

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра нарисної геометрії та комп'ютерної графіки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
та збірник варіантів до виконання завдання
«ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Харків – 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри нарисної геометрії та комп'ютерної графіки 17 листопада 2014 р., протокол № 4.

Рекомендуються для студентів I курсу факультету АТЗ заочної форми навчання.

Укладач

доц. Д.Ю. Бородін

Рецензент

доц. І.М. Сіроклин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
та збірник варіантів до виконання завдання
«ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Відповідальний за випуск Бородін Д.Ю.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 27.04.15 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,5. Тираж 30. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Вступ

Нарисна геометрія – наука, що вивчає просторові форми і способи їх зображення на площині. Основним завданням цієї науки є розроблення методів побудови зображень і способів розв’язання просторових задач за допомогою цих зображень.

Нарисна геометрія має особливе значення для розвитку просторової уяви, необхідної для становлення і професійної діяльності інженера. Прямим завданням нарисної геометрії є побудова комплексного креслення предмета. Зворотне завдання полягає у відновленні форми, розмірів і взаємного розташування оригіналів за їх кресленнями. Задачі нарисної геометрії поділяються на позиційні і метричні. *Позиційні задачі* стосуються встановлення взаємного розташування геометричних фігур (належність, перетин, паралельність тощо). *Метричні задачі* пов’язані з визначенням числових характеристик (відстань, кут, площа, об’єм).

Уміння досконало володіти ґрунтовними знаннями з побудови графічних зображень є показником рівня досвідченості майбутнього фахівця. Основні знання з природничих наук завжди підкріплюються наочними графічними моделями.

Методи нарисної геометрії шляхом графічної інтерпретації дозволяють вивчати математичні моделі фізичних, хімічних, біологічних процесів тощо. Використання при цьому сучасних комп’ютерних засобів дозволяє виконувати складні геометричні побудови за спрощеною процедурою і з високою точністю. Оволодіння знаннями з курсу нарисної геометрії забезпечує подальше вивчення таких навчальних дисциплін, як інженерна і комп’ютерна графіка, теоретична механіка, опір матеріалів, деталі механізмів і машин, сприяє підвищенню рівня виконання креслень курсових і дипломного проектів.

Методичні вказівки містять завдання до контрольної роботи з дисципліни «Інженерна графіка» факультету АТЗ заочної форми навчання.

1 Загальні положення

Завдання необхідно виконувати на стандартних форматах паперу А3. Кожен формат обов'язково має рамку: зліва 20 мм, а з інших боків по 5 мм. У правому нижньому куті поля формату студент записує своє прізвище та ініціали.

Зображення виконують простими олівцями. Лінії креслення повинні відповідати вимогам ГОСТ 2.303-68*.

Спочатку креслення виконують тонкими лініями твердим олівцем, потім наводять більш м'яким.

Задачі робіт зшиваються у збірку послідовно.

Приклад виконання титульного листа подана на рисунку 1.

Точку у нарисній геометрії відображають колом діаметром (1,5–3,0) мм, а позначення – це заглавна літера.

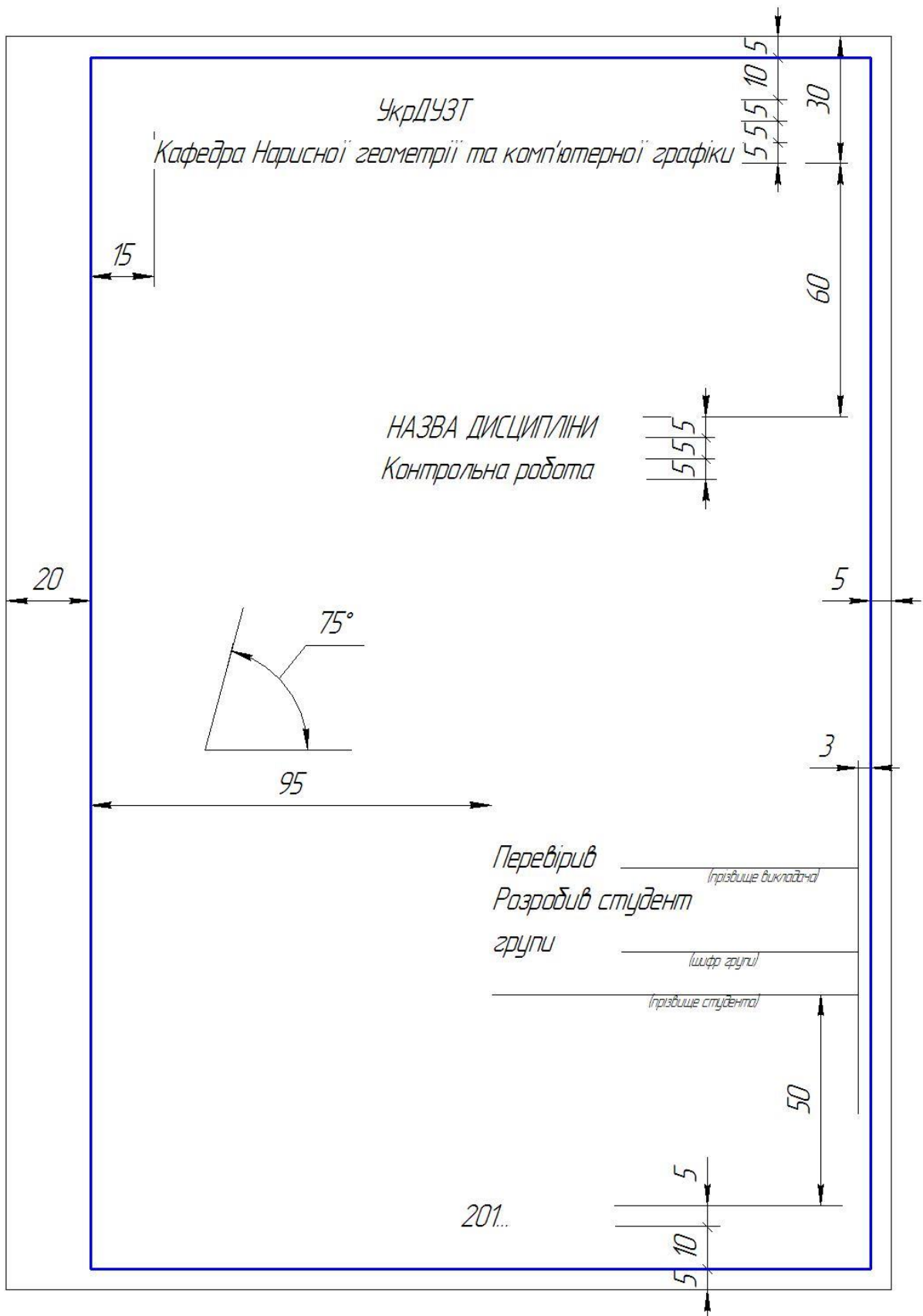


Рисунок 1 – Зразок титульного листа

2 Робоча програма з нарисної геометрії

Тема 1. Вступ. Предмет нарисної геометрії. Методи проєкцій. Центральні та паралельні проєкції.

Тема 2. Точка, пряма, площина. Проєкції точки, прямої і площини в 1 чверті. Окреме і загальне положення прямої і площини. Визначення дійсної величини відрізка методом прямокутного трикутника.

Тема 3. Позиційні задачі. Взаємне розташування двох прямих в 1 чверті. Взаємне розташування точки, прямої, площини з площиною. Алгоритм перетину прямої лінії з площиною.

Тема 4. Методи перебудови комплексного креслення. Метод обертання (метод плоскопаралельного переміщення) і метод заміни площин проєкцій.

Тема 5. Поверхні. Визначник багатогранників. Точка і лінія на поверхні багатогранника. Визначник поверхонь обертання. Точка і лінія на поверхнях обертання.

Тема 6. Аксонометрія. Основна теорема аксонометрії. Побудова аксонометричних зображень точки, прямої лінії, поверхні; точки і лінії на поверхнях.

Тема 7. Перетин геометричних поверхонь. Алгоритм визначення і побудови точок лінії перетину поверхонь. Методи січних площин.

Обсяг контрольних робіт складається з таких частин:

- методи перебудови комплексного креслення;
- поверхні та аксонометрії поверхонь;
- перетин поверхонь.

3 Розрахункова графічна самостійна робота

Аркуш 1. Задача 1. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Накреслити три проекції правильної призми. Побудувати точку та лінію перерізу площиною на всіх проекціях. Знайти натуральну величину перерізу.

2 Побудувати аксонометричну проекцію призми і нанести лінію перерізу площиною.

Дані для варіантів (рисунок 2): $D=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, $a=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, $b=60-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, $\alpha=(50-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}})^\circ$, де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта, $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 3.

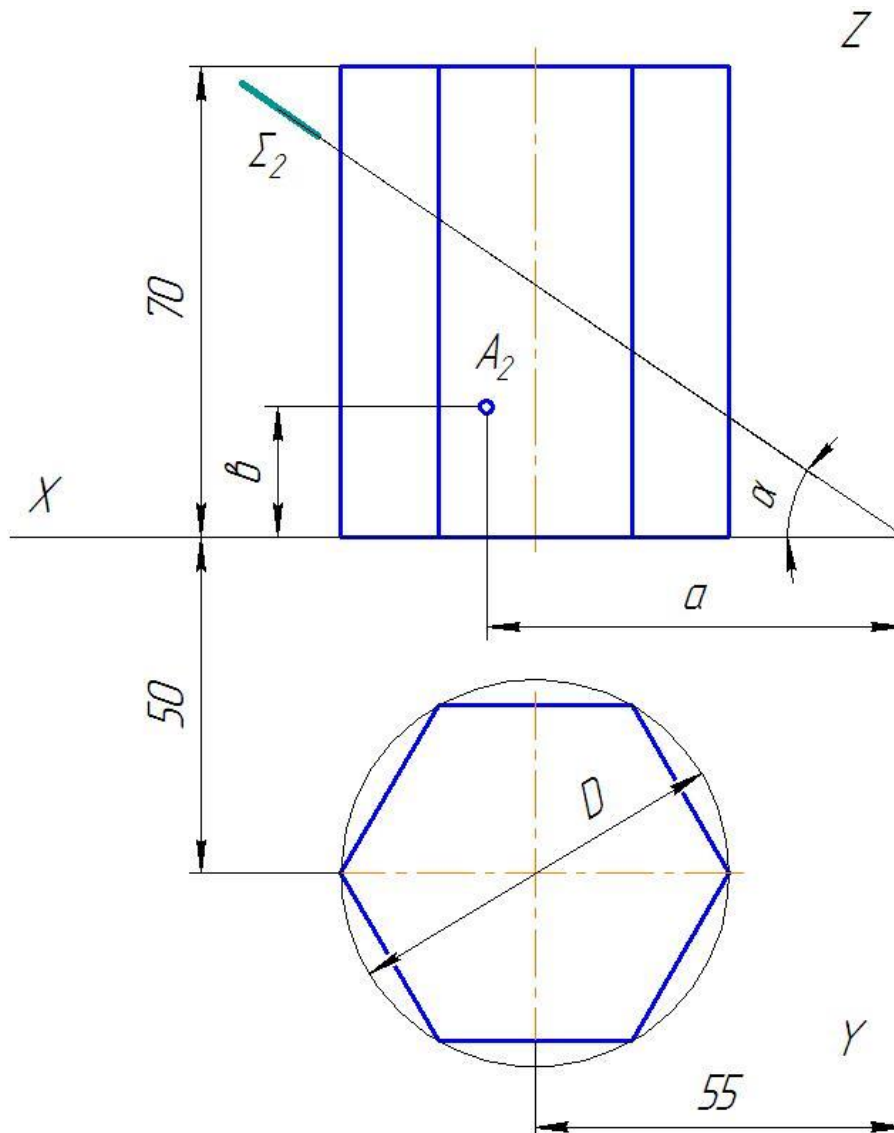
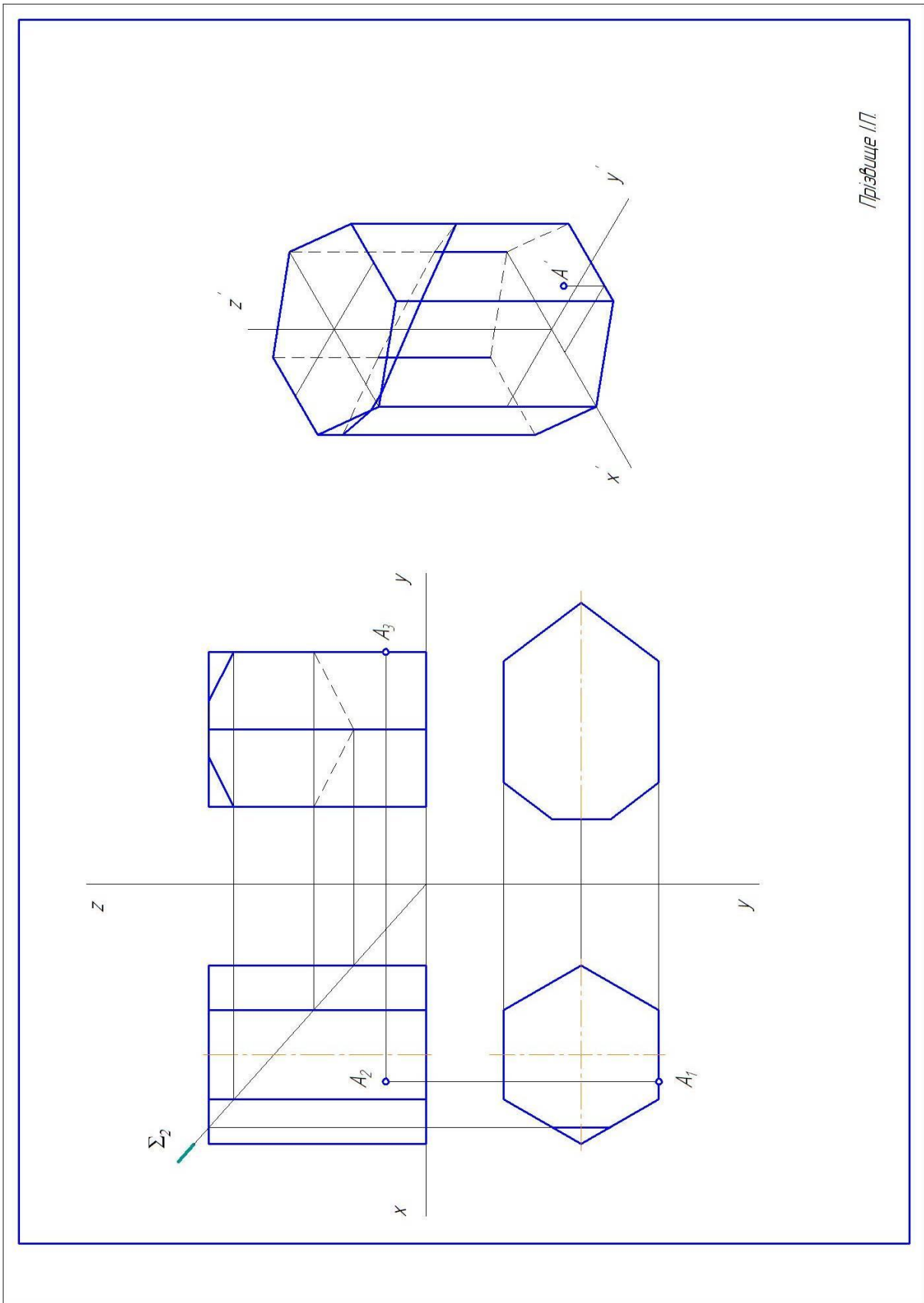


Рисунок 2 – Завдання до задачі 1 аркуша 1



Прізвище /П.

Рисунок 3 – Зразок оформлення задачі 1 аркуша 1

Аркуш 2. Задача 2. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Накреслити три проекції правильної піраміди. Побудувати точку та лінію перерізу площиною на всіх проекціях. Знайти натуральну величину перерізу.

2 Побудувати аксонометричну проекцію піраміди і нанести лінію перерізу площиною.

Дані для варіантів (рисунок 4): $D=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, $a=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, $b=60-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, $\alpha=(50-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}})^\circ$, де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта, $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 5.

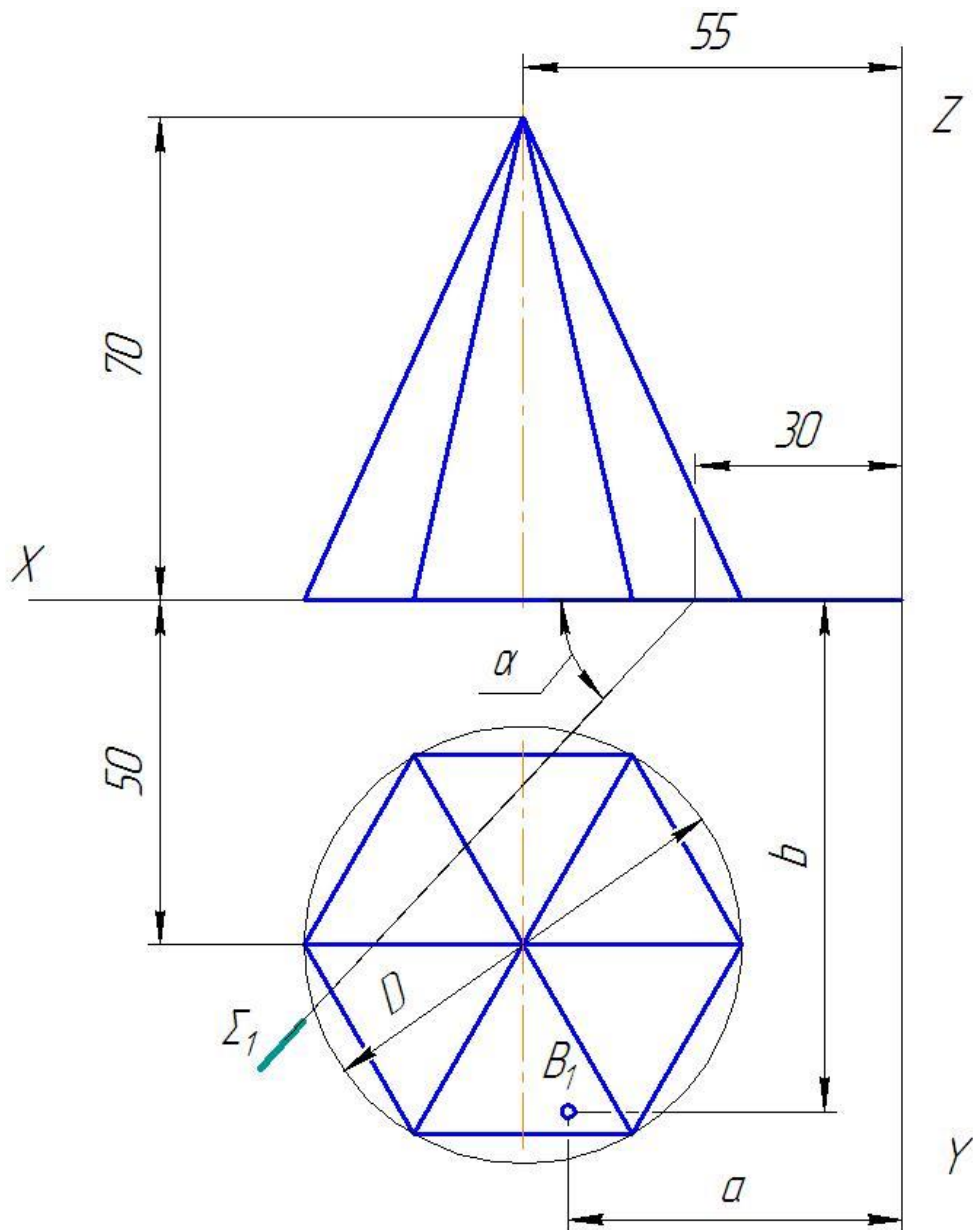
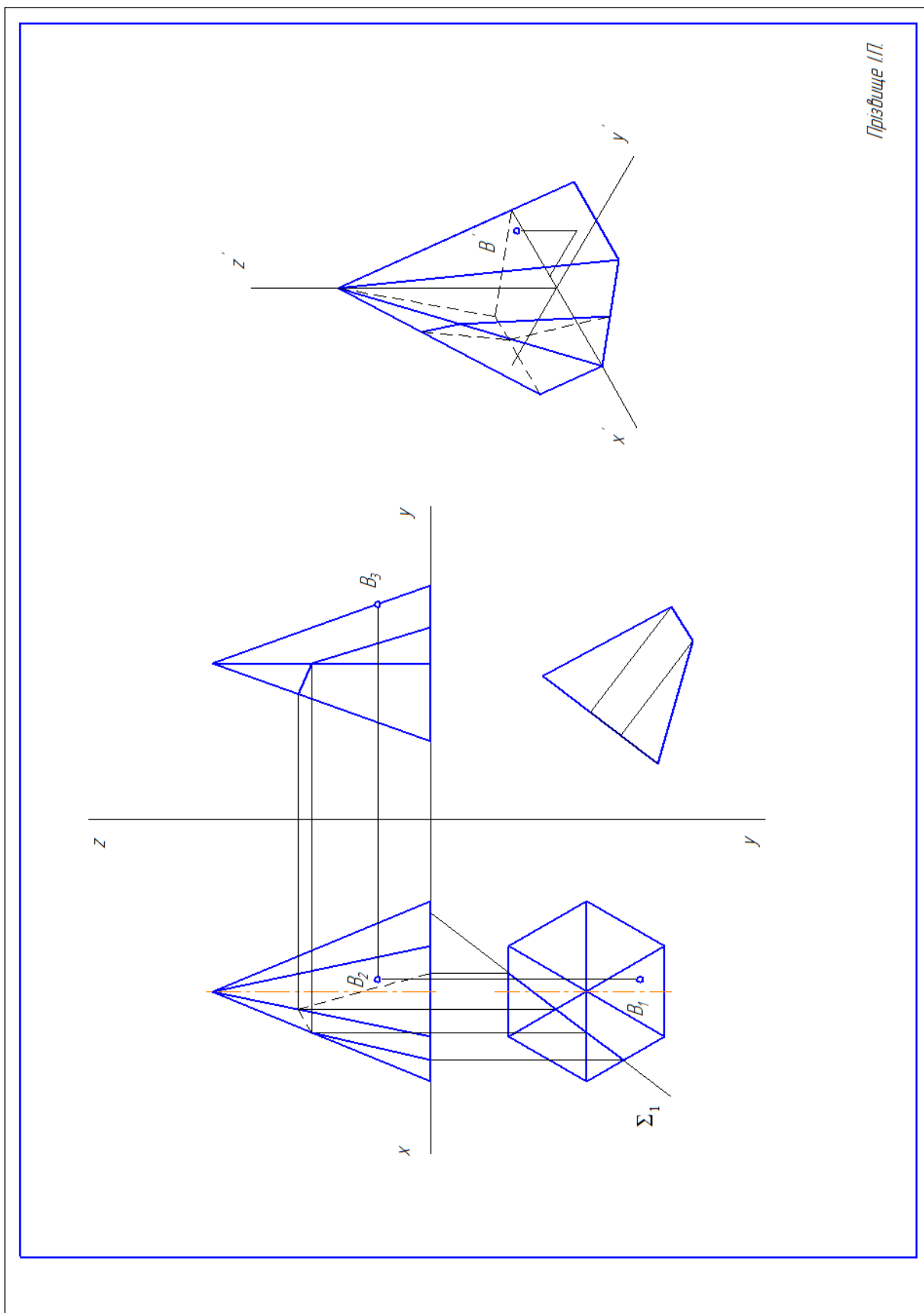


Рисунок 4 – Завдання до задачі 2 аркуша 2



Прізвище /П.

Рисунок 5 – Зразок оформлення задачі 2 аркуша 2

Призмою називається многогранник, у якого дві грані — рівні n -кутники, розташовані в паралельних площинах, а решта n граней — паралелограми. Призма називається прямою, якщо її бічні ребра перпендикулярні до основи. Інші призми — похилі. Призма називається правильною, якщо вона пряма і її основи — правильні багатокутники. Висота призми — відстань між площинами її основ.

Побудова правильної шестикутної призми починається з виконання її горизонтальної проекції — правильного шестикутника. З вершин шестикутника проводять вертикальні лінії зв'язку і будують фронтальну проекцію нижньої основи призми. Ця проекція зображується відрізком горизонтальної прямої. Від цієї прямої вгору відкладають висоту призми і будують фронтальну проекцію верхньої основи. Потім накреслюють фронтальні проекції ребер — відрізки вертикальних прямих, які рівні висоті призми. Фронтальні проекції передніх і задніх ребер збігаються. Горизонтальні проекції бічних граней зображуються у вигляді відрізків прямих. Передня грань зображується на площині проекцій Π_2 без спотворень, а на площині проекцій Π_1 — у вигляді прямої лінії. Фронтальні і профільні проекції решти граней зображуються із спотворенням.

Піраміда - це многогранник, одна грань якого багатокутник, а інші грані - трикутники із загальною вершиною. Піраміда називається правильною, якщо в основі лежить правильний багатокутник і висота піраміди проходить через центр багатокутника. Піраміда називається усіченою, якщо вершина її відсікається площиною. У натуральній величині січної площини багатогранників отримуємо багатокутники.

У практиці широко використовується аксонометрична проекція, що називається прямокутною ізометричною, або, скорочено, ізометрією.

В ізометричній прямокутній проекції проєкціюючі промені, що проєкціюють перпендикулярні до аксонометричної площини, яка становить з кожною з осей координат OX , OY , OZ однакові кути. Проекції осей координат на аксонометричну площину — аксонометричні осі OX , OY і OZ — утворюють одна з одною кути 120° . Розміри предмета, відкладені вздовж координатних осей, при проектуванні на аксонометричну площину зменшуються в 0,82 раза.

Аркуш 3. Задача 3. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Накреслити три проекції циліндра. Побудувати точку та лінію перерізу площиною на всіх проекціях. Знайти натуральну величину перерізу.

2 Побудувати аксонометричну проекцію циліндра і нанести лінію перерізу площиною.

Дані для варіантів (рисунок 6): $D=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $a=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $b=60-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $\alpha=(50-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}})^\circ$; $K=105-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта, $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 7.

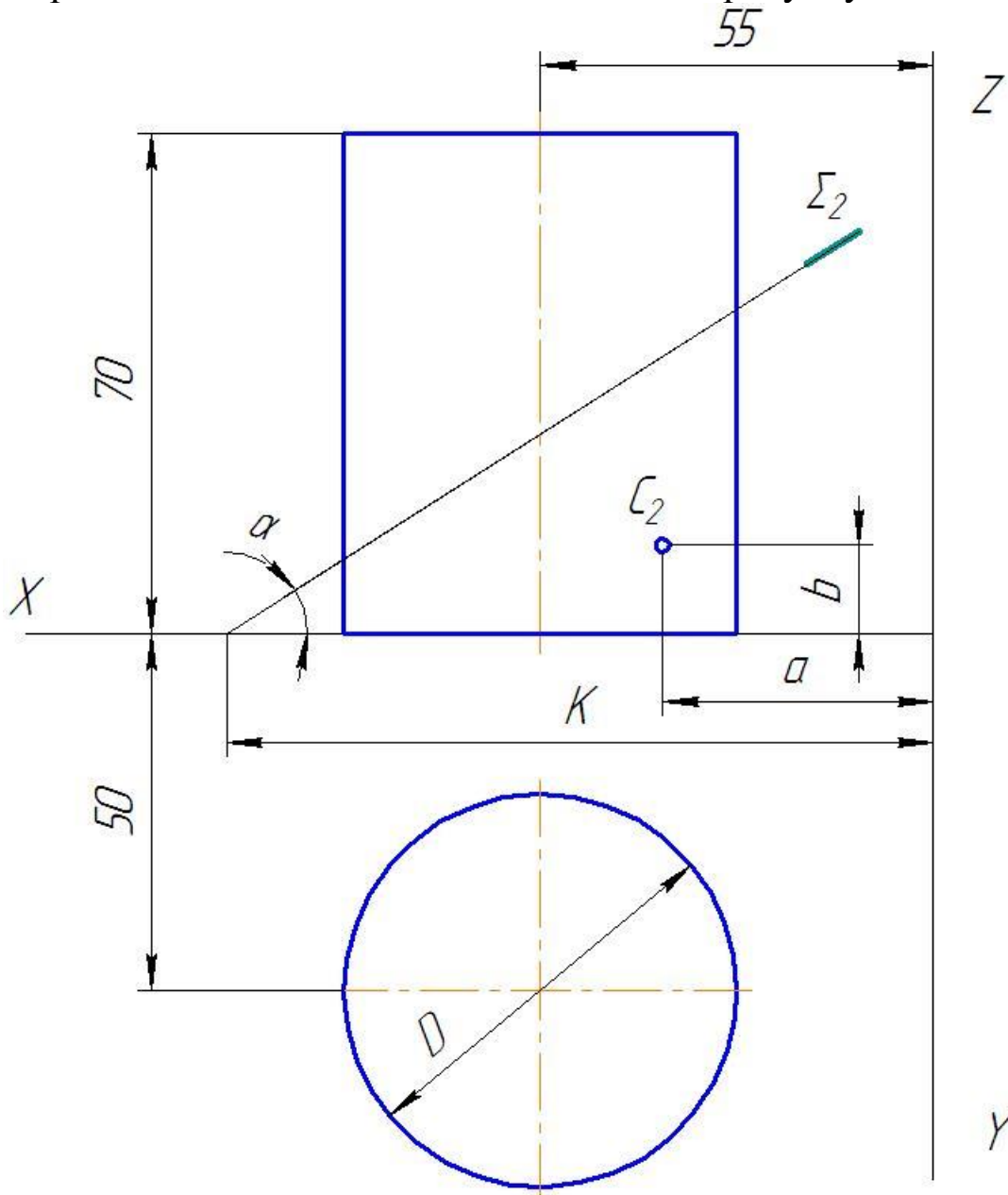
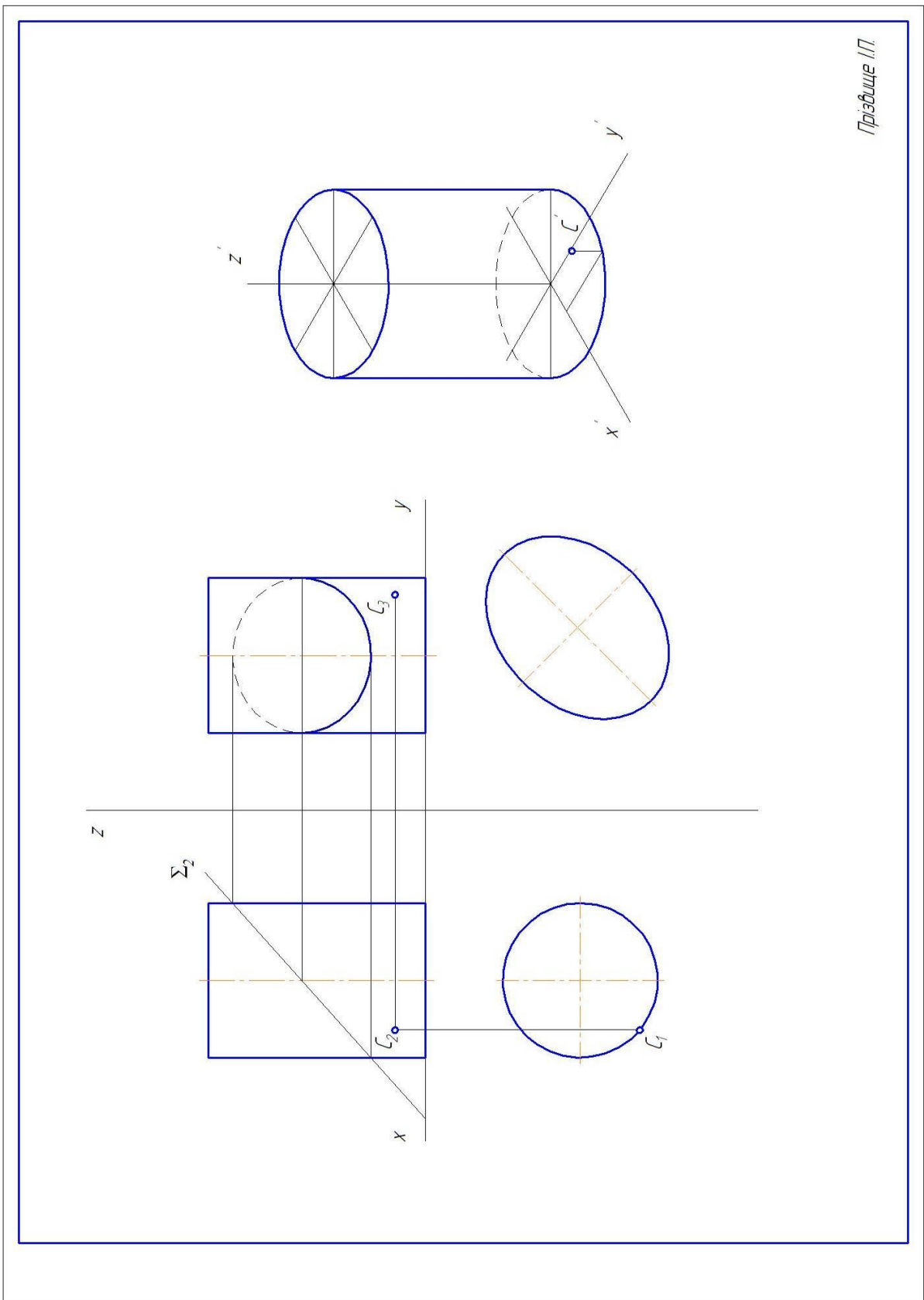


Рисунок 6 – Завдання до задачі 3 аркуша 3



Прівітше ІП

Рисунок 7 – Зразок оформлення задачі 3 аркуша 3

Аркуш 4. Задача 4. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Накреслити три проекції конуса. Побудувати точку та лінію перерізу площиною на всіх проекціях. Знайти натуральну величину перерізу.

2 Побудувати аксонометричну проекцію конуса і нанести лінію перерізу площиною.

Дані для варіантів (рисунок 8): $D=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $a=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $b=60-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $\alpha=(50-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}})^\circ$; де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта; $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 9.

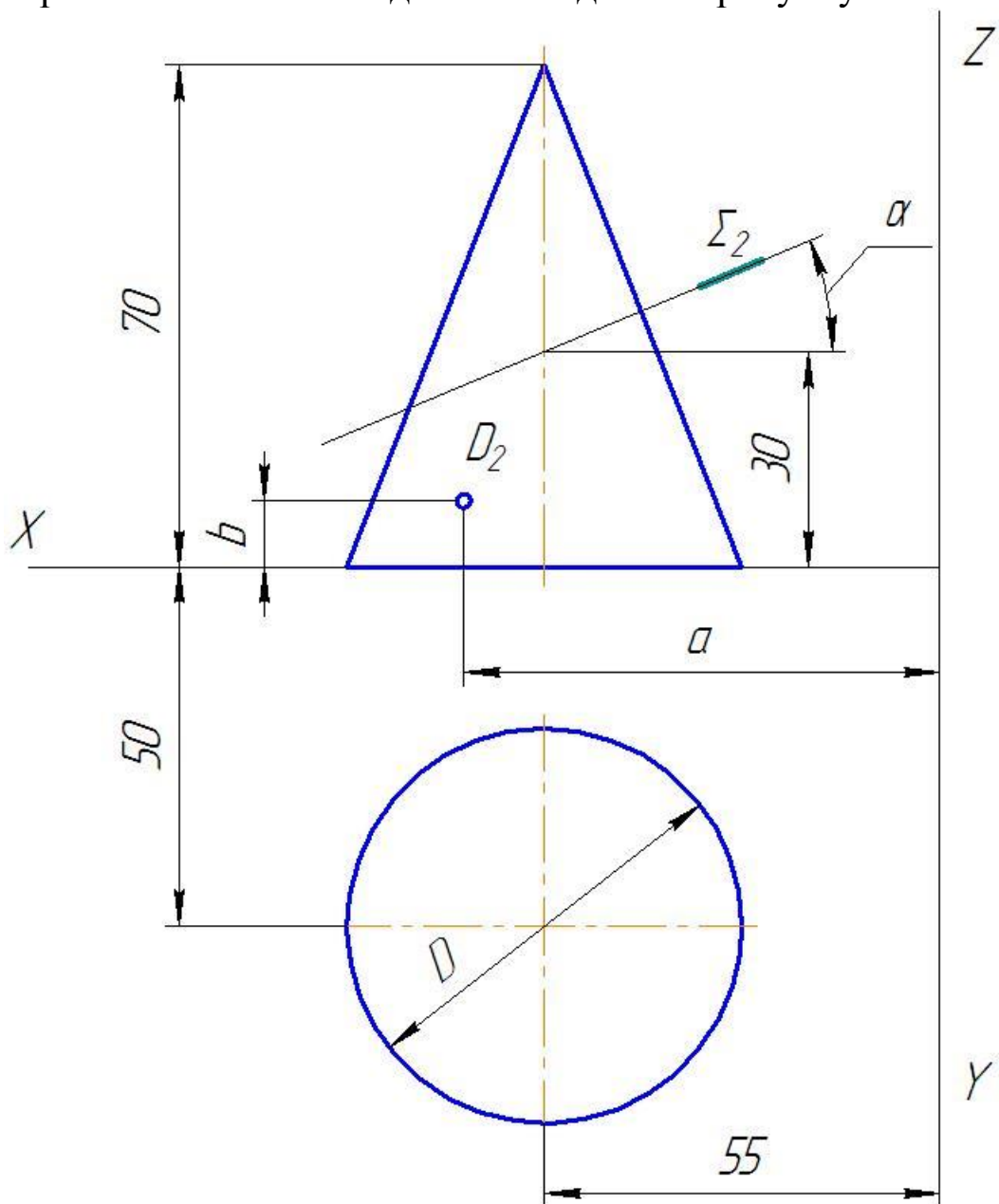
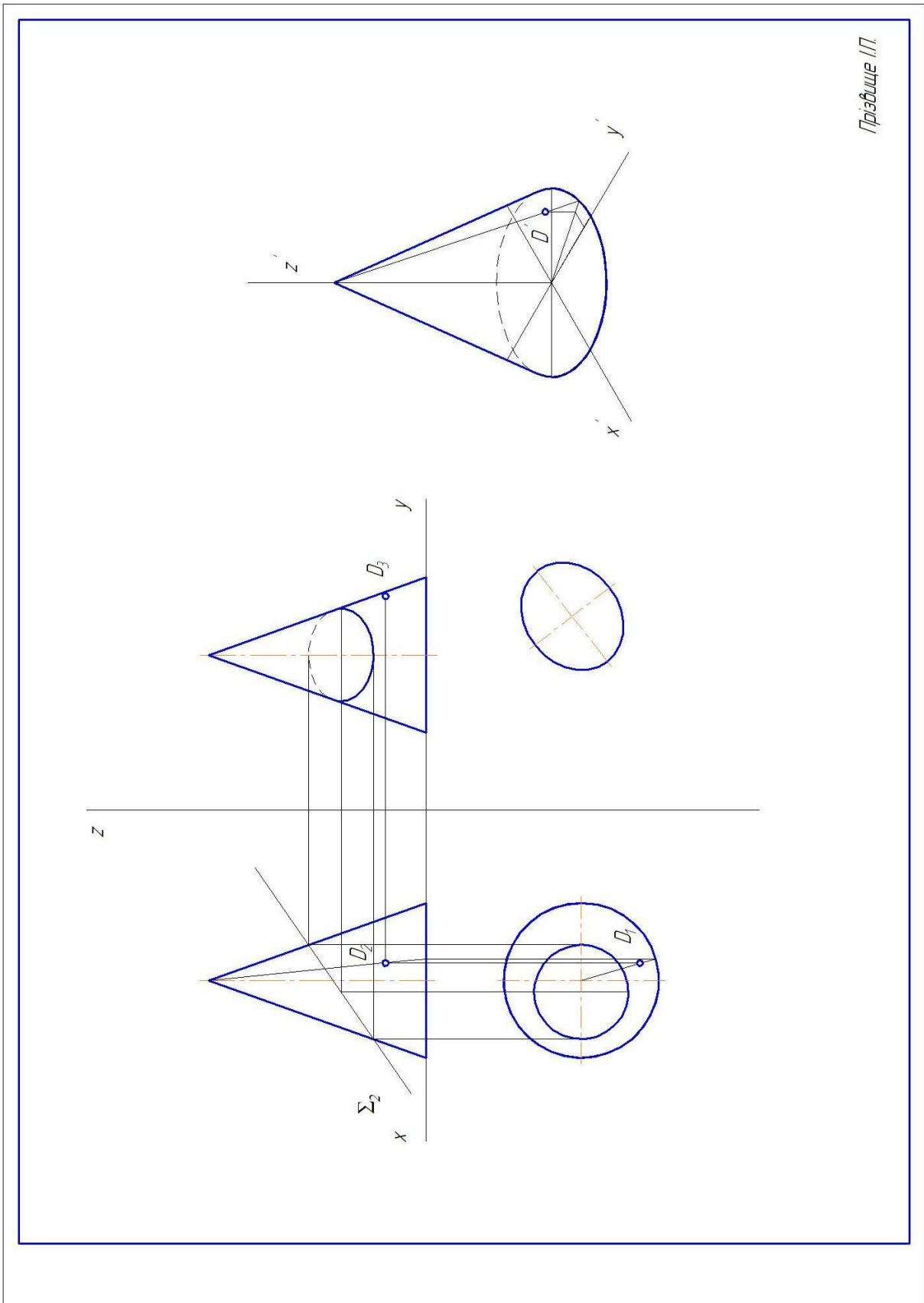


Рисунок 8 – Завдання до задачі 4 аркуша 4



Прізвище І.П.

Рисунок 9 – Зразок оформлення задачі 4 аркуша 4

Аркуш 5. Задача 5. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Накреслити три проекції сфери. Побудувати точку та лінію перерізу площиною на всіх проекціях. Знайти натуральну величину перерізу.

2 Побудувати аксонометричну проекцію сфери і нанести лінію перерізу площиною.

Дані для варіантів (рисунок 10): $D=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $a=45+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $b=60-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $\alpha=(50-N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}})^\circ$; де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта; $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 11.

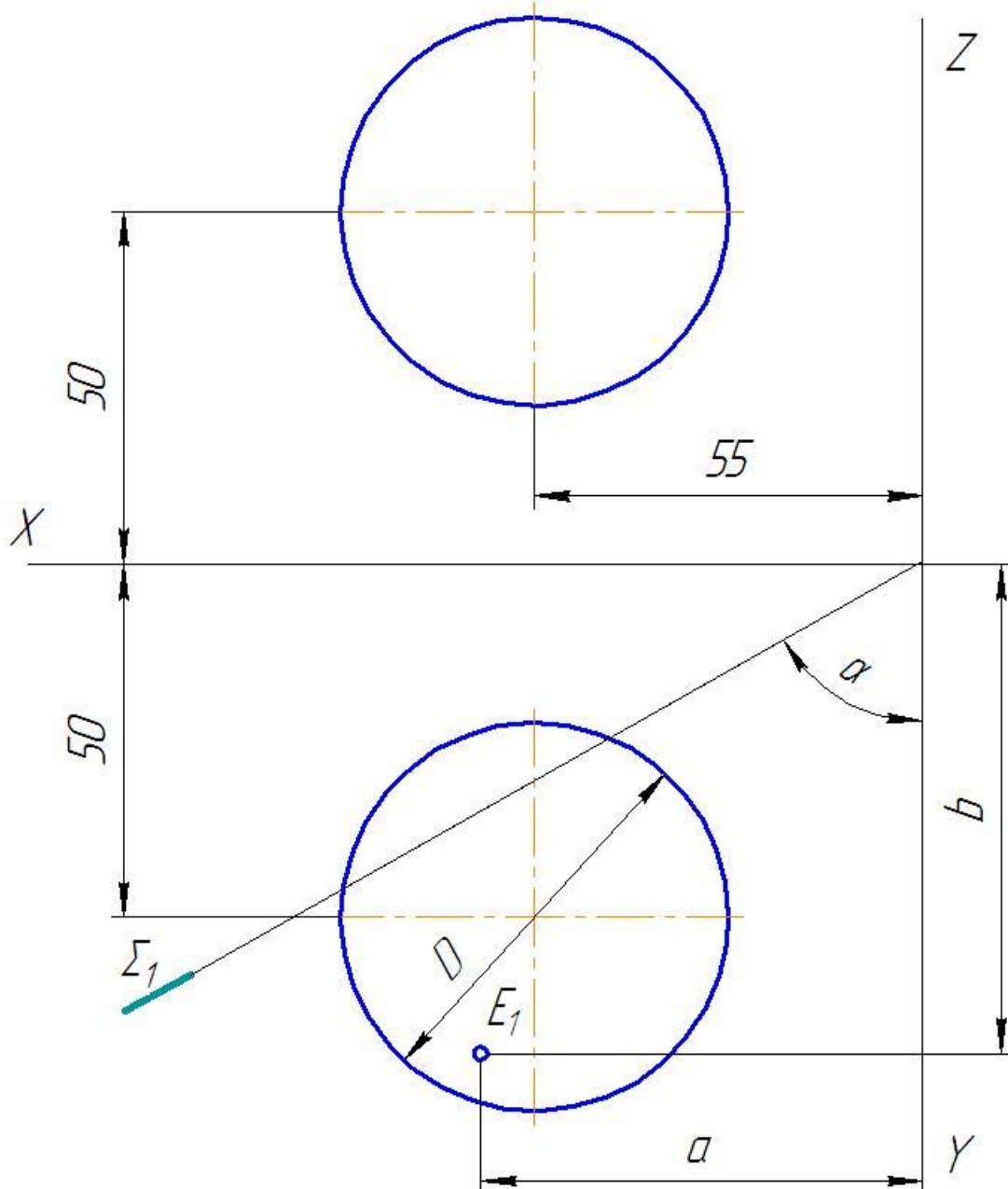
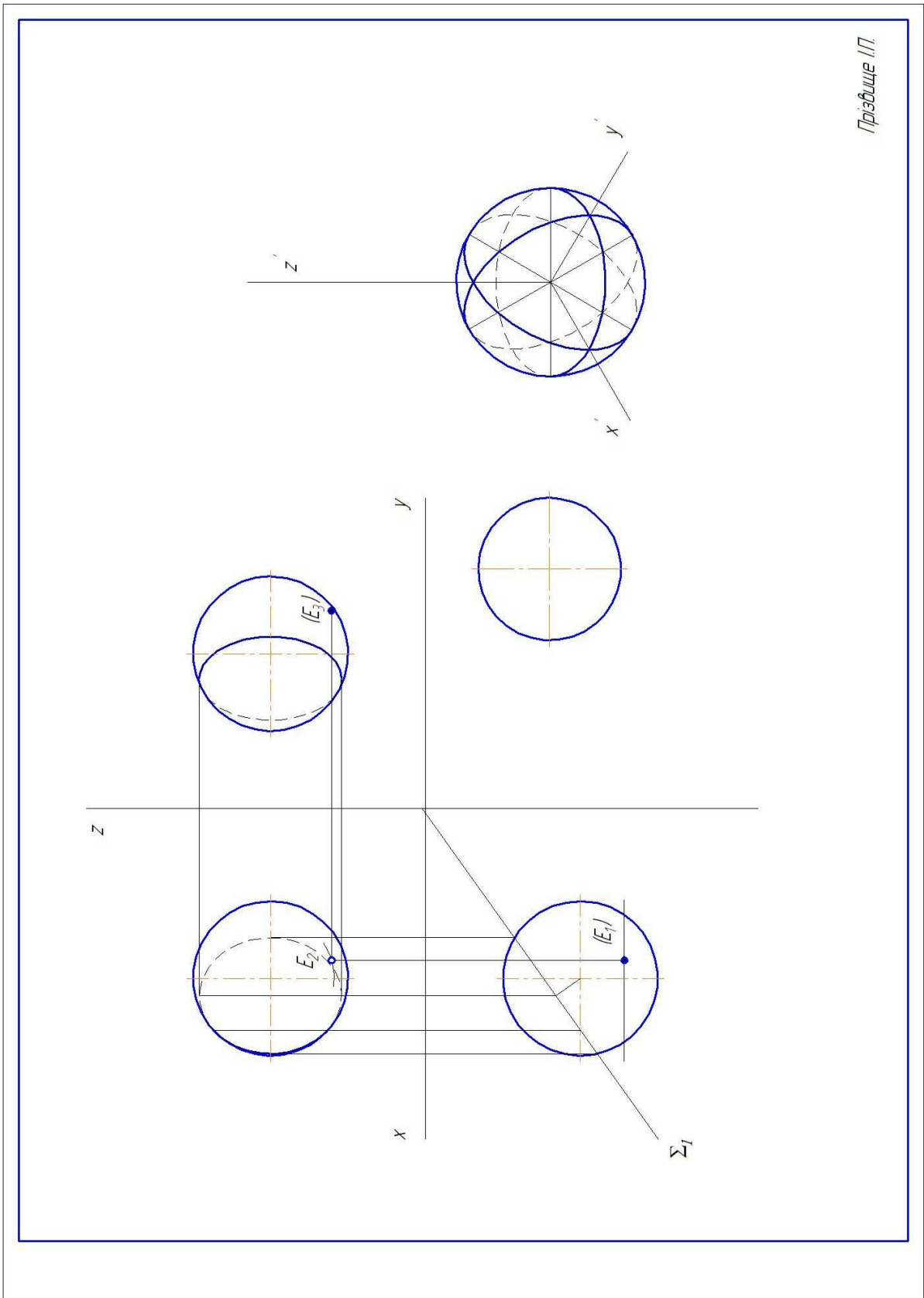


Рисунок 10 – Завдання до задачі 5 аркуша 5



Привітання ІП

Рисунок 11 – Зразок оформлення задачі 5 аркуша 5

Циліндром називається тіло, обмежене циліндричною поверхнею і двома паралельними площинами (основами).

Побудова починається із зображення основи циліндра. Оскільки основа циліндра (коло) розташована на горизонтальній площині проєкцій, то вона проєціюється на цю площину без спотворення. Фронтальна і профільна проєкція кола є відрізком горизонтальної прямої лінії, рівної діаметру кола основи.

Після побудови основи на фронтальній і профільній проєкціях проводять по дві крайні твірні і на них відкладають висоту циліндра. Проводять відрізки горизонтальної прямої, які є фронтальною і профільною проєкціями верхніх основ циліндра.

Перерізом циліндра січною площиною може бути :

- коло, якщо січна площина проходить перпендикулярно до осі циліндра;

- чотирикутник, якщо січна площина проходить паралельно до осі циліндра та паралельна твірним;

- еліпс (повний), якщо січна площина проходить не паралельно і не перпендикулярно до осі циліндра. Велика вісь еліпса дорівнює розміру відрізка від першої точки зустрічі січної площини з контурною твірною циліндра до другої точки на іншій контурній твірній вздовж січної площини. Мала вісь знаходиться посередині великої, їй перпендикулярна і дорівнює розміру діаметра циліндра. Еліпс – правильна крива другого порядку, тому для її побудови, крім точок великої та малої осі, необхідно визначити ще додаткові чотири точки;

- еліпс (неповний), якщо січна площина проходить не паралельно і не перпендикулярно до осі циліндра та проходить через одну або дві основи циліндра.

Конус — геометричне тіло, отримане шляхом об'єднання всіх променів, що виходять з однієї точки — вершини конуса, і таких що проходять через довільну плоску поверхню. Комплексне креслення конуса: одна проєкція – трикутник, друга – коло.

Прямим круговим називається конус, в основі якого лежить коло, а висота проходить через центр основи. Комплексне креслення конуса: одна проєкція – трикутник, друга – коло.

У залежності від нахилу січної площини перерізом конуса може бути:

- коло, якщо січна площина проходить перпендикулярно до осі конуса;
- трикутник, якщо січна площина проходить через вершину та основу конуса;
- гіпербола, якщо січна площина проходить перпендикулярно до основи та паралельно до осі конуса;
- парабола, якщо січна площина проходить паралельно контурній твірній конуса;
- еліпс (повний), якщо січна площина проходить не перпендикулярно до основи, не паралельно твірній та осі конуса. Велика вісь еліпса дорівнює розміру відрізка від першої точки зустрічі січної площини з контурною твірною конуса до другої точки на іншій контурній твірній вздовж січної площини. Мала вісь знаходиться посередині великої, їй перпендикулярна і дорівнює розміру між точками конуса, які визначаються додатковою січною площиною;
- еліпс (неповний), якщо січна площина проходить через основу конуса і не перпендикулярна до основи, не паралельна твірній та осі конуса.

Побудова починається із зображення основи конуса. Оскільки основа конуса-коло розташоване на площині проєкцій Π_1 , то воно проєцюється на цю площину без спотворення. Фронтальна і профільна проєкція кола є відрізком горизонтальної прямої лінії, рівним діаметру кола основи.

На фронтальній проєкції з середини основи проводять перпендикуляр на якому відкладають висоту конуса. Фронтальну проєкцію вершин конуса з'єднують з крайніми точками фронтальної проєкції основи та отримують фронтальну проєкцію конуса.

Сфера - утворюється обертанням кола навколо його діаметра.

Комплексне креслення сфери: всі проєкції – коло діаметром D , кожне з яких є контурною твірною (екватор, фронтальний меридіан, профільний меридіан).

Натуральною величиною перерізу сфери січною площиною завжди буде коло. Розмір діаметра цього кола дорівнює розміру відрізка вздовж по січній площині від однієї точки зустрічі з контурною твірною сфери до другої через які проходить січна.

Перпендикулярна лінія з центра сфери до сліду січної площини поділить її навпіл, що дасть змогу заміряти радіус цього кола (перерізу).

4 Побудова аксонометрії поверхонь обертання

На вільному місці формату побудувати прямокутну ізометрію циліндра, конуса та сфери. Аксонометричні осі x' , y' та z' розташовані під кутом 120° . Коло в аксонометрії еліпс. Мала вісь еліпса – відсутня вісь площини проєкцій, на якій накреслено коло. Велика вісь перпендикулярна до малої. Велика вісь дорівнює $1.22D$, а мала вісь – $0.71D$. Додаткові точки еліпса, точки по колу на відповідних координатних осях, тобто від центру на відстані, що дорівнює радіусу кола.

Аксонометрія циліндра – дві основи (еліпси) та дві дотичні твірні до них. Аксонометрія конуса – основа (еліпс) та дві дотичні твірні до нього. Аксонометрія сфери – три контурні твірні (еліпси) та дотичне коло до них.

Видимість геометричної поверхні визначає позитивний напрямок осей, на яких розташована поверхня.

Аркуш 6. Задача 6. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Побудувати три проекції геометричної поверхні з отвором та натуральну величину перерізу поверхні з отвором площиною Σ .

2 Побудувати аксонометричну проекцію геометричного тіла з отвором.

Дані для варіантів (рисунок 12): $D_0=55+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $D_k=70+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $X_0=100-2N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $\alpha=25+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта; $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 13.

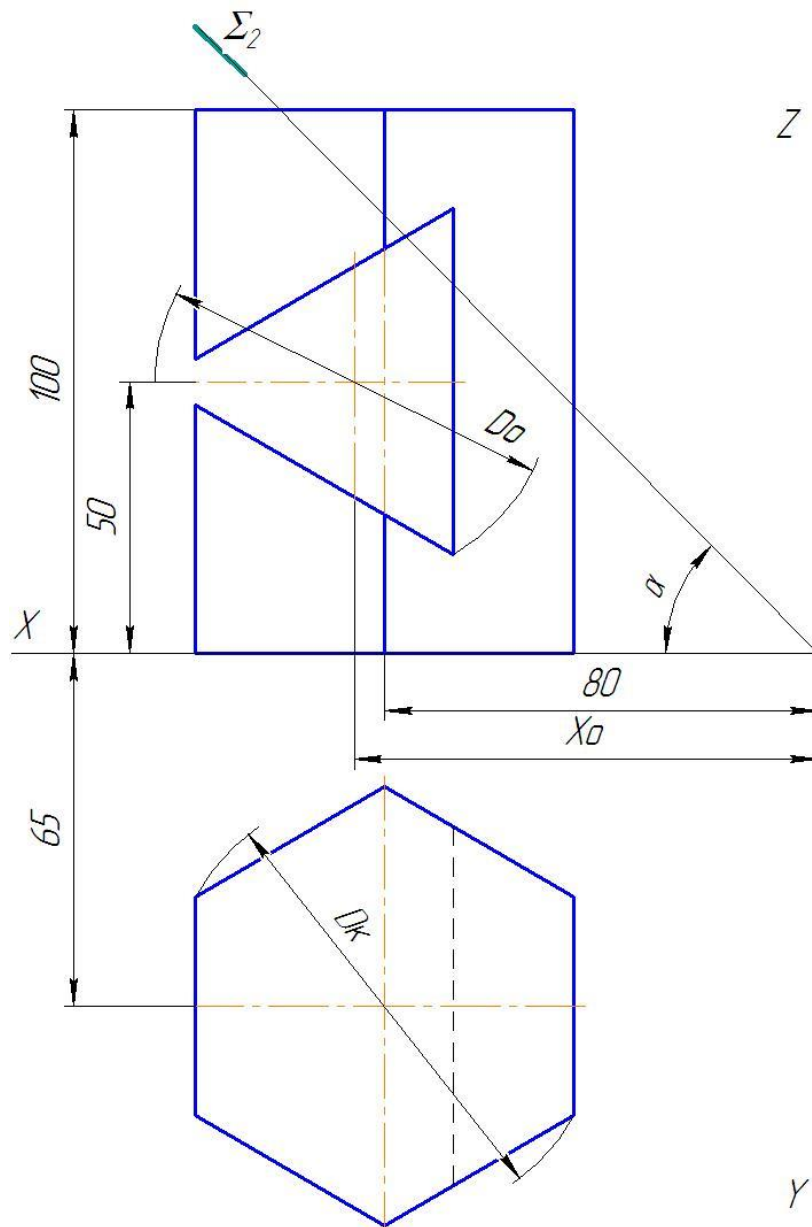


Рисунок 12 – Завдання до задачі 6 аркуша 6

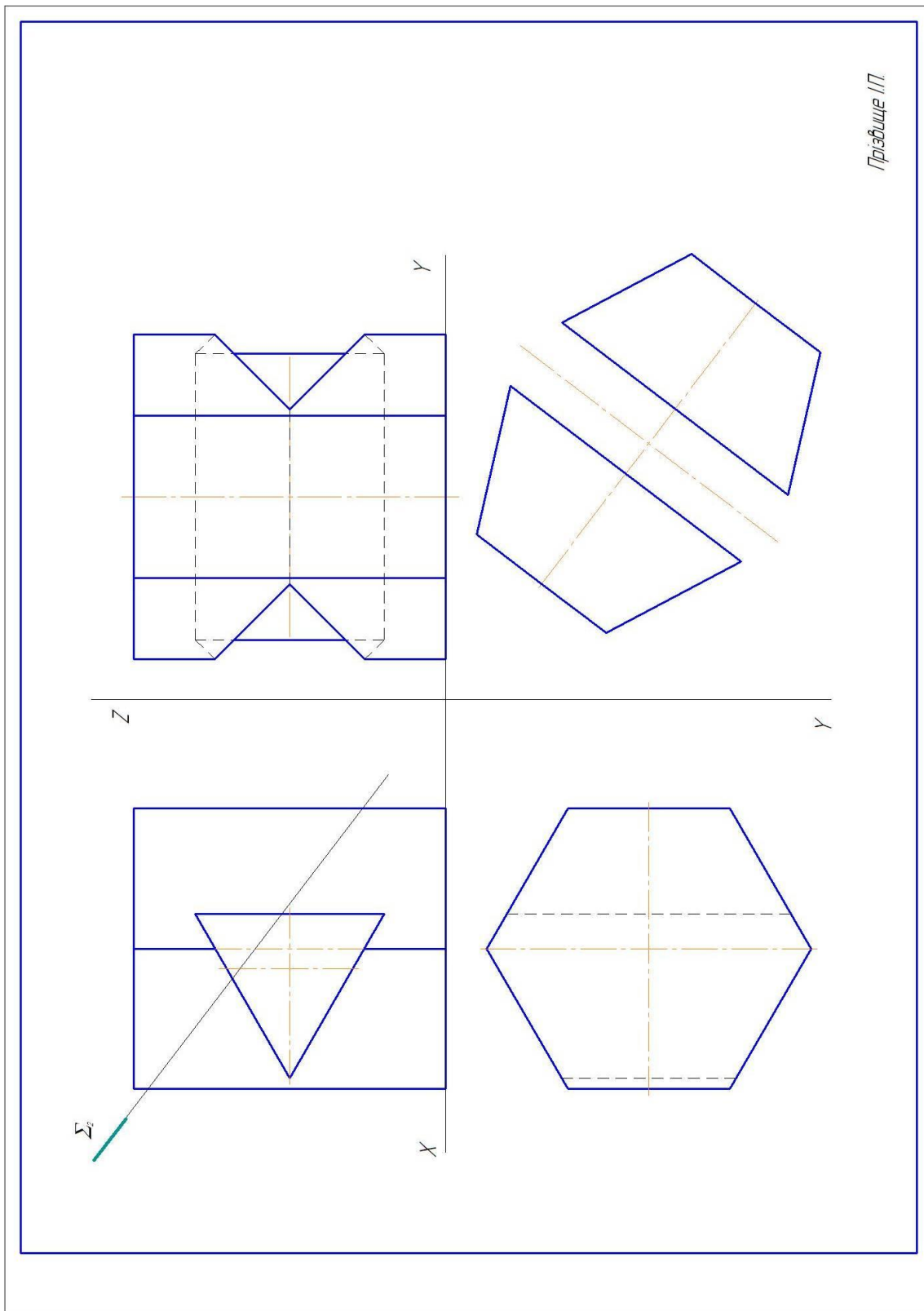


Рисунок 13 – Зразок оформлення задачі 6 аркуша 6

Аркуш 7. Задача 7. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Побудувати три проекції геометричної поверхні з отвором та натуральну величину перерізу поверхні з отвором площиною Σ .

2 Побудувати аксонометричну проекцію геометричного тіла з отвором.

Дані для варіантів (рисунок 14): $\alpha=25+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $a=25+0,5N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $Z_k=35+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$, де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта; $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 15.

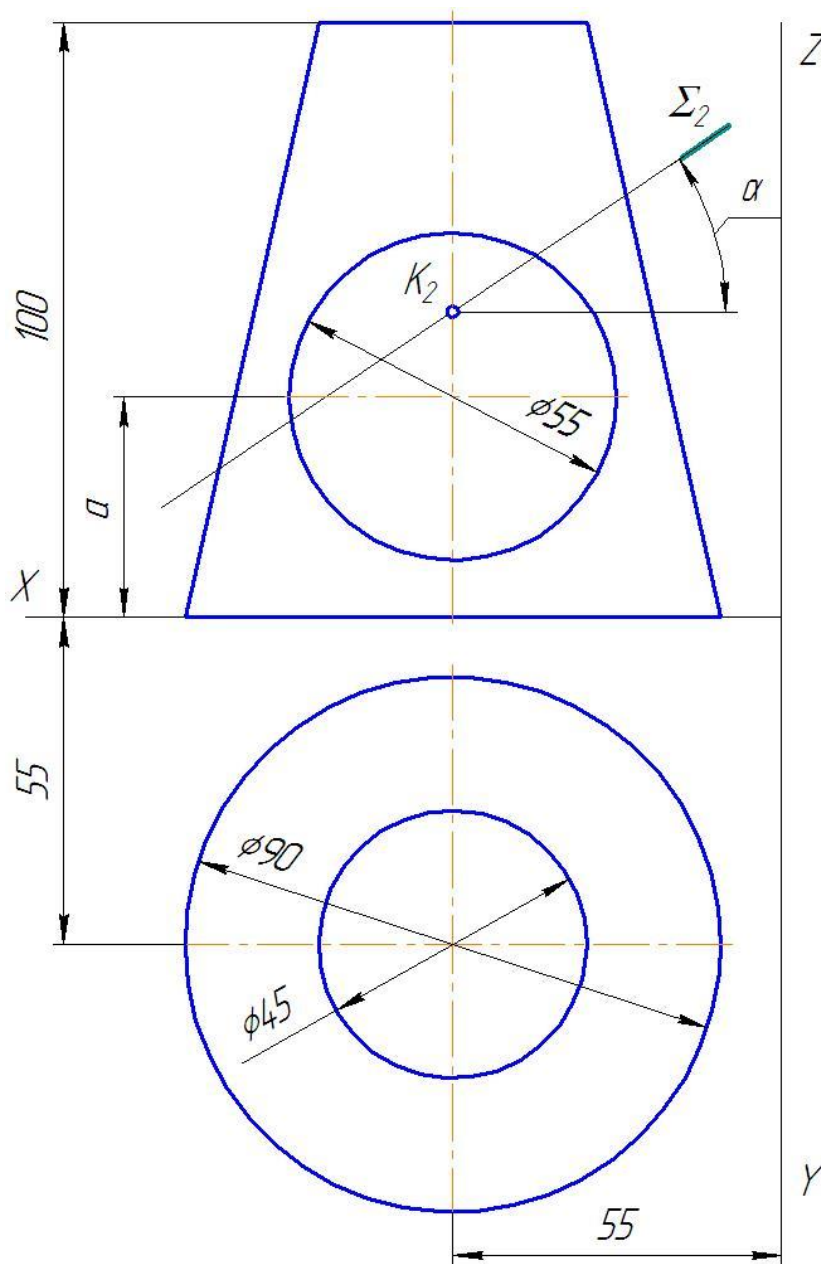


Рисунок 14 – Завдання до задачі 7 аркуша 7

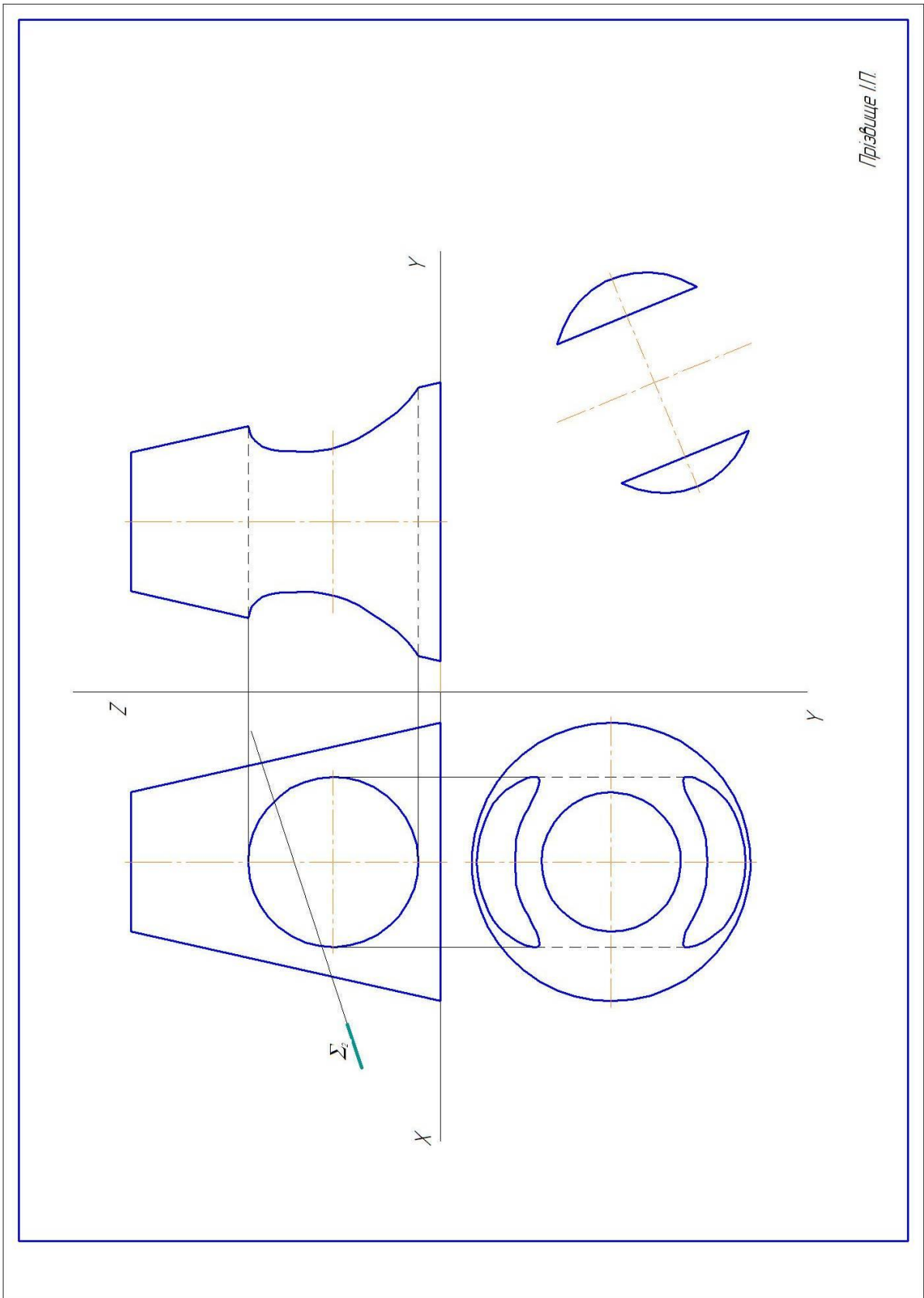


Рисунок 15 – Зразок оформлення задачі 7 аркуша 7

Аркуш 8. Задача 8. Формат А3. Масштаб 1:1.

1 Побудувати три проекції геометричної поверхні з отвором та натуральну величину перерізу поверхні з отвором площиною Σ .

2 Побудувати аксонометричну проекцію геометричного тіла з отвором.

Дані для варіантів (рисунок 16): $D=80+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $\alpha=25+N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; $a=25+0,5N_{\text{вар}}+N_{\text{гр}}$; де $N_{\text{вар}}$ – номер варіанта; $N_{\text{гр}}$ – остання цифра у номері групи.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 17.

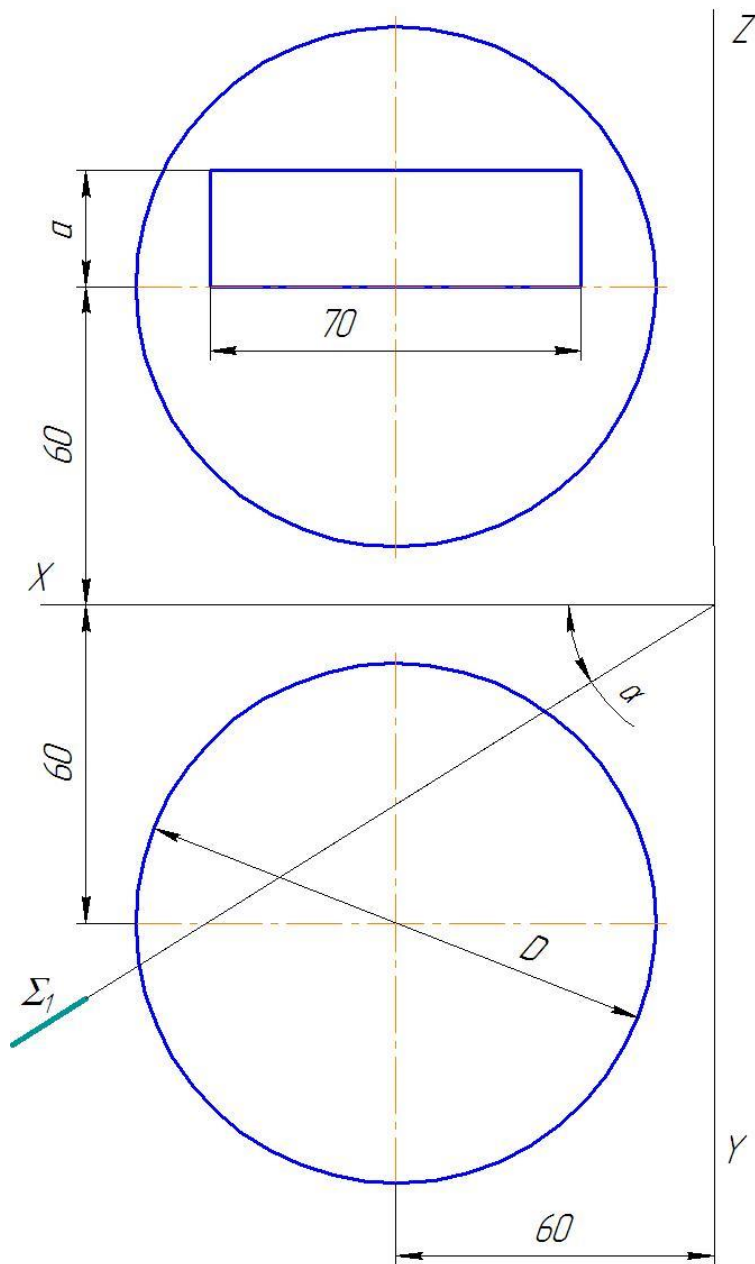


Рисунок 16 – Завдання до задачі 8 аркуша 8

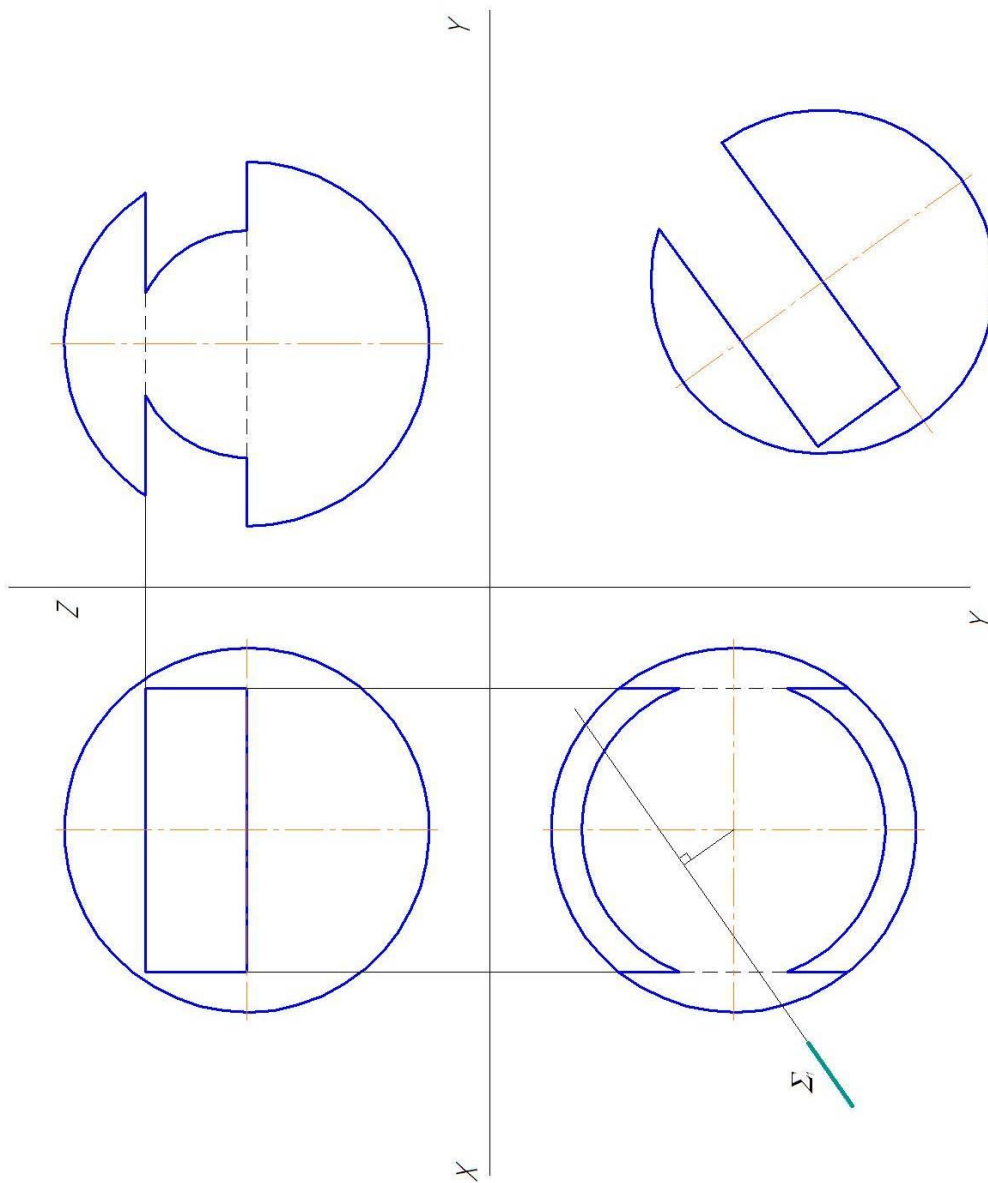


Рисунок 17 – Зразок оформлення задачі 8 аркуша 8

Лінія перетину двох поверхонь - це множина точок, що одночасно належать поверхням.

Алгоритм визначення лінії перетину двох поверхонь:

- визначити групу поверхонь;
- визначити характер лінії перетину;
- визначити кількість ліній перетину поверхонь.

Для побудови лінії перетину двох поверхонь спочатку доцільно знайти особливі або опорні точки, потім проміжні. До особливих відносяться точки, які розміщені на проекціях контурних твірних поверхонь, точки з максимальними і мінімальними значеннями координат вздовж координатних осей – крайні точки.

Лінії перетину двох поверхонь не можуть виходити за межі цих поверхонь і, як наслідок, проекції ліній перетину повинні знаходитись в межах проекцій поверхонь.

Доцільно використовувати метод січних площин або сфер.

Повним перетином називають такий перетин, при якому одна поверхня повністю проходить крізь іншу. На кресленні це можна визначити, якщо контур однієї поверхні знаходиться у контурі іншій.

Визначити видимість поверхонь за умови проникнення однією поверхні крізь іншу. Контурні лінії однієї поверхні ліквідують гумкою, а контури іншої зображають за умови їх видимості: видимі - товстою суцільною лінією, невидимі – штриховою.

Аркуш 9. Задача 9. Формат А4. Масштаб 1:1.

Накреслити десять будь-яких графічних позначень елементів схем.

Зразок виконання завдання наведено на рисунку 18.

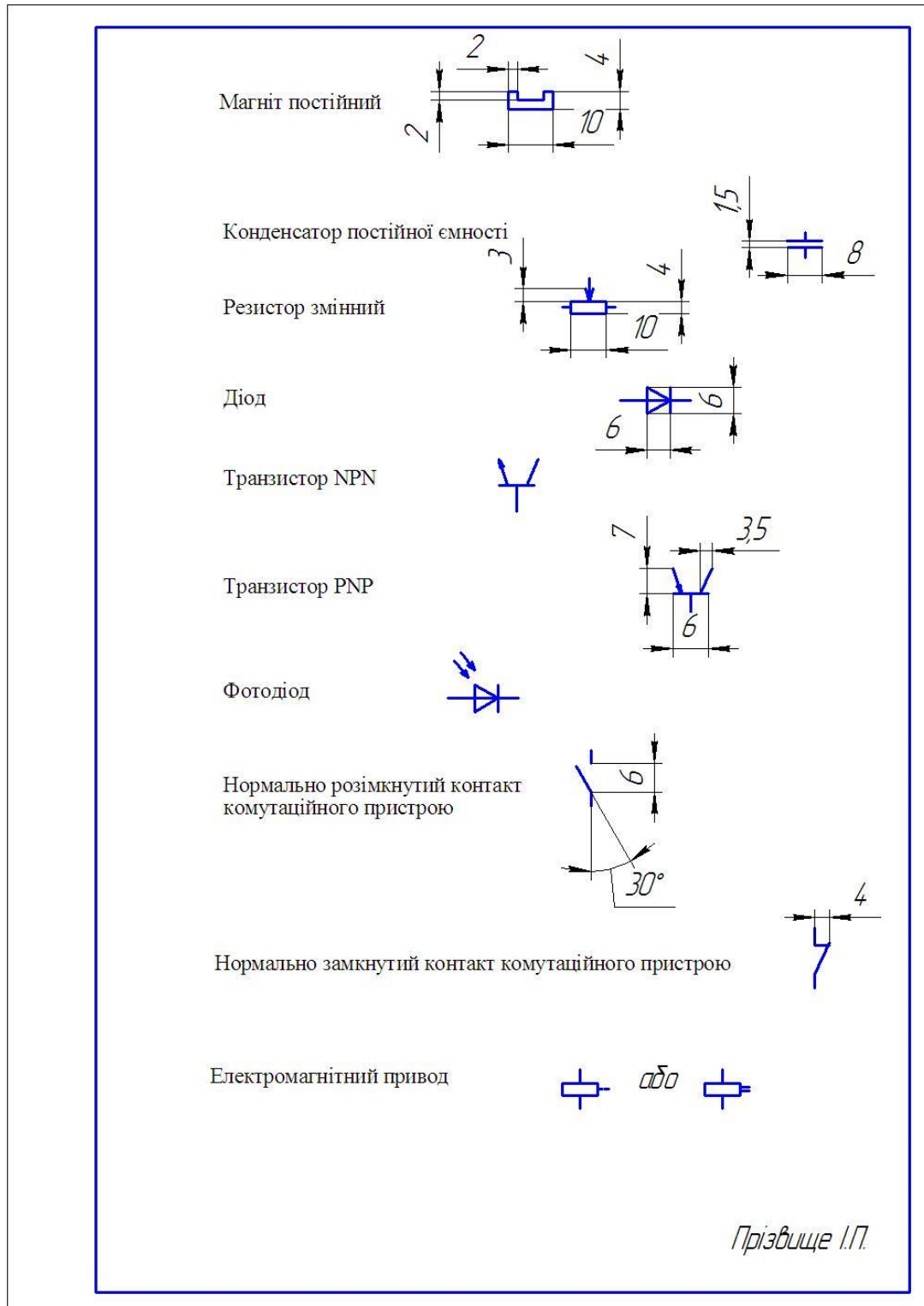


Рисунок 18 – Зразок оформлення задачі 9 аркуша 9

5 Умовні графічні позначення елементів схем

5.1 Загальні поняття про схеми та їхню класифікацію

Схемою називають конструкторський документ, на якому показані у вигляді умовних позначень складові частини виробу і зв'язки між ними.

Схемами користуються в багатьох галузях промисловості як робочою конструкторською документацією при монтажі виробів радіотехніки і радіоелектроніки, електричних мереж, в інструкціях з експлуатації та ремонту, для пояснення принципу дії різних пристроїв, їх налаштування і регулювання, усунення несправностей, розрахунках виробів і в багатьох інших випадках.

Згідно з ГОСТ 2.701-84 схеми залежно від елементів, що входять до складу виробу і зв'язків між ними, поділяються на такі види, що позначаються великими літерами: електричні — Е, гідравлічні — Г, пневматичні — П, кінематичні — К, оптичні — Л, комбіновані — С, вакуумні — В, газові — Х, автоматизації — А.

Залежно від основного призначення схеми поділяються на такі типи, що позначаються цифрами: структурні — 1; функціональні — 2; принципові — 3; з'єднань — 4; підключення — 5; загальні — 6; розташування — 7; інші — 8; об'єднані — 0.

Перераховані типи схем можна розділити на дві основні групи: схеми, що відображають хід робочого процесу в пристрої з більш-менш детальним роз'ясненням засобів, які забезпечують необхідний процес (1, 2, 3); схеми, що відображають взаємне розташування окремих частин пристрою, а також наявність і характер зв'язку між ними (4, 5, 6, 7).

У наведених методичних вказівках розглядається тільки електрична принципова схема з деякими подробицями, достатніми для виконання навчального завдання.

5.2 Загальні вимоги до виконання схем

Загальні вимоги і правила виконання схем встановлює ГОСТ 2.702-84 ЄСКД. Принципова схема є найповнішою електричною схемою виробу, на якій зображають всі електричні елементи і пристрої, необхідні для здійснення і контролю електричних процесів, і всі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи, якими закінчуються вхідні і вихідні ланцюги.

До складу принципової схеми входять:

- а) умовні графічні позначення електричних елементів і електричні зв'язки між ними;
- б) позиційні літерно-цифрові позначення електричних елементів;
- в) написи, що характеризують вхідні і вихідні ланцюги;
- г) перелік елементів.

Принципові схеми повинні бути максимально наочними, зручними для читання і найкращим чином відображати логіку розвитку процесу у виробі. Все це досягається дотриманням таких умов:

- елементи, що спільно виконують які-небудь функції (функціональні групи), слід на схемах групувати поблизу один від одного;
- елементи усередині функціональних груп слід розташовувати так, щоб конфігурація ланцюгів була простою (щоб кількість зломів і перетинів ліній була найменшою);
- функціональні групи елементів слід розташовувати на схемі в послідовності, відповідній розвитку процесу зліва направо;
- всі додаткові і допоміжні функціональні ланцюги (елементи і зв'язки між ними) треба, як правило, виводити із смуги, зайнятої основними ланцюгами;
- схеми накреслюються для виробів, що знаходяться у вимкненому, тобто в знеструмленому стані.

5.3 Вимоги до графічного оформлення схем

Схеми виконуються згідно з ГОСТ 2.702-84 без дотримання масштабу, дійсне просторове розташування елементів або не враховується взагалі, або враховується приблизно.

Лінії електричного зв'язку на принциповій схемі носять умовний характер і не є зображенням реальних дротів.

Лінії зв'язку між елементами схеми розташовують тільки горизонтально або вертикально і вони повинні мати найменшу кількість зломів і взаємних перетинів.

Стандарт ГОСТ 2.701-84 встановлює товщину ліній зв'язку від 0,2 до 1 мм залежно від формату схеми і розмірів графічних позначень. Товщина, що рекомендується, від 0,3 до 0,4 мм.

Електричні елементи зображуються умовними графічними позначеннями (УГП). Товщина лінії зв'язку дорівнює товщині ліній УГП (таблиці 1 – 6).

Відстань між двома паралельними лініями зв'язку — не менше 3 мм, а між окремими графічними зображеннями — не менше 2 мм.

На вільному полі схеми поміщають діаграми, таблиці, текстові вказівки.

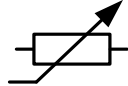
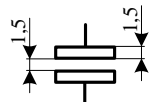
При виконанні ілюстративних принципових електричних схем на великих форматах допускається всі позначення пропорційно збільшувати.

Для виділення особливих або важливих елементів, а також для вписування в них пояснювальних написів і знаків схеми допускається розміри УГП збільшувати.

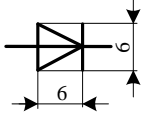

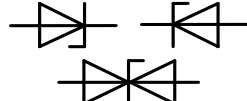


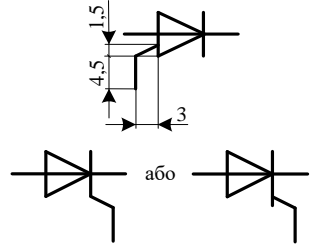
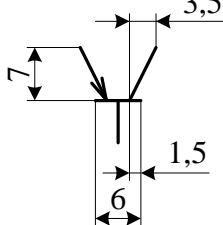

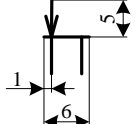
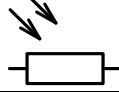


Для компактності схеми, а також при великій насиченості схеми умовними графічними позначеннями допускається всі позначення пропорційно зменшувати: при цьому провіт між двома сусідніми лініями УГП повинен бути не менше 1,0 мм.

З метою більшої наочності зображення на принциповій електричній схемі дозволяється переміщення елементів схеми на полі креслення без порушення принципів побудови самої схеми.

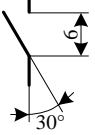
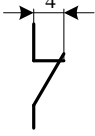
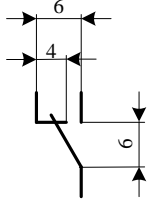

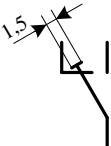
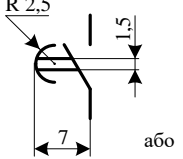
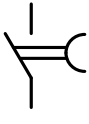
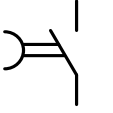

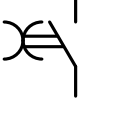





Таблиця 1 – Графічні позначення резисторів і конденсаторів

Назва	Позначення
Резистор постійний	
<p>Резистор змінний</p> <p>Примітка – Для змінного резистора у реостатному ввімкненні допускається використовувати таке позначення:</p> <p>1) загальне позначення</p> <p>2) з нелінійним регулюванням</p>	  
Шунт вимірювальний	
<p>Конденсатор постійної ємності</p> <p>Примітка – Для того щоб вказати полярність конденсатора, використовують позначення</p>	 
Конденсатор змінної ємності	
Конденсатор поляризований	
Конденсатор неполяризований	

Таблиця 2 – Графічні позначення напівпровідникових приладів

Назва	Позначення
Діод	
Тунельний діод	
Стабілітрон: 1) односторонній 2) двосторонній	
Варикап	
Діод Шоткі	
Тиристор тріодний, який запирається в зворотному напрямку: 1) з управлінням за анодом 2) з управлінням за катодом	
Транзистор PNP <i>Примітка</i> - Допускається позначення транзисторів зображати в дзеркальному положенні	
Транзистор NPN	
Транзистор польовий	
Фоторезистор:	
Фотодіод	
Фототранзистор (PNP та NPN відповідно):	

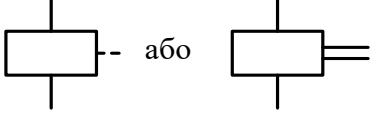
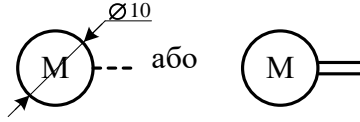
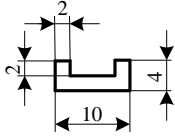
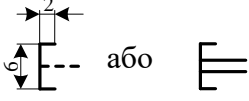
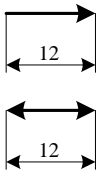
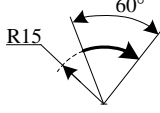
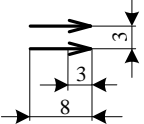
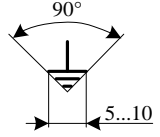
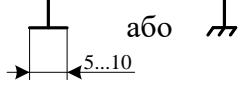
Таблиця 3 – Графічні позначення комутаційних пристроїв і контактних з'єднань

Назва	Позначення
1	2
Нормально розімкнутий контакт комутаційного пристрою	
Нормально замкнутий контакт комутаційного пристрою	
Контакт комутаційного пристрою, який забезпечує перемикання	
Контакт комутаційного пристрою, який забезпечує перемикання із нейтральним центральним положенням	
Контакт комутаційного пристрою, який забезпечує перемикання без розмикання кола	
Нормально розімкнутий контакт, який замикається з витримкою часу при спрацюванні	 або 
Нормально розімкнутий контакт, який замикається з витримкою часу при поверненні	 або 
Нормально розімкнутий контакт, який замикається з витримкою часу при спрацюванні і поверненні	 або 
Нормально замкнутий контакт, який розмикається з витримкою часу при спрацюванні	 або 
Нормально замкнутий контакт, який розмикається з витримкою часу при поверненні	 або 

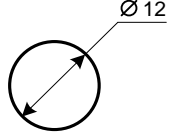
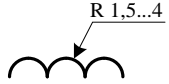




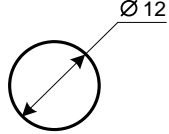
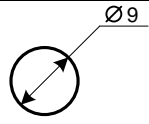



Продовження таблиці 3

1	2
Нормально замкнутий контакт, який розмикається з витримкою часу при спрацюванні і поверненні	
Вимикач кноповий нажимний з нормально розімкнутим контактом	
Вимикач кноповий нажимний з нормально замкнутим контактом	
Вимикач триполюсний	
Вимикач триполюсний з автоматичним спрацюванням максимального струму	
Контакт електротеплового реле при рознесеному способі зображення	
Реле електротеплове без самоповернення	
Контакт кінцевого вимикача	

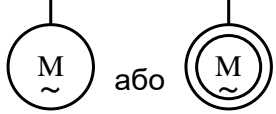
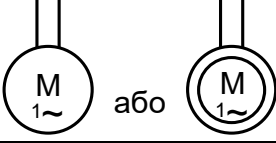


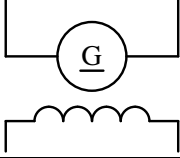
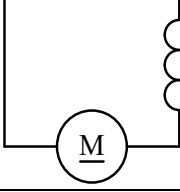
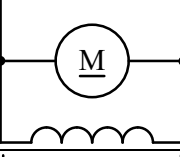
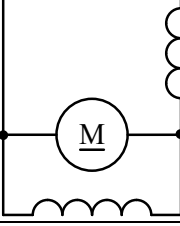
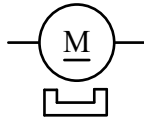
Таблиця 4 – Графічні позначення загального застосування

Назва	Позначення
Електромагнітний привод	
Електромашинний привод	
Магніт постійний	
Привод ручний, який приводиться в рух натисненням кнопки	
Рух прямолінійний: 1) односторонній 2) з поверненням	
Обертальний рух	
Зв'язок оптичний	
Заземлення (загальне позначення)	
Електричне з'єднання з корпусом	

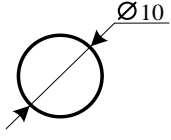
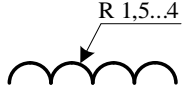



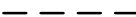

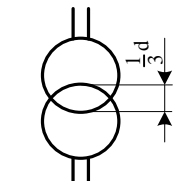
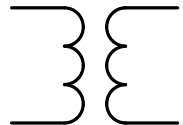
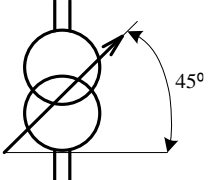
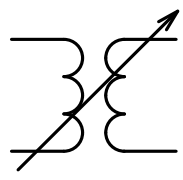
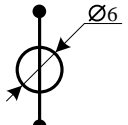
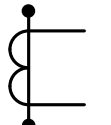
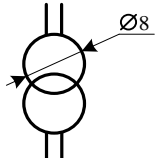
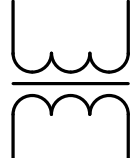
Таблиця 5 – Графічні позначення електричних машин

Назва	Позначення
1	2
<p>Машина електрична. Загальне позначення</p> <p>Примітка - У середині кола дозволяється вказувати такі дані:</p> <p>а) рід машини (генератор – G, двигун – M, генератор синхронний – GS, двигун синхр. – MS, сельсин – ZZ, перетворювач – C);</p> <p>б) рід струму, число фаз або вид з'єднання обмоток</p>	
Обмотка електричної машини	
Обмотка додаткового полюса	
Обмотка компенсаційна	
Обмотка статора машини змінного струму, обмотка послідовного збудження машини постійного струму	
Обмотка паралельного (незалежного) збудження машини постійного струму	
Статор електричної машини	
Ротор електричної машини:	
1) короткозамкнений	
2) з явно вираженими полюсами (явнополюсний) з прорізами по колу	
3) явнополюсний з постійним магнітом	
Двигун асинхронний з фазним ротором	

Продовження таблиці 5

1	2
Двигун асинхронний з КЗ ротором	
Двигун асинхронний однофазний з КЗ ротором	
Двигун лінійний	
Двигун кроковий	
Машина постійного струму з незалежним збудженням	
Машина постійного струму з послідовним збудженням	
Машина постійного струму з паралельним збудженням	
Машина постійного струму зі змішаним збудженням	
Машина постійного струму зі збудженням від постійних магнітів	

Таблиця 6 – Графічні позначення котушок індуктивності, дроселів, трансформаторів

Назва	Позначення
Обмотка трансформатора (силового), автотрансформатора, дроселя і магнітного підсилювача	 або 
Магнітопровід 1) феромагнітний 2) феритовий (зображають товстою лінією) 3) феромагнітний з повітряним зазором 4) магнітодієлектричний <i>Примітка.</i> Кількість штрихів не встановлюється	   
Реактор	
Трансформатор без магнітопровода 1) з постійним зв'язком, де d – діаметр 2) з змінним зв'язком	 або   або 
Трансформатор струму з одною вторинною обмоткою	 або 
Трансформатор вимірювальний напруги	 або 

Список літератури

- 1 Стандарти. Справочник по ЕСКД [Текст]. – Харків: Прапор, 1984. – 249 с.
- 2 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 480 с.
- 3 Будасов, Б.В. Строительное черчение [Текст] / Б.В. Будасов, В.П. Каминский. – М.: Стройиздат, 1990. – 464 с.
- 4 Михайленко, В.Е. Инженерная графика [Текст] / В.Е. Михайленко, А.М. Пономарев. – К.;Вища школа, 1990. – 303с.
- 5 Михайленко, В.Е. Інженерна графіка [Текст] / В.Е. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов. – К.; Каравела, 2004. – 288 с.
- 6 Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение [Текст] / В.С Левицкий. – М.: Высш. школа., 1988. – 351с.
- 7 Федоренко, В.А. Справочник по машиностроительному черчению. [Текст] / В.А. Федоренко, А.И. Шошин. – Л.: Машиностроение, 1972. – 304 с.
- 8 Семенова-Куліш, В.В. Методичні вказівки та збірник варіантів контрольної графічно-розрахункової роботи 1 з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» [Текст] / В.В.Семенова-Куліш, В.В.Шимко.-Харків:УкрДАЗТ, 2010. – 34 с.

