

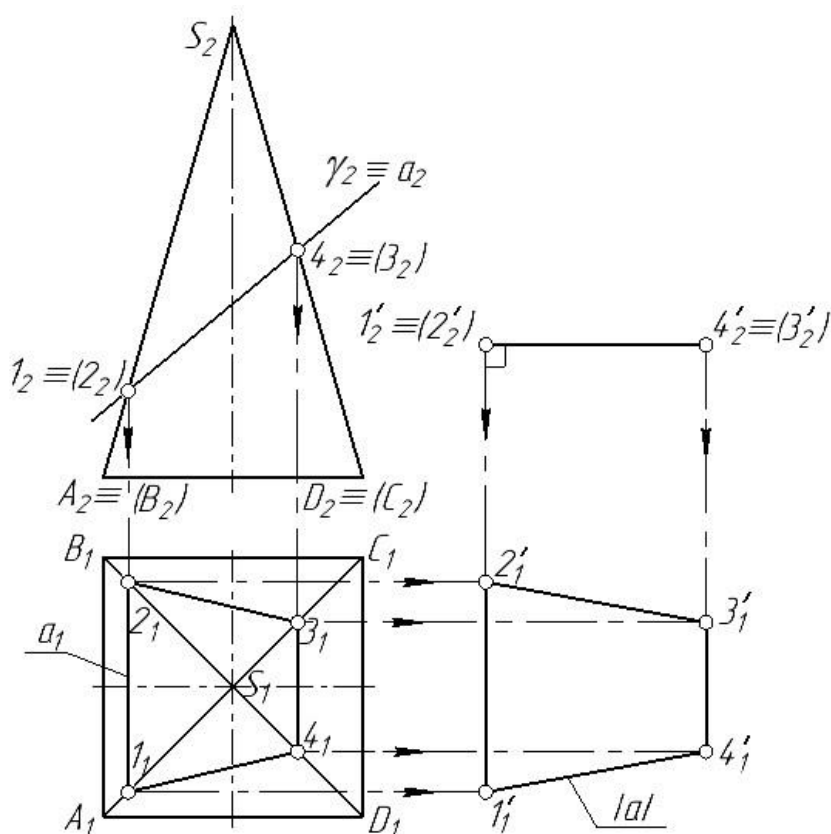
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ГРАФІКИ

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуальної графічної роботи за темою  
«ОПЕРАЦІЇ НА ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЯХ ПОВЕРХОНЬ»  
з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка»  
для студентів ступеня бакалавра всіх спеціальностей факультету  
інформаційних технологій та механічної інженерії  
денної форми навчання



Дніпро  
2022

Методичні вказівки до виконання індивідуальної графічної роботи за темою «Операції на геометричних моделях поверхонь» з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» для студентів ступеня бакалавра всіх спеціальностей факультету інформаційних технологій та механічної інженерії денної форми навчання. / Укладачі: Ярова Т. П., Серeda С. Ю., Сопільняк А. М., Титюк А. А. – Дніпро: ПДАБА, 2022.–22 с.

Методичні вказівки призначені для виконання індивідуальної графічної роботи за темою «Операції на геометричних моделях поверхонь» студентами всіх механічних спеціальностей, а також при необхідності можуть бути використані студентами будівельних спеціальностей.

Мета завдання полягає в закріпленні теоретичних знань студентів з виконання операцій на моделях поверхонь, практичному застосуванні набутих знань, розвитку графічних навичок і просторової уяви. Методичні вказівки містять варіанти індивідуальних графічних завдань, етапи виконання графічних побудов та приклади їх оформлення.

Укладачі: Ярова Т. П., доцент кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА;  
Серeda С. Ю., асистент кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА;  
Сопільняк А. М., к. т. н., доцент, завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Сопільняк А. М., к. т. н., доцент, завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Рецензент: Ткач Д. І., к. т. н., професор кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Затверджено на засіданні  
кафедри нарисної геометрії  
та графіки ПДАБА  
Протокол №8 від 15.02.2022 р.

Рекомендовано до друку  
навчально-методичною  
радою ПДАБА  
Протокол № 4 від 17.02.2022 р.

## Зміст

Вступ.....	3
1. Склад завдання.....	3
2. Загальні вказівки до виконання роботи.....	11
3. Взаємний перетин поверхонь з площиною.....	12
4. Взаємний перетин поверхонь з прямою лінією.....	15
5. Послідовність виконання завдання.....	17
Запитання для самоперевірки.....	21
Література.....	22

## Вступ

Індивідуальна графічна робота за темою «Операції на геометричних моделях поверхонь» є комплексною роботою по засвоєнню теоретичних знань і придбанню практичних навичок розв'язання задач за даною темою.

Під час виконання роботи студенти повинні вивчити теорію та оволодіти на практиці матеріалом за темами:

- комплексні кресленики прямих, площин, поверхонь;
- належність точок, ліній до поверхонь;
- взаємний перетин поверхонь з площиною;
- взаємний перетин поверхонь з прямою лінією;
- перетворення комплексного кресленика:

спосіб заміни площин проєкцій, спосіб плоско-паралельного переміщення.

### 1. Склад завдання

Індивідуальну графічну роботу виконують на аркуші формату А3(297x420). Завдання складається з трьох задач:

*Задача 1.* Побудувати проєкції лінії перерізу багатогранної поверхні площиною. Визначити натуральну величину лінії перерізу.

*Задача 2.* Побудувати проєкції лінії перерізу кривої поверхні площиною. Визначити натуральну величину лінії перерізу.

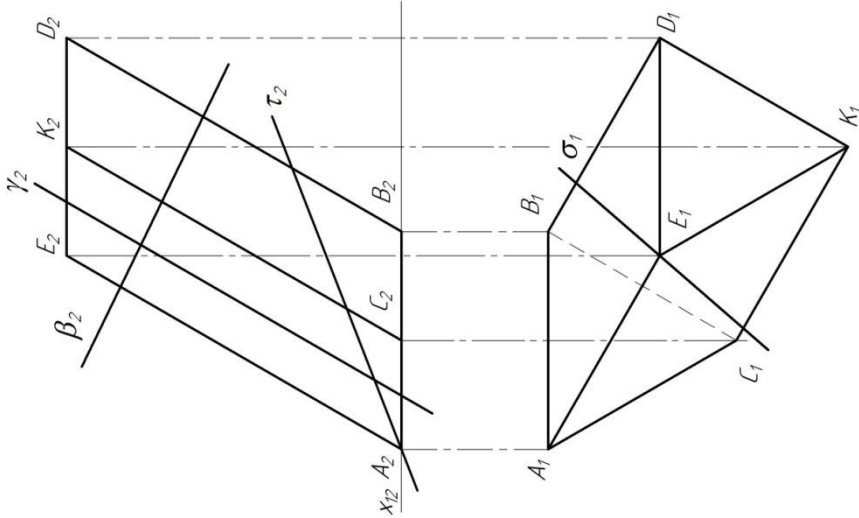
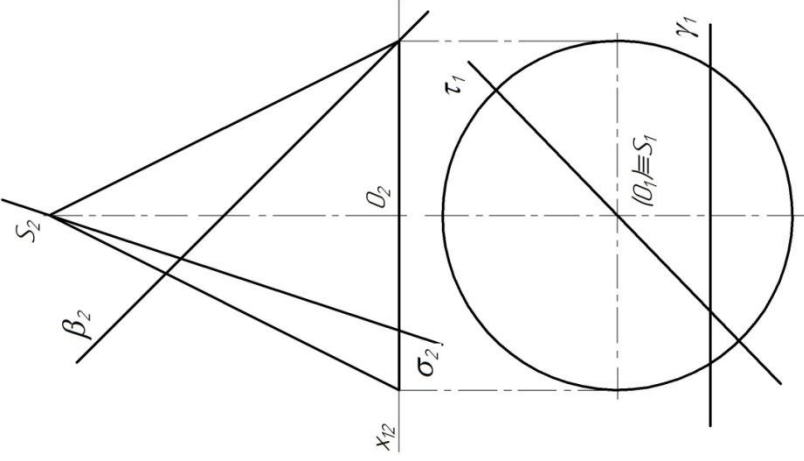
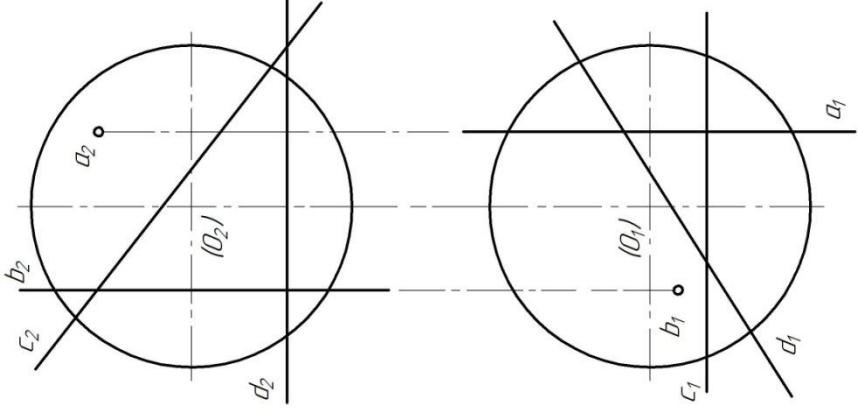
*Задача 3.* Побудувати проєкції точок перетину прямої лінії з поверхнею.

Індивідуальну графічну роботу виконують за варіантом, номер варіанта студенти вибирають за списком у журналі своєї групи.

Графічні умови кожної з трьох задач викреслюють подібними до своїх варіантів за самостійно обраними розмірами (дивись таблиця 1) з урахуванням компоновки – кресленики і побудови задач на форматі А3 повинні займати 85%-90% аркушу. Таблиця 1 містить 25 індивідуальних варіанта завдань.

Таблиця 1

## Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
1	$\beta$	a			
2	$\sigma$	b			
3	$\tau$	c			
4	$\gamma$	p			

Продовження таблиці 1

Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
5	$\beta$	a			
6	$\sigma$	b			
7	$\tau$	c			

Продовження таблиці 1

Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
8	$\beta$	a			
9	$\sigma$	q			
10	$\tau$	p			

Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
11	$\alpha$	a			
12	$\beta$	b			
13	$\gamma$	c			
14	$\sigma$	d			

Продовження таблиці 1

Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
15	$\sigma$	a			
16	$\beta$	b			
17	$\gamma$	c			



Продовження таблиці 1

Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
18	$\tau$	a			
19	$\beta$	b			
20	$\gamma$	c			
21	$\sigma$	d			

Продовження таблиці 1

Вихідні дані за варіантами

Варіант	Площина	Пряма	Задача 1	Задача 2	Задача 3
22	$\tau$	a			
23	$\beta$	b			
24	$\gamma$	c			
25	$\sigma$	d			

## 2. Загальні вказівки до виконання роботи

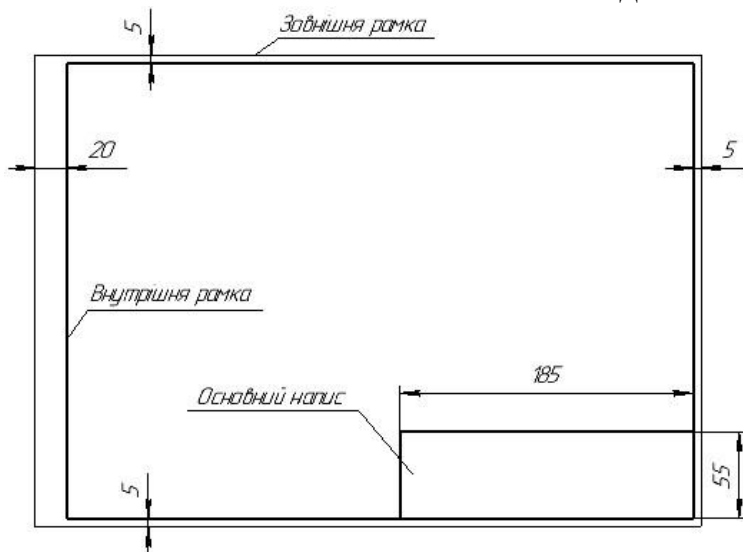


Рис. 2.1. Оформлення формату аркушу

Виконання графічної індивідуальної роботи починаємо з оформлення аркушу паперу формату А3 (рис. 2.1). Поле кресленика на аркуші формату обмежуємо внутрішньою рамкою.

В правому нижньому куті формату виконуємо основний напис. Форма і розміри основного напису визначаються вимогами ГОСТ 2.104-68 (рис. 2.2).

Всі написи виконуємо креслярським шрифтом висотою 3,5 або 5 мм за ДСТУ ISO 3098-0:2006.

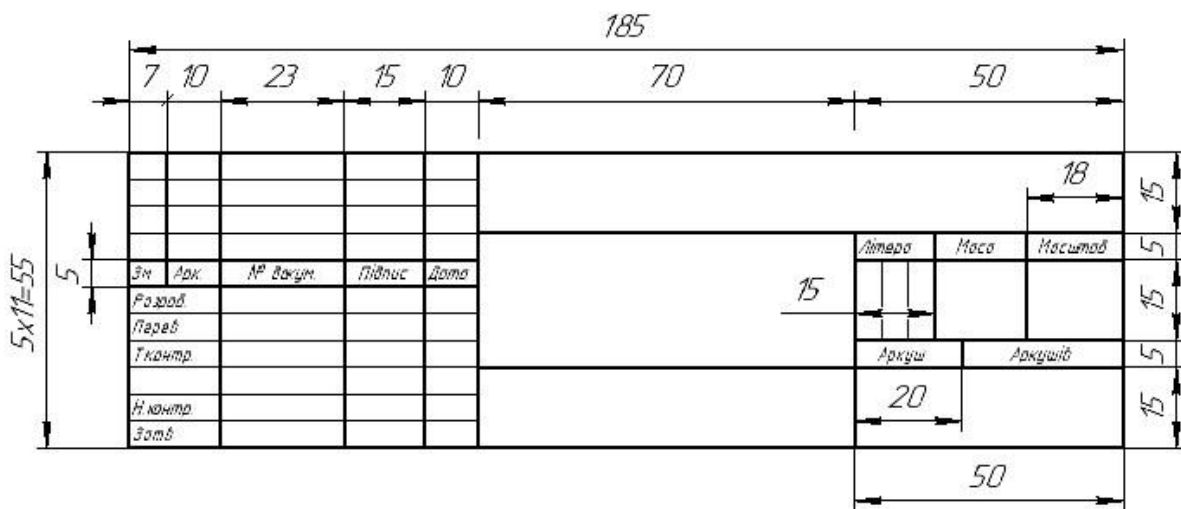


Рис. 2.2. Приклад виконання основного напису

Спочатку зображення слід виконувати тонкими лініями олівцем твердістю Т або ТМ. Після перевірки правильності та точності побудов виконують наведення зображень олівцем твердістю ТМ або М. Всі побудови на кресленику зберігають.

Товщину ліній приймають за ДСТУ ISO 128-20:2003 в межах 0,2-0,8 мм: лінії проєкційного зв'язку, лінії побудов – 0,2 мм; контури прямих, площин – 0,8 мм.

Рекомендовано застосовувати кольори (кольорову туш або гелеві ручки): вихідні дані – чорного кольору, проміжні побудови – синім, зеленим кольором, результат наводять червоним кольором.

### 3. Взаємний перетин поверхонь з площиною

Лінією перетину поверхні з площиною є лінія, що належить площині і поверхні одночасно. Вигляд її залежить від виду поверхні і площини та їх розташування в просторі.

При перетині поверхонь площинами утворюється плоска фігура, яка має назву *переріз*. Обрис перерізу багатогранника площиною має вигляд багатокутника, а обрис перерізу кривої поверхні – як правило є крива лінія.

Задача побудови лінії перетину поверхні багатогранника з площиною зводиться до загальної задачі перетину прямої з площиною. Щоб знайти лінію перетину поверхні багатогранника з площиною треба знайти точки перетину з нею кожного ребра і з'єднати попарно точки, що лежать в одній грані з урахуванням видимості.

Переріз площиною кривих поверхонь будують способом допоміжних січних площин, за умовою, що лінія їх перетину з поверхнями повинна бути найпростішою (пряма, коло).

Розглянемо окремі випадки перетину поверхні з площиною:

Якщо поверхня загального виду перетинається з площиною окремого положення, одна проєкція шуканої лінії перетину співпадає з проєкцією площини, тобто з прямою. Іншу проєкцію лінії їх перетину будують за умовою належності її до заданої поверхні.

На рисунку 3.1 наведений приклад побудови лінії перетину похилої тригранної призми з площиною окремого положення  $\beta$ .

Фронтально проєкціююча площина  $\beta$  перетинає тригранну похилу призму по трикутнику, фронтальна проєкція якого тотожна (співпадає) проєкції площини  $\beta$  ( $\beta_2 = a_2$ ).

Фронтальні проєкції точок  $1_2; 2_2; 3_2$  перетину ребер призми з площиною  $\beta$  знаходять з кресленика, а горизонтальні проєкції  $1_1; 2_1; 3_1$  будують за належністю точок до відповідних

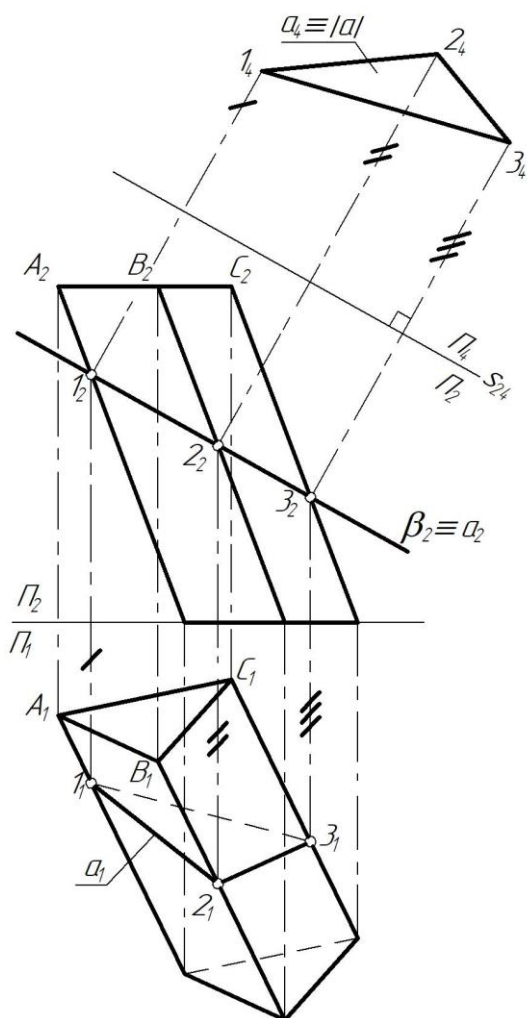


Рис. 3.1. Переріз призми площиною

ребер призми. Побудовані точки з'єднують з урахуванням видимості граней призми.

Для визначення натуральної величини перерізу в даному прикладі використовують спосіб заміни площин проєкцій. Горизонтальну площину проєкцій  $\Pi_1$  замінюють на горизонтальну площину проєкцій  $\Pi_4$ , яку проводять паралельно до заданої площини  $\beta$  (при цьому нова вісь  $S_{24} \parallel \beta_2$ ) і виконують заміну – будують нову проєкцію лінії перерізу  $a_4$  ( $1_4 2_4 3_4$ ).

На рисунку 3.2 чотиригранну піраміду перетинає фронтально-проєкціуюча площина  $\gamma$ . Фронтальна проєкція шуканої лінії перетину співпадає з виродженою в пряму проєкцією площини  $\gamma$  ( $\gamma_2$ ). Відмічають фронтальні проєкції  $1_2$ ;  $2_2$ ;  $3_2$ ;  $4_2$  точок перетину ребер піраміди з площиною  $\gamma$ . За проєкційною відповідністю знаходять їх горизонтальні проєкції  $1_1$ ;  $2_1$ ;  $3_1$ ;  $4_1$ . Послідовно з'єднав побудовані горизонтальні проєкції точок, отримують горизонтальну проєкцію лінії перетину – чотирикутник.

Натуральну величину перерізу знаходять способом плоско-паралельного переміщення (послідовність побудов дивись на рис. 3.2).

На рисунку 3.3 наведений приклад побудови лінії  $a$  перетину поверхні прямого кругового конуса з фронтально - проєкціуючою площиною  $\Sigma$ , з положення якої визначають, що цією лінією буде еліпс, фронтальна проєкція якого збігається з проєкцією площини  $\Sigma$  ( $\Sigma_2 = a_2$ ).

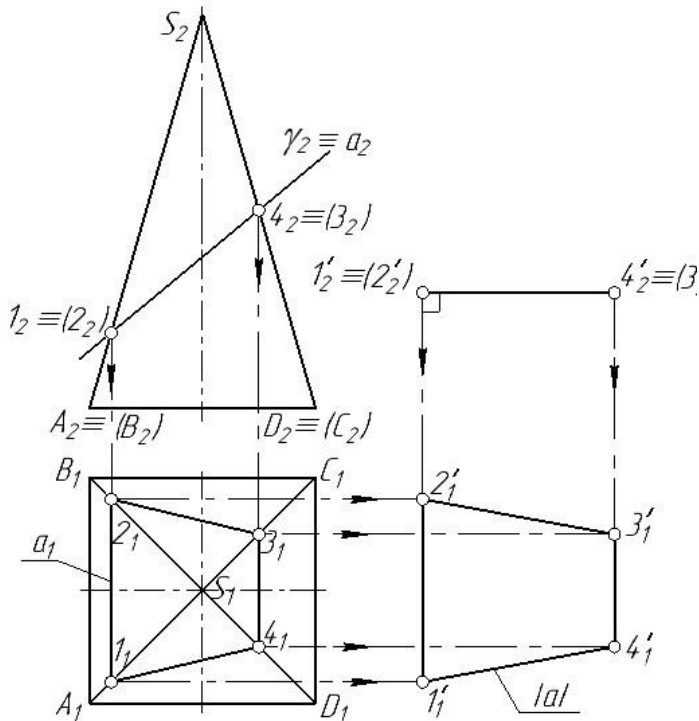


Рис. 3.2. Переріз піраміди площиною

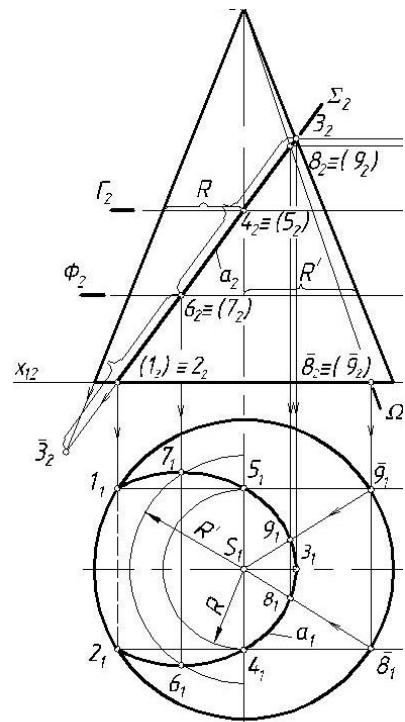


Рис. 3.3 Переріз конуса площиною

При розв'язанні подібних задач будують всі опорні точки та декілька проміжних точок шуканої лінії. Для побудови горизонтальної проєкції еліпса вибирають декілька точок на його фронтальній проєкції і за умовою належності їх до конуса будують їх горизонтальні проєкції.

Точки 1 і 2, що лежать на колі основи конуса, та точка 3 на фронтальній проєкції обрису конуса є опорними (характерними), їх знаходять безпосередньо за проєкційним зв'язком.

Проміжні точки 8 і 9 належать твірним  $S\bar{8}$  та  $S\bar{9}$ , по яким січна площина  $\Omega$ , проведена через вершину  $S$ , перетинає конус. Послідовність побудови показана стрілками.

Опорні точки 4 і 5, що лежать в одній профільній площині з віссю конуса, знаходять за допомогою горизонтальної допоміжної січної площини  $\Gamma$ , яка перетинає конус по колу радіуса  $R$ . Проводять горизонтальну проєкцію кола і за лінію проєкційного зв'язку визначають на ньому горизонтальні проєкції точок  $4_1$  і  $5_1$ . Щоб визначити малу вісь еліпса, поділяють велику вісь  $3_2\bar{3}_2$  навпіл. Мала вісь  $6_7$  еліпса при цьому буде фронтально-проєкціуючою прямою ( $6_2\equiv 7_2$ ). За допомогою горизонтальної допоміжної січної площини  $\Phi$ , проведеної через малу вісь, знаходять її натуральну величину  $7_16_1$ . Послідовно з'єднують побудовані проєкції точок і отримують горизонтальну проєкцію лінії перерізу.

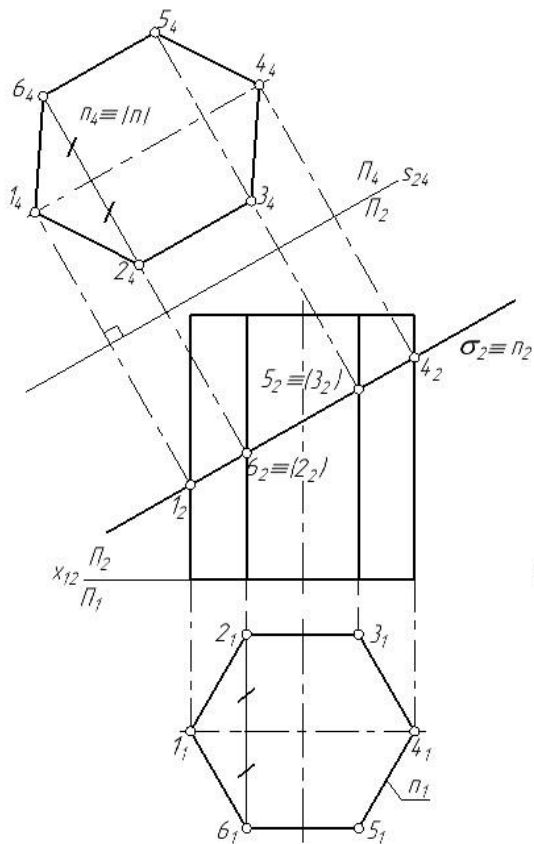


Рис. 3.4. Переріз горизонтально-проєкціуючої призми площиною

Якщо площина окремого положення перетинає проєкціуючу призму (циліндр), проєкції лінії перерізу безпосередньо визначають на кресленнику без додаткових побудов.

На рисунку 3.4 фронтально-проєкціуюча площина  $\sigma$  перетинає шестигранну призму по шестикутнику, фронтальні проєкції вершин якого ( $1_2; 2_2; 3_2; \dots$ ) належать сліду площини  $\sigma_2$ , а горизонтальні проєкції ( $1_1; 2_1; 3_1; \dots$ ) співпадають з горизонтальними проєкціями ребер призми (ребра - вертикальні прямі). Таким чином, фронтальна проєкція лінії перерізу має вид прямої лінії, що тотожна проєкції заданої площини  $\sigma(\sigma_2)$ , а горизонтальна проєкція-шестикутник, тотожний основі призми.

Визначення натуральної величини перерізу виконують способами перетворення проєкцій (в даному прикладі способом заміни площин проєкцій).

Задачі на побудову лінії перетину поверхні з площиною загального положення вирішують за допомогою *метода допоміжних січних площин*.

Січні площини проводять так, щоб вони перетинали задану поверхню по графічно простим лініям. Для цього січні площини проводять через вершину конуса (лінії перетину-твірні), паралельно твірним циліндра, перпендикулярно осі поверхонь обертання (лінії перетину-паралелі). Обов'язково проводять січні площини через ребра призм та пірамід, через обрисові твірні конусів та циліндрів, через екватор і головний меридіан поверхонь обертання. При цьому будують характерні точки лінії перетину - точки зламу та точки зміни видимості лінії.

#### 4. Взаємний перетин поверхонь з прямою лінією

Точкою перетину прямої лінії з поверхнею називають точку, яка належить їм обом одночасно. Кількість точок перетину прямої з поверхнею залежить від виду та розташування прямої лінії і поверхні.

Розглянемо окремі випадки перетину прямої лінії з поверхнею:

1. Поверхня загального виду перетинається з проєкціуючою прямою. Одна проєкція шуканих точок перетину вже є на кресленику, вона співпадає (тотожна) з проєкцією проєкціуючої прямої, тобто точкою. Іншу проєкцію точок перетину будують за умовою належності до заданої поверхні.

На рисунку 4.1. фронтально-проєкціуюча пряма перетинає тригранну похилу призму. Фронтальні проєкції точок  $K$  і  $N$  перетину тотожні фронтальній проєкції прямої  $a$  ( $K_2 \equiv N_2 \equiv a_2$ ). Для побудови горизонтальних проєкцій цих точок через пряму  $a$  проводять січну площину  $\sigma$  ( $\sigma_2 \equiv a_2$ ), що перерізає призму по прямим, які проходять через точки 1 і 2 на трикутнику основи і паралельні ребрам призми. Горизонтальні проєкції точок перетину  $K_1$  і  $N_1$  визначають як точки перетину цих ліній з заданою прямою  $a$  ( $a_1$ ).

2. На рисунку 4.2 пряма  $m$  загального положення перетинає циліндр в горизонтально-проєкціуючому положенні. Горизонтальні проєкції  $A_1$  і  $B_1$  шуканих точок перетину визначають безпосередньо за креслеником без додаткових побудов. Фронтальні проєкції точок перетину прямої з поверхнею будують за умовою належності їх до заданої прямої  $m$  ( $m_2$ ).

Для розв'язання задачі на перетин прямої загального положення (або лінії рівня) з поверхнею загального виду і положення використовують один зі способів: *допоміжних січних площин* або *допоміжного проєкціювання*.

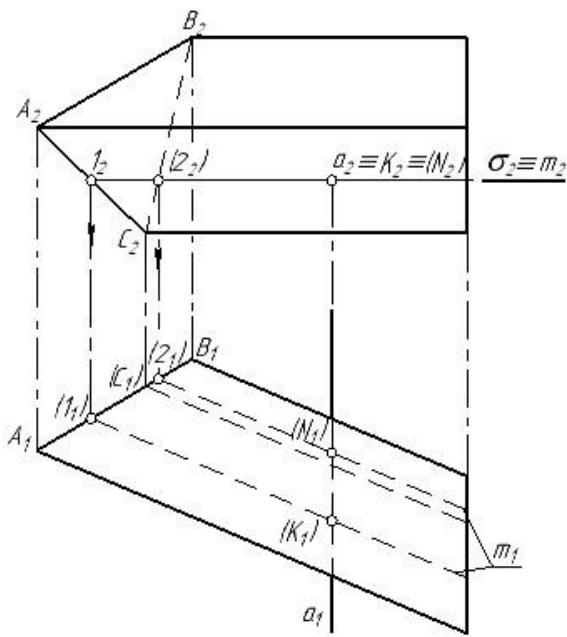


Рис. 4.1. Перетин фронтально-проекціуючої прямої з призмою

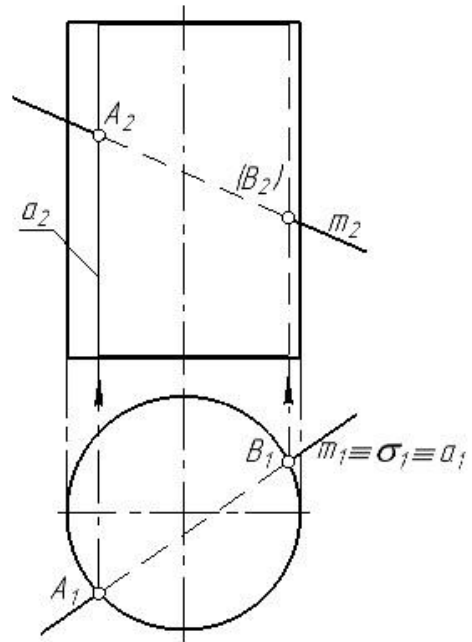


Рис. 4.2. Перетин прямої загального положення з проекціуючим циліндром

Щоб побудувати точки перетину прямої з будь-якою поверхнею способом допоміжних січних площин через задану пряму проводять таку січну площину, яка перерізає задану поверхню по найпростішим лініям - прямим, колам. Потім одержують точки перетину цих ліній з заданою прямою, вони і будуть шуканими точками перетину. Зазвичай у ролі допоміжної січної площини використовують проекціуючу площину, яка проходить через задану пряму лінію. Це спрощує побудову лінії перетину січної площини з заданою поверхнею.

На рисунку 4.3 горизонтальна пряма  $a$  перетинає поверхню тора. Точки перетину  $A$  і  $B$  прямої з тором визначають методом допоміжних січних площин. Для цього заключають пряму в горизонтальну січну площину рівня  $\beta$  ( $\beta_2 \equiv a_2$ ), яка перетинає поверхню тора по колу  $v$ , фронтальна проекція якого тотожна січній площині ( $\beta_2 \equiv a_2 \equiv v_2$ ). На горизонтальній площині проєкцій будують проєкцію кола  $v_1$ , радіус якого дорівнює відстані від осі тора до обрису поверхні і визначають горизонтальні проєкції точок перетину  $A_1$  і  $B_1$  прямої  $a(a_1)$  з поверхнею. Фронтальні проєкції цих точок визначають за умовою їх належності до горизонталі  $a(a_2)$ .

В деяких випадках раціонально для визначення точок перетину прямої з поверхнею використовувати спосіб паралельного (для призм та циліндрів) або центрального (для пірамід та конусів) допоміжного проєкціювання на площину основи геометричного тіла.

При побудові точок перетину прямої з конусом і циліндром доцільно проводити не проєкціуючі (перпендикулярні) допоміжні січні



площини, а такі, які перетинають поверхню конуса або циліндра по твірним.

На рисунку 4.4 похилий циліндр перетинається з прямою АВ загального положення. Точки перетину прямої АВ з поверхнею будують способом паралельного допоміжного проєкціювання на площину основи циліндра. Через точки А і В прямої (або інші довільно вибрані точки на прямій) проводять січну площину  $\beta$  ( $AC \parallel BD$ ) загального положення, яку задають двома паралельними прямими, що проводять паралельно до твірних циліндра. Ця площина перетинає основу циліндра по прямій CD (слід площини будують за слідами прямих AC і BD), а бічну поверхню конуса по твірним, що проходять через точки 1 і 2 перетину кола основи зі слідом площини CD і паралельні до твірних циліндра. В перетині з заданою прямою АВ отримані твірні визначають шукані точки перетину - горизонтальні проєкції точок  $M_1$  та  $N_1$ . За проєкційною відповідністю визначають їх фронтальні проєкції -  $M_2$  та  $N_2$  і показують видимість прямої АВ на обох проєкціях.

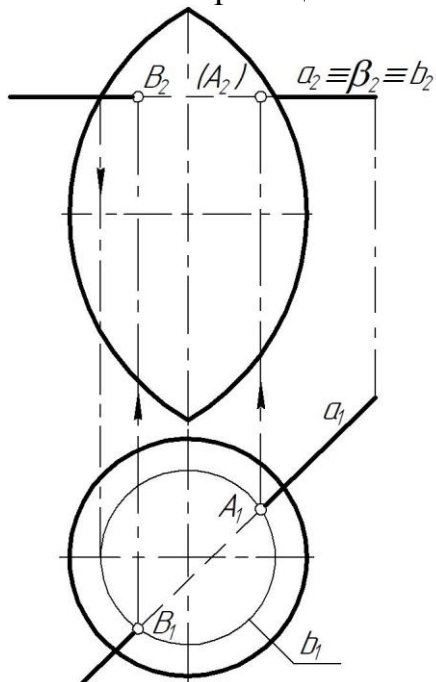


Рис. 4.3. Метод допоміжних січних площин

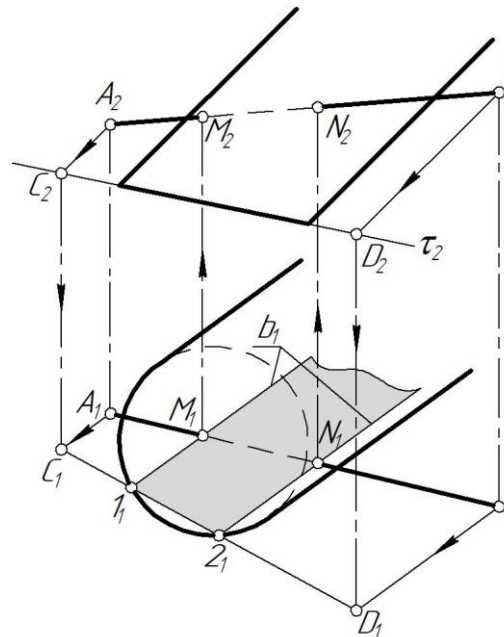


Рис. 4.4. Метод паралельного допоміжного проєкціювання на площину основи поверхні

## 5. Послідовність виконання завдання

**Задача 1**, рис. 5.1.

1. Будують вихідні дані за самостійно обраними розмірами подібно до заданого варіанту з таблиці 1.
2. Визначають вид багатогранної поверхні.

Аналізують взаємне положення проєкцій ребер заданої поверхні. Фронтальні і горизонтальні проєкції бічних ребер між собою паралельні ( $A_1E_1 \parallel C_1K_1 \parallel B_1D_1$ ,  $A_2E_2 \parallel C_2K_2 \parallel B_2D_2$ ), ребра основ утворюють трикутники на горизонтальній проєкції поверхні ( $\Delta A_1B_1C_1$ ,  $\Delta E_1D_1K_1$ ), на фронтальній проєкції трикутники вироджуються в пряму лінію. З кресленика видно, що трикутники верхньої та нижньої основ між собою паралельні.

Висновок: задана трикутна похила призма.

3. Будують проєкції лінії перерізу поверхні площиною.

На рисунку 5.1 наведено приклад виконання задачі 1 - побудова лінії перерізу тригранної призми горизонтально проєкціуючою площиною  $\beta$ .

При перерізі поверхні проєкціуючою площиною одна з проєкцій шуканої лінії перерізу поверхні завжди збігається з виродженою в пряму проєкцією проєкціуючої січної площини. Одже, задача побудови лінії перерізу зводиться до пошуку її другої проєкції.

В даному випадку горизонтальна проєкція шуканої лінії перерізу  $m$  збігається з горизонтальною проєкцією заданої площини  $\beta$  ( $m = \Phi \cap \beta$ ,  $m \subset \Phi$ ,  $m \subset \beta$ ,  $m_1 \equiv \beta_1$ ).

Фронтальну проєкцію лінії перерізу  $m$  будують за умовою її належності до поверхні призми. На горизонтальній площині проєкцій визначають горизонтальні проєкції точок перетину ребер призми з січною площиною  $\beta$  ( $L_1 = C_1K_1 \cap \beta_1$ ,  $M_1 = A_1E_1 \cap \beta_1$ ,  $N_1 = B_1D_1 \cap \beta_1$ ). Через горизонтальні проєкції точок проводять вертикальні лінії проєкційного зв'язку до перетину з фронтальними проєкціями відповідних ребер призми ( $L_2 = L_1L_2 \cap C_2K_2$ ,  $M_2 = M_1M_2 \cap A_2E_2$ ,  $N_2 = N_1N_2 \cap B_2D_2$ ). Попарно з'єднують точки лінії перетину, що належать одній грані.

4. Визначають видимість ділянок ламаної лінії перерізу на проєкціях.

Видимість грані поверхні визначає видимість ділянки лінії перерізу, що їй належить. На фронтальній площині проєкцій грань ABDE призми невидима, відповідно невидимою є сторона MN лінії перерізу.

5. Визначають натуральну величину перерізу способом плоско-паралельного переміщення - лінію перерізу перетворюють в положення фронтальної площини рівня. Для цього переміщують горизонтальну проєкцію лінії перерізу в положення паралельне до фронтальної площини проєкцій ( $m_1 \rightarrow m_1^1 \parallel x_{12}$ ).

Натуральну величину перерізу  $m_2^1$  отримують на фронтальній площині проєкцій як результат перетину вертикальних ліній проєкційного зв'язку з горизонтальними прямими (слідами площин рівня), по яких рухаються точки M, N, L - вершини трикутника перерізу.

Натуральну величину перерізу можна також визначити способом заміни площин проєкцій (спосіб студенти обирають самотійно).

**Задача 2**, рис. 5.1.

1. Будують вихідні дані за самостійно обраними розмірами подібно до заданого варіанту з таблиці 1.

2. Визначають вид кривої поверхні.

На фронтальній площині проєкцій поверхня зображена трикутником, горизонтальна проєкція поверхні – коло. Висновок: задано прямий круговий конус.

3. Будують проєкції лінії перерізу поверхні площиною.

На рисунку 5.1 наведено приклад виконання задачі 2 - побудова лінії перерізу прямого кругового конуса фронтально проєкціуючою площиною  $\sigma$ .

Фронтальна проєкція шуканої лінії перетину збігається з фронтальною проєкцією заданої січної площини  $\sigma$  ( $m_2 = \sigma_2$ ). Точки горизонтальної проєкції шуканої лінії перерізу (плоскої кривої) будують за вертикальною відповідністю, як проєкції точок, що належать лініям конуса, це можуть бути кола горизонтальних перерізів чи прямолінійні твірні конуса.

Точки  $A$  і  $E$  будують, як результат перетину твірних  $S_1$  і  $S_2$  з площиною  $\sigma$ . На фронтальній проєкції відмічають точки перетину фронтальних проєкцій твірних з фронтальною проєкцією площини  $\sigma$  ( $A_2 = S_{22} \cap \sigma_2$ ,  $E_2 = S_{12} \cap \sigma_2$ ). Через фронтальні проєкції точок проводять вертикальні лінії проєкційного зв'язку до перетину з горизонтальними проєкціями відповідних твірних  $S_1$  і  $S_2$  ( $A_1 = A_2A_1 \cap S_{11}$ ,  $E_1 = E_2E_1 \cap S_{11}$ ).

Для побудови проміжних точок  $B$  і  $M$  проводять допоміжну горизонтальну площину рівня  $\tau$ , яка перетинає поверхню конуса по колу  $n$  ( $n_2, n_1$ ), радіус якого визначає відрізок  $O'_2Z_2$ . Коло  $n$  перетинає площину  $\sigma$  в шуканих точках  $B$  і  $M$ , фронтальні проєкції яких визначають як результат перетину фронтальних проєкцій площини  $\sigma_2$  і кола  $n_2$ .

На горизонтальній проєкції конуса будують коло  $n_1$ , радіусом  $O'_2Z_2 = O'_1Z_1$ . Горизонтальні проєкції точок будують за вертикальною відповідністю ( $B_1 = B_2B_1 \cap n_1$ ,  $M_1 = M_2M_1 \cap n_1$ ).

За аналогічною схемою будують проміжні точки  $C, D, K, L$  шуканої лінії перерізу конуса площиною  $\sigma$ . Побудовані точки поєднують плавною кривою лінією - отримують горизонтальну проєкцію  $m_1$  лінії перерізу.

4. Визначають видимість ділянок лінії перерізу на проєкціях.

Видимість точок лінії перерізу визначають за видимістю твірних конуса, яким вони належать.

5. Визначають натуральну величину перерізу способом плоско-паралельного переміщення.

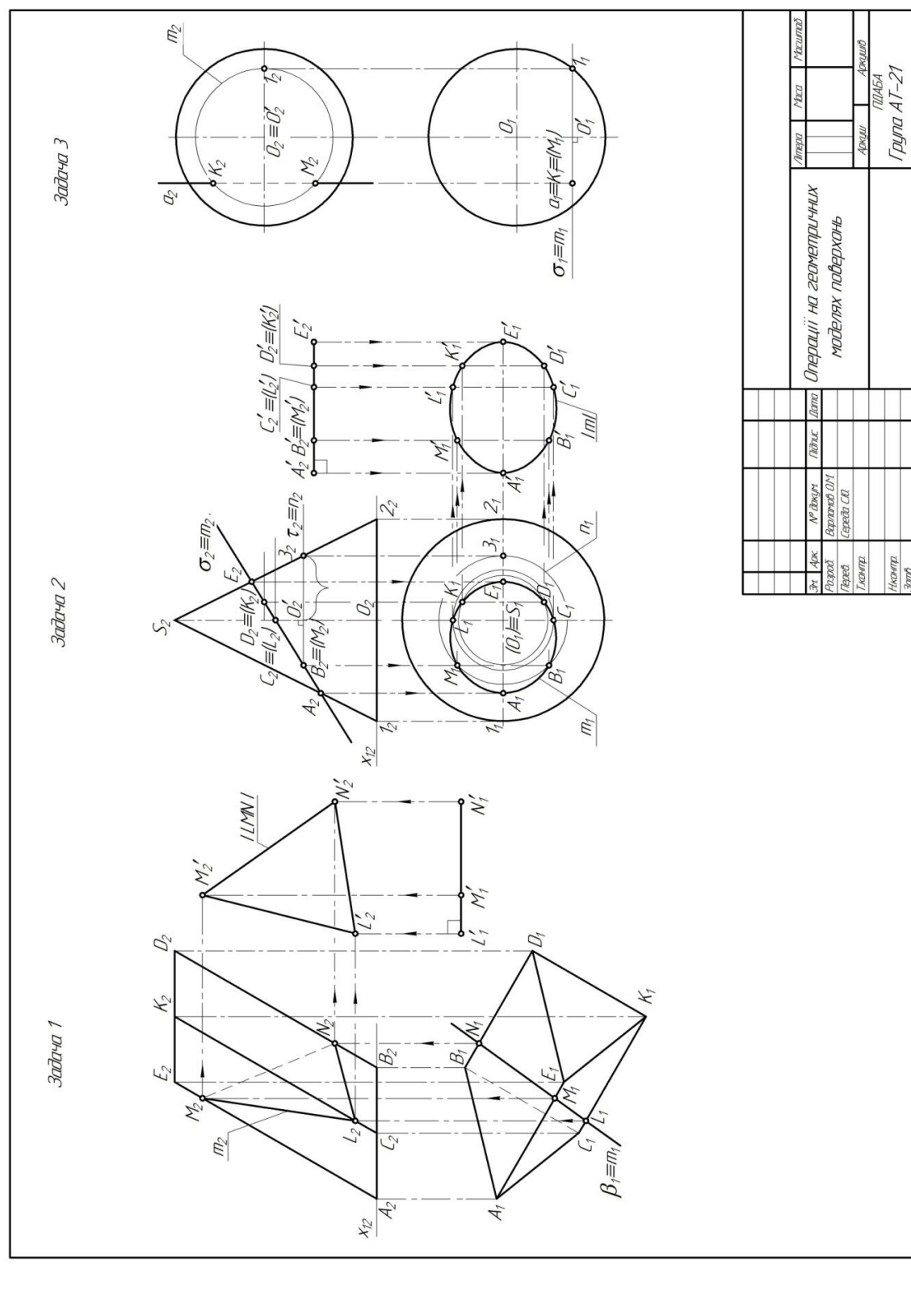


Рис. 5.1. Приклад виконання завдання

№	Арк.	№	Варіант	Літис.	Дата	Літера	Маса	Масштаб
	Розроб.		Виконав	Оці.		Операції на геометричних моделях поверхонь		
	Вірв.		Серед.	СД		Архив	Архив	Архив
	Текст.					ПІІАБІА		
	Настр.					Група АТ-21		
	Затв.							

Лінію перерізу перетворюють в положення горизонтальної площини рівня. Для цього переміщують фронтальну проекцію лінії перерізу в положення паралельне до горизонтальної площини проєкцій ( $m_2 \rightarrow m_2^1 \parallel x_{12}$ ).

Натуральну величину перерізу  $m_1^1$  отримують на горизонтальній площині проєкцій як результат перетину вертикальних ліній проєкційного зв'язку з горизонтальними прямими (слідами площин рівня), по яких рухаються точки А, В, С, D, Е, К, L, М кривої лінії перерізу.

**Задача 3**, рис. 5.1.

1. Будують вихідні дані за самостійно обраними розмірами подібно до заданого варіанту з таблиці 1.

2. Визначають вид поверхні.

Фронтальна і горизонтальна проєкція поверхні – кола однакового радіуса. Висновок: на креслені задана сфера  $\Phi$ .

3. Будують проєкції точок перетину прямої  $a$  з поверхнею сфери  $\Phi$ .

Для розв'язання задачі використовують метод допоміжних січних площин.

Через пряму  $a$  проводять січну площину  $\sigma$  паралельну до фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$ . На горизонтальній площині проєкцій площина  $\sigma$  зображена проєкцією  $\sigma_1$  - прямою, що перпендикулярна до вертикальних ліній проєкційного зв'язку і проходить через проєкцію  $a_1$  заданої прямої ( $a \subset \sigma, a_1 \equiv \sigma_1$ ).

Січна площина  $\sigma$  перетинає поверхню сфери по колу ( $m = \sigma \cap \Phi$ ). Горизонтальна проєкція кола збігається з горизонтальною проєкцією січної площини  $\sigma$  ( $m_1 \equiv \sigma_1$ ). Фронтальна проєкція  $m_2$  – коло, радіус якого визначає відрізок  $O'_2 1_2 = O'_1 1_1$ .

Фронтальні проєкції точок перетину (входу і виходу) прямої визначають як точки перетину заданої прямої  $a$  і лінії перерізу  $m$  ( $K_2, L_2 = a_2 \cap m_2$ ). Горизонтальні проєкції точок перетину будують за вертикальною відповідністю ( $K_1 \equiv M_1 \equiv a_1$ ).

4. Визначають видимість відрізка прямої на проєкціях.

Видимість ділянок прямої  $a$  визначають за умовою належності точок входу і виходу відповідним лініям поверхні сфери.

### Запитання для самоперевірки

1. Як називають лінію перетину поверхні з площиною?
2. Які особливості побудови лінії перетину багатогранної поверхні з площиною окремого положення?
3. Які особливості побудови лінії перетину кривої поверхні з площиною окремого положення?
4. Які точки лінії перетину поверхні з площиною відносять до характерних точок?
5. Як потрібно провести січну площину, щоб вона перерізала прямий круговий конус по твірним, еліпсу, параболі?

6. По якій лінії сфера перетинається з площиною в залежності від положення площини?
7. В чому суть методу допоміжних січних площин при побудові перерізу поверхні площиною?
8. В чому полягає загальний спосіб побудови точок перетину прямої лінії з поверхнею?
9. Як вибирають допоміжну січну площину в залежності від виду поверхні при побудови точок перетину прямої лінії з поверхнею?
10. В яких випадках раціонально в якості січної площини використати площину загального положення?
11. Чи можливо побудувати точки перетину проєкціюючої прямої з поверхнею без застосування способу допоміжних січних площин?
12. Для чого потрібно перетворення комплексного креслення?
13. Назвіть методи перетворення комплексного рисунка?
14. В чому полягає суть методу заміни площин проєкцій?
15. В чому полягає суть методу плоско-паралельного переміщення?

### Література

1. Нарисна геометрія: Підручник. / [Михайленко В. Є., Євстифеев М. Ф., Ковальов С. М., Кашенко. О. В.; За ред. Михайленка В. Є.]. –3-тє вид., переробл. - К.: Видавничий Дім «Слово», 2013. — 304 с.: іл.
2. Ткач Д. І. Методика навчання майбутніх архітекторів нарисної геометрії: монографія / Ткач Д. І. -Дніпропетровськ: Видавництво «Свідлер А. Л.», 2014. - 264 с.
3. Ткач Д. И. Системная начертательная геометрия / Ткач Д. И. - Днепропетровск: изд-во «ПГАСА», 2011. - 356 с.
4. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник /Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. За ред. Михайленка В. Є. - К.: Каравела, 2010. - 360 с.
5. Михайленко В.Є. Інженерна графіка: підручник /Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. За ред. Михайленко В.Є. - К.: Каравела, 2008. - 272 с.
6. Коваленко Б. Д. Інженерна та комп'ютерна графіка. Навч. посіб./ Коваленко Б. Д., Ткачук Р. А., Серпученко И. Г. -К.: Каравела, 2008.-512с.
7. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Навч. посіб. /[Макаров В. І., Шевченко В. Г., Макаренко М. Г. та ін.]-К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006.–152с