

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Харківська національна академія міського господарства**

**НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ,
ІНЖЕНЕРНА ТА МАШИННА ГРАФІКА**

**ЧАСТИНА 1
НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

*(для студентів заочної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня
бакалавр напрямку підготовки 6.060103 «Гідротехніка(водні ресурси)»)*

Харків
ХНАМГ
2012

Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка. Частина 1. Нарисна геометрія. Методичні вказівки і контрольні завдання (для студентів заочної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: М. В. Репетенко – Х.: ХНАМГ, 2012. – 66с.

Укладач: М. В. Репетенко

Рекомендовано кафедрою інженерної і комп'ютерної графіки,
протокол № 1 від 23.06.2010

З М І С Т

ВСТУП.....	4
Питання і задачі для самоперевірки.....	10
Самостійні графічні роботи з курсу "НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ".....	31
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТОК.....	61

ВСТУП

Цей посібник підготовлено відповідно до програми навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка» та діючими навчальними планами спеціальності 6.060103 –«Водовідведення». Призначений для самостійної роботи студентів заочної форми навчання. Він включає в себе самостійні графічні роботи, методику їх виконання, варіанти завдань і приклади виконаних робіт.

«Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка» відноситься до дисциплін, які складають основу інженерної освіти і вивчається студентами всіх інженерних спеціальностей. Це комплексна дисципліна, що складається з трьох частин: нарисної геометрії, інженерної і машинної графіки. Посібник охоплює першу частин, а саме - « Нарисну геометрію».

Студентам заочної форми навчання перед початком роботи над тим чи іншим розділом дисципліни необхідно уважно проробити рекомендовану навчальну літературу, ретельно продумати календарний план самостійної роботи і погодити його з планом самостійної роботи над іншими дисциплінами. У ньому необхідно передбачити час для вивчення теорії, вирішення типових задач і виконання самостійних графічних робіт.

Розгляд кожного питання варто починати з вивчення теоретичного матеріалу за підручником. При цьому часто у студентів, які мають досвід креслярських робіт або володіють більш-менш розвиненим просторовим уявленням, створюється враження, що все прочитане дуже просте і давно відоме. Але, як правило, це враження помилкове. Тому слід удатися до самооцінки своїх знань, для чого треба спробувати відповісти на запитання для самоперевірки, що знаходяться у підручниках і даному посібнику, або, що краще, сформулювати такі питання самостійно. До самооцінки знань варто підходити об'єктивно і самокритично, бо кінцеву оцінку на іспиті або заліку визначає вже не студент, а викладач. Якщо на запитання для самоперевірки вдається одержати задовільні відповіді, треба приступити до наступного етапу вивчення курсу. При вивченні курсу нарисної геометрії це вирішення типових задач, що знаходяться у відповідному розділі «Питання і задачі для самоперевірки» даного посібника. При цьому спочатку необхідно добре зрозуміти умову задачі: які геометричні образи задані, яке положення відносно один одного та площин проєкцій вони займають, що необхідно визначити, а потім усе це уявити собі в просторі. Після з'ясування цих питань треба скласти план вирішення задачі (які операції і в якій послідовності потрібно виконати для досягнення поставленої в умові мети) і приступити до його реалізації. Якщо при розумних витратах часу без особливих зусиль вдається вирішити задачу, то можна вважати, що дане питання курсу засвоєно. Після перевірки знань по всій темі доцільно виконати самостійні графічні роботи з цієї теми.

При вивченні курсу інженерної графіки треба спробувати без сторонньої допомоги відтворити основні положення розглянутого питання на кресленні. Якщо це вдається зробити без істотних помилок, то можна вважати, що дане

питання курсу засвоєно. Після перевірки знань по всій темі доцільно виконати самостійні графічні роботи з цієї теми.

Якщо на будь-якому із перерахованих етапів вивчення не вдасться домогтися позитивного результату, необхідно повернутися до повторного і більш глибокого вивчення матеріалу попереднього етапу.

Не слід приступати до вивчення наступного питання, якщо недостатньо засвоєно попереднє.

Всі завдання самостійних графічних робіт виконують за варіантами. Для студентів заочної форми навчання номер варіанта повинен відповідати порядковому номеру студента в журналі академічної групи, який студент отримує під час установчої сесії.

Студенти заочної форми навчання самостійні графічні роботи оформляють на форматі А3 рис. 1, у вигляді контрольних робіт. Для цього всі креслення згортають до формату А4, додають до них титульний аркуш, який виконують на форматі А4 ,зразок якого наведено на рис. 2, і поштою або особисто пред'являють на кафедру для перевірки в терміни, передбачені навчальним планом.

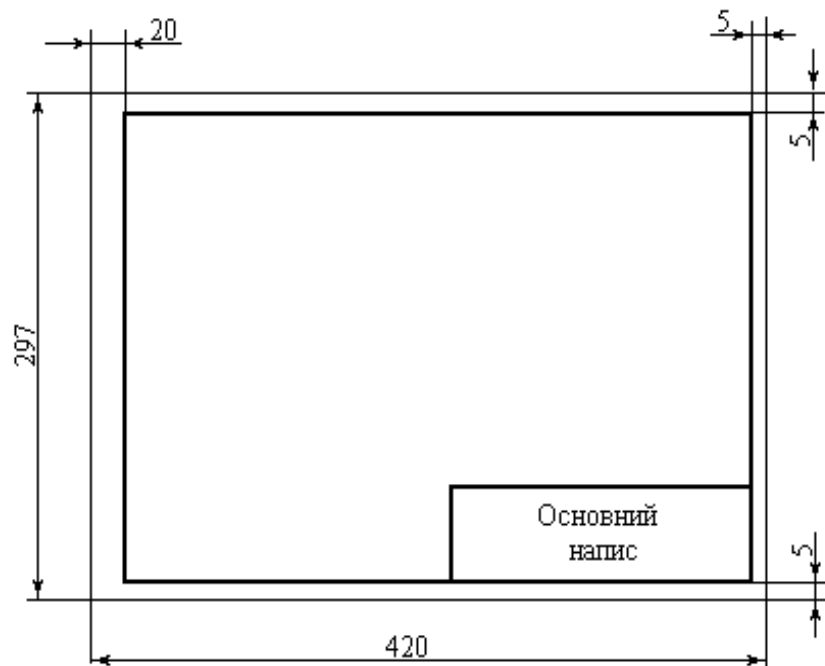


Рис.1. Формат А3.

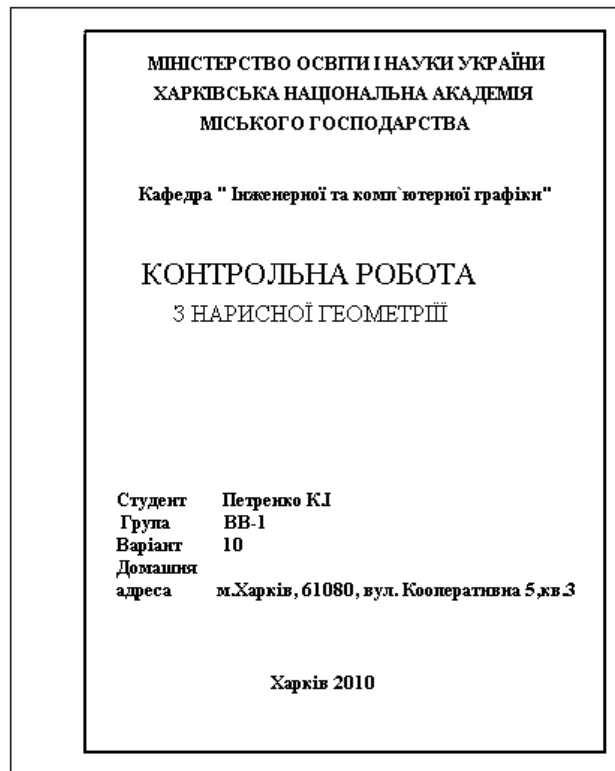


Рис. 2

Якщо в процесі виконання самостійних графічних робіт виникають питання, то за консультацією можна звертатись на кафедру персонально (у час передбачений учбовим графіком).

Креслення виконують олівцем на креслярському папері. На форматі наноситься рамка креслення і в правому нижньому кутку (для форматів А4 в нижній частині) відводиться місце під основний напис (рис. 3). Останній виконують відповідно до ГОСТ 2.104-68 (рис. 4). Товщину ліній рамки приймають 0.5 – 0.6 мм, ліній основного напису – 0.2 – 0.3 та 0.5 – 0.6 мм.

Всі креслення, що входять до складу самостійних графічних робіт, оформляють відповідно до діючих державних стандартів. При цьому в графі "Позначення документа" основного напису вписується вираз, який складається з літер і цифр і формується таким чином: частина виразу із літер позначає розділ дисципліни (нарисна геометрія – НГ), перша двозначна числова група - номер варіанта, друга - номер самостійної графічної роботи. Групи літер і чисел відділяють одна від одної крапкою. Наприклад, напис НГ.12.05 свідчить, що маємо справу з завданням 5 з курсу нарисної геометрії, виконаного за варіантом 12. У графу для назви підприємства, яке випускає документ, вписують скорочену назву вищого навчального закладу й шифр навчальної групи, наприклад, ХНАМГ , ВВ-1 .

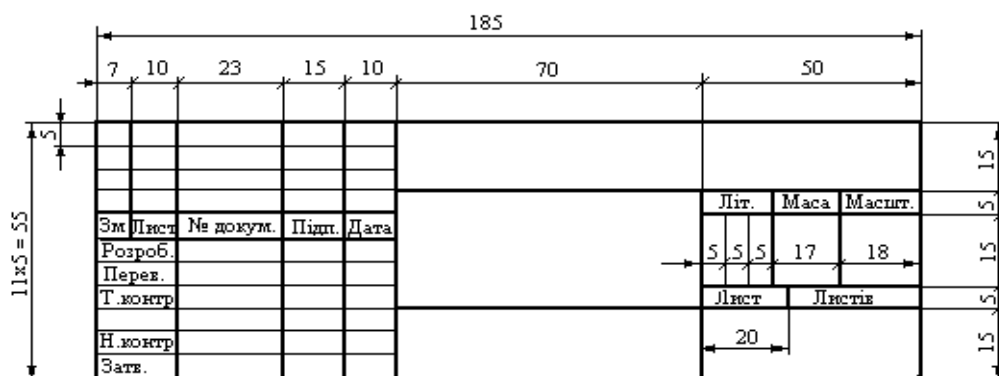


Рис.3

Для успішного оволодіння курсом «Нарисна геометрія», рекомендується додержуватися такого плану:

1. Проробити теоретичний матеріал за рекомендованим підручником чи посібником [1-4].
2. Дати відповіді й вирішити задачі, наведені в розділі «Питання і задачі для самоперевірки» [1-7].
3. Виконати за своїм варіантом роботи з розділу «Самостійні графічні роботи з курсу «Нарисна геометрія»». [1-7, 8].

У посібнику прийняті такі позначення :

Позначення	Зміст і приклад символічного запису
1	2
A, B, C, D, ... 1, 2, 3, 4, ...	Видимі точки
(A), (B), (C), ... (1), (2), (3), ...	Невидимі точки
A^1, A^2, A^3, \dots $1^1, 1^2, 1^3, \dots$	Послідовність (множина) точок
M, N, P	Відповідно горизонтальний, фронтальний і профільний сліди прямої
K, L	Точки перетину прямої з іншими геометричними образами
a, b, c, d, ...	Лінії
a^1, a^2, a^3, \dots	Послідовність (множина) ліній
i, j, k	відповідно горизонтально, фронтально та профільно проектуючи прямі
h, f, p	Відповідно лінії горизонтального, фронтального та профільного рівня (головні лінії площини)
d	Відстань між геометричними образами
(AB), [AB), [AB]	Відповідно пряма, задана точками A і B, промінь з початком в точці A, відрізок, обмежений точками A і B

A, B, Γ, \dots	Площини, поверхні
A^1, A^2, A^3, \dots	Послідовність (множина) площин, поверхонь
Γ, Φ, P	Відповідно площини горизонтального, фронтального й профільного рівня
Σ, T, Y	Відповідно горизонтально, фронтально й профільно проектуючі площини
$\angle ABC, \angle ACB, \dots$	Кути відповідно з вершинами в точках B, C
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$	Кути
$a \wedge b, a \wedge A, A \wedge B$	Кути відповідно між прямими, прямою і площиною, площинами
α, β, γ	Кути нахилу прямої (площини) відповідно до горизонтальної, фронтальної та профільної площин проекцій
$A_0B_0, d_0, A_0^\circ, \alpha_0$	Дійсна величина відрізка AB, відстані d, відсіка площини (поверхні) A, кута α
O	Початок просторової системи координат
Π_1, Π_2, Π_3	Відповідно горизонтальна, фронтальна та профільна площини проекцій
x, y, z	Відповідно вісь абсцис, ординат та аплікват просторової системи координат
Π_4, Π_5, \dots	Додаткові площини проекцій
$s_{1,4}, s_{2,4}, \dots$	Додаткові координатні осі
$\langle \rangle$	Система площин проекцій. Наприклад, $\langle \Pi_1; \Pi_2 \rangle$ - система із площин проекцій Π_1 і Π_2
\rightarrow	Перехід із однієї системи площин проекцій в іншу. Наприклад, $\langle \Pi_1; \Pi_2 \rangle \rightarrow \langle \Pi_1; \Pi_4 \rangle$ - перехід із системи площин проекцій Π_1 і Π_2 в систему площин проекцій Π_1 і Π_4
A_1, A_2, A_3 l_1, l_2, l_3 a_1, a_2, a_3 A_1, A_2, A_3 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ O' П'	Відповідно горизонтальна, фронтальна та профільна проекція: точки A точки l лінії a площини (поверхні) A кута α Початок аксонометричної системи координат Площина аксонометричних проекцій
x', y', z'	Осі аксонометричної системи координат
k_x, k_y, k_z	Коефіцієнти спотворення уздовж аксонометричних координатних осей
A', l', a', A', α'	Аксонометричні проекції відповідно точки, лінії, площини (поверхні), кута
\sphericalangle	Кут
Δ	Трикутник

$=$	Рівність, результат дії
\equiv	Збіг, тотожність
\cong	Конгруентність
\sim	Подібність
\parallel	Паралельність
\perp	Перпендикулярність
$/$	Заперечення. Наприклад, $t \neq k + l - t$ не дорівнює сумі k і l
$\{ [()] \}$	Межі та послідовність операцій
\in	Належність. Наприклад, $A \in a$ - точка A належить прямій a або пряма a проходить через точку A
\supset	Включення (містить в собі). Наприклад, $\Theta \supset t$ - лінія t належить площині (поверхні) Θ або площина (поверхня) Θ проходить через лінію t
\cup	Об'єднання множин. Наприклад, $C=A \cup B$ - множина C включає в себе елементи, що належать і множині A і множині B
\cap	Перетин множин. Наприклад, $C=A \cap B$ - множина C включає в себе тільки спільні для обох множин елементи
\wedge	Кон'юнкція пропозиції (відповідає сполучнику "і")
\vee	Диз'юнкція пропозиції (відповідає сполучникам "або", "чи", "чи то")
\Rightarrow	Імплікація (логічний висновок). Наприклад, $A \Rightarrow B$ - "якщо є A , то є і B " або "із A випливає B "
\cdot	Мимобіжні прямі

Питання і задачі для самоперевірки

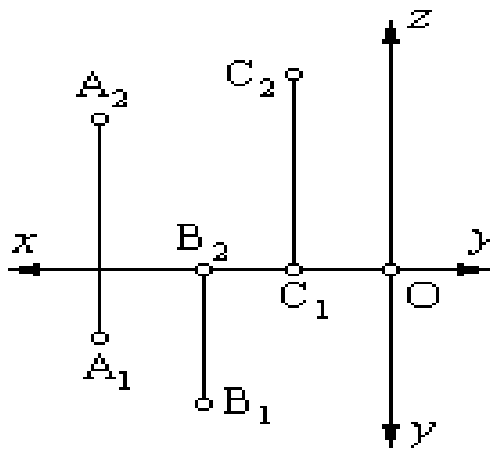
Точка

Запитання для самоперевірки.

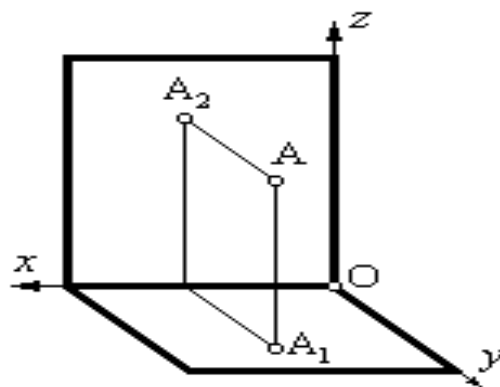
1. Що слід розуміти під координатами точки? 2. Яку лінію називають лінією зв'язку? 3. Як побудувати третю проекцію точки за двома даними? 4. Сформулюйте порядок перетворення комплексного креслення із однієї системи площин проекцій в іншу. 5. Які точки називають конкуруючими? 6. Як визначається видимість точок на комплексному кресленні?

Задачі

1. За двома заданими проекціями точок А, В, побудувати їх треті проекції і наочне зображення.



2. Побудувати проекції і наочне зображення точки В, симетричної точці А відносно горизонтальної площини проекцій, точки С – відносно фронтальної площини проекцій, точки D – відносно осі x .



3. Побудувати двокартинне комплексне креслення точок і визначити в яких чвертях чи площинах вони розташовані

A	(45 ; 15 ; 20)	C	(30 ; -20 ; 80)
B	(20 ; 30 ; 50)	DD	(-30 ; 0 ; 10)
Q	(40 ; 30, 0)	KK	(60 ; 20; 45)
F	(50; 0; -15)	MM	(-50;40 ;15)
L	(80 ; 40 ; -30)	NN	(100; 50; 20)
O	(-40; 0; 20)	TP	(-50; 45 ; 20)
		SS	(0 ; 20 ;0)



Пряма

Запитання для самоперевірки.

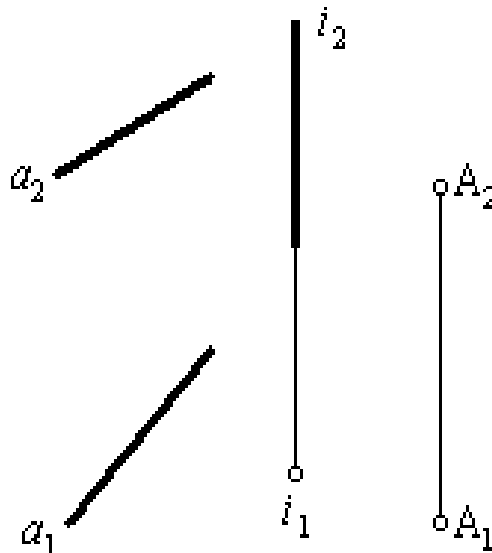
1. Яке положення по відношенню до площин проєкцій може займати пряма? 2. Якими особливостями володіють комплексні креслення проєктуючих прямих та прямих рівня? 3. Що називають слідом прямої? 4. Сформулюйте порядок визначення слідів прямої. 5. Сформулюйте порядок визначення дійсної величини відрізка та кутів його нахилу до площин проєкцій. 6. Сформулюйте порядок перетворення комплексного креслення прямої загального положення в комплексне креслення проєктуючої прямої. 7. Сформулюйте умови належності точки прямій. 8. За якими ознаками на комплексному кресленні можна визначити, що задані прямі перетинаються, паралельні або мимобіжні? 9. Сформулюйте теорему про проєктування прямого кута. 10. Сформулюйте порядок визначення відстані від точки до прямої, між паралельними й мимобіжними прямими.

Задачі

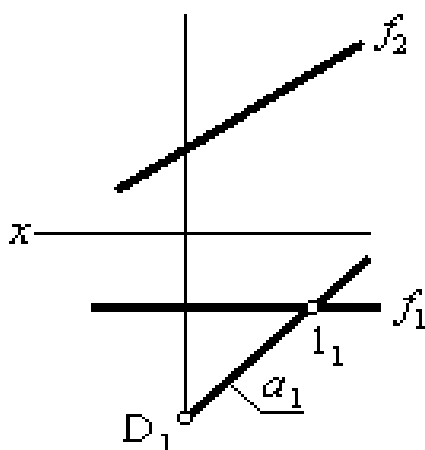
1. Побудувати двокартинне комплексне креслення прямої a , якщо $[A(55;5;15); B(15;20;25)]$, визначити її положення в просторі.

2. Побудувати двокартинне комплексне креслення відрізка АВ, якщо $[A(20;35;30); B(20;10;10)]$, визначити його дійсну величину та кути нахилу до горизонтальної і фронтальної площин проєкцій.

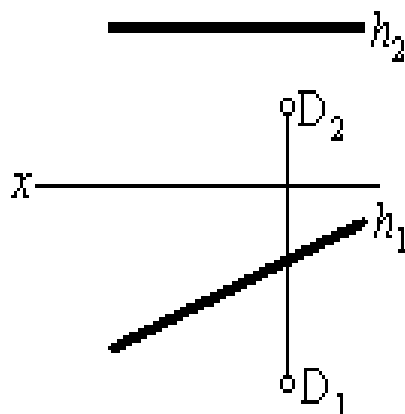
3. Через точку A провести пряму b , яка перетинає мимобіжні прямі a та i .



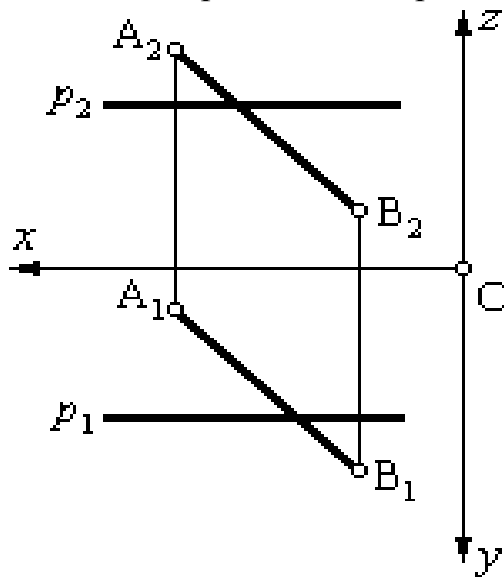
4. Побудувати фронтальну проекцію D_2 точки D , якщо відомо, що вона належить прямій a , яка перпендикулярна до прямої f і перетинається з нею в точці 1 .



5. Визначити відстань від точки D до прямої h .



6. Визначити відстань d між відрізком AB і прямою p .



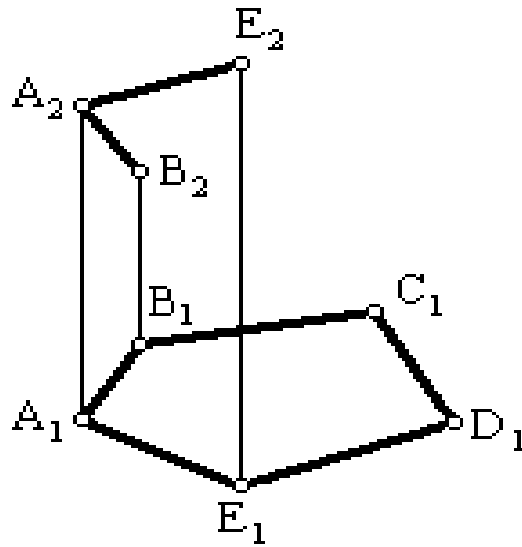
Площина

Запитання для самоперевірки.

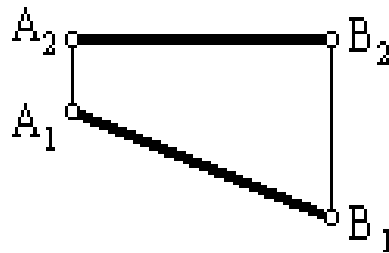
1. Якими геометричними елементами можна задати площину?
2. Сформулюйте порядок побудови прямої, належної площині.
3. Що називають слідом площини і як його побудувати?
4. Які лінії називають головними лініями площини і який порядок їх побудови?
5. Які лінії площини називають лініями найбільшого схилу, який порядок їх побудови?
6. Як визначити кут нахилу площини до площини проєкцій?
7. Які характерні особливості мають комплексні креслення площин рівня і проєктуючих площин?
8. Сформулюйте порядок перетворення комплексного креслення площини загального положення в комплексне креслення площини рівня.
9. Сформулюйте порядок побудови точки зустрічі прямої з площиною.
10. Як визначається видимість ділянок прямої, що перетинається з площиною?
11. Як побудувати перпендикуляр до площини?
12. Як визначити кут між прямою і площиною?
13. Як побудувати пряму, паралельну площині?
14. Як побудувати точку, належну площині?
15. Як визначити відстань від точки до площини?
16. Як побудувати площину, паралельну заданій?
17. Як визначити відстань між паралельними площинами?
18. Як побудувати лінію перетину двох площин?
19. Як визначити кут між площинами, що перетинаються?
20. Як побудувати площину, паралельну даній?

Задачі

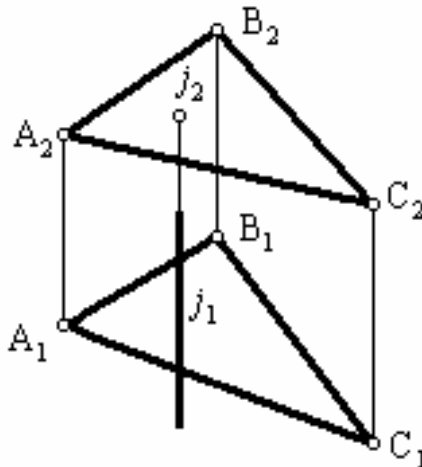
1. Добудувати фронтальну проекцію плоского п'ятикутника .



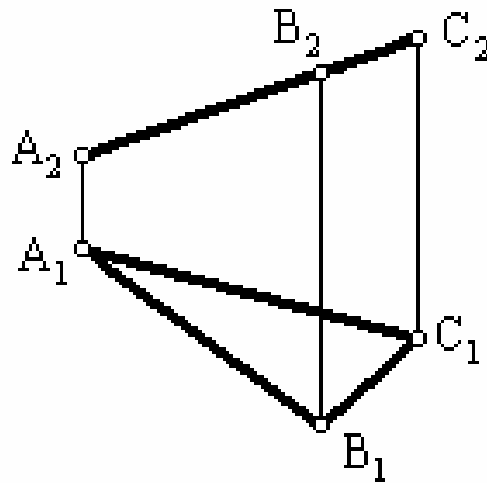
2. Добудувати проєкції трикутника ABC, якщо відомо, що його висота є горизонтально проєктуючою прямою, дорівнює основі AB і поділяє її у відношенні 2:3 в напрямі від точки A до точки B .



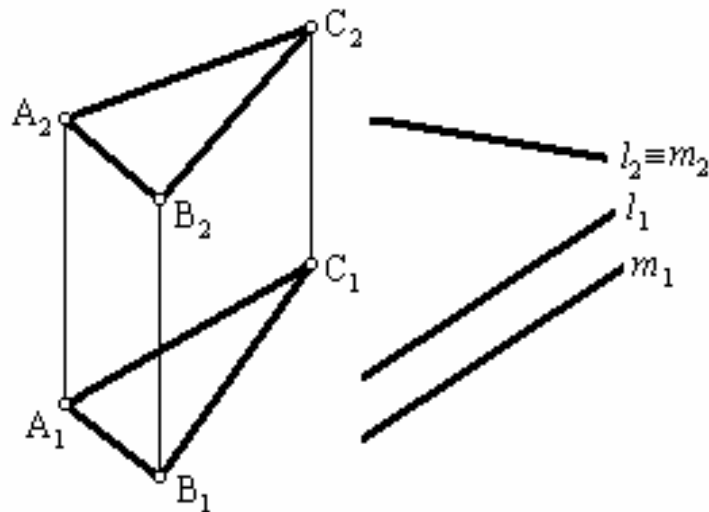
3. Визначити точку зустрічі K прямої j з площиною $\Theta(\triangle ABC)$ і вказати видимість ділянок прямої .



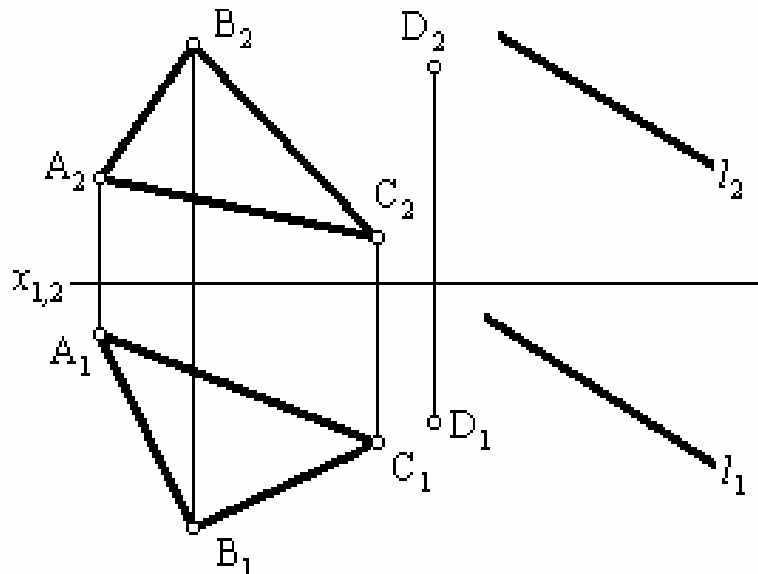
4. Через точку В площини Θ провести горизонталь, а через точку С - фронталь цієї площини .



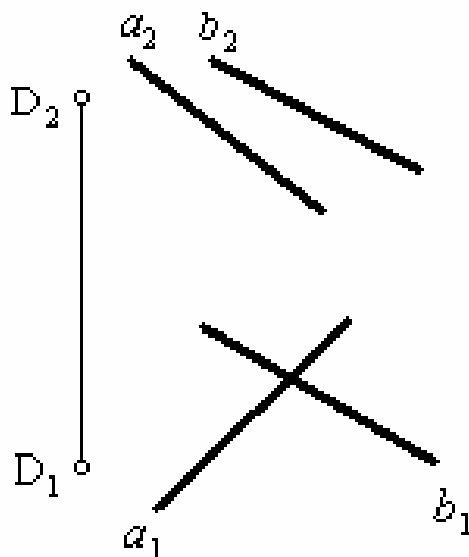
5. Побудувати лінію перетину площин $\Theta(\Delta ABC)$ і $\Omega(l \parallel m)$.



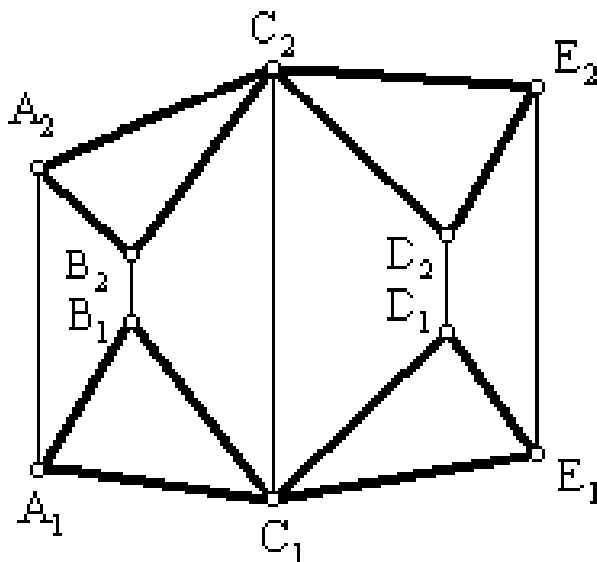
6. Через точку D провести площину Ω , перпендикулярну площині $\Theta(\Delta ABC)$ і паралельну прямій l .



7. Через точку D провести пряму, що перетинає прямі a і b .



8. Побудувати лінію перетину площин $\Theta(\triangle ABC)$ і $\Omega(\triangle CDE)$.



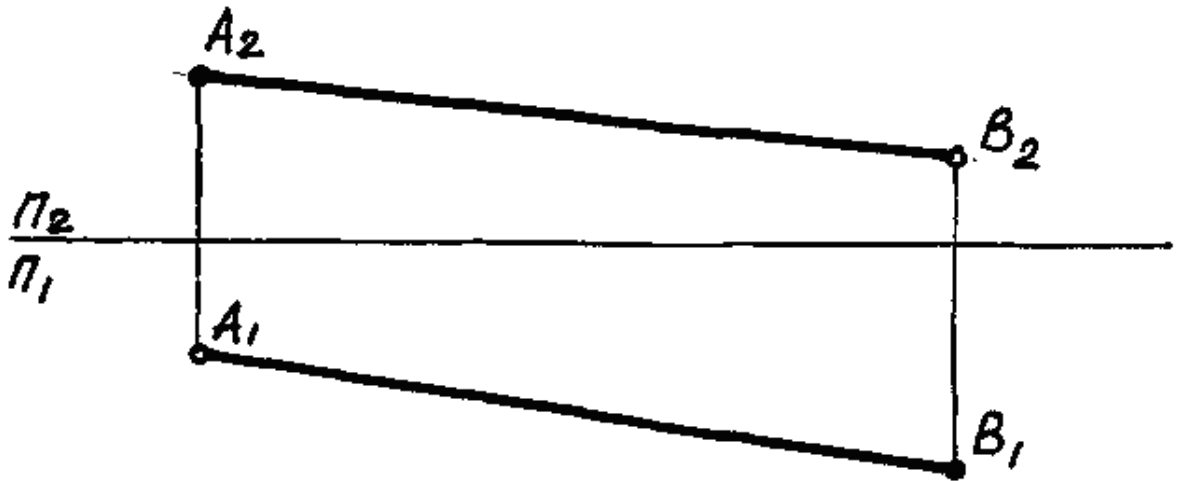
Способи перетворення креслення

Запитання для самоперевірки

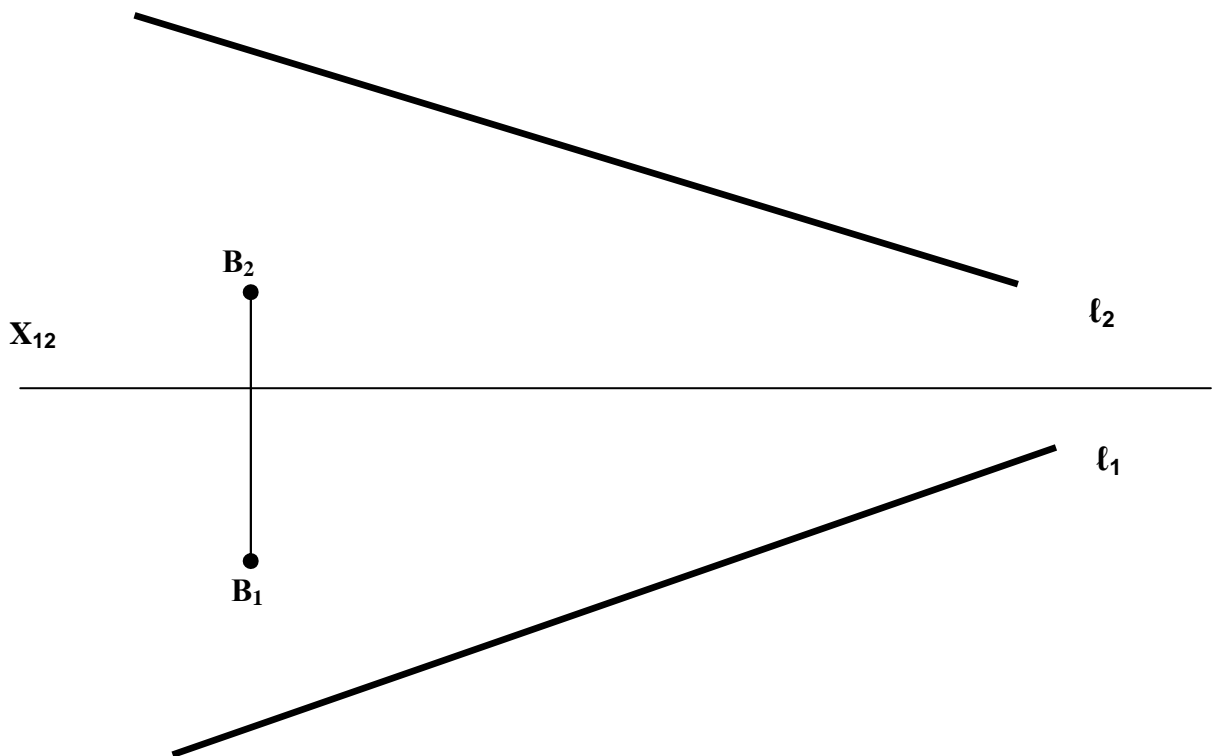
1. В чому полягає метод заміни площин проєкцій?
2. Скільки разів треба послідовно застосувати спосіб заміни площин проєкцій, або спосіб плоскопаралельного переміщення, чи спосіб обертання, щоб пряма загального положення стала проєктуючою і її проєкція стала точкою?
3. Які існують окремі випадки методу обертання?
4. Скільки разів треба застосувати спосіб заміни площин проєкцій, спосіб плоскопаралельного переміщення, або спосіб обертання, щоб площина загального положення стала проєктуючою і її проєкція стала прямою лінією?

Задачі

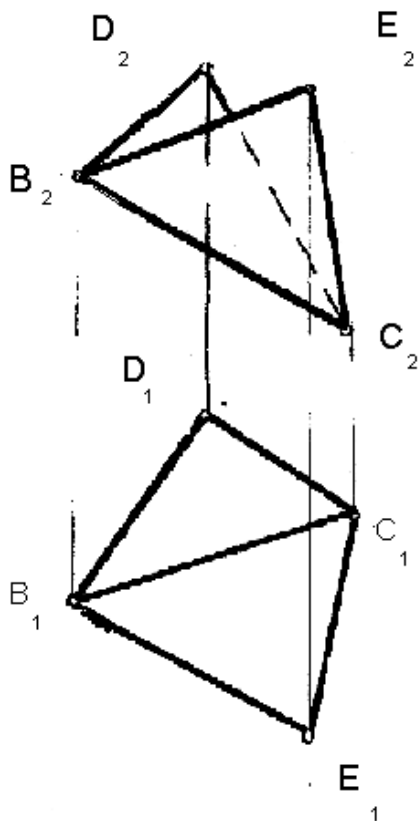
1. Визначити натуральну величину відрізка АВ методом заміни площин проєкцій.



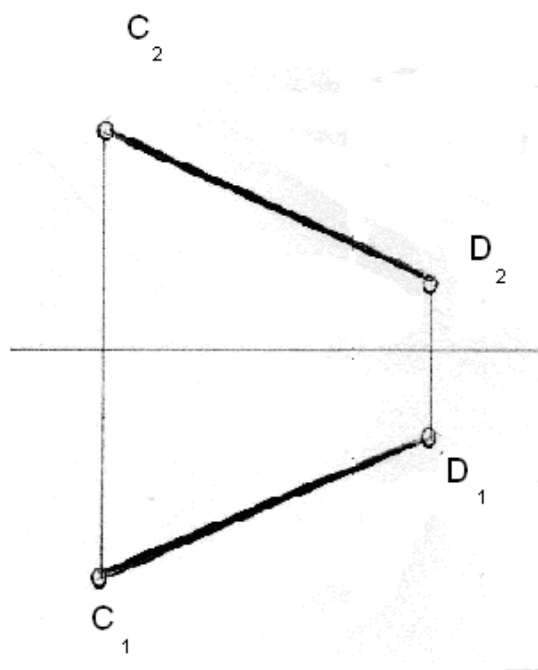
2. Визначити відстань від точки В до прямої ℓ .



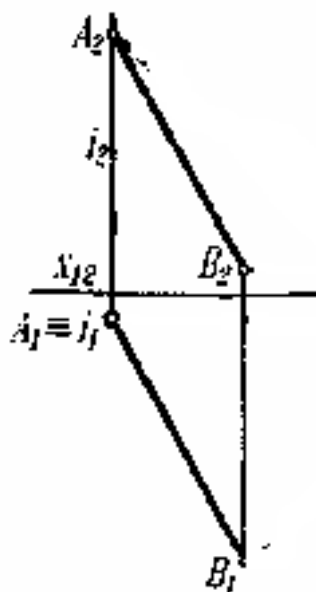
3. Визначити величину двогранного кута при ребрі BC



4. Спроекувати : а) методом плоскопаралельного переміщення;
б) методом заміни площин проєкцій відрізок CD у точку



5. Спроектувати (методом обертання) відрізок АВ у точку.



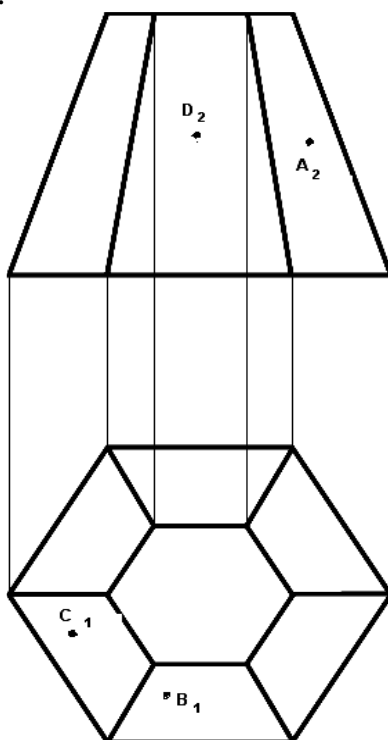
Точка і лінія на поверхні

Запитання для самоперевірки

1. Що прийнято розуміти під поверхнею? 2. Як на кресленні визначити належність точки (прямої) до площини, або поверхні? 3. Як визначається видимість лінії на поверхні обертання?

Задачі

1. Добудувати профільну проекцію піраміди й проекції точок А, В, С, і D, які належать граням піраміди.



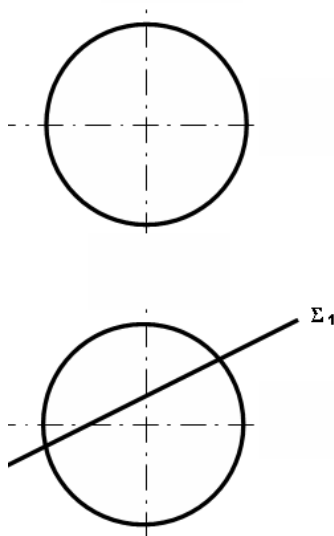
Поверхні, розгортки, перетин поверхні площиною, перетин поверхонь

Запитання для самоперевірки

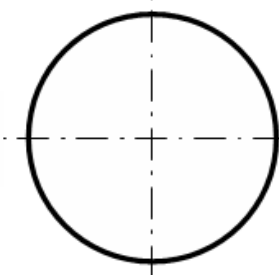
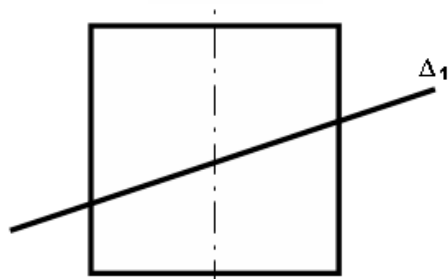
1. Які точки слід відносити до опорних? 2. Сформулюйте загальну схему побудови лінії перетину поверхні площиною. 3. Що розуміють під перерізом поверхні? 4. Сформулюйте загальний порядок побудови перерізу поверхні. 5. Перерахуйте типові перерізи сфери, циліндра і конуса обертання, тора. 6. Сформулюйте загальну схему побудови переріза комбінованих поверхонь. 7. Сформулюйте загальний порядок визначення точок перетину поверхні прямою. 8. Сформулюйте порядок визначення точок перетину циліндричної та конічної поверхонь прямою з допомогою площини загального полонення. 9. Сформулюйте загальний порядок побудови точок перетину поверхні кривою. 10. Що розуміють під дотичною до поверхні в заданій точці? 11. Яку площину називають дотичною до поверхні в заданій точці? 12. Сформулюйте порядок побудови площини, дотичної до поверхні. 13. Що треба розуміти під лінією перетину поверхонь? 14. Сформулюйте загальний порядок побудови лінії перетину поверхонь. 15. В яких випадках доцільно застосовувати спосіб проектуючих площин-посередників? 16. Сформулюйте порядок побудови лінії перетину поверхонь способом проектуючих площин-посередників. 17. На чому базується спосіб сфер? 18. При виконанні яких умов можливе застосування способу концентричних сфер? 19. Як визначити мінімальний і максимальний радіус січних концентричних сфер? 20. Який випадок перетину поверхонь регламентується теоремою Можна? 21. В чому суть способу ексцентричних сфер? 22. Що розуміють під стиканням поверхонь? 23. Що називають розгорткою поверхні? 24. у чому суть способу триангуляції? 25. Коли застосовують спосіб нормального перетину, в чому його суть?

Задачі

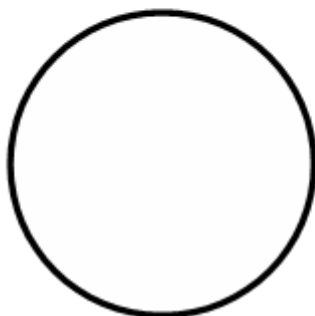
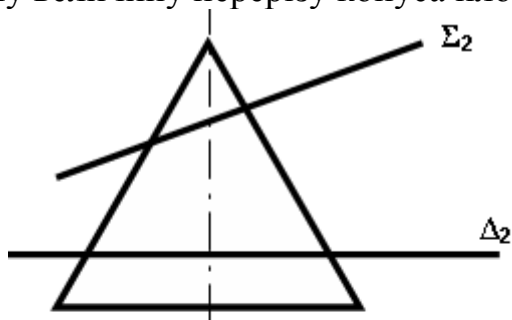
1. Побудувати проекцію перерізу поверхні сфери площиною



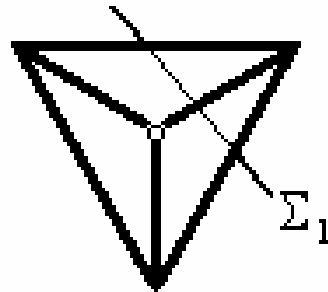
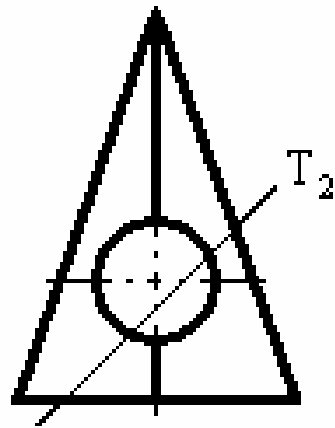
2. Побудувати дійсну величину перерізу циліндра площиною



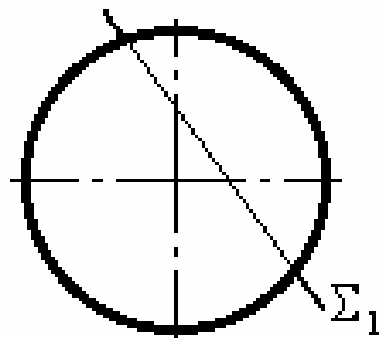
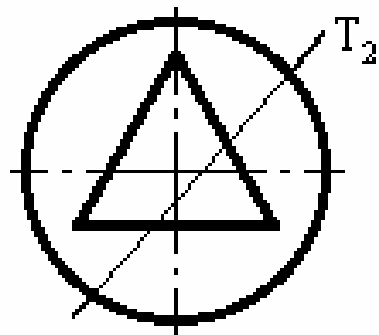
3. Побудувати дійсну величину перерізу конуса площинами Σ і Δ .



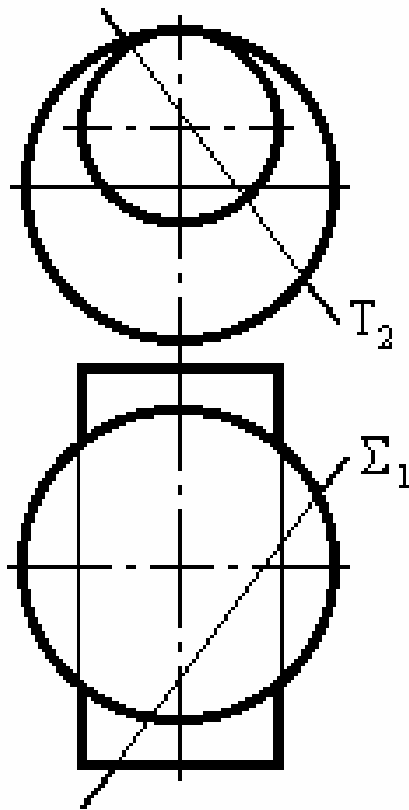
4. Побудувати три проекції двох поверхонь, що перетинаються та дійсну величину перерізу.



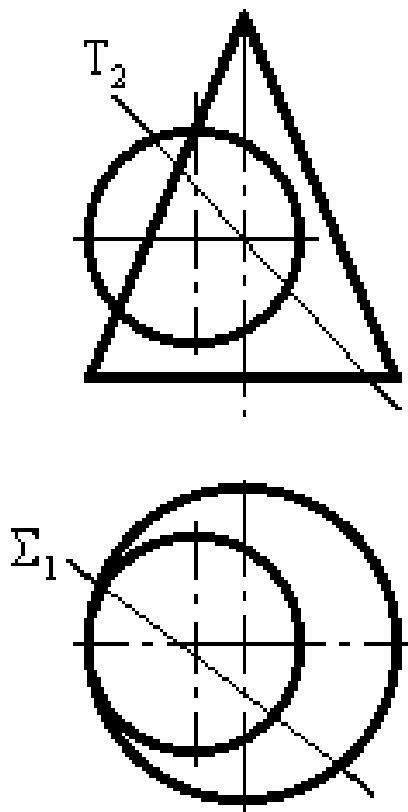
5. Побудувати три проекції двох поверхонь, що перетинаються та дійсну величину перерізу.



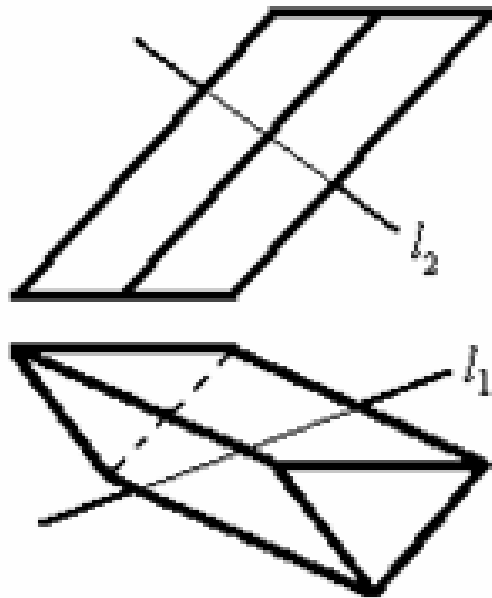
6. Побудувати три проекції двох поверхонь, що перетинаються, і дійсну величину перерізу..



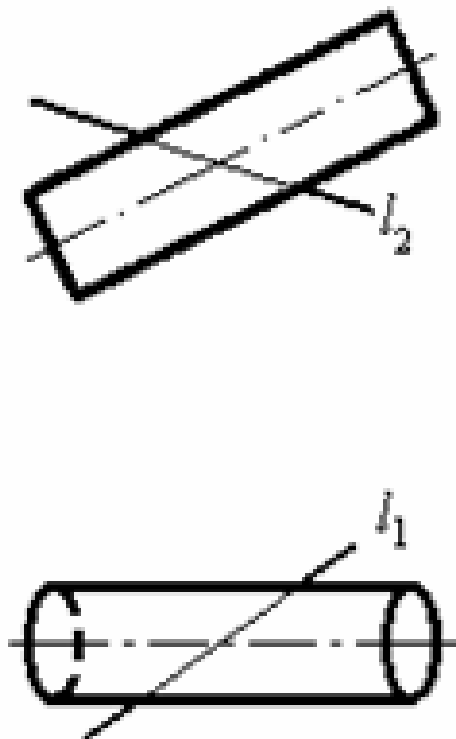
7. Побудувати три проекції двох поверхонь, що перетинаються, і дійсну величину перерізу..



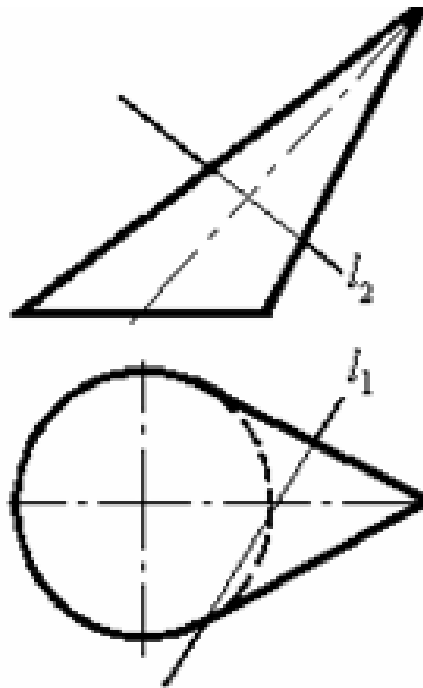
8. Побудувати повну розгортку призми, а також визначити точки перетину заданих поверхонь прямою l .



9. Побудувати повну розгортку циліндра, а також визначити точки перетину заданих поверхонь прямою l .



10. Побудувати повну розгортку конуса, а також визначити точки перетину заданих поверхонь прямою l .



Аксонетрія

Затитання для самоперевірки

1. В чому полягає аксонетричний спосіб побудови зображення?
2. Що таке «показники спотворення»?
3. Коли аксонетрія називається прямокутною?
4. Який розмір кутів поміж осями: а) в прямокутній ізометрії? б) в прямокутній диметрії?
5. Який розмір у приведених показників спотворення в прямокутних ізометрії і диметрії ?
6. Які проєкції називають вторинними?
7. Як розташовуються велика і мала осі еліпсів у прямокутній аксонетрії? Які їх величини в ізометрії і диметрії?

Задачі

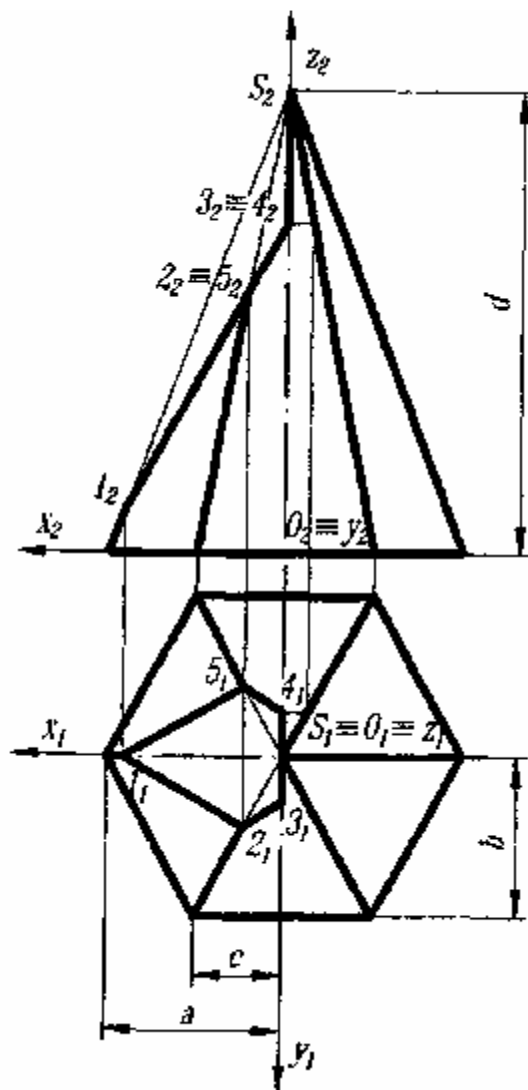
1. Побудувати точку А (80; 60; 40) у прямокутній ізометрії.

2 Побудувати відрізок KL у прямокутній ізометрії:
S (35; 70; 50); M (60; 20; 80).

3. Побудувати ΔKLM у прямокутній ізометрії:
K (40; 10; 80); L (10; 25; 100); M (20; 60; 90).

4. у стандартній прямокутній ізометрії побудувати проєкції кіл ($R = 60$ мм), які належать площинам проєкцій Π_1 , Π_2 і Π_3 .

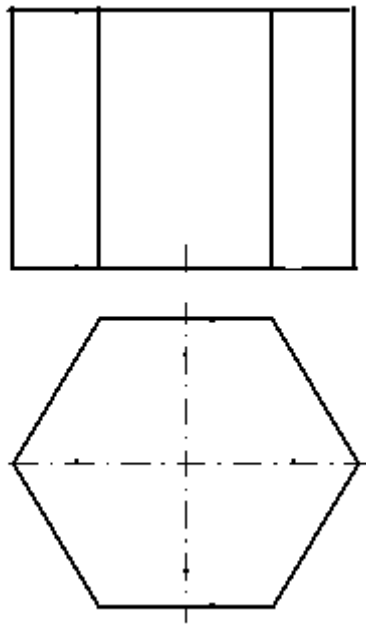
5. Побудувати зображення геометричної фігури у прямокутній ізометрії.



6. Побудувати точку В (70; 50; 90) у прямокутній диметрії.

7. У стандартній прямокутній диметрії побудувати відрізок DL :
D (30; 40; 20); L (60; 20; 50).

8. Побудувати зображення геометричної фігури у прямокутній диметрії.



Самостійні графічні роботи з курсу "НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ"

Самостійні графічні роботи з курсу нарисної геометрії являють собою ряд комплексних завдань, які виконують на окремих кресленнях. Кожну самостійна графічна робота виконують на одній із сторін окремого аркуша креслярського паперу формату А3 або А4. Завдання рекомендується виконувати наступним чином: твердим олівцем чорного кольору тонкими лініями виконати необхідні побудови, перевірити їх правильність, м'яким олівцем чорного кольору навести контурні лінії, нанести необхідні позначення та написи. Товщину ліній побудови прийняти 0.2 – 0.3 мм, товщину контурних ліній - 0.6 – 0.9 мм, розмір шрифту для позначень та написів – 5 мм. Точки, які потрібно виділити на кресленні, зображуються колом діаметром приблизно 2 мм, при цьому коло не повинно перетинатись ланцями. Якщо точка невидима, її позначення беруть в дужки. Всі позначення та написи повинні бути виконані шрифтом одного розміру і не перетинатись лініями.

Вихідними даними для завдань 1, 2, 3 є координати точок, а для подальших - спрощені креслення геометричних тіл та поверхонь висотою 100 мм. Всі необхідні для побудови зображень розміри визначають пропорційно висоті.

Завдання рекомендується виконувати у наведеній в посібнику послідовності. Перед виконанням кожного із завдань необхідно вивчити відповідний теоретичний матеріал.

Завдання 1. Взаємне положення прямих.

Д а н о: Пряма $a(A; B)$ та точка C .

В и з н а ч и т и: 1. Довжину відрізка AB прямої a . 2. Величини кутів α та β нахилу прямої a до площин проєкцій Π_1 та Π_2 . 3. Горизонтальний M та фронтальний N сліди прямої a та її положення у чвертях простору. 4. Пряму l , яка проходить через точку C паралельно прямій a . 5. Пряму горизонтального рівня h , яка проходить через точку C і перетинає задану пряму a . (Приклад завдання наведено на рис. 4).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Проекції відрізка прямої a , заданої точками A і B , і точки C визначають за їх координатами, наведеними в табл. 1. Координатну вісь, початок координат та масштаб вибирають так, щоб зображення займало більшу частину поля креслення. 2. Довжину відрізка AB , та кути нахилу прямої до площин проєкцій визначають способом трикутника. 4. Горизонтальний M і фронтальний N сліди прямої a будують, виходячи з умови їх належності заданій прямій і відповідній площині проєкцій Π_1 або Π_2 . 5. Пряму l будують, використовуючи умову паралельності прямих. 6. Пряму рівня h будують, використовуючи умову її паралельності площині проєкцій Π_1 й умову перетину її із заданою прямою.

Завдання 2. Відстань від точки до площини.

Д а н о: Площина Θ і точка D .

В и з н а ч и т и: 1. Відстань d від точки D до площини Θ . 2. Площину Ω , яка паралельна площині $\Theta(\Delta ABC)$ і знаходиться на відстані $d/2$ від неї. 3. Видимість частин перпендикуляра l і площини Ω відносно відсіку площини Θ , обмеженого трикутником ABC . (Приклад завдання наведено на рис. 5).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Комплексне креслення площини $\Theta(\Delta ABC)$ та точки D будують за координатами, наведеними в табл. 1. 2. Для визначення відстані від точки до площини з точки D опускають перпендикуляр l до площини $\Theta(ABC)$, для чого використовують умову їх взаємної перпендикулярності. За допомогою допоміжної січної площини (в прикладі це горизонтально проєктуюча площина Σ), знаходять точку їх зустрічі K . Відстань від точки K до площини визначають способом прямокутного трикутника. 3. Площину Ω задають двома прямими a і b , що перетинаються в точці L , яка знаходиться посередині відрізка DK . При цьому використовують умову паралельності двох площин. 4. Взаємну видимість геометричних образів на комплексному кресленні визначають способом конкуруючих точок (у прикладі це точки N і 3). При оформленні комплексного креслення вважають, що площина Θ обмежена трикутником ABC , площина Ω прямими a і b .

Завдання 3. Перпендикулярність площин.

Д а н о: Площина $\Theta(ABC)$.

В и з н а ч и т и: 1. Площину Ω , що проходить через точку В перпендикулярно до сторони АС площини $\Theta(ABC)$. 2. Лінію перетину площин Θ і Ω . 3. Взаємну видимість частин площин Θ і Ω . (Приклад завдання наведено на рис. 6).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Площину Θ , обмежену трикутником АВС, будують за координатами, наведеними в табл. 1. 2. Площину Ω задають її головними лініями h і f , що перетинаються в точці В. Положення цих прямих вибирають таким, щоб виконувалась умова перпендикулярності відрізка АС і площини $\Omega(h \cap f)$. Площину Ω обмежують трикутником ВЕФ, для чого на її головних лініях вибирають точки F і E. 3. При побудові лінії перетину площин $\Theta(ABC)$ і $\Omega(VEF)$ треба враховувати, що вони вже мають одну спільну точку В. Друга спільна точка визначається як точка зустрічі прямої однієї із площин з другою площиною. У прикладі це точка зустрічі К сторони EF трикутника ВЕФ з площиною Θ . Взаємну видимість площин визначають способом конкуруючих точок (у прикладі це фронтально конкуруючі точки N і L).

Завдання 4. Перетин поверхні площиною

Д а н о: Гранну поверхню Θ і площину $\Psi(ABC)$.

В и з н а ч и т и: 1. Горизонтальну та фронтальну проекції лінії перетину поверхні Θ площиною Ψ . 2. Взаємну видимість частин поверхні Θ та відсіку площини Ψ , заданого трикутником АВС. 3. Дійсну величину плоскої фігури, обмеженої трикутником АВС та лінією перетину поверхні площиною. (Приклад завдання наведено на рис. 7).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Горизонтальну й фронтальну проекції заданої поверхні Θ і площини Ψ будують відповідно до табл. 2. Вершини гранної поверхні та відсіку площини позначають точками. 2. Способом заміни площин проекцій перетворюють комплексне креслення таким чином, щоб в новій системі площин проекцій задана площина займала проектуюче положення. Позначають проекції точок перетину бокових ребер і ребер основи поверхні площиною. У прикладі це проекції $K^1_4, K^2_4, K^3_4, K^4_4, L^1_4, L^2_4$ точок $K^1, K^2, K^3, K^4, L^1, L^2$. Скориставшись властивістю належності, визначають горизонтальні, а потім фронтальні проекції цих точок. Коли ребро в системі площин проекцій $\Pi_1; \Pi_4$ займає особливе положення або близьке до нього, то краще скористатись способом заміни площин проекцій. Так, в прикладі спочатку були визначені проекції K^1_2 і K^3_2 , а потім проекції K^1_1, K^3_1 цих точок. 3. Видимість ділянок поверхні й відсіку площини визначають за допомогою конкуруючих точок. 4. Дійсну величину плоскої геометричної фігури, обмеженої трикутником АВС і лінією перетину l , визначають шляхом перетворення комплексного креслення. Для цього переходять в таку систему площин проекцій, в якій відсік АВС площини Ψ буде займати положення площини рівня.

Завдання 5. Взаємний перетин поверхонь

Д а н о: Поверхня Θ з наскрізним отвором Ω та пряма l .

В и з н а ч и т и: 1. Три проекції заданих поверхонь. Лінію перетину побудувати способом січних площин - посередників. 2. Точки перетину прямої l із заданими поверхнями. 3. Видимість ділянок прямої та заданих поверхонь. (Приклад завдання наведено на рис. 8).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Горизонтальну й фронтальну проекції заданої поверхні і прямої будують відповідно до табл. 3, профільну - на основі проекційного зв'язку. 2. Лінію перетину наскрізного отвору з поверхнею будують за окремими точками. Належні лінії перетину точки визначають за допомогою січних площин – посередників рівня. При цьому враховують, що лінія перетину гранної і криволінійної поверхонь - ламана лінія, яка складається із відрізків плавних кривих. Її вершинами є точки перетину ребер гранної поверхні з криволінійною поверхнею. 3. Побудову лінії перетину починають з визначення опорних точок. Їх вибирають на тій площині проекцій, відповідно до якої отвір або сама поверхня займають проектуюче положення. Якщо опорна точка належить ребру гранної поверхні, то її проекції визначають відповідної до властивості належності, якщо ні – за допомогою січних площин – посередників. 4. Для побудови точок перетину прямої l із заданими поверхнями використовують проектуючу площину, яку проводять через задану пряму. На прикладі це фронтально проектуюча площина T . Профільну проекцію цих точок визначають на основі проекційного зв'язку. 5. Видимість ділянок прямої і поверхонь визначають методом конкуруючих точок.

Завдання 6. Взаємний перетин поверхонь.

Д а н о: Поверхні Θ і Ω і січна площина T .

В и з н а ч и т и: 1. Три проекції заданих поверхонь. Лінію перетину побудувати способом січних площин - посередників. 2. Взаємну видимість ділянок заданих поверхонь. 3. Дійсну величину перерізу заданих поверхонь площиною T . (Приклад завдання наведено на рис. 9).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Горизонтальну й фронтальну проекції заданих поверхонь і січної площини будують у відповідності з табл. 4, профільну - на основі проекційного зв'язку. 2. Лінію перетину заданих поверхонь будують за окремими точками. Належні лінії перетину точки визначають за допомогою січних площин – посередників рівня. На прикладі це площини фронтального рівня Φ^I . При цьому враховують, що лінія перетину двох криволінійних поверхонь є пивною кривою, яка може складатись із декількох замкнених ділянок. 3. Взаємну видимість ділянок поверхонь визначають методом конкуруючих точок. 4. Дійсну величину перерізу площиною T доцільно визначати способом заміни площин проекцій. Для цього перетворюють комплексне креслення таким чином, щоб в новій системі площин проекцій січна площина займала положення площини рівня.

Завдання 7. Взаємний перетин поверхонь.

Д а н о: Поверхні обертання Θ та Ω . Осі поверхонь паралельна фронтальній площині проєкцій і перетинаються.

В и з н а ч и т и: 1. Дві проєкції заданих поверхонь. Для побудови лінії перетину використати спосіб січних концентричних сфер. 2. Взаємну видимість ділянок заданих поверхонь. (Приклад завдання наведено на рис. 10).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Горизонтальну й фронтальну проєкції заданих поверхонь будують відповідно до табл. 5. 2. Вибирають опорні точки і визначають їх проєкції. 3. Визначають граничні величини радіусів січних сфер. 4. Способом січних сфер визначають фронтальні проєкції точок, належних лінії перетину заданих поверхонь. 5. Горизонтальну проєкцію лінії перетину будують відповідно до умовою її належності одній із поверхонь, на прикладі - за умовою її належності конічній поверхні. 6. Взаємну видимість ділянок поверхонь визначають способом конкуруючих точок.

Завдання 8. Взаємний перетин поверхонь.

Д а н о: Тор Θ та деяку іншу поверхню обертання Ω . Поверхні мають спільну площину симетрії, паралельну фронтальній площині проєкцій, осі поверхонь – мимобіжні прямі.

В и з н а ч и т и: 1. Три проєкції заданих поверхонь. Лінію перетину побудувати способом січних ексцентричних сфер. 2. Взаємну видимість ділянок заданих поверхонь. (Приклад завдання наведено на рис. 11).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Горизонтальну й фронтальну проєкції заданих поверхонь будують відповідно до табл. 6, профільну - на основі проєкційного зв'язку. 2. Вибирають опорні точки. 3. Способом ексцентричних сфер визначають фронтальні проєкції точок, належних лінії перетину заданих поверхонь. 4. Горизонтальну проєкцію лінії перетину будують відповідно до умови її належності одній із заданих поверхонь. На прикладі - це поверхня Ω . 5. Профільну проєкцію лінії перетину будують на основі проєкційного зв'язку. 6. Взаємну видимість ділянок поверхонь визначають методом конкуруючих точок. Для цього заздалегідь визначають належні лінії точки, що знаходяться на межах видимості. У прикладі це точки L^i .

Завдання 9. Розгортка поверхні.

Д а н о: Комбінована поверхня.

В и з н а ч и т и: Розгортку заданої поверхні. Розгортку побудувати способом триангуляції (трикутників). Залежно від наявності площин симетрії дозволяється обмежитись розгорткою чверті або половини заданої поверхні. (Приклад завдання наведено на рис. 12).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1. Горизонтальну та фронтальну проєкції заданої поверхні будують у відповідності з табл. 7, профільну - на основі проєкційного зв'язку. При цьому враховують, що при побудові горизонтальної проєкції на деяких поверхнях через верхній отвір можуть бути видимі лінії переходу між різними елементами поверхні. 2. Виділяють та позначають елементи поверхні. Так, поверхня, наведена на прикладі, складається із

плоского трикутника AKL, двох пар однакових конічних поверхонь ADK, AVL та DNC, CMB, плоского трикутника CNM і двох однакових трикутників KDN та BML. 3. В криволінійні елементи вписують гранні поверхні. У прикладі це конічні поверхні ADK та DNC. Якщо грані вписаних поверхонь являють собою чотирикутники, то кожна з них за допомогою діагоналі ділять на трикутники. 4. Визначають дійсні величини сторін трикутників. Їх визначення виносять за межі проєкцій заданої поверхні і об'єднують на діаграмах дійсних величин. 5. Способом лінійних засічок будують систему зімкнутих трикутників.

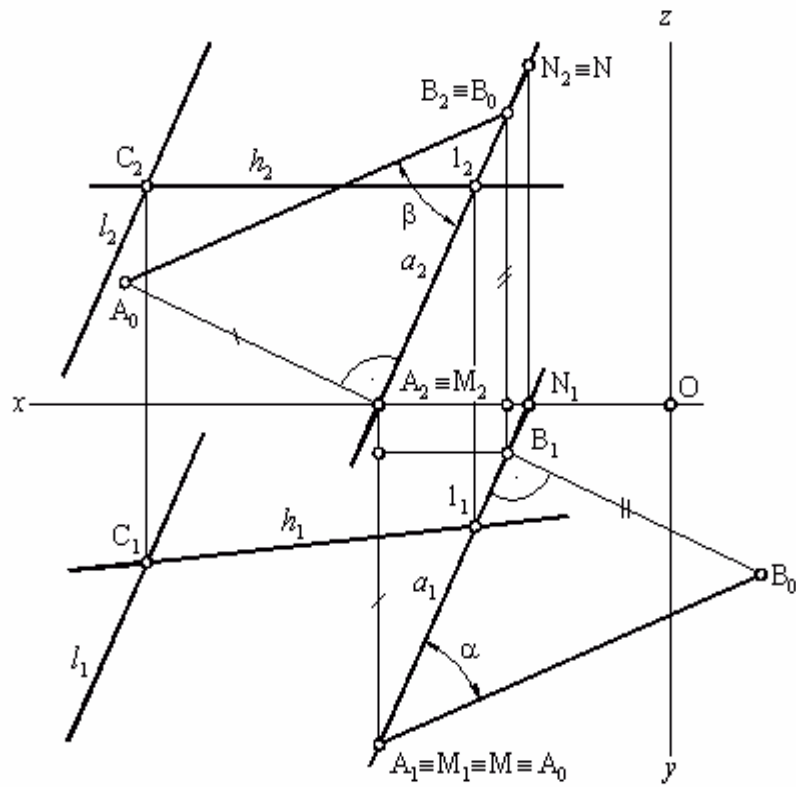
Завдання 10. Аксонометрична проєкція поверхні.

Д а н о: Комбінована поверхня.

В и з н а ч и т и: Аксонометричну проєкцію заданої поверхні. Для виконання завдання використати приведену прямокутну ізометричну або диметричну проєкцію. (Приклад завдання наведено на рис. 13).

М е т о д и ч н і в к а з і в к и: 1 Для виконання завдання слід використати комплексне креслення поверхні із завдання 9. 2. Вид стандартної аксонометричної проєкції (ізометричну або диметричну) вибирається у відповідності з рекомендаціями, наведеними в навчальній літературі. 3. Для побудови аксонометричної проєкції поверхні останню жорстко зв'язують з системою координат. Координатні осі вибирають так, щоб вони належали площинам симетрії поверхні. Вибрану систему координат позначають на комплексному кресленні. 4. Побудову аксонометричної проєкції починають з побудови аксонометричної системи координат. Аксонометричну проєкцію поверхні будують за окремими точками. Точки елементів поверхонь будують за допомогою координатних ламаних з урахуванням коефіцієнтів спотворення по координатних осях. Аксонометричні проєкції кіл, які знаходяться у площинах, паралельних площинам проєкцій, будують як еліпси. Заміна еліпсів овалами не допускається. Будують основи поверхонь, а далі показують межі елементів поверхні шляхом з'єднання точок верхньої і нижньої основ.

$A(50, 56, 0); B(28, 8, 48); C(90, 26, 36)$



					НГ.21.01		
					Взаємне положення прямих		
Зм	Лист	№ докум	Підп	Дата			
Розробив		Вовк В.С.					1:1
Перев.		Зуб М.П.					
Т. конгр.					Лист	Листів	
Н. конгр.					ХНАМГ ВВ-1		
Затв.							

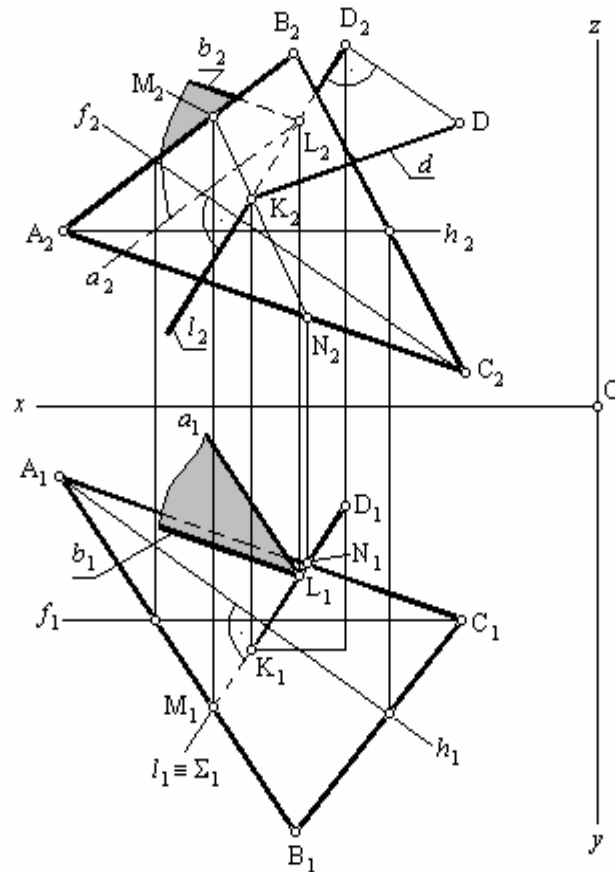
Рис.4. Приклад виконання завдання 1

Таблиця 1. Вихідні дані для завдань 1,2,3.

Варіант	Координати точок			
	A	B	C	D
1	2	3	4	5
1	40; 5; 55	0; 6; 10	65; 2; 0	7; 65; 60
2	20; 10; 20	75; 20; 50	90; 85; 0	30; 50; 45
3	85; 20; 80	25; 40; 20	90; 90; 30	70; 10; 10
4	85; 42; 0	25; 62; 10	0; 10; 45	35; 35; 58
5	10; 20; 25	55; 50; 10	80; 0; 65	40; 50; 45
6	65; 25; 70	0; 40; 40	90; 90; 15	15; 70; 100
7	40; 70; 5	0; 30; 30	65; 25; 45	20; 80; 65
8	42; 72; 0	0; 32; 33	75; 40; 55	15; 65; 60
9	55; 0; 30	0; 10; 60	5; 55; 15	35; 35; 50
10	45; 55; 10	0; 25; 35	60; 10; 60	80; 5; 10
11	45; 0; 60	80; 45; 15	15; 10; 10	10; 60; 55
12	0; 65; 0	15; 20; 50	70; 10; 20	60; 50; 45
13	25; 30; 50	65; 50; 10	10; 60; 40	0; 30; 15
14	88; 50; 10	62; 0; 60	20; 0; 30	28; 34; 50
15	0; 50; 10	25; 0; 60	70; 5; 30	60; 35; 70
16	105; 0; 95	80; 75; 30	0; 30; 15	15; 70; 100
17	40; 65; 20	0; 10; 30	55; 20; 40	65; 154; 30
18	70; 20; 10	25; 50; 10	0; 10; 50	60; 40; 45
19	0; 15; 40	60; 60; 75	85; 45; 10	50; 5; 45
21	25; 5; 70	65; 30; 30	0; 45; 25	45; 65; 80
22	25; 15; 60	65; 50; 15	0; 80; 10	50; 75; 50
23	70; 25; 5	15; 55; 35	20; 5; 50	50; 75; 40
24	15; 70; 15	60; 40; 20	0; 25; 45	0; 45; 10
25	30; 55; 5	75; 10; 50	5; 0; 20	0; 35; 65
26	0; 10; 55	15; 60; 10	70; 30; 15	40; 55; 40
27	25; 30; 30	65; 10; 50	10; 20; 90	0; 55; 45
28	85; 0; 65	60; 65; 10	0; 30; 20	50; 35; 70
29	70; 5; 65	10; 20; 30	50; 50; 20	20; 85; 20
30	50; 5; 70	10; 30; 30	75; 40; 45	20; 65; 75

$A(80, 10, 25); B(45, 60, 50);$

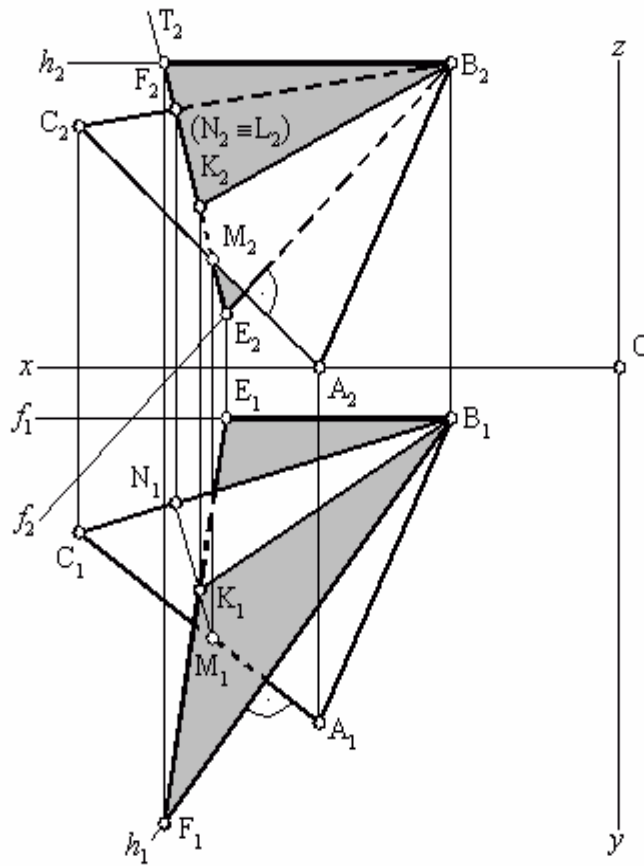
$C(20, 30, 5); D(38; 14; 51)$



						НГ.21.02		
						Літ.	Маса	Масшт.
Зм	Лист	№ докум	Підп.	Дата	Відстань від точки до площини			1:1
Розробив		Вовк В.С.						
Перев.		Зуб М.П.						
Т. контр.						Лист	Листів	
Н. контр.						ХНАМГ ВВ-1		
Затв.								

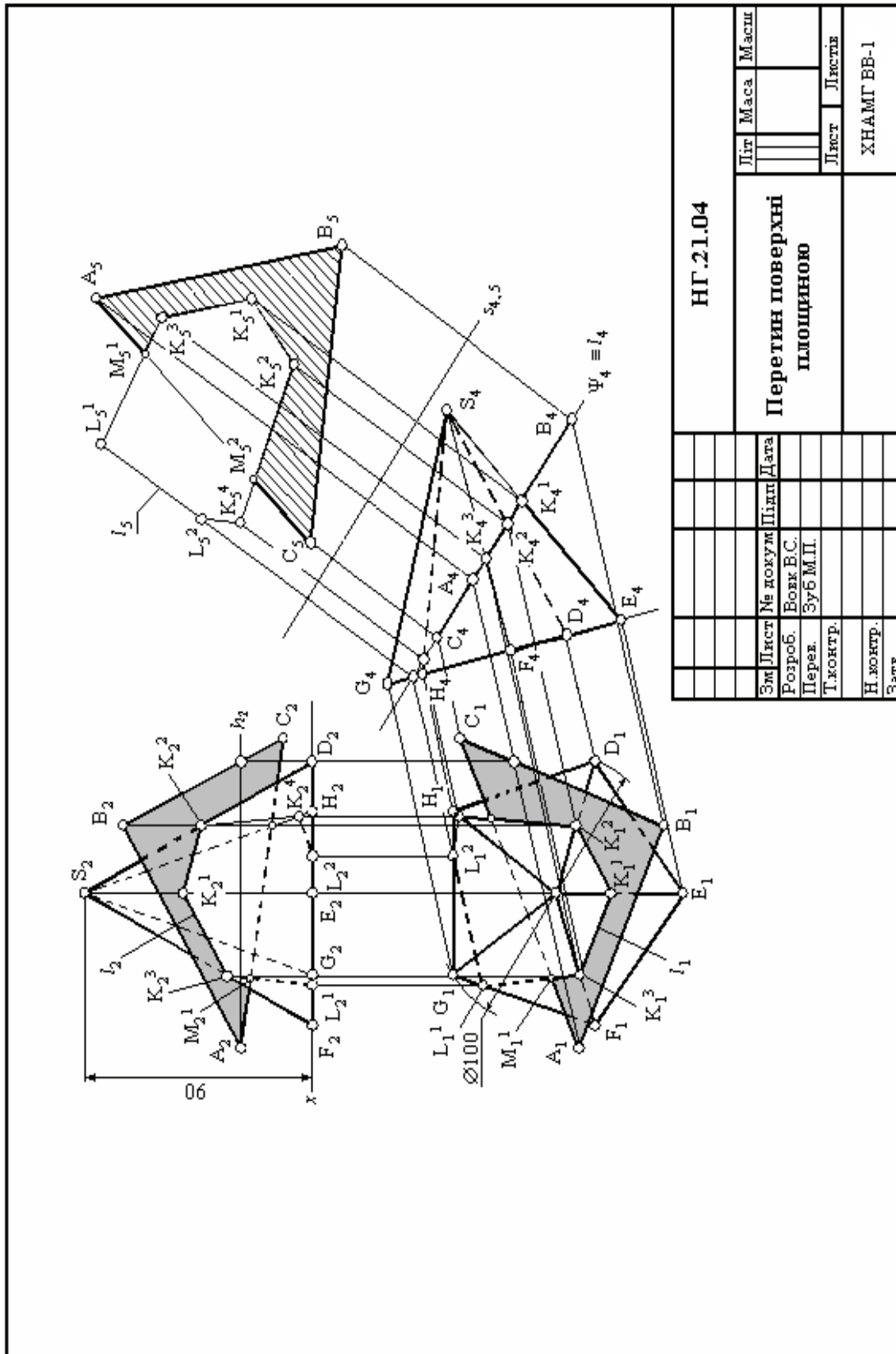
Рис. 5. Приклад виконання завдання 2

A(50, 56, 0); B(28, 8, 48); C(90, 26, 36)



					НГ.21.03			
					Перпендикулярність площин	Літ.	Маса	Масшт.
Зм	Лист	№ докум	Підп.	Дата				1:1
Розробив		Вовк В.С.						
Перев.		Зуб М.П.						
Т. контр.						Лист	Листів	
Н. контр.						ХНАМГ ВВ-1		
Затв.								

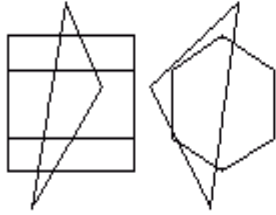
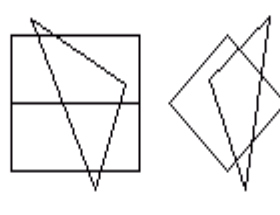
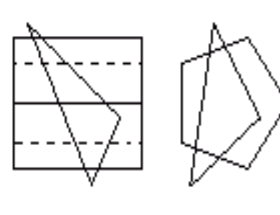
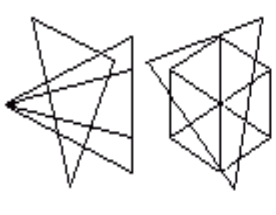
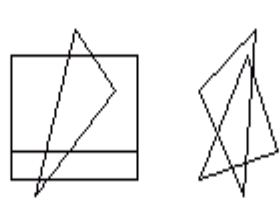
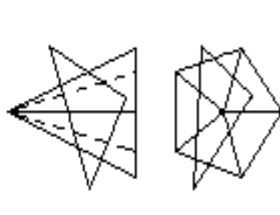
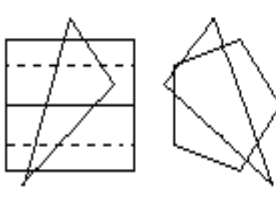
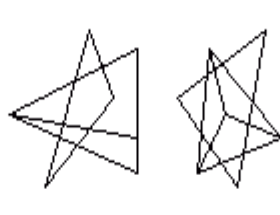
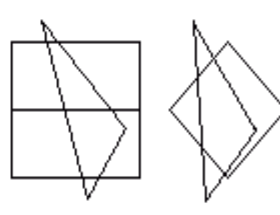
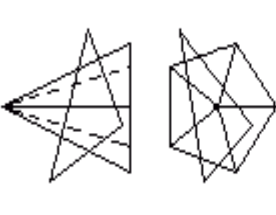
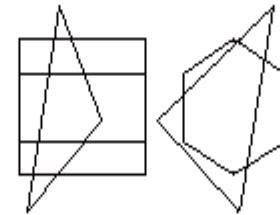
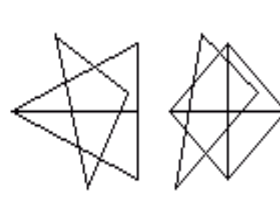
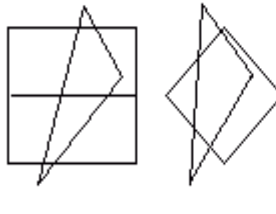
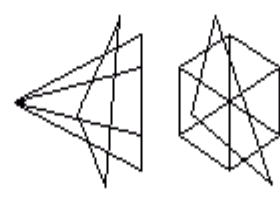
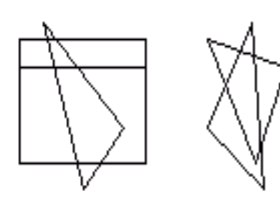
Рис. 6. Приклад виконання завдання 3



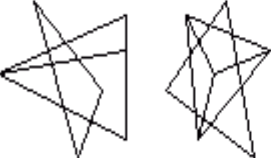
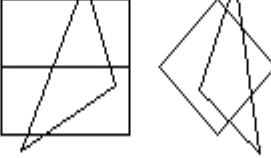
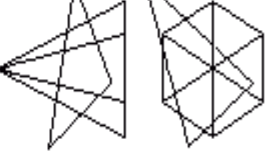

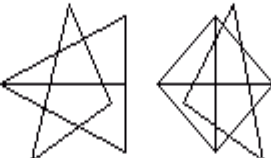
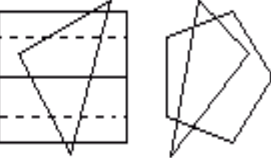
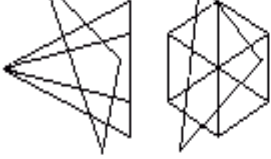
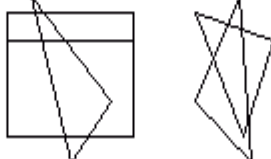
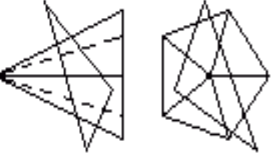
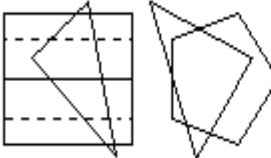
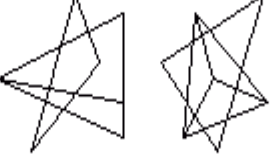
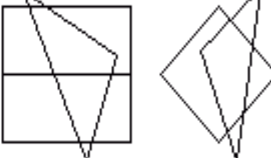
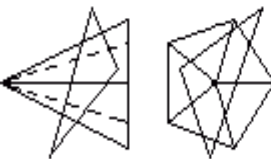
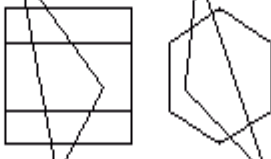
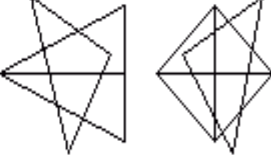
Лист		Маса		Маси	
НГ.21.04					
Перетин поверхні ПЛОЩИННОЮ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	
Розроб.	Вояк	В.С.			
Перев.	Зуб	М.П.			
Т.контр.					
Н.контр.					
Затв.					
ХНАМГ ВВ-1					

Рис. 7. Приклад виконання завдання 4

Таблиця 2. Вихідні дані для завдання 4.

<p>1</p> 	<p>6</p> 	<p>11</p> 
<p>2</p> 	<p>7</p> 	<p>12</p> 
<p>3</p> 	<p>8</p> 	<p>13</p> 
<p>4</p> 	<p>9</p> 	<p>14</p> 
<p>5</p> 	<p>10</p> 	<p>15</p> 

Таблиця 2. Вихідні дані для завдання 4 (продовження).

<p>16</p> 	<p>21</p> 	<p>26</p> 
<p>17</p> 	<p>22</p> 	<p>27</p> 
<p>18</p> 	<p>23</p> 	<p>28</p> 
<p>19</p> 	<p>24</p> 	<p>29</p> 
<p>20</p> 	<p>25</p> 	<p>30</p> 

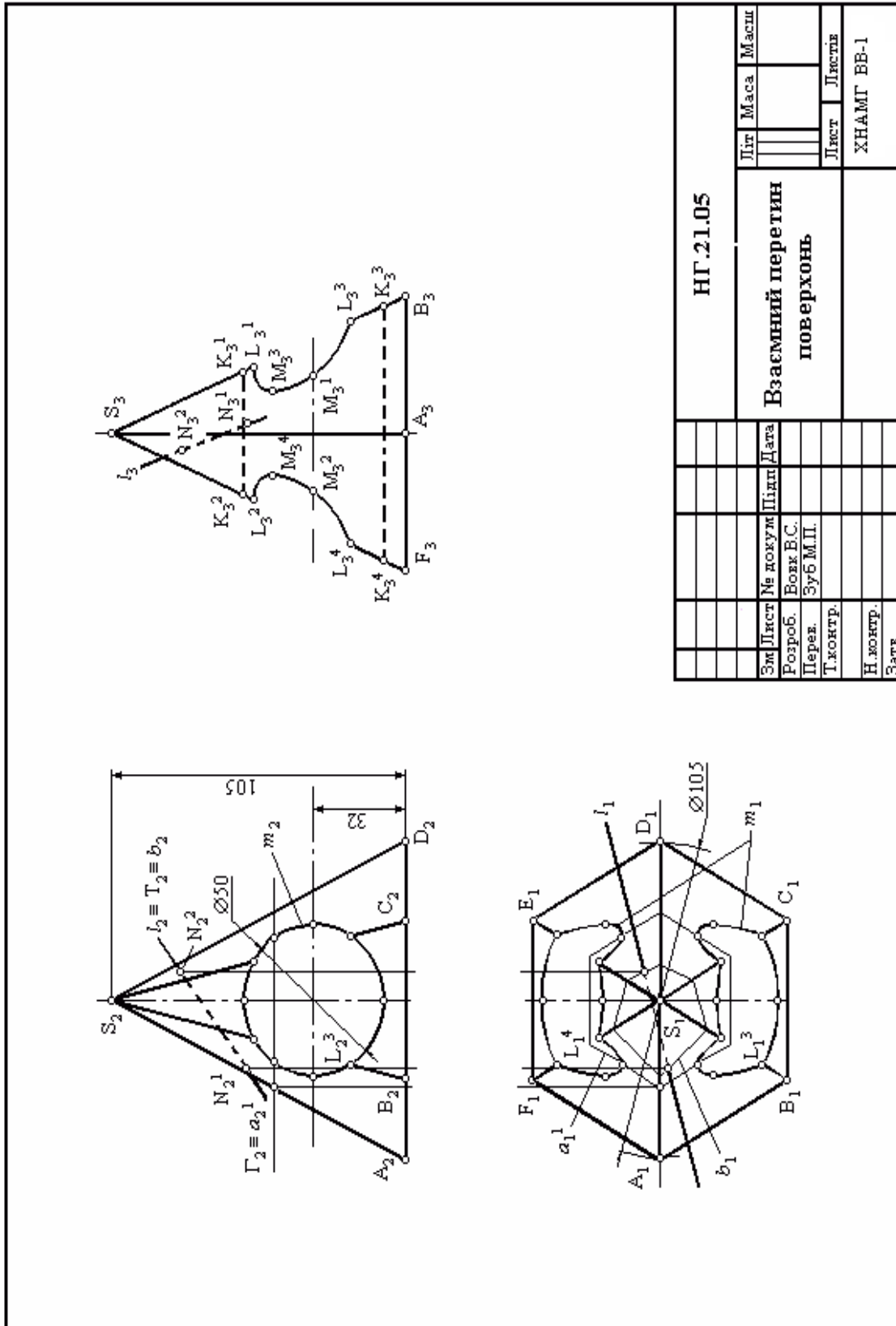
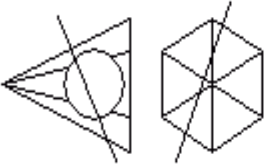
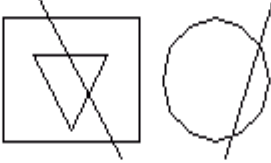


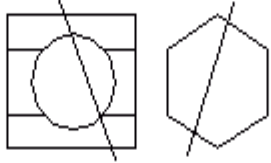
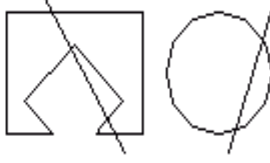
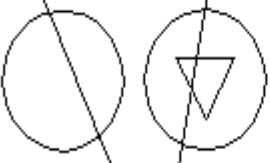
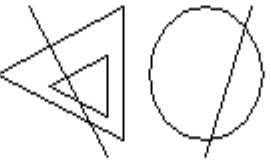
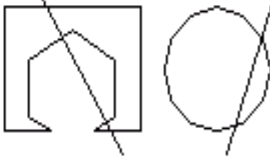
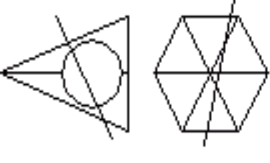

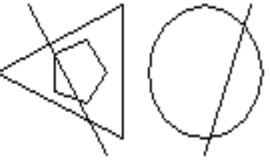

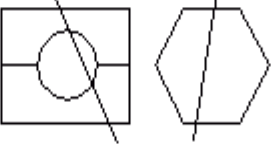
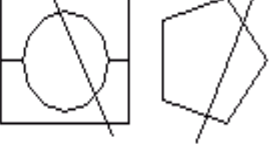
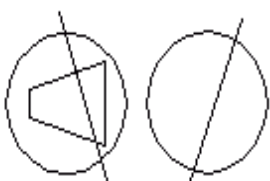


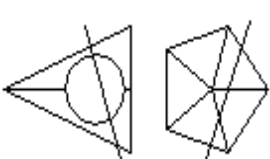
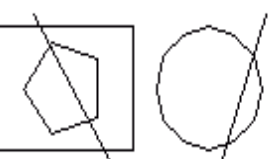
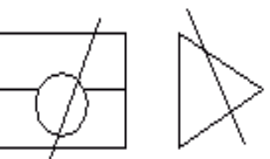

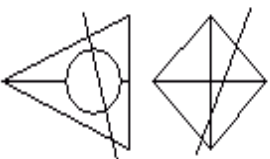

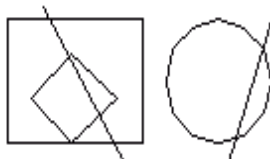

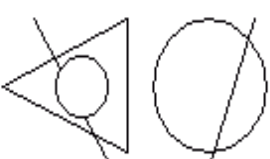
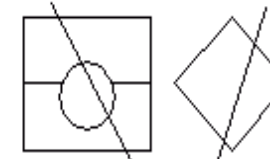
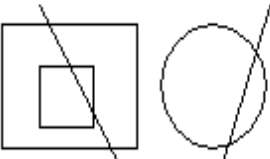
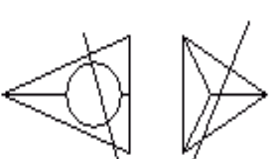


Рис.8. Приклад виконання завдання 5.

Таблиця 3. Вихідні дані для завдання 5.

<p>1</p> 	<p>6</p> 	<p>11</p> 
<p>2</p> 	<p>7</p> 	<p>12</p> 
<p>3</p> 	<p>8</p> 	<p>13</p> 
<p>4</p> 	<p>9</p> 	<p>14</p> 
<p>5</p> 	<p>10</p> 	<p>15</p> 

Таблиця 3. Вихідні дані для завдання 5 (продовження).

<p>16</p> 	<p>21</p> 	<p>26</p> 
<p>17</p> 	<p>22</p> 	<p>27</p> 
<p>18</p> 	<p>23</p> 	<p>28</p> 
<p>19</p> 	<p>24</p> 	<p>29</p> 
<p>20</p> 	<p>25</p> 	<p>30</p> 

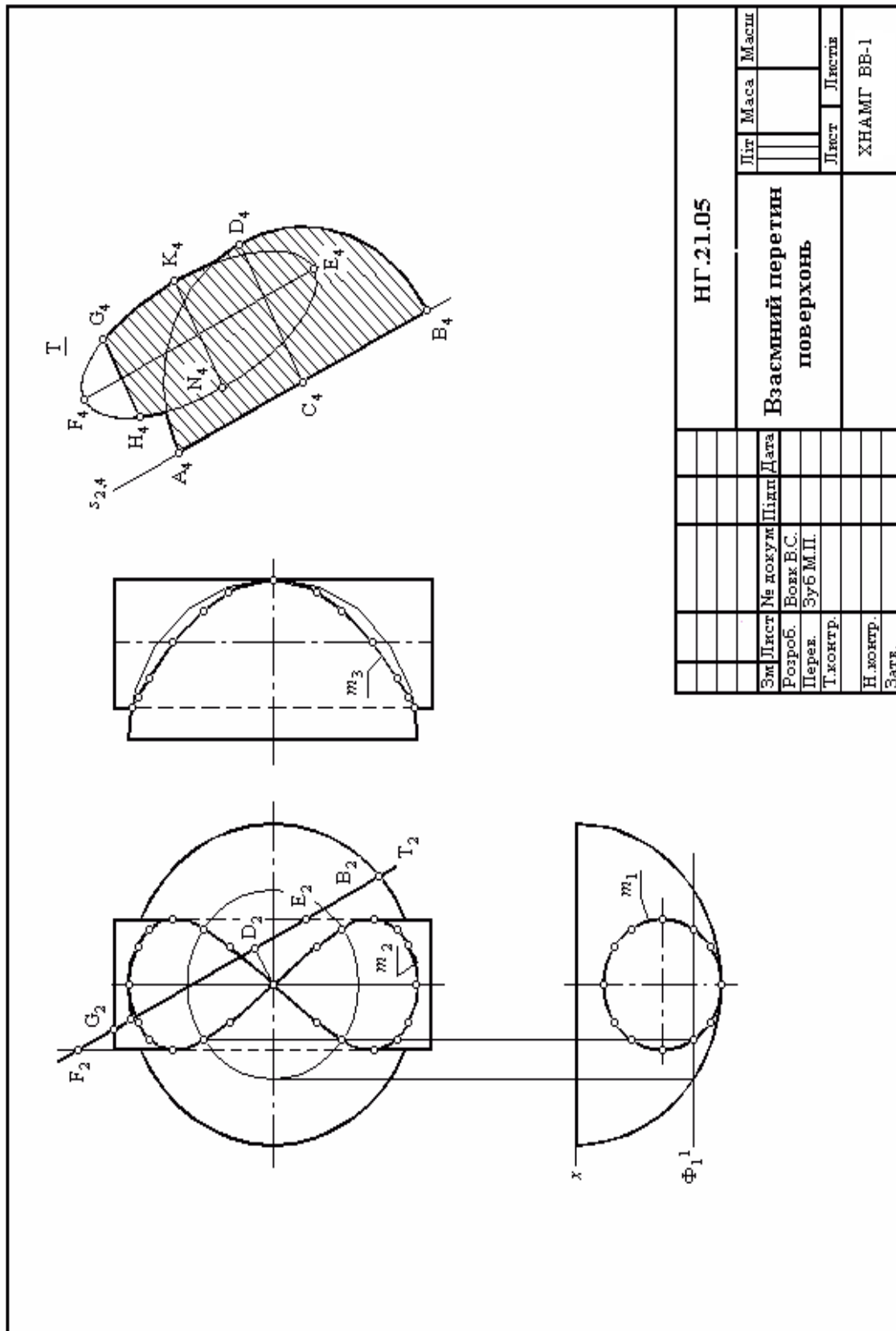
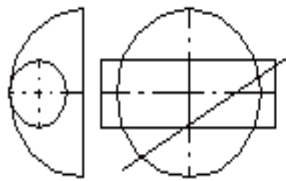
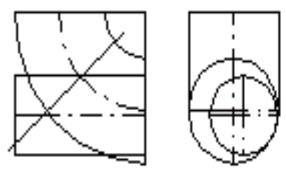
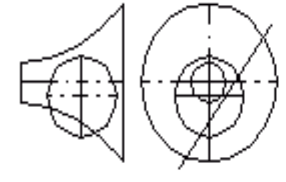
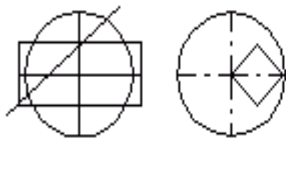
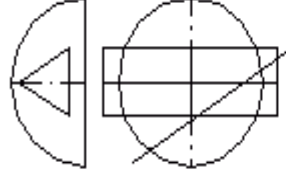
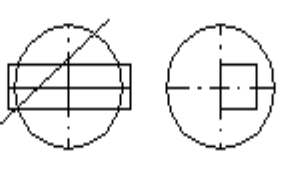
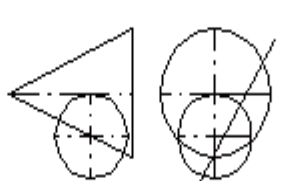
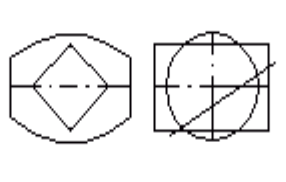
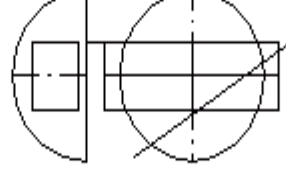
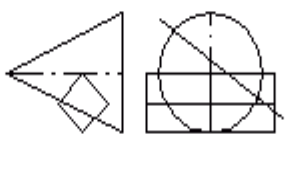
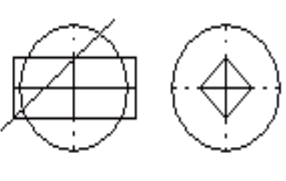
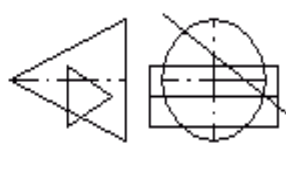
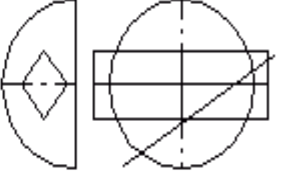
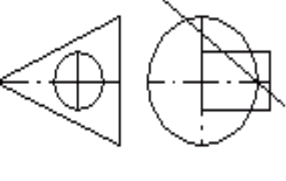
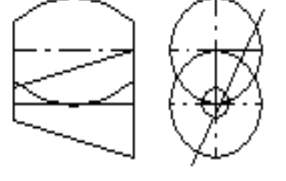
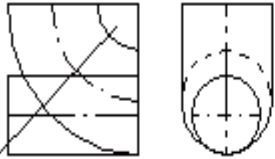
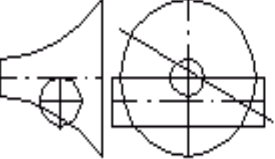
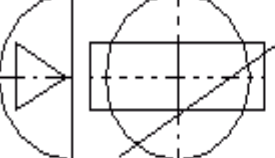
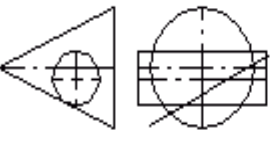
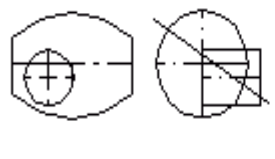
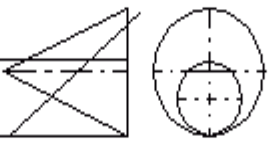
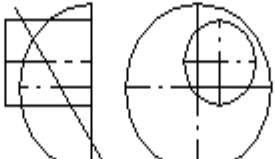
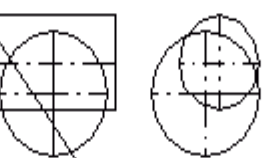
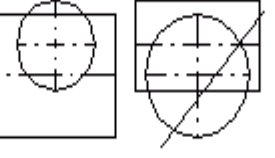
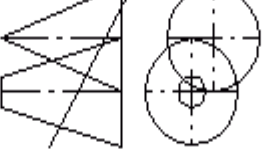
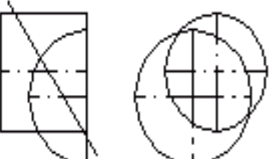
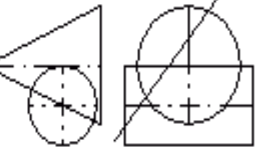
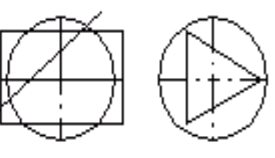
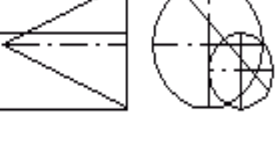
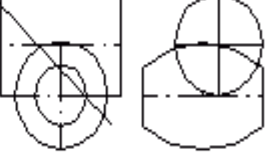


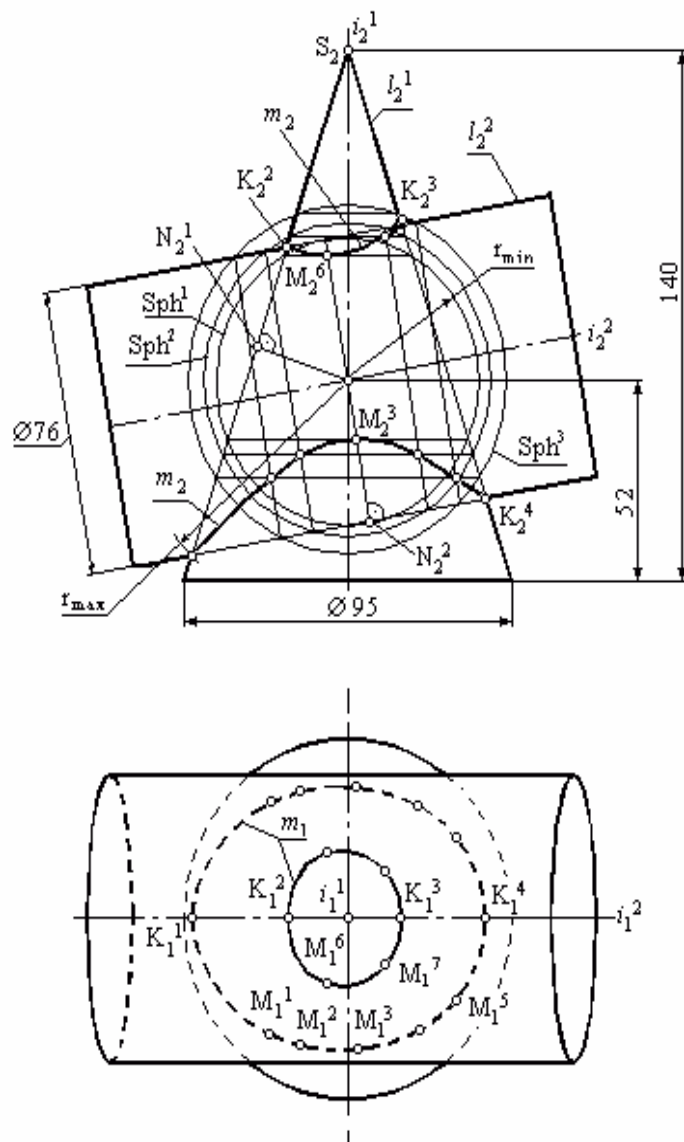
Рис.9. Приклад виконання завдання 6.

Таблиця 4. Вихідні дані для завдання 6.

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 	<p>4</p> 	<p>5</p> 
<p>6</p> 	<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 	<p>10</p> 
<p>11</p> 	<p>12</p> 	<p>13</p> 	<p>14</p> 	<p>15</p> 

Таблиця 4. Вихідні дані для завдання 6 (продовження).

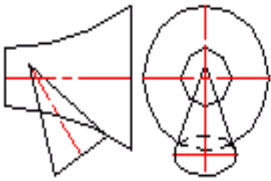
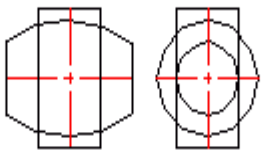
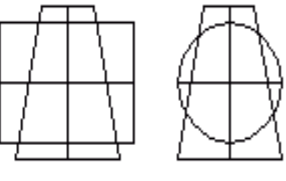
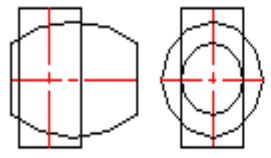
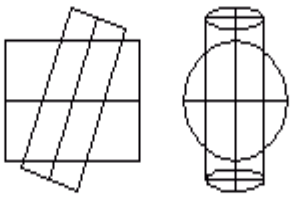
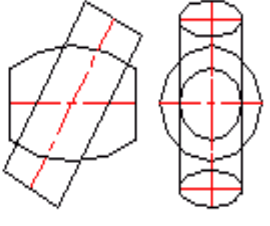
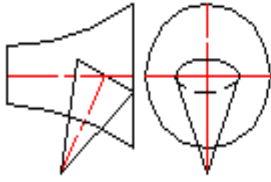
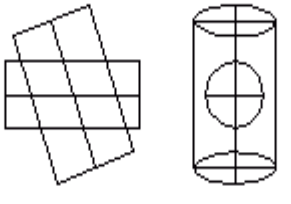
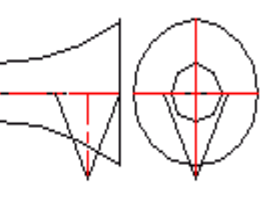
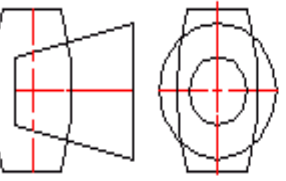
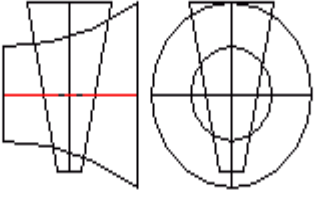
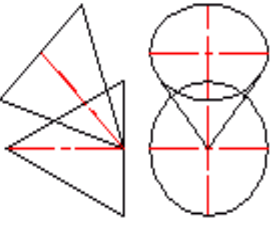
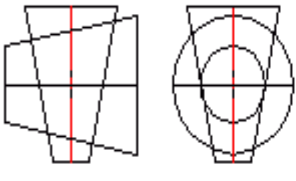
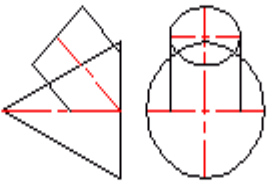
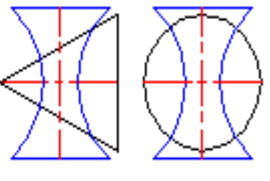
<p>16</p> 	<p>17</p> 	<p>18</p> 	<p>19</p> 	<p>20</p> 
<p>21</p> 	<p>22</p> 	<p>23</p> 	<p>24</p> 	<p>25</p> 
<p>26</p> 	<p>27</p> 	<p>28</p> 	<p>29</p> 	<p>30</p> 



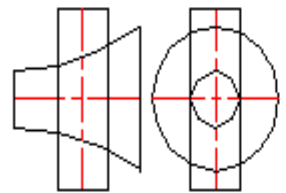
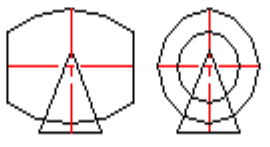
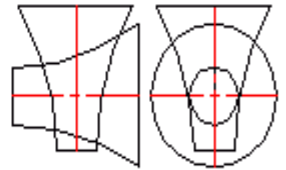
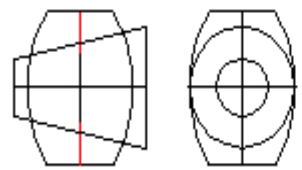
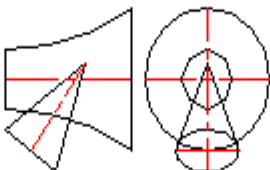
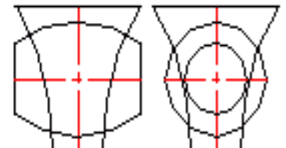
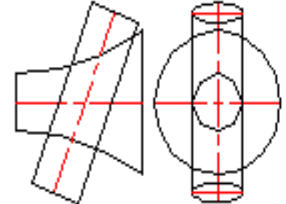
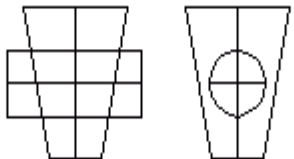
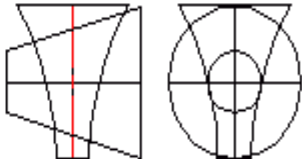
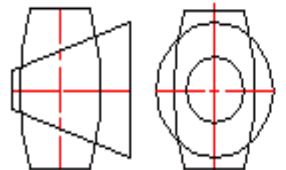
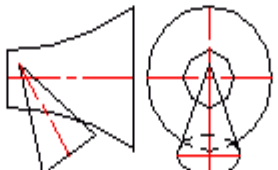
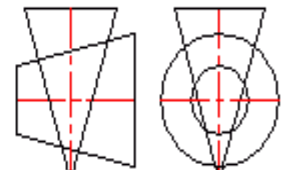
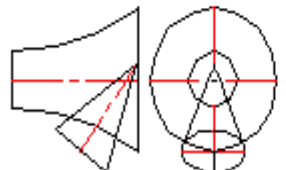
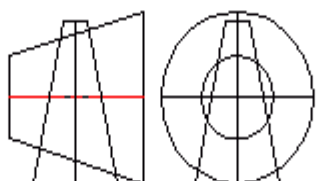
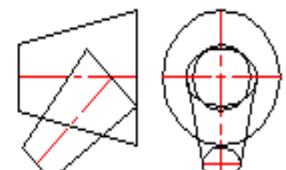
					НГ.21.07					
					Лит.	Маса	Масшт.			
Зм	Лист	№ док.м	Підп	Дата	Взаємний перетин поверхень					
Розробив		Вовк В.С.								1:1
Перев.		Зуб М.П.								
Т. конгр.								Лист	Листів	
Н. конгр.					ХНАМГ ВВ-1					
Затв.										

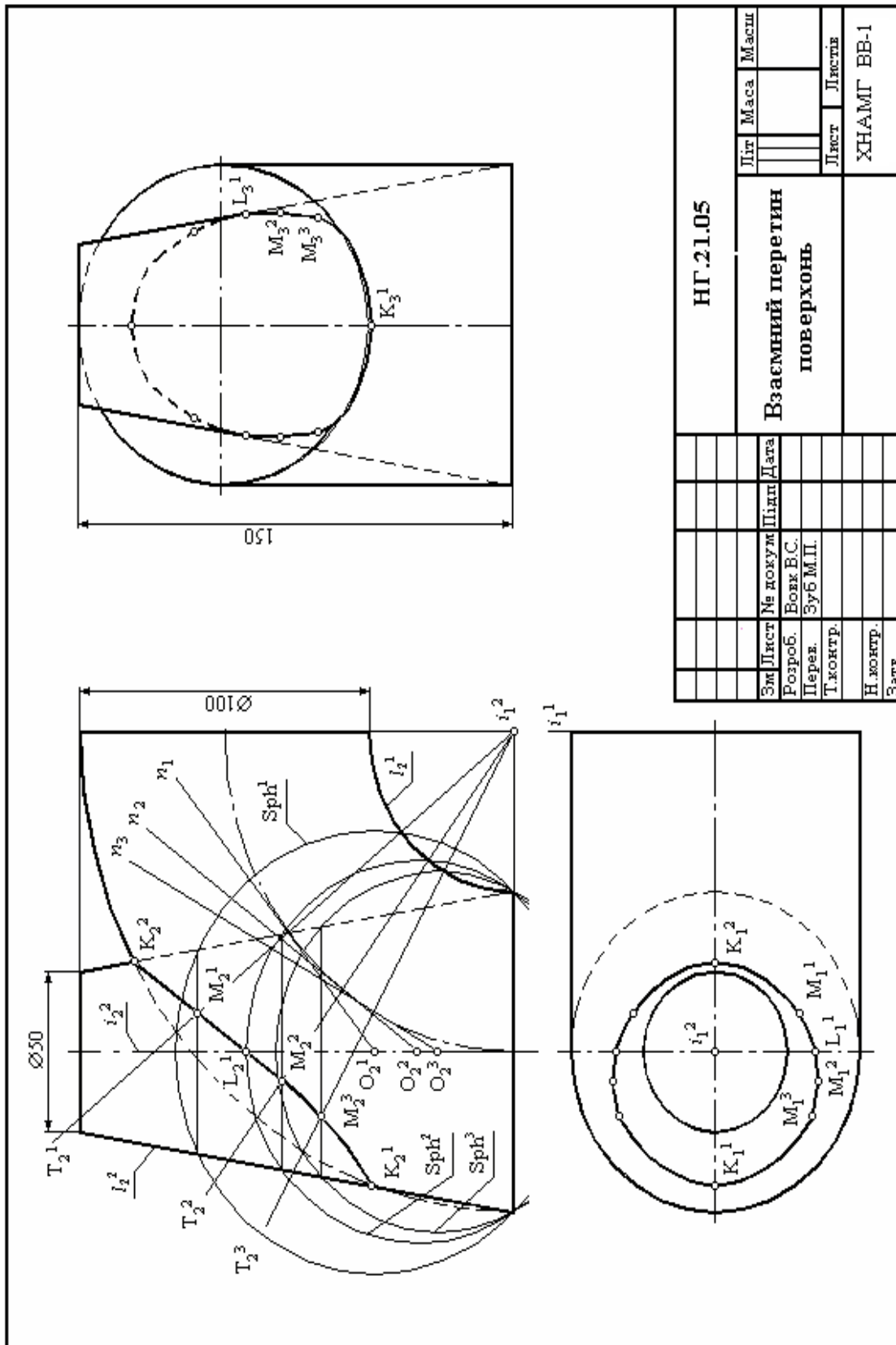
Рис.10. Приклад виконання завдання 7.

Таблиця 5. Вихідні дані для завдання 7.

<p>1</p> 	<p>6</p> 	<p>11</p> 
<p>2</p> 	<p>7</p> 	<p>12</p> 
<p>3</p> 	<p>8</p> 	<p>13</p> 
<p>4</p> 	<p>9</p> 	<p>14</p> 
<p>5</p> 	<p>10</p> 	<p>15</p> 

Таблиця 5. Вихідні дані для завдання 7 (продовження).

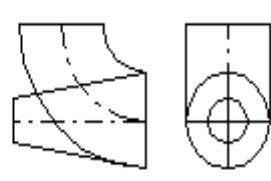

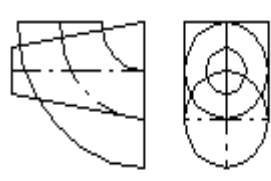
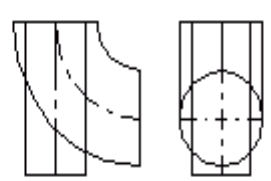
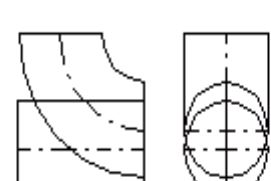
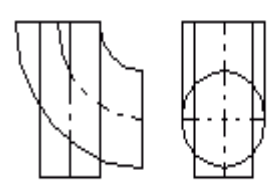
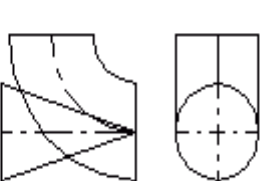

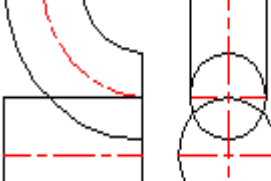
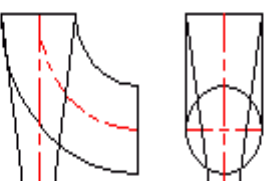


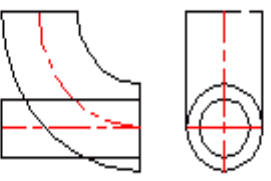
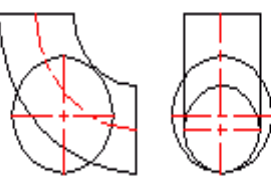
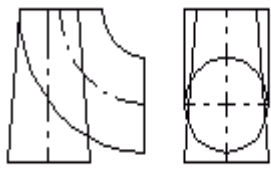
<p>16</p> 	<p>21</p> 	<p>26</p> 
<p>17</p> 	<p>22</p> 	<p>27</p> 
<p>18</p> 	<p>23</p> 	<p>28</p> 
<p>19</p> 	<p>24</p> 	<p>29</p> 
<p>20</p> 	<p>25</p> 	<p>30</p> 



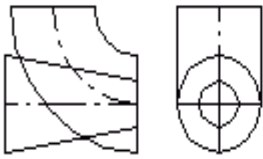
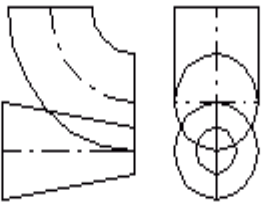
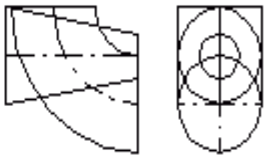
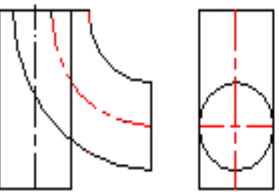
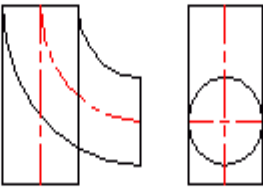
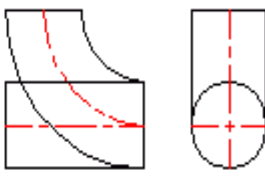
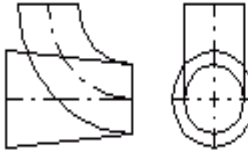
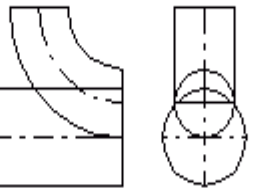
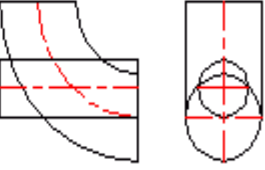
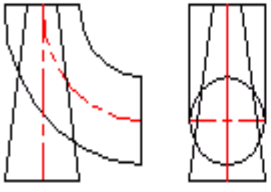
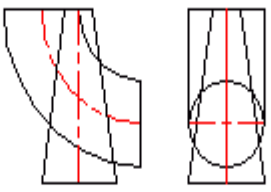
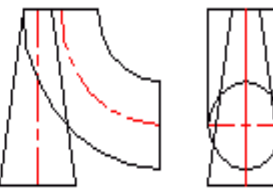
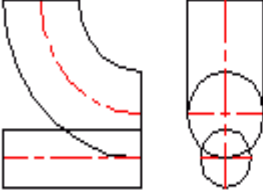
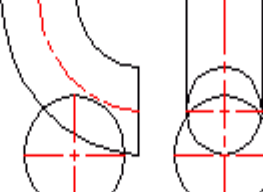
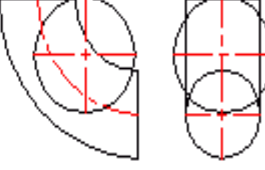
Лист				Маса		Масш	
Взаємний перегин поверхонь							
ХНАМГ ВВ-1							
Зм	Лист	№ докум	Підп	Дата			
		Розроб.	Возк	В.С.			
		Черев.	Зуб	М.П.			
		Т.контр.					
		Н.контр.					
		Загя.					

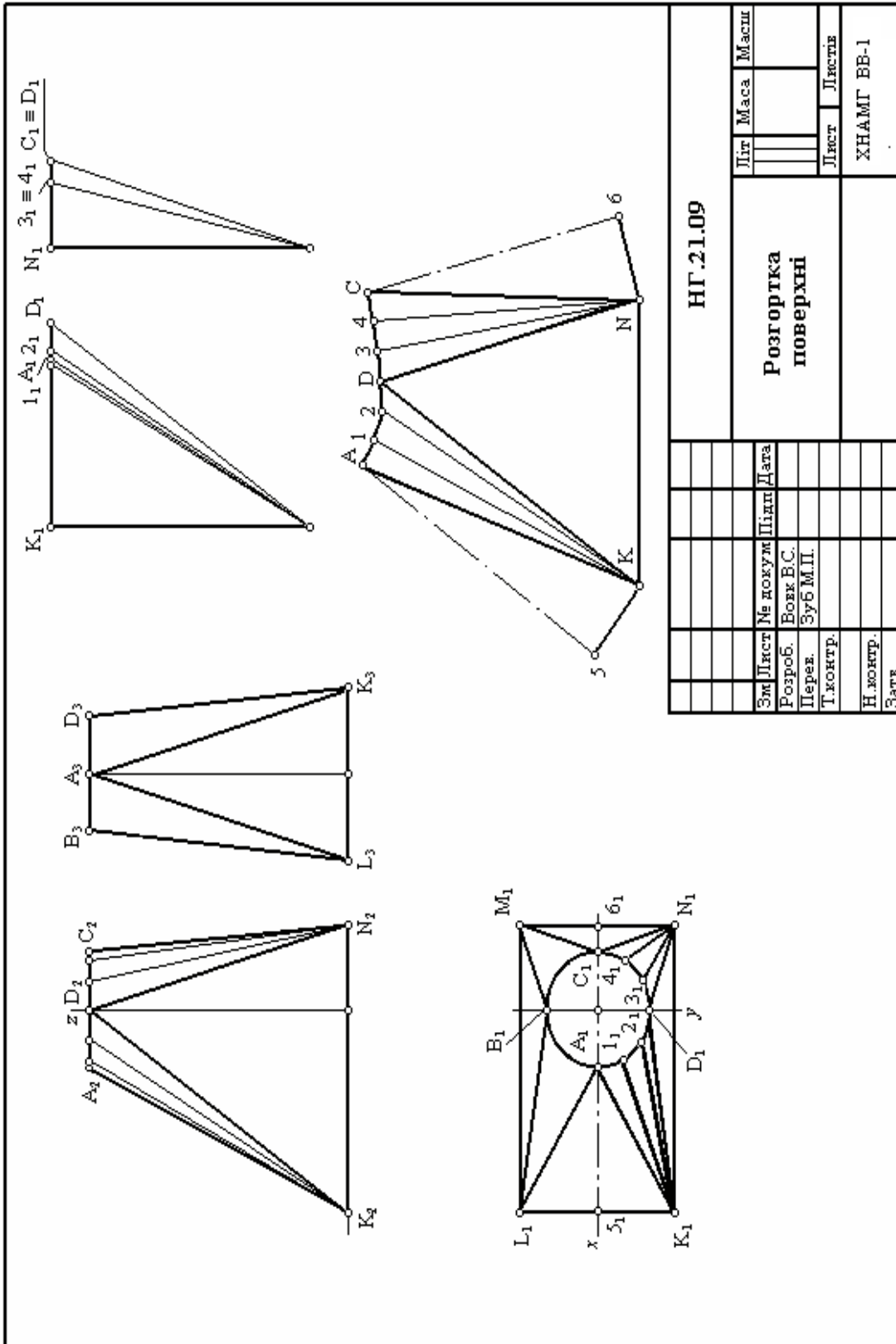
Рис. 11. Приклад виконання завдання 8.

Таблиця 6. Вихідні дані для завдання 8.

<p>1</p> 	<p>6</p> 	<p>11</p> 
<p>2</p> 	<p>7</p> 	<p>12</p> 
<p>3</p> 	<p>8</p> 	<p>13</p> 
<p>4</p> 	<p>9</p> 	<p>14</p> 
<p>5</p> 	<p>10</p> 	<p>15</p> 

Таблиця 6. Вихідні дані для завдання 8 (продовження).

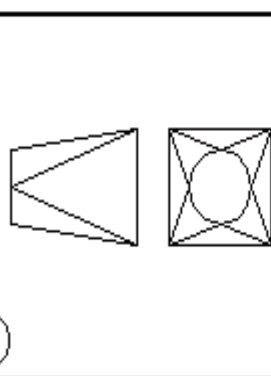
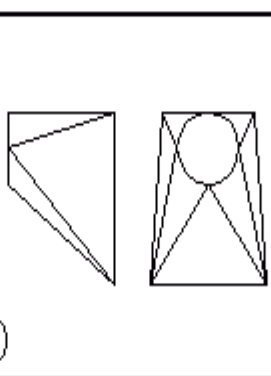
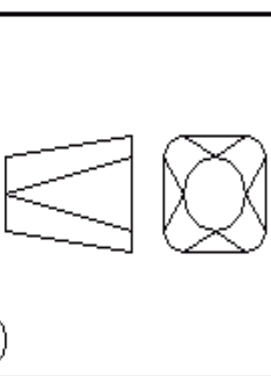
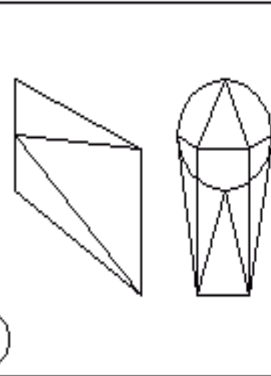
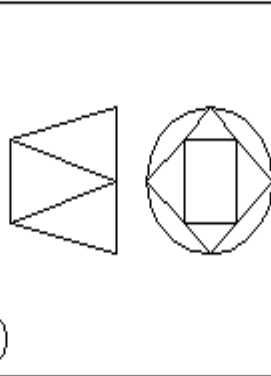
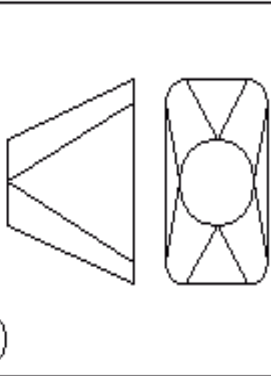
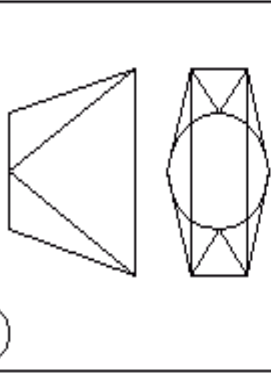
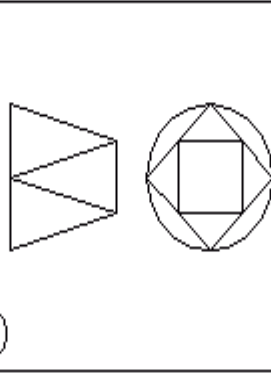
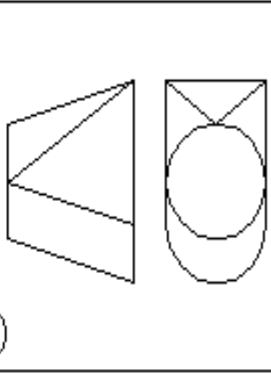
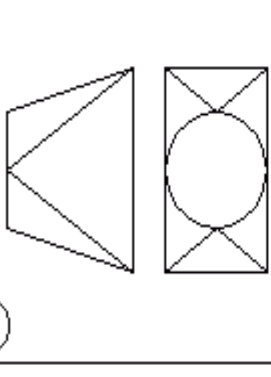
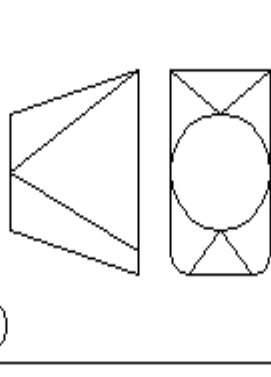
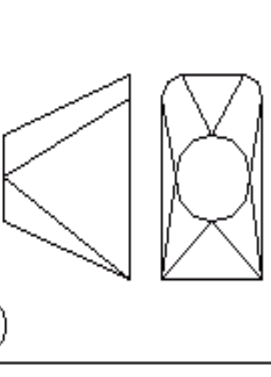
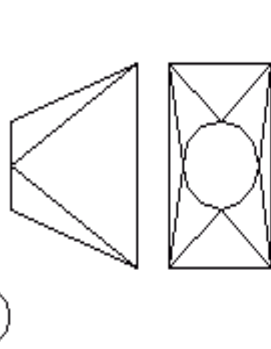
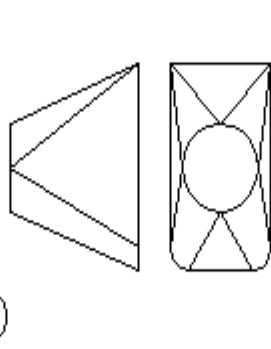
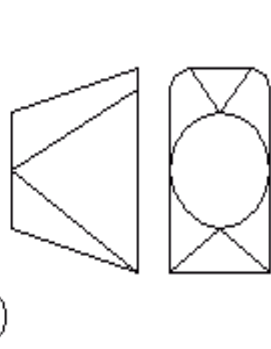
<p>16</p> 	<p>21</p> 	<p>26</p> 
<p>17</p> 	<p>22</p> 	<p>27</p> 
<p>18</p> 	<p>23</p> 	<p>28</p> 
<p>19</p> 	<p>24</p> 	<p>29</p> 
<p>20</p> 	<p>25</p> 	<p>30</p> 



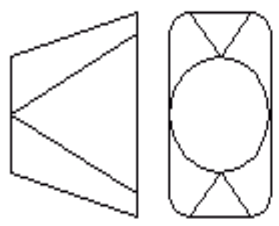
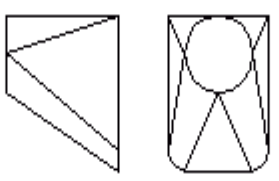
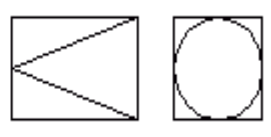
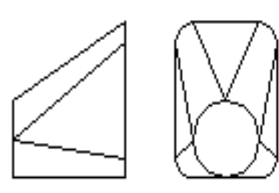
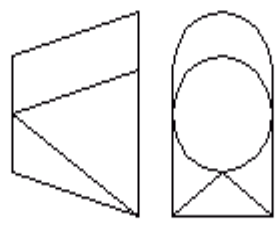
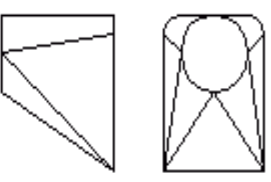
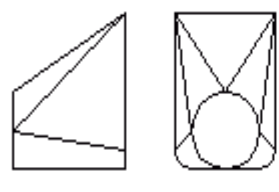
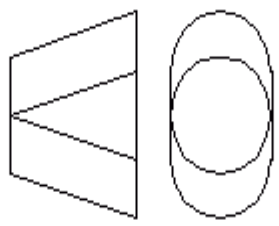
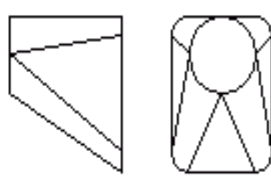
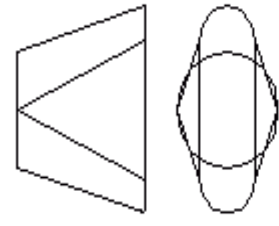
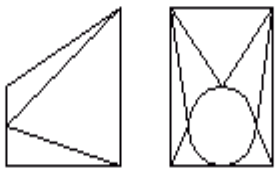
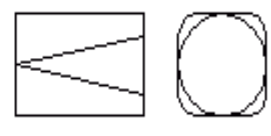
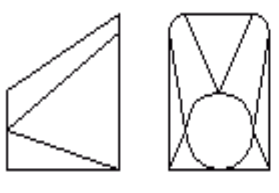
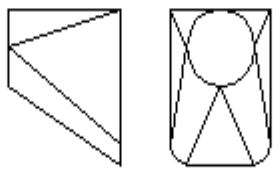
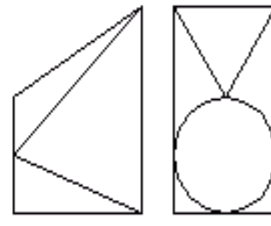
НГ-21.09			
Зм	Лист	№ докум	Підп
Розроб.	Возк	В.С.	Дата
Перев.	Зуб	М.П.	
Т.контр.			
Н.контр.			
Затв.			
Лист	Маса	Листів	Маси
Розгортка поверхні			Листів
ХНАМГ			ВВ-1

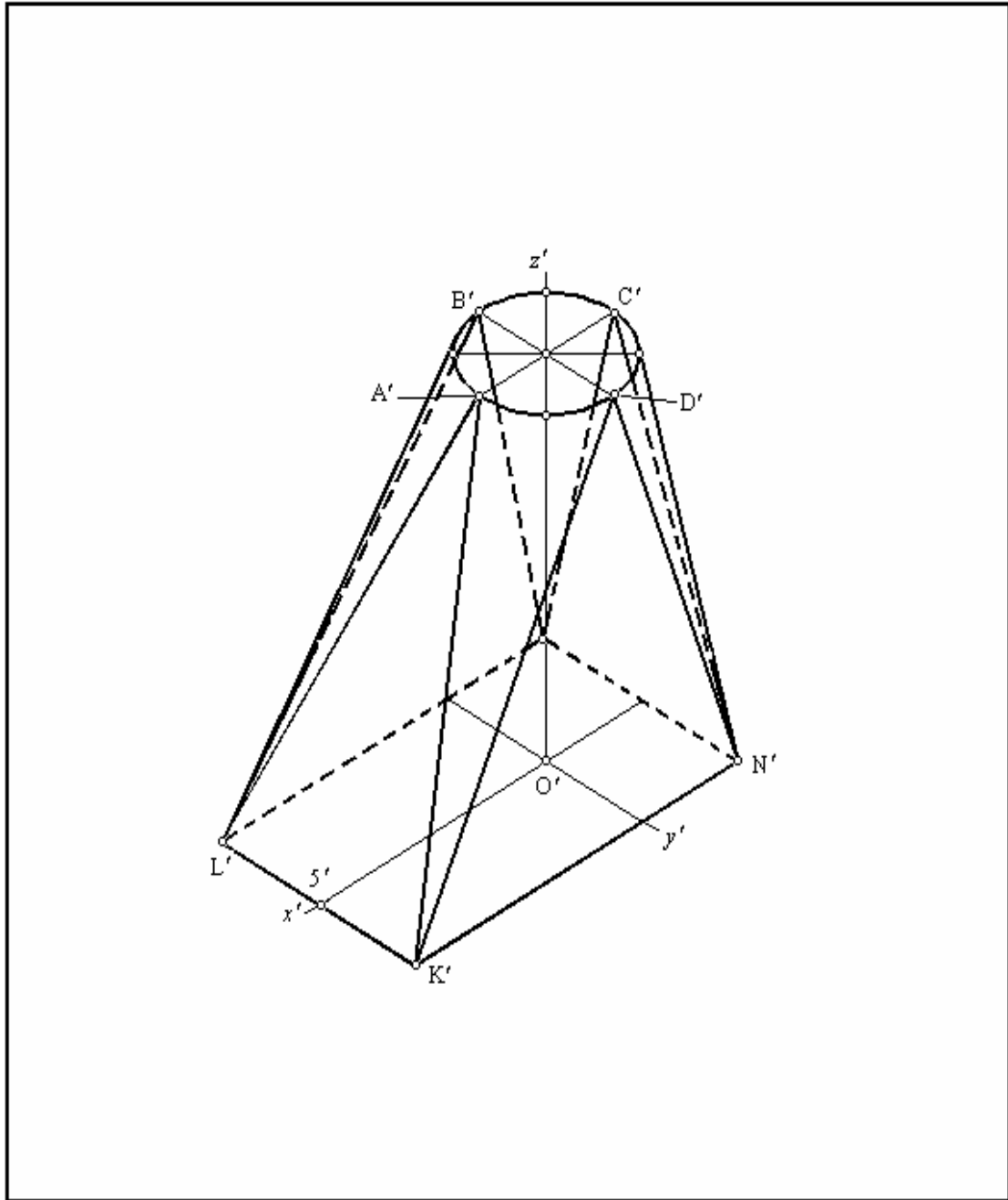
Рис. 12. Приклад виконання завдання 9.

Таблиця 7. Вихідні дані для завдань 9, 10.

<p>1</p> 	<p>6</p> 	<p>11</p> 
<p>2</p> 	<p>7</p> 	<p>12</p> 
<p>3</p> 	<p>8</p> 	<p>13</p> 
<p>4</p> 	<p>9</p> 	<p>14</p> 
<p>5</p> 	<p>10</p> 	<p>15</p> 

Таблиця 7. Вихідні дані для завдань 9, 10 (продовження).

<p>16</p> 	<p>21</p> 	<p>26</p> 
<p>17</p> 	<p>22</p> 	<p>27</p> 
<p>18</p> 	<p>23</p> 	<p>28</p> 
<p>19</p> 	<p>24</p> 	<p>29</p> 
<p>20</p> 	<p>25</p> 	<p>30</p> 



					НГ.21.10			
Зм	Лист	№ докум	Підп	Дата	Аксонетрична проекція поверхні	Літ.	Маса	Масшт.
Розробив		Вовк В.С.						1:1
Перев.		Зуб М.П.						
Т. конгр.						Лист	Листів	
Н. конгр.					ХНАМГ ВВ-1			
Зать.								

Рис. 13. Приклад виконання завдання 10.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Лусь В. І. Нарисна геометрія: Курс лекцій. – Х: ХНАМГ, 2008. – 127 с.
2. Посвянский А.Д. краткий курс начертательной геометрии.-М.: Высш.шк., 1974.-191 с.
3. Нарисна геометрія: Підручник/ В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстіфєєв, С.М. Ковальов, О.В. Кашенко. -К.: Вища школа, 2004. - 303 с.
4. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. - Інженерна графіка. Підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти / За ред. В.Є. Михайленка. -К.: Каравела, 2003. -344 с.
5. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки: Навч. Посібник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка. -К.: Вища школа, 2002. -159 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка. -К.: Вища школа, 2001. -350 с.
7. Практикум з нарисної геометрії: навчально-методичний посібник (для студентів 1 курсу всіх спеціальностей академії). Авт.: Лусь В.І., Киркач Т.Є., Мандріченко О.Є., Радченко А.О.; за ред. Лусь В.І. –Х: ХНАМГ, 2005. -184 с.
8. Завдання з нарисної геометрії для самостійної роботи студентів (для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за напрямками підготовки 0921 – «Будівництво», 0922 – «Електромеханіка», 0906 – «Електротехніка», 1004 – «Транспортні технології», 0708 – «Екологія». /Укл. В.І. Лусь, Т.Є. Киркач, О.Є. Мандріченко, А.О. Радченко. –Х: ХНАМГ, 2006. -60 с.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТОЧКА

$$A_1A_2 \perp x_{12}; B_1B_2 \perp x_{12}; \dots; \quad A_2A_3 \perp z_{23}; B_2B_3 \perp z_{23}; \dots;$$

ПРЯМА

Пряма загального положення: $a \parallel \Pi_1, a \parallel \Pi_2, a \parallel \Pi_3$
Прямі рівня:

- горизонталь $h \parallel \Pi_1 \Rightarrow h_2 \parallel x_{12}$;
- фронталь $f \parallel \Pi_2 \Rightarrow f_1 \parallel x_{12}$;
- профільна пряма $p \parallel \Pi_3 \Rightarrow [(p_1 \parallel y_1) \wedge (p_2 \parallel z_{23})]$.

Проектуючи прямі

- $(a \perp \Pi_1)$ при цьому a_1 – точка, $a_2 \parallel z_{23}$;
- $(b \perp \Pi_2)$ при цьому b_2 – точка, $b_1 \parallel y_1$;
- $(c \perp \Pi_3)$ при цьому c_3 – точка, $(c_1 \parallel x_{12}) \wedge (c_2 \parallel x_{12})$.

Взаємне положення прямих

- $(a \parallel b) \Rightarrow [(a_1 \parallel b_1) \wedge (a_2 \parallel b_2)]$
- $[(a \cap b) = K] \Rightarrow [(a_1 \cap b_1) = K_1 \wedge (a_2 \cap b_2) = K_2]$,
при цьому $K_1K_2 \perp x_{12}$
- $(a \cdot b) \Rightarrow [(a_1 \cap b_1) = (I_1 \equiv 2_1)] \wedge [(a_2 \cap b_2) = (3_2 \equiv 4_2)]$,
при цьому $(zI_2 > z2_2) \Rightarrow (I_1$ – видима, а 2_1 – невидима);
 $(y3_1 > y4_1) \Rightarrow (3_2$ – видима, а 4_2 – невидима).

ПЛОЩИНА

Положення площини в просторі

Площина загального положення $\Sigma \perp P_1, \Sigma \perp P_2, \Sigma \perp P_3$

Проектуючі площини:

- $(\Delta \perp P_1) \Rightarrow \Delta_1$ – пряма;
- $(\Sigma \perp P_2) \Rightarrow \Sigma_2$ – пряма;
- $(\Omega \perp P_3) \Rightarrow \Omega_3$ – пряма.

Площини рівня

- горизонтальна $(\Sigma \parallel P_1) \Rightarrow (\Sigma_2 \parallel x_{12})$
- фронтальна $(\Delta \parallel P_2) \Rightarrow (\Delta_1 \parallel x_{12})$
- профільна $(\Omega \parallel P_3) \Rightarrow [(\Omega_1 \parallel y_1) \wedge (\Omega_2 \parallel z_{23})]$

Прямі й точки, що належать площині

$(A \subset \Sigma) \Leftrightarrow (A \subset a \subset \Sigma)$,
при цьому $(A \subset a) \Rightarrow [(A_1 \subset a_1) \wedge (A_2 \subset a_2)]$.

Головні лінії площини

- горизонталь $h \subset \Sigma \wedge h \parallel P_1$, при цьому $h_2 \parallel x_{12}$;
- фронталь $f \subset \Delta \wedge f \parallel P_2$, при цьому $f_1 \parallel x_{12}$;
- профільна пряма $p \subset \Omega \wedge p \parallel P_3$,
при цьому $(p_1 \parallel y_1), (p_2 \parallel z_{23})$.

Паралельність прямої і площини, двох площин

$[(m \parallel a), (a \subset \Sigma)] \Rightarrow (m \parallel \Sigma)$;
 $[\Sigma(a \cap b), \Delta(m \cap n), (a \parallel m), (b \parallel n)] \Rightarrow (\Sigma \parallel \Delta)$

ПОВЕРХНЯ

Приналежність точки до поверхні

$$(A \subset \Phi) \Leftrightarrow (A \subset l \subset \Phi),$$

при цьому $(A \subset l) \Rightarrow [(A_1 \subset l_1) \wedge (A_2 \subset l_2)].$

Питання видимості точок у поверхонь обертання в загальному випадку вирішують в такий спосіб. Судити про видимість точок на горизонтальній проекції слід за їхнім розташуванням фронтальної проекції. І навпаки, щоб визначити видимість точок на фронтальній проекції, аналізують розташування їх на горизонтальній проекції.

Перетин прямої з площиною

Дано: l, Δ . Знайти: $L?$.

Алгоритм рішення:

1. $l \subset \Sigma$;
2. $d = \Delta \cap \Sigma$;
3. $L = l \cap d$.

Перетин двох площин

1 спосіб

Для побудови лінії перетину необхідно знайти дві точки цієї лінії і з'єднати їх. Точки знаходяться за зазначеним вище алгоритмом.

2 спосіб

За допомогою двох площин посередників.

Дано: ϑ, Ω . Знайти l .

Алгоритм рішення:

1. $\Sigma \cap \vartheta = m$;	4. $\Sigma' \cap \vartheta = m'$;
2. $\Sigma \cap \Omega = n$;	5. $\Sigma' \cap \Omega = n'$;
3. $m \cap n = A$;	6. $m' \cap n' = A'$;
7. $A \cup A' = l$.	

Перетин двох площин

Якщо площина перетинає лінійчаю (циліндр, конус, тощо), або гранну поверхню, то побудова перетину зводиться до побудови точок перетину прямих ліній (твірних, або ребер) із січною площиною.

Якщо площина перетинає перетинає нелінійчату поверхню (сфера, тор, тощо), то за допомогою площин рівня будують кола і шукають точки перетину цих кіл із січною площиною. Якщо площина при цьому є проектуючою, то будують тільки відсутні проекції лінії перетину.

До конічних перерізів відносяться:

- **еліпс**, якщо $\alpha > \beta$,
- **парабола**, якщо $\alpha = \beta$
- **гіпербола**, якщо $\alpha < \beta$

де α - кут нахилу твірної до основи конуса обертання, а β - кут між січною площиною і основою конуса.

Перетин прямої з поверхнею

Дано: l, Φ . Знайти: (A, B) ?

Алгоритм рішення

1. $l \subset \Sigma$;
2. $t = \Sigma \cap \Phi$;
3. $(A, B) = l \cap t$.

Взаємний перетин поверхонь

Поверхню розсікають кількома поверхнями-посередниками (площинами, або сферами) і шукають спільні точки.

Якщо одна з поверхонь займає окреме положення (проектуючі призма, або циліндр), то рішення зводиться до побудови відсутньої проекції лінії перетину (методом допоміжних січних площин).

Якщо осі поверхонь обертання перетинаються і є паралельними до площини проєкцій, то застосовують метод концентричних сфер.

Якщо поверхні обертання мають спільну площину симетрії, паралельну до площини проєкцій, (осі їх можуть бути мимобіжними), застосовують метод ексцентричних сфер, тобто сфер, що мають різні центри. Цей метод застосовується порівняно рідко.

Визначення довжини відрізка

Натуральний розмір відрізка дорівнює гіпотенузі прямокутного трикутника, в якого один катет дорівнює одній з проєкцій цього відрізка, а другий дорівнює різниці відстаней кінців відрізка від тієї ж площини проєкцій.

Проектування прямого кута

Якщо одна із сторін прямого кута є паралельною до площини проєкцій, то кут проектується на цю площину без спотворення.

Перпендикулярність прямої і площини

$$(n \perp \Sigma) \Rightarrow [(n_1 \perp h_1) \wedge (n_2 \perp f_2)] \wedge [(h \cap f) \subset \Sigma]$$

Засоби перетворення проєкцій застосовують для приведення елементів об'єкта в окреме положення щодо якоїсь площини проєкцій. Такого положення елементів можна досягти заміною площин проєкцій, плоскопаралельним переміщенням, або прийомами обертання об'єкта.

Прийом заміни площин проєкцій полягає в тому, що новою площиною проєкцій заміняють одну з площин даної системи, в результаті чого нерухомі елементи об'єкта виявляються розташованими особливо щодо нової площини. Таку заміну виконують стільки разів, скільки потрібно для вирішення задачі.

При **плоскопаралельному переміщенні** й засобі обертання переміщується об'єкт, займаючи щодо нерухомої системи площин проєкцій окреме положення.

При плоскопаралельному переміщенні об'єкт рухається по довільній траєкторії у площині, паралельній до якоїсь площини проєкцій.

У **засобі обертання навколо проєктуючої осі** одна з проєкцій точки переміщується по колу, а друга — по прямій, яка є перпендикулярною до проєкції цієї осі.

Метричні задачі на вимір відстаней, плоских фігур, кутів вирішуються просто, якщо окремі елементи об'єкта займають окреме положення, тобто є перпендикулярними або паралельними до однієї з площин проєкцій.

Визначення розміру відрізка

Відрізок призводять у положення, паралельне до однієї з площин проєкцій однією заміною площини проєкцій, або одним плоскопаралельним переміщенням, або одним обертанням навколо осі;

Визначення дійсної відстані від точки до прямої.

Треба зпроєкувати пряму в точку. Тоді відстань між її проєкцією і проєкцією заданої точки буде дійсною. Рішення виконують за допомогою двох перетворень.

Визначення найкоротшої відстані між мимобіжними прямими.

Одну з прямих розташовують перпендикулярно до площини проєкцій, тоді найкоротша відстань між прямими зобразиться на цій площині без спотворення. Здійснити це можна двома замінами площин проєкцій, що переважніше за інші методи .

Визначення двогранного кута.

Ребро двогранного кута розташовують перпендикулярно до площини проєкцій, тоді лінійний кут, що є мірою цього кута, зобразиться без спотворення на цій площині проєкцій. Ця задача більш раціонально вирішується методом заміни.

Визначення розміру плоскої фігури.

Плоску фігуру необхідно привести в положення, паралельне до площини проєкцій, на якій вона зобразиться без спотворення. Для цього необхідно виконати дві заміни площин проєкцій: спочатку перетворити плоску фігуру в проєктуючу, а потім - у площину рівня.

Щоб зпроєкувати площину загального положення в пряму лінію, необхідно, по-перше, провести в ній горизонталь, або фронталь, а потім ввести нову площину проєкцій перпендикулярно до проведеної лінії рівня.

При другій заміні нову площину проєкцій установлюють паралельно до відрізка, в який зпроєктувався відсік площини .

Визначення дійсної відстані від точки до площини.

Площину розташовують перпендикулярно до площини проєкцій, на якій відстань між прямою (проєкцією площини) і проєкцією точки є шуканою. Задачу вирішують за допомогою однієї заміни площини проєкцій .

Розгорткою поверхні многогранника є плоска фігура, отримана

суміщенням із площиною всіх його граней.

Розгортання конічної і циліндричної поверхонь у загальному випадку зводиться до побудови розгорток, відповідно вписаних в них піраміди, або призми, ребра яких збігаються з твірними.

Площиною, дотичною до поверхні в якійсь її точці, звать площину, якій належать всі дотичні прямі до поверхні в цій же точці.

Ціллю **аксонометричних зображень** є одержання наочності об'єкта.

Основним засобом побудови аксонометрії є засіб координат, а саме аксонометричне зображення має властивість оборотності.

Аксонометрична проекція являє собою однокартинне зображення об'єкта, отримане в результаті проектування його разом із координатними осями на деяку площину Π' .

Вторинними проекціями точок називаються аксонометричні проекції горизонтальної, фронтальної і профільної проекцій тієї ж точки.

Прямокутною аксонометрією називається аксонометрична проекція, у якої напрямком проектування перпендикулярний до площини проекцій Π' .

У **прямокутній ізометрії** аксонометричні осі розташовані під кутом 120° одна до одної. Приведені показники спотворення рівні між собою.

Проекцією кола є **еліпс**, велика вісь якого дорівнює $1.22d$ і спрямована перпендикулярно до відсутньої осі. Мала вісь дорівнює $0.71d$. Зображення збільшується в 1.22 рази.

У прямокутній диметрії кут між віссю x' і горизонтальною прямою складає $\approx 7^\circ$, а між віссю y^1 і тією ж прямою - $\approx 41^\circ$ у напрямку годинної стрілки. Приведені показники спотворення дорівнюють: $U=W=1$; $V=0.5$.

Проекцією кола є еліпс, велика вісь якого дорівнює $1.06d$ і спрямована перпендикулярно до відсутньої осі. Розміри малих осей при зображенні кіл, паралельних до площин Π_1 і Π_3 дорівнюють $0.35d$, а паралельних до площини Π_2 - $0.94d$.

Зображенням сфери у прямокутній ізометрії є коло, радіусом $1.22d$, а в прямокутній диметрії - коло, радіусом $1.06d$.

Навчальне видання

**Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка.
Частина 1. Нарисна геометрія**

Методичні вказівки і контрольні завдання.
(для студентів заочної форми
навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр
напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка(водні ресурси»).

Укладач: **РЕПЕТЕНКО** Михайло Володимирович

Редактор: *М. З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2010, поз. 153М

Підп. до друку 17.06. 2010
Друк на різнографі.
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 3,8
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4064 від 12.05.2011