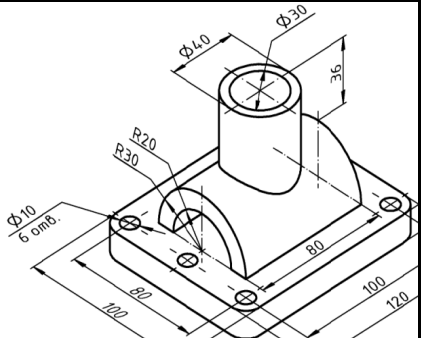
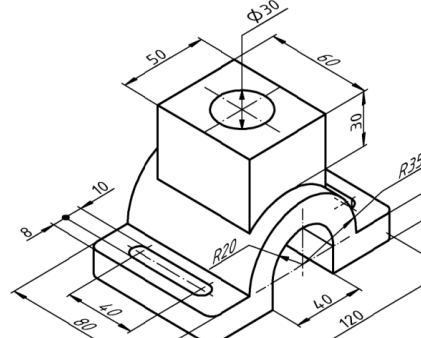
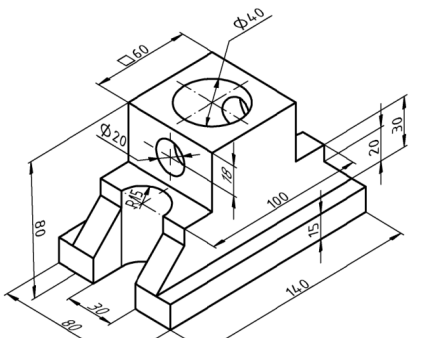
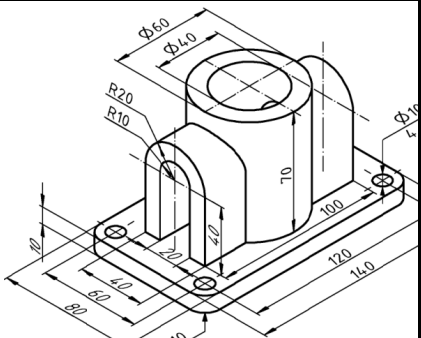
Продовження таблиці А.3

Варіант 10	Варіант 11	Варіант 12
		
Варіант 13	Варіант 14	Варіант 15
		
Варіант 16	Варіант 17	Варіант 18
		

Закінчення таблиці А.3

Варіант 19	Варіант 20
	

Таблиця А.4 – Варіанти завдань «Технічна форма»

Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
 <p>Корпус</p>	 <p>Корпус</p>	 <p>Крышка</p>
Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6
 <p>Ползун</p>	 <p>Основание</p>	 <p>Корпус</p>
Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9
 <p>Крышка</p>	 <p>Основание</p>	 <p>Корпус</p>

Закінчення таблиці А.4

<p>Варіант 10</p> <p>Корпус</p>	<p>Варіант 11</p> <p>Крышка</p>	<p>Варіант 12</p> <p>Крышка</p>
<p>Варіант 13</p> <p>Крышка</p>	<p>Варіант 14</p> <p>Ползун</p>	<p>Варіант 15</p> <p>Подставка</p>
<p>Варіант 16</p> <p>Корпус</p>	<p>Варіант 17</p> <p>Корпус</p>	<p>Варіант 18</p> <p>Крышка</p>
<p>Варіант 19</p> <p>Крышка</p>	<p>Варіант 20</p> <p>Основание</p>	

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації та завдання
до практичних занять, розрахунково-графічних робіт
та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Частина 1

*(для студентів 1 курсу денної, заочної та прискореної форм
навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Укладачі: **ДЕМИДЕНКО** Тетяна Павлівна,
МАНДРІЧЕНКО Олена Євгенівна

Відповідальний за випуск *В. І. Лусь*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *Т. П. Демиденко,*
О. Є. Мандріченко

План 2017, поз. 66 М

Підп. до друку 26.04.2018. Формат 60 x 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 5,5.
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.