

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

ПОСІБНИК З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

ПРОГРАМОВАНЕ
НАВЧАННЯ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
З МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Факультет _____
Група _____
Студент _____
Викладач _____

Київ — 2020

В.В. Ванін. Посібник з нарисної геометрії та інженерної графіки. Програмоване навчання для спеціальностей з механічної інженерії.

Укладачі: В.В. Ванін, М.В. Грубич, В.П. Юрчук

Гриф надано Методичною радою «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
(протокол №10 від 21.06.2018 р.),
за поданням Вченої ради фізико-математичного факультету
(протокол №5 від 24.05.2018 р.)

ПРОГРАМОВАНЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Ванін Володимир Володимирович

Грубич Марія Володимирівна

Юрчук Володимир Петрович

ПОСІБНИК З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

ПРОГРАМОВАНЕ
*НАВЧАННЯ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
З МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ*

ПОСІБНИК З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ: Робочий зошит до лекцій: навч. посіб. для навчання студентів з механічної інженерії/«КПІ ім. Ігоря Сікорського» / В.В. Ванін, М.В.Грубич, В.П. Юрчук. – Київ: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – 87 с.

У навчальному посібнику представлені короткі теоретичні відомості, домашні та аудиторні завдання зі всіх тем дисциплін «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка», (програмоване навчання для спеціальностей з механічної інженерії), які передбачені робочою навчальною програмою цих дисциплін.

Відповідальний редактор: Ванін В.В. – д. т. н., професор.

Рецензенти: Дорошенко Ю.О. – д. т. н., професор НАУ,
Пилипака С.Ф. – д. т. н., професор КНЕУ.

В.В. Ванін, М.В. Грубич, В.П. Юрчук, 2020
© «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванін В.В. Інженерна та комп'ютерна графіка: В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична та ін К.: Вид. гр. ВНУ, 2009.
2. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка. В.Є. Михайленко, С.М Ковальов— К.: Каравела, 2003.
3. Михайленко В.Є. Нарисна геометрія: підручник / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстигнєєв, С.М. Ковальов. За ред. В.Є. Михайленка. 3-тє вид., переробл. – К.: Видавничий дїм «Слово». 2013. – 304 с.
4. Хмеленко О. С. Нарисна геометрія. Підручник – Кондор – 2008. – 440 с.
5. «Навчальні завдання з нарисної геометрії»/Уклад. О.М. Крот, Л.В. Петїна, М.С. Гумен, Г.М. Коваль. Навчальні завдання з нарисної геометрії.- К.: КП, 1991. – 88 с.
6. Ванін В.В. Навчальні завдання з нарисної геометрії та інженерної графіки: В.В. Ванін, Н.В. Білецька, О.Г. Гетьман, Н.В. Міхлевська. Нарисна геометрія та інженерна графіка. Навчальні завдання для програмованого навчання. Навчальний посїбник для студентів немеханїчних спеціальностей. – К.: НТУУ «КП», 2018. – 64 с.

ПОЗНАЧЕННЯ ТА УМОВНОСТІ,

які прийняті у посїбнику

Основні геометричні об'єкти:

- точки позначають великими літерами латинського алфавіту A, B, C, \dots , а також цифрами $1, 2, 3, \dots$;
- лінії — малими літерами латинського алфавіту a, b, c, \dots ;
- поверхні — великими літерами грецького алфавіту $\Pi, \Delta, \Theta, \Sigma, \dots$;
- кути — малими літерами грецького алфавіту $\alpha, \beta, \gamma, \dots$

Будемо позначати: α — кут нахилу прямої та площини до горизонтальної площини проєкцій Π_1 ; β — кут нахилу прямої та площини до фронтальної площини проєкцій Π_2 ; γ — кут нахилу прямої та площини до профільної площини проєкцій Π_3 . Інші кути позначають $\phi, \psi, \delta, \dots$

Проєкції точок, ліній та площин позначають такими ж літерами, як і самі об'єкти, але з індексами відповідних площин проєкцій, на яких побудоване дане зображення $A_1, B_1, C_1, \dots; A_2, B_2, C_2, \dots; A_3, B_3, C_3, \dots$

Для відображення співвідношення між геометричними об'єктами застосовуються такі символи:

- | | |
|--------------------------------|---|
| \parallel — паралельність; | \square — прямий кут; |
| \cap — перетин; | \in — належність точки до іншого об'єкта; |
| \circledast — дотик; | \subset — належність решти елементів (ліній,...) до іншого об'єкта; |
| $\circ/\text{—}$ мимобїжність; | $=$ — результат дії; |
| \perp — перпендикулярність; | \equiv — збїг геометричних об'єктів і проєкцій. |
| U — з'єднання точок; | |

Приклад умовного запису: $K = l \cap \Delta$. Даний запис означає, що точка K є точкою перетину лінії l з поверхнею Δ .



ПРЕДМЕТ НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ

Нарисна геометрія, засновником якої є великий французький вчений **Гаспар Монж**, належить до дисциплін, які складають основу інженерної освіти. У цьому курсі вивчаються методи зображень просторових форм на площині та способи графічного розв'язання позиційних та метричних задач за плоскими зображеннями об'єктів. Крім того, вивчення нарисної геометрії сприяє розвитку просторової уяви, яка необхідна для творчої діяльності будь-якого інженера, фізика, хіміка, пілота та багато інших спеціальностей. Тому засвоєння основ нарисної геометрії студентами має велике значення для їх наступної професійної діяльності.

Посібник складений з урахуванням методичних посібників кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського”:

- “Навчальні завдання з нарисної геометрії”/Уклад. О.М. Крот, Л.В. Петіна, М.С. Гумен;
- “Навчальні завдання з інженерної графіки” /Уклад. М.Д. Бевз, В.В. Ванін, Н.К. Віткуп;
- Посібник “Інженерна графіка”/Уклад. В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Наджернична;
- «Навчальні завдання з нарисної геометрії»/Уклад. О.М. Крот, Л.В. Петіна, М.С. Гумен, Г.М.

Коваль;

- «Навчальні завдання з нарисної геометрії та інженерної графіки»: В.В. Ванін, Н.В. Білецька, О.Г. Гетьман, Н.В. Міхлевська.

Вивчення курсу здійснюється згідно з робочою програмою дисципліни. Для полегшення засвоєння матеріалу з кожної теми в скороченому вигляді надається теоретичний матеріал, необхідний для розв'язання практичних задач. Також після кожної освоєної лекції студент самостійно виконує:

а - **домашнє завдання** з теми, контролюючи засвоєння матеріалу;

б - **аудиторне завдання, яке виконує** в аудиторії на практичних заняттях під керівництвом викладача чи в **online** – режимі (при необхідності) розв'язуючи завдання на основі тематичного матеріалу, поданого викладачем на лекції у віртуальному режимі.

Для повного засвоєння матеріалу в **online** – режимі проводяться також консультації з викладачем, який веде заняття.

Усі графічні побудови виконуються студентами безпосередньо на сторінках посібника за допомогою креслярських інструментів. Результат розв'язання задач бажано виділити червоним кольором. Написи виконуються креслярським шрифтом графітним олівцем.

Для більш поглибленого вивчення матеріалу студенти самостійно виконують п'ять розрахунково-графічних робіт, умови яких (за варіантами) взяті із методичних розробок кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки [5, 6].

Використання посібників кафедри при виконанні розрахунково-графічних робіт дозволяє урівноважити рівень їх складності. Зразки виконання розрахунково-графічних робіт наведені в кінці посібника.

Ці завдання виконують на аркушах креслярського паперу формату А3 (чи формату А4) графітним олівцем за допомогою креслярських інструментів згідно з вимогами існуючих в інженерії стандартів.

Також є можливим виконання тематичних завдань даного посібника після вивчення матеріалів із літературних чи комп'ютерних джерел з наступною задачею розрахунково-графічних робіт (епюрних завдань) в **online**-режимі для оцінювання викладачем робіт з метою отримання відповідної оцінки.

**Тема 1. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦЯ.
ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРУ.
ЕПЮР МОНЖА**

У останні роки відбулися значні зміни у навчальному процесі вищих навчальних закладів України, пов'язані зі збільшенням ваги програмованого навчання та приєднанням до Болонського процесу. Ставляться цілі самостійного творчого оволодіння студентами університетської програми підготовки. У сучасних навчальних планах підготовки бакалаврів технічних спеціальностей для лекційних занять з нарисної геометрії виділяється від 18 до 36 годин, тоді як за часів Гаспара Монжа (1764 – 1818 р.р.) студенти слухали курс із 328 годин. Тому у сучасних умовах для ведення навчального процесу з даної дисципліни необхідні значні зміни у методології викладання.

Одним із важливих компонентів навчання є вміння студентом творчо скласти конспект лекцій та його програмованого доопрацювання за даним посібником в домашніх умовах. Конспект, за умови його належної якості, є ефективним засобом запам'ятовування і засвоєння студентом теоретичного матеріалу, першим помічником при підготовці до практичних занять та екзаменів. Даний посібник має мету допомогти студентам-першокурсникам в організації продуктивної праці на лекційних заняттях з нарисної геометрії та інженерної графіки шляхом заповнення змістом програмованого конспекту лекцій.

Посібник тематично структурований відповідно до затверджених навчальних програм із нарисної геометрії за класичною схемою «від простого до складного». Спочатку розглядаються проєкції основних елементів геометричного простору: точки, прямої, площини і відображення їх взаємного розташування та способи перетворення креслеників. Надалі вивчаються проєкції поверхонь і тіл.

Нарисна геометрія відноситься до точних наук. Особливістю конспектування лекцій із нарисної геометрії, на відміну від конспектів із інших навчальних дисциплін, які є базовими для політехнічної освіти, є насиченість рисунками. При цьому, більшість із них є геометричними розрахунками параметрів об'єктів простору, а не ілюстрацією до певного математичного апарату, як це робиться у шкільному курсі стереометрії. Тому в робочому зошиті наводяться не лише наочні зображення фігур, але й ілюстрації отримання їх ортогональних проєкцій. За цим рисунком студент виконує кресленик, розташовуючи його поряд із наочною моделлю. Розміри зображень мають бути настільки великими, щоб можна було розрізнити всі подробиці побудов. Розв'язок задач студент веде із використанням креслярських інструментів.

Під креслеником рекомендується виконувати запис із аналізом властивостей проєкцій фігури та висновків про розташування фігури відносно площин проєкцій, обов'язковий запис алгоритмів просторового розв'язку задачі і його реалізації на кресленику. Текст має компактний вигляд завдяки застосуванню мнемонічних скорочень, умовних позначень, таблиць тощо. Точно записують назви, визначення і теореми. При опрацюванні конспекту за посібником можливе його доповнення матеріалом за підручником, підготування запитань лектору на консультації або асистенту перед практичним заняттям.

Навчальна дисципліна «**Нарисна геометрія**» закладає основу інженерної освіти формуючи знання, вміння та навички геометричного моделювання тривимірних об'єктів простору.

Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання нарисної геометрії є розкриття сучасних наукових концепцій понять та методів відображення геометричних властивостей технічних об'єктів у вигляді креслеників...

Предмет нарисної геометрії – розробка методів побудови та читання креслеників, геометричного моделювання, тобто створення предмета за наперед заданими умовами...

Геометричні фігури. Геометричний простір. Відображення.

Геометричною фігурою називають будь-яку непусту множину точок.

До основних геометричних фігур відносять: точку, пряму та площину. _____

Між основними фігурами існують наступні співвідношення: належність, перетин, порядок розташування, безперервність, паралельність, конгруентність та ін. _____

Геометричним простором називають сукупність однорідних фігур чи об'єктів.

В залежності від того, які об'єкти його складають, простір має відповідні властивості. Так якщо покласти в основу систему аксіом Евкліда - Гілберта, то маємо евклідов простір із нескінченно віддаленими (невласними) елементами: площиною, точкою, прямою. Таким чином, паралельні прямі перетинаються у нескінченно віддаленій точці, а паралельні площини перетинаються по нескінченно віддаленій прямій.

Метод проєкцій є основою нарисної геометрії. За цим методом кожній точці тривимірного простору однозначно відповідає певна точка двовимірного простору (площини).

Апарат центрального проєкціювання: A – _____, S_1 – _____,

Π – _____, t_1 – _____,

A_1 – _____.

Центральні проєкції (перспективу) застосовують в _____.

Переваги центрального проєкціювання полягають _____.

Основним недоліком центральних проєкцій є _____.

Апарат паралельного проєкціювання: A – _____, S_∞ – _____,

_____ , Π – _____, t – _____,

A_1 _____.

Основні інваріанти паралельного проєкціювання.

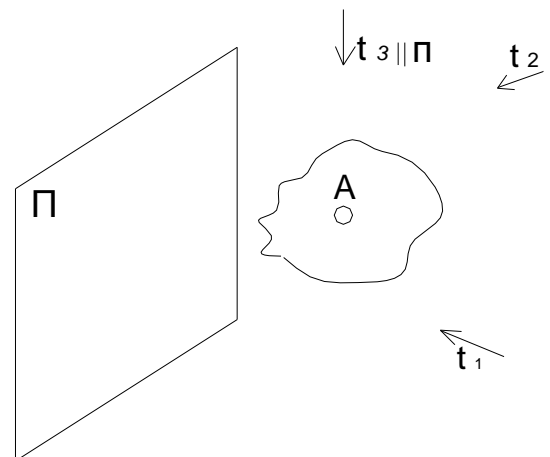
1. Проекція точки є _____

2. Проекція прямої є _____

3. Якщо точка належить лінії, то _____

4. Якщо точка ділить відрізок в якомусь співвідношенні, то _____

5. Відрізок прямої, який паралельний площині проєкцій, проєкціюється на неї _____



Паралельні проєкції поділяють на _____

Паралельні проєкції застосовують при розробці креслеників у _____

Переваги паралельного проєкціювання _____

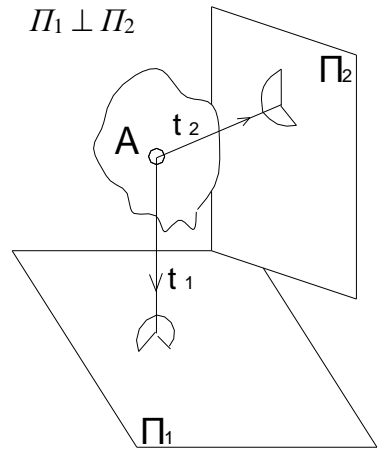
Основним недоліком паралельних проєкцій є _____.

Особливості апарату паралельного ортогонального проєкціювання:

A – _____ S_{∞} – _____,
 Π_1 і Π_2 – _____,
 t – _____ A_1, A_2 – _____.

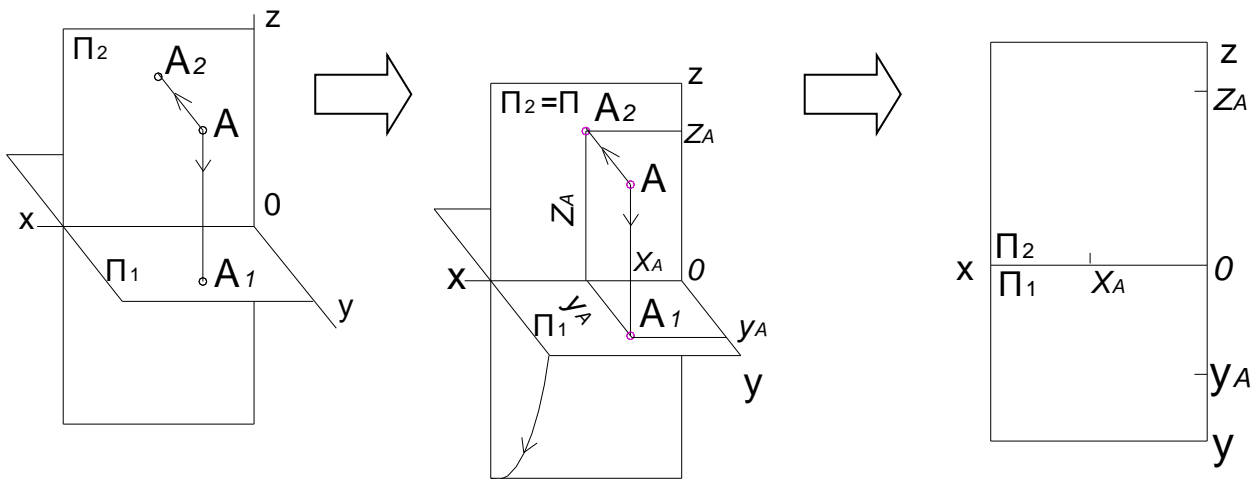
При ортогональному проєкціюванні невизначеність зображення предмета на площині проєкцій Π_1 можна прибрати _____

Переваги паралельного ортогонального проєкціювання перед косокутним полягають _____



Метод Гаспара Монжа полягає _____

Реалізацію методу Г. Монжа ілюструють рисунки у вигляді просторової моделі, моделі суміщення площин проєкцій з площиною кресленика та комплексного кресленика точки.

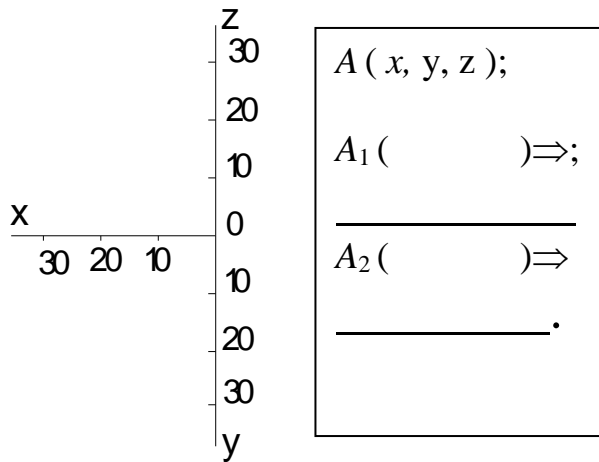


Якщо прийняти площини проєкцій Π_1, Π_2 за координатні площини декартової системи координат, то довжини відрізків, що виражають відстані точки A до площин проєкцій, віднесені до одиниці довжини, будуть координатами точки A :

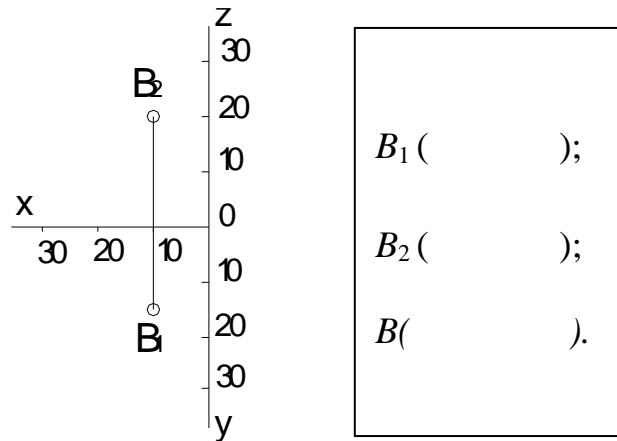
A – _____; Π_1 – _____; Π_2 – _____
 _____; x, y, z – _____;
 Ox – _____; A_1 – _____;
 A_2 _____; $A_1A_2 \perp Ox$ _____;
 x_A – _____; y_A – _____; z_A – _____.

Отриманий кресленик точки A є позиційно _____ і метрично _____

Приклад 1.1. Побудувати кресленик точки A за її координатами $A(25,30,25)$.
(Пряма задача)



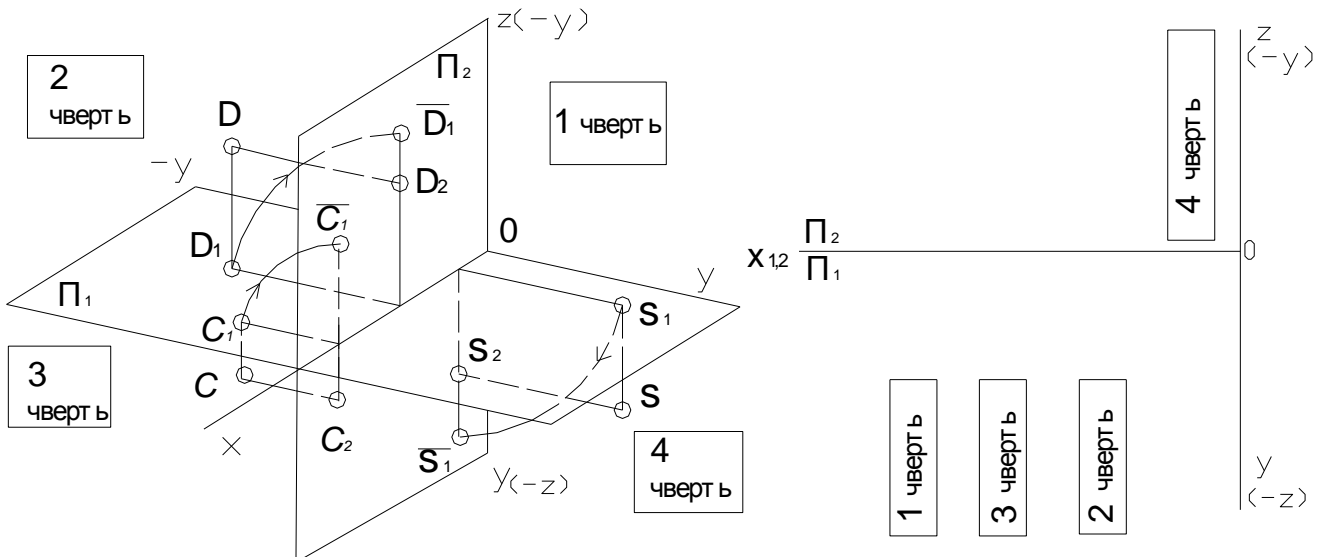
Приклад 1.2. За креслеником точки B визначити її координати.
(Обернена задача)



Висновок. _____

За умови введення горизонтальної і фронтальної площин проекцій геометричний простір ділиться на _____. Тоді при побудові креслеників точок слід враховувати_____.

Приклад 1.3. Побудувати кресленики точок D, C, S за їх наочними зображеннями. Порівняйте із креслениками точок A і B на прикладах 1 і 2. Доповніть отриманий кресленик зображеннями точки A за умови її розташування у першій чверті (октанті) простору.

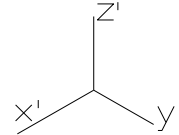
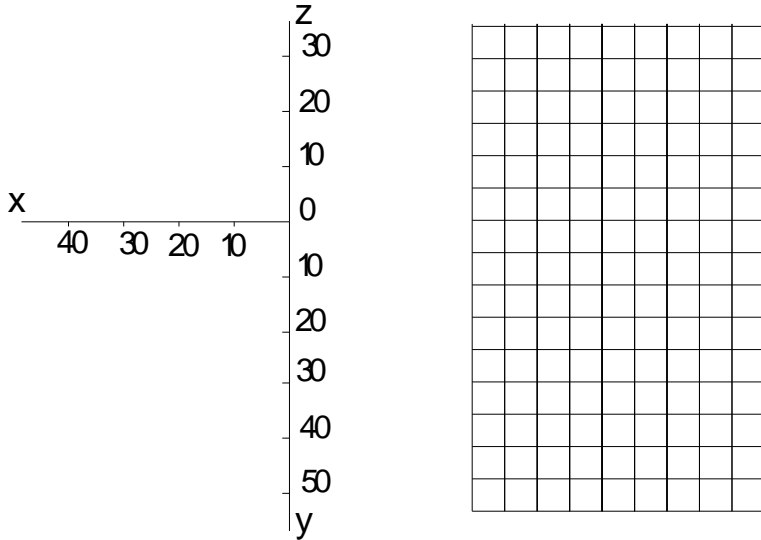


За безвісним способом виконання креслеників конструктор _____

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Приклад 1.4. Побудувати кресленик призми $ABCDELMN$ за координатами вершин: $A(35,10,30)$; $B(15,10,30)$, $C(15,10,05)$; $D(35,10,05)$; $E(35,45,30)$; $L(15,45,30)$; $M(15,45,05)$; $N(35,45,05)$. Визначити довжину ребер призми

Приклад 1.5. Побудувати безвісний кресленик призми за розмірами її бічних ребер і ребер основи, розрахованих у прикладі 4. Накреслити наочне зображення призми.



$AB =$ _____; $BC =$ _____; $CD =$ _____; $DA =$ _____; $EL =$ _____; $LM =$ _____
 $MN =$ _____; $NE =$ _____; $AE =$ _____; $BL =$ _____; $CM =$ _____; $DN =$ _____.

Судження про переваги безвісного кресленика. _____

Побудова третьої проекції точки за двома заданими.

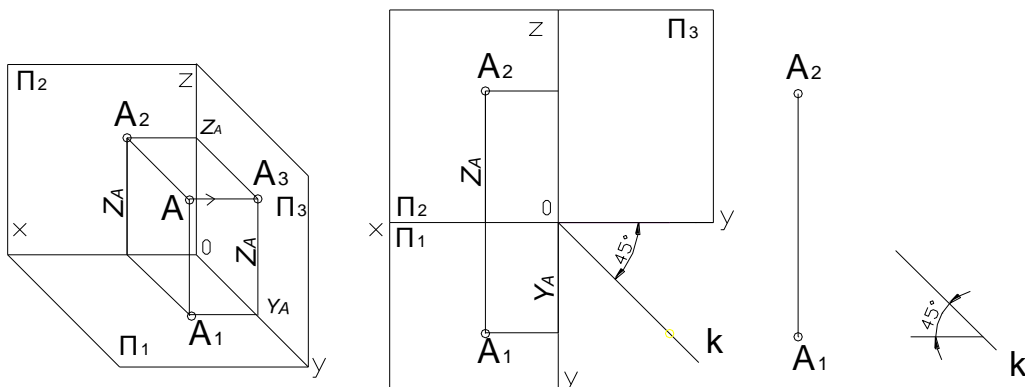
Розглянемо задачу про отримання зображення на ще одну основну площину проекцій Π_3 , яка має назву _____. Якщо $A(x, y, z)$, то за макетом проекціовальної системи профільна проекція точки визначається за координатами _____. Зазначені координати точки визначають і дві інші її проекції – A_1 (_____), A_2 (_____).

Висновок. Профільна проекція точки A_3 _____

При побудові комплексного рисунка з трьох прямокутних проекцій (див. макет) площину проекцій Π_3 суміщають з Π_2 обертанням навколо вісі _____.

За наявності зображення координатних осей проекцію точки A_3 за заданими A_1 і A_2 будують:

- а) _____;
 б) _____



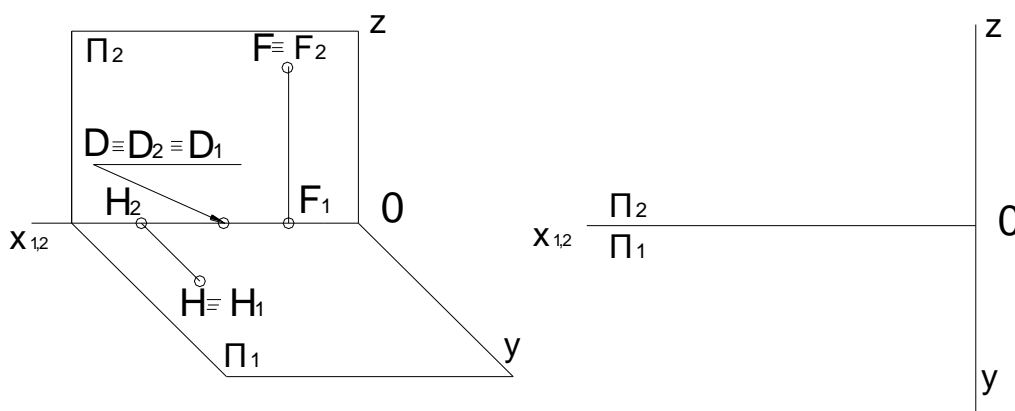
При безвісному кресленнику проекцію точки A_3 за заданими A_1 і A_2 будують

Кресленики особливих точок.

До особливих точок (див. макет) відносять точки, які _____

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 1.6. Виконайте за макетом кресленики точок H, F, D . Зобразіть на макеті і побудуйте на кресленнику точку $E \in Oz$ і точку $L \in Oy$.

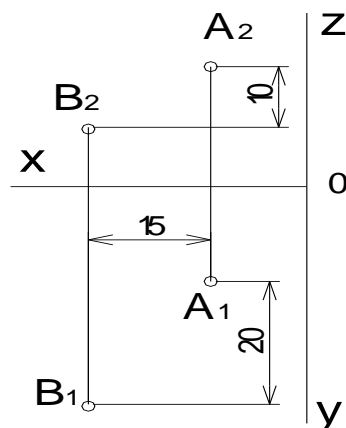


- Особливості проєкцій точки H _____
- Особливості проєкцій точки F _____
- Особливості проєкцій точки D _____
- Особливості проєкцій точки E _____

Аналіз взаємного розташування двох точок за креслеником.

При аналізі взаємного розташування точок використовують слова

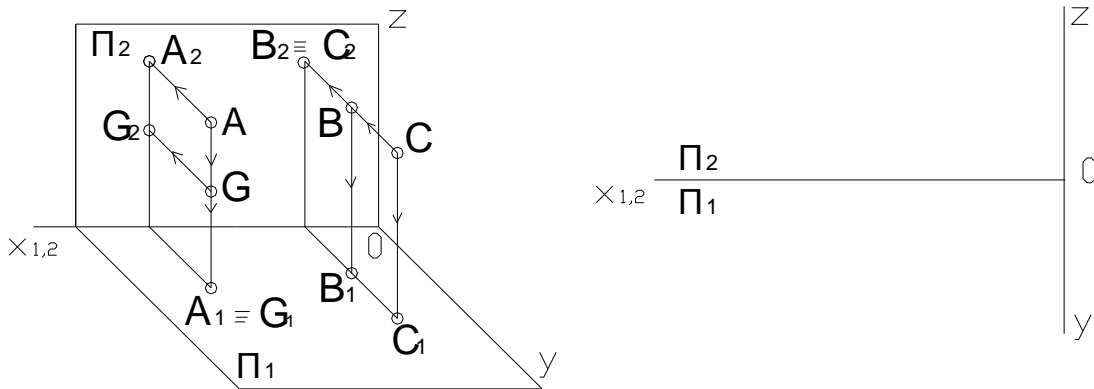
Стосовно кресленика точок A і B то їх взаємне розташування опишеться так: _____



Кресленики конкуруючих точок.

Визначення. _____

Задача 1.7. Побудувати кресленики пари точок A і G , B і C . Провести аналіз взаємного положення точок у парах.



Висновок.

Питання для самоконтролю студентів

1. Що являє собою нарисна геометрія як наука і навчальна дисципліна?
2. У чому суть методу проєкцій?
3. У чому полягає суть реконструкції евклідового простору і які елементи простору називають невластими?
4. Яка різниця між центральним і паралельним методами проєкціювання?
5. Чи може паралельна проєкція прямої мати вид точки ?
6. Чому одне зображення об'єкта не дає уявлення про його форму?
7. У чому полягає суть методу Монжа?
8. З чого складаються лінії зв'язку на кресленику точки?
9. Які координати визначають горизонтальну проєкцію точки?
10. Де розташовується фронтальна проєкція точки відносно вісі Ox , якщо вона знаходиться у третій чверті простору?
11. Які застосовують способи побудови профільної проєкції точки за її горизонтальною і фронтальною проєкціями
12. Які умови належності точки до площини проєкцій?
13. Які точки називають конкуруючими? Як визначають їх за креслеником?

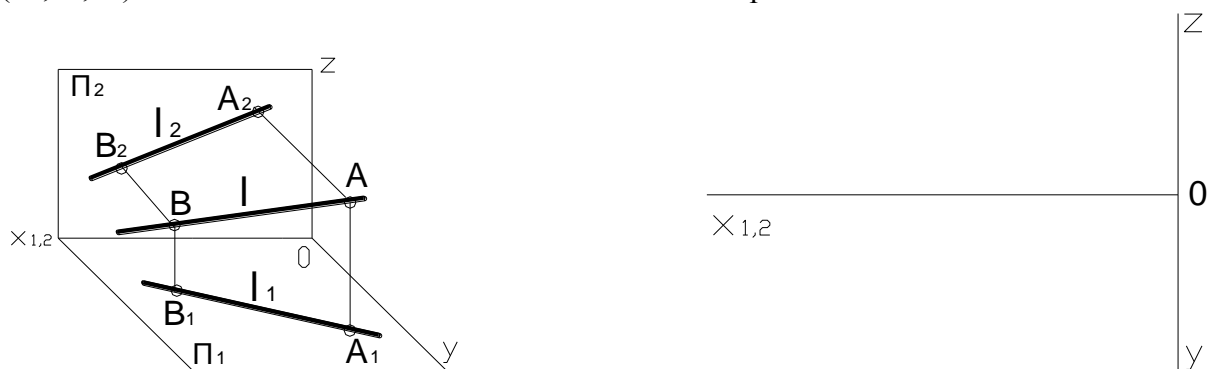
Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 1 за підручником [1], с. 6 – 13; 25 – 28.
Конспект навчального матеріалу теми 1 за підручником.

Тема 2. ОРТОГОНАЛЬНІ ПРОЕКЦІЇ ПРЯМОЇ

Проекціювання прямої. Положення прямої у просторі визначають за двома точками, які їй належать. В деяких випадках одна точка може бути невласною.

Якщо $l(A,B)$, то $l_1(\text{_____})$, $l_2(\text{_____})$.

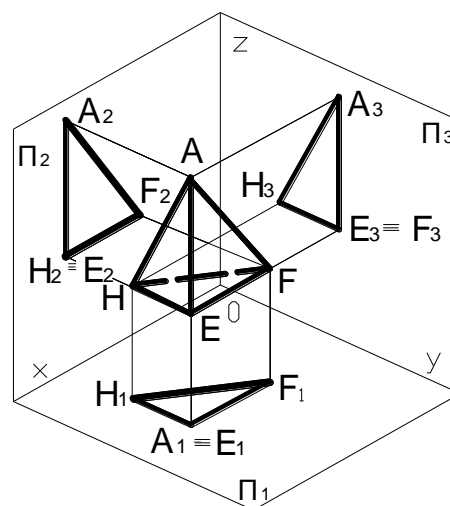
Приклад 2.1. Побудувати кресленик прямої l за креслениками точок $A(15,15,15)$ і $B(35,10,10)$. Визначити її положення відносно площин проєкцій Π_1 і Π_2 .



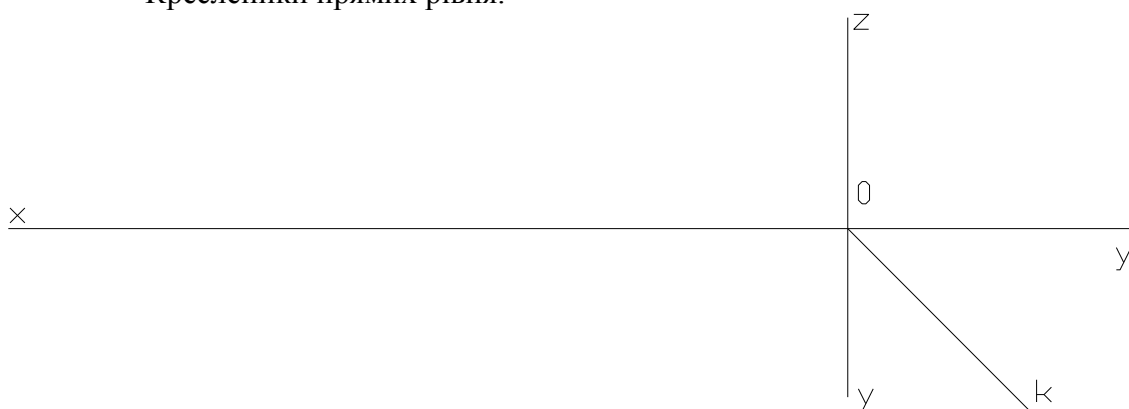
Зображений відрізок прямої AB відносно площин проєкцій Π_1 і Π_2 . займає загальне положення. Тобто пряма не паралельна і не перпендикулярна до жодної з них. На кресленику прямої

Прямі рівня:

Прямі проєкціювальні:

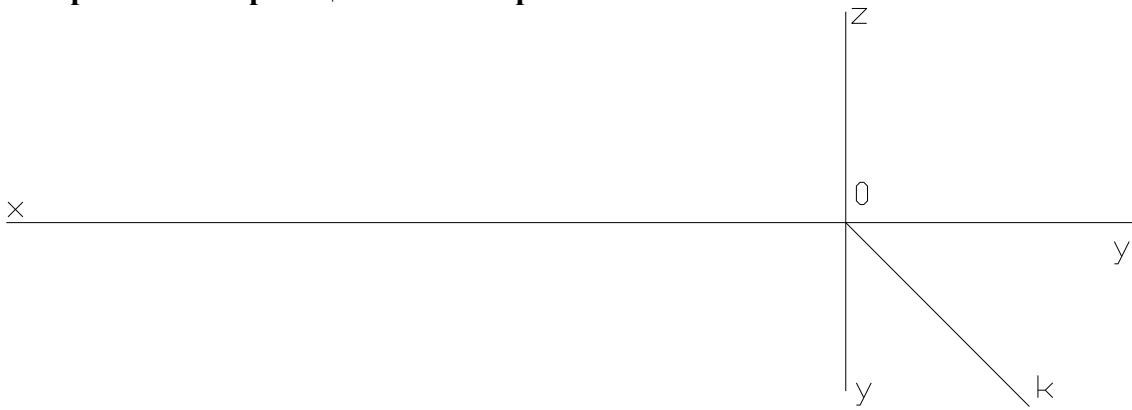


Кресленики прямих рівня.

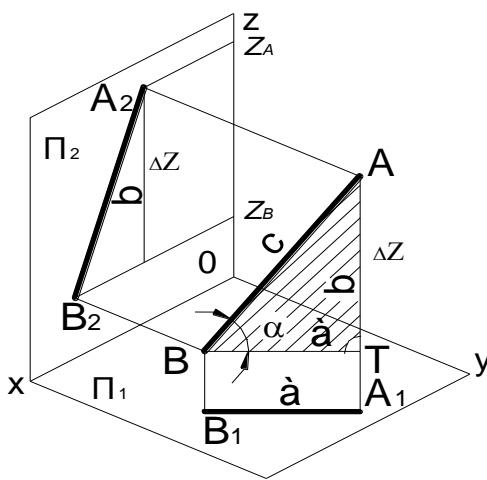


Основні властивості проєкцій прямих рівня _____

Кресленики проекційвальних прямих.



Основні властивості проєкцій проекційвальних прямих



Графічне дослідження прямої загального положення

Довжину відрізків прямих загального положення та кути їх нахилу до основних площин проєкцій визначають за геометричним розрахунком із використанням правила прямокутного трикутника.

На макеті:

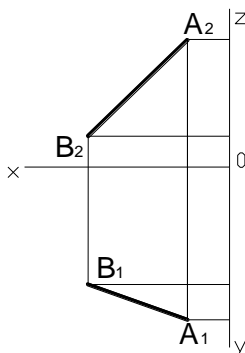
$BT =$ _____;

$AT =$ _____

$\angle ABT =$ _____.

Висновок. За даними кресленика – катет-проєкцією A_1B_1 і катет-різницею координат $Z_A - Z_B$ можлива побудова трикутника конгруентного _____

Правило: натуральна величина відрізка прямої загального положення, що задана двома його проєкціями, визначається як гіпотенуза прямокутного трикутника, один катет якого є проєкція на яку-небудь площину проєкцій, а другий катет дорівнює різниці координат кінців відрізка, які визначають відстань до цієї площини проєкцій.



Приклад 2.2. Знайти натуральну довжину відрізка AB та кути його нахилу – α до площини проєкцій Π_1 і β до площини проєкцій Π_2 .

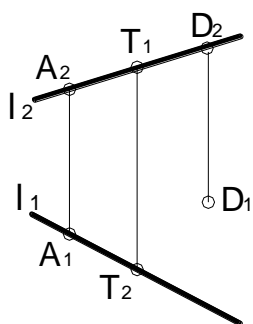
Відповідь. _____

Належність точки прямій. За креслеником, точка належить прямій, якщо _____

За властивостями паралельного проєкціювання для поділу відрізка в даному відношенні достатньо на кресленику достатньо на кресленику поділити будь-яку проєкцію в даному відношенні і точку ділення спроектувати на другу проєкцію _____

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

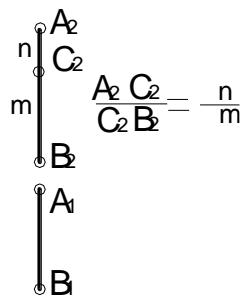
Задача 2.3. Визначити належність точок прямій l .



A _____

 T _____

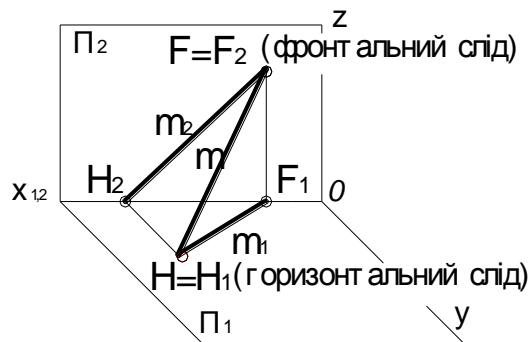
Задача 2.4. Знайти горизонтальну проекцію точки C на відрізок профільної прямої.



Алгоритм:
 1) _____

 2) _____

Сліди прямої – це точки перетину прямої з площинами проекцій. На кресленку визначають за одночасною _____

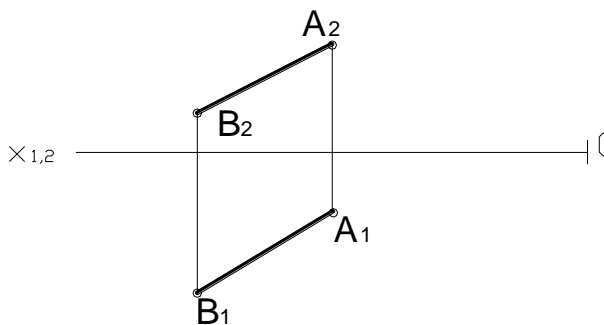


Пряма загального положення має _____
 Пряма рівня має _____
 Проекційвальна пряма має _____

Задача 2.5. Знайти сліди відрізка AB та встановити чверті його розташування.

Алгоритм:
 1. _____

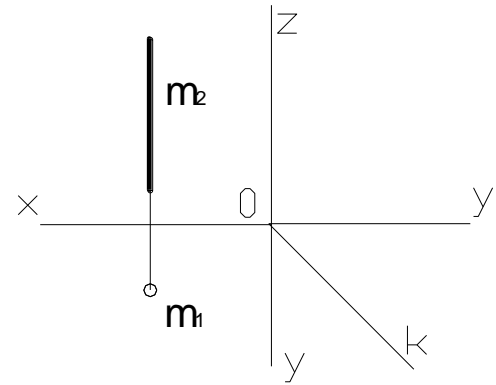
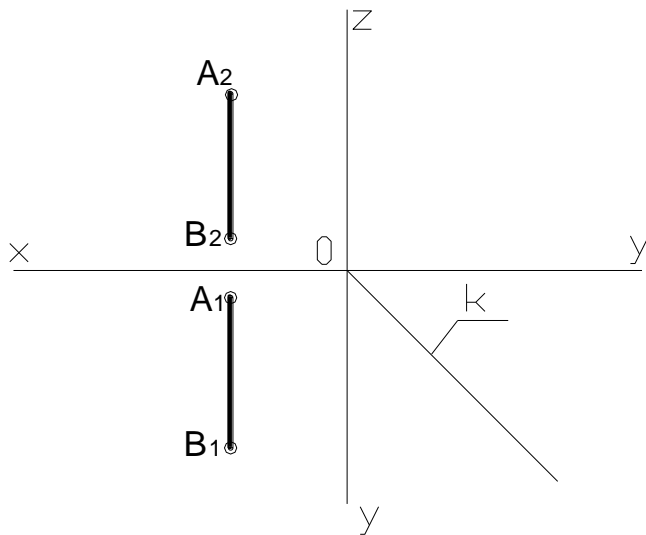
 2. _____



АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 2.6. Знайти сліди профільного відрізка AB та встановити чверті його розташування.

Задача 2.7. Знайти сліди горизонтально проекційвальної прямої m та встановити чверті її розташування.



Питання для самоконтролю студентів

1. Які властивості проєкцій характерні для прямих загального положення?
2. Які властивості проєкцій характерні для прямих рівня?
3. Які властивості проєкцій характерні для проєкціювальних прямих?
4. За якою проєкцією визначають натуральну величину відрізка горизонтальної прямої?

Фронтальної прямої? Профільної прямої?

5. В чому полягає різниця між проєкціями горизонтальної і горизонтально проєкціювальної прямої?
6. За яким правилом визначають натуральну величину відрізка прямої загального положення?
7. Дайте визначення сліду прямої.
8. Яка ознака за креслеником належності точки до прямої?

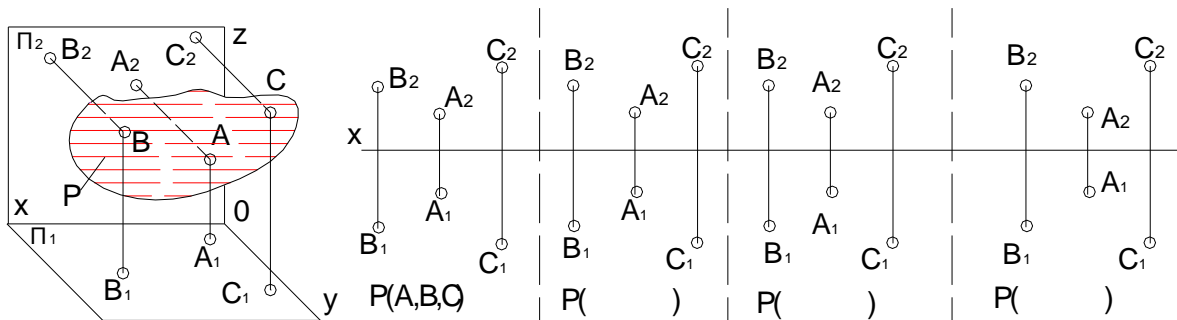
Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 2 за підручником [1], с. 28 – 32.

Конспект навчального матеріалу теми 2 за підручником.

Тема 3. ОРТОГОНАЛЬНІ ПРОЕКЦІЇ ПЛОЩИНИ

Проекціювання площини. Площину задають _____

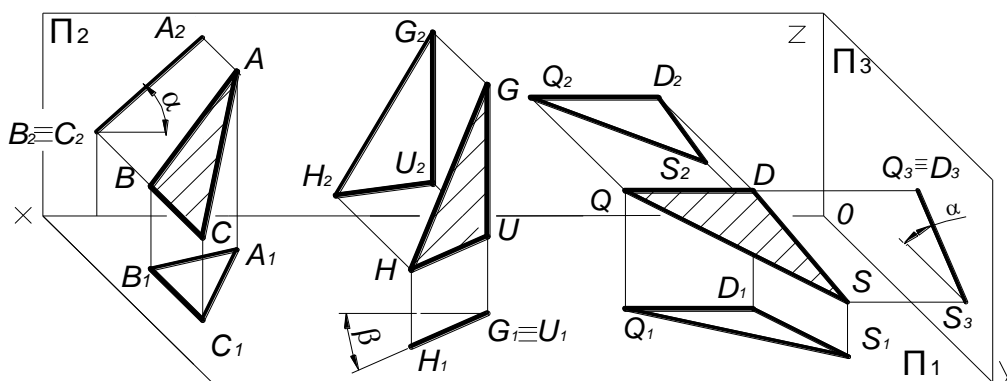
Цей визначник може бути перезаданий наступними



Залежно від положення, яке займає площина відносно площин проекцій, їх класифікують:

1) Площини загального положення, _____

2) Площини проєкціовальні, _____



$P(A, B, C) \perp$ _____ ;

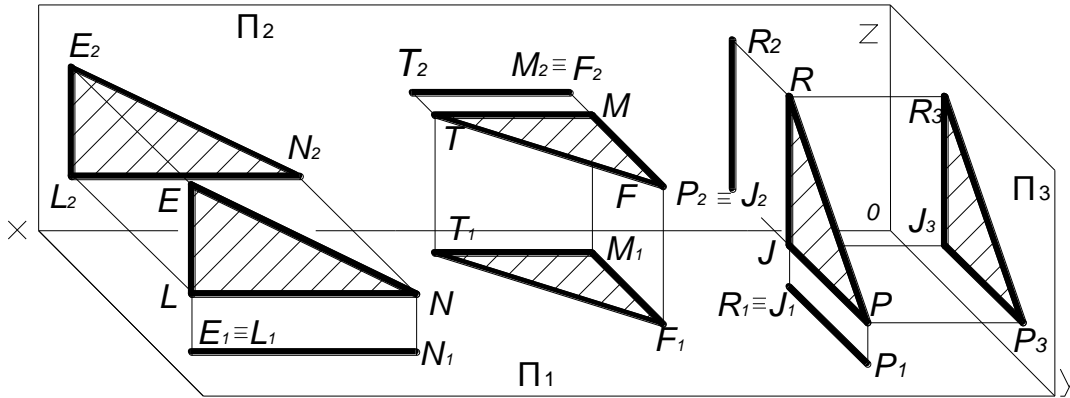
$\Sigma(H, U, G) \perp$ _____ ;

$\Omega(Q, D, S) \perp$ _____ .



Основні властивості проєкціовальних площин

3) Площини рівня,



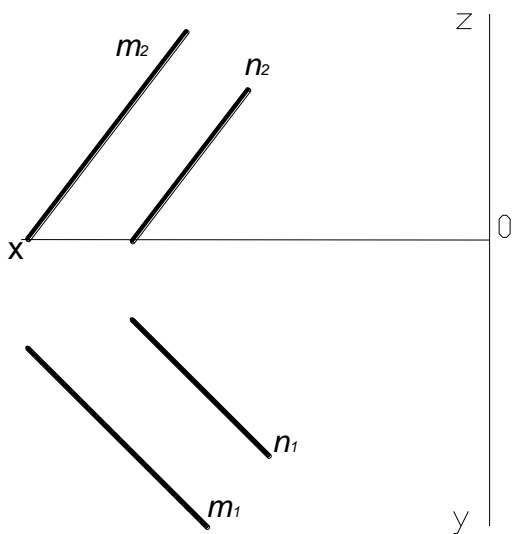
$\Delta(E,L,N) \parallel$ _____; $\mathcal{Q}(T,M,F) \parallel$ _____;
 $\mathcal{O}(R,P,J) \parallel$ _____



Основні властивості проєкцій площин рівня

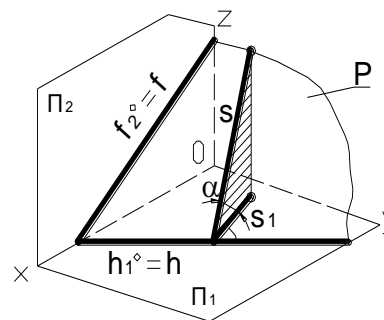
Лінії площини. Залежно від положення відносно площин проєкцій у площинах можна провести лінії окремого положення. У площині загального положення – лінії _____

Приклад 3.1. Провести у площині $P(m||n)$ такі лінії: горизонталь ($z_h=12$ мм), фронталь ($y_f=23$ мм) та лінію скошування $s \perp h$. Знайти кут α нахилу площини P .



Алгоритм:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____



Приклад 3.2. За креслениками раніше зображених проєкціювальних площин $P(A,B,C)$, $\Sigma(H,U,G)$, $\Omega(Q,D,S)$ визначити належні їм лінії: - загального положення _____;

- рівня _____; - проєкціювальні _____

Приклад 3.3. За креслениками раніше зображених площин рівня $\Delta(E,L,N)$, $\mathcal{A}(T,M,F)$, $\Theta(R,P,J)$

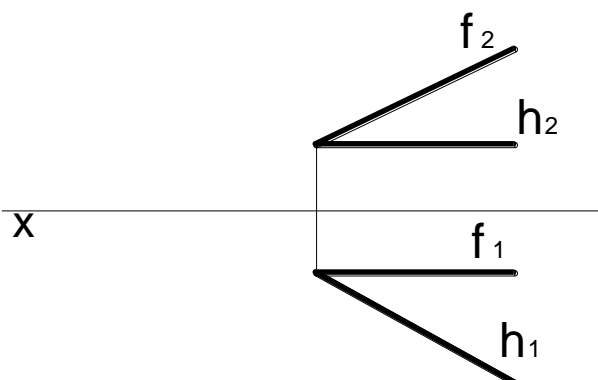
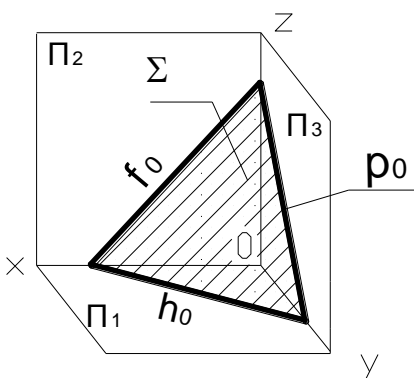
визначити належні їм лінії рівня _____; проєкціювальні прямі _____.

Сліди площини. Слідом довільної площини називають

Площина загального положення має _____.

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 3.4. Побудувати горизонтальний і фронтальний сліди площини загального положення $\Sigma(f \cap h)$.

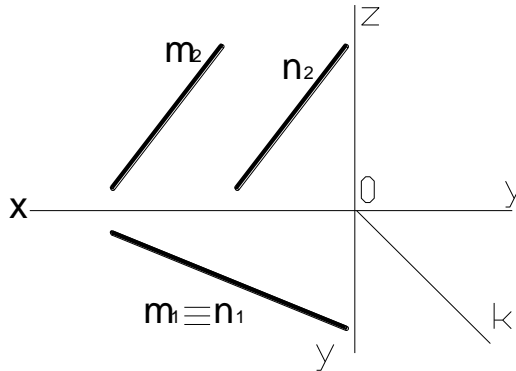
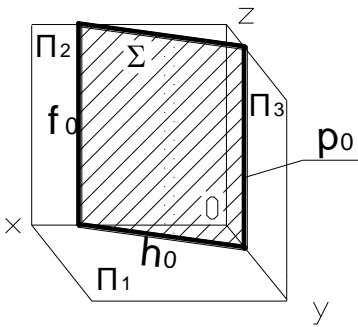


Алгоритм:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Площина проекціювального положення має _____

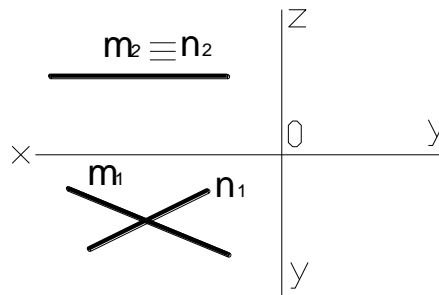
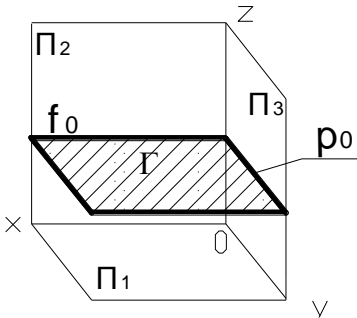
Задача 3.5. Побудувати горизонтальний, фронтальний і профільний сліди фронтально проекціювальної площини $\Omega(m//n)$.



Алгоритм:

Площина рівня має _____

Задача 3.6. Побудувати фронтальний і профільний сліди горизонтальної площини $\Gamma(m \cap n)$.

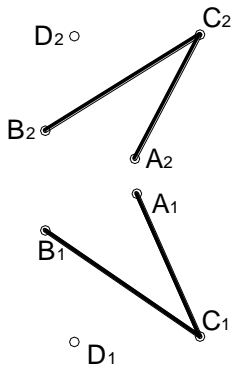


Алгоритм:

Точка у площині. Точка належить площині за умови _____

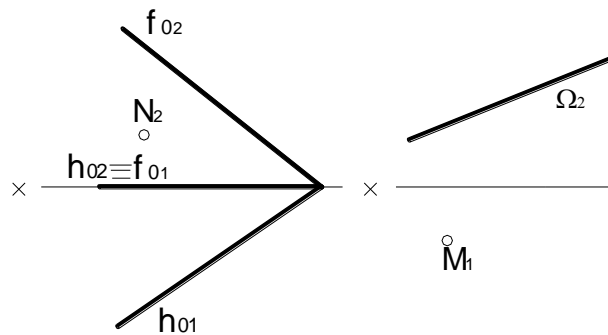
АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 3.7. Довести належність точки D площині $P(AC \cap CB)$.



Алгоритм.

Задача 3.8. Побудувати відсутні проекції точок, які належать заданим площинам $N \subset \Sigma(h \cap f), M \subset \Omega(\Omega_2)$.



сам

Алгоритм.

1. Які визначники можуть задати площину в просторі?
2. Які властивості проєкцій характерні для площин загального положення?
3. Які властивості проєкцій характерні для площин рівня?
4. Які властивості проєкцій характерні для проєкціовальних площин?
5. В чому полягає ознака належності точки до площини?
6. В чому полягає ознака належності прямої до площини?
7. Між якими лініями площини загального положення визначають кути її нахилу до площин проєкцій?
8. В яких випадках плоска фігура проєкціюється на площину проєкцій у виді відрізка прямої?

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 3 за підручником [1], с. 28 – 36.

Тема 4. ВІДОБРАЖЕННЯ ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОСТОРУ: ДВІ ПРЯМІ, ТОЧКА І ПРЯМА, ДВІ ПЛОЩИНИ

Позиційні та метричні властивості проєкцій пар геометричних фігур.

До позиційних задач, які розв'язують за креслеником, відносять: _____

До метричних задач, які розв'язують за креслеником, відносять _____

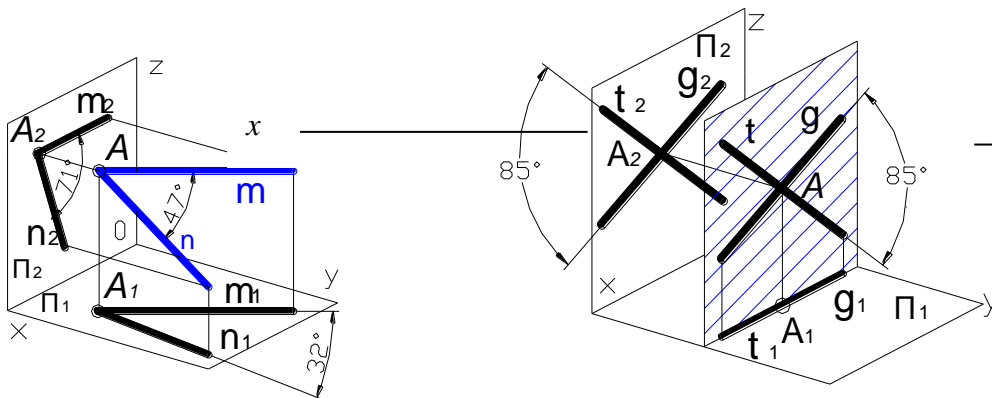
Розглянемо попарно елементарні геометричні фігури для з'ясування їхніх взаємних позиційних і метричних властивостей.

Дві прямі.

Прямі перетинаються, якщо _____
 Прямі, що перетинаються, утворюють між собою _____

1. Прямі загального положення

2. Прямі рівня



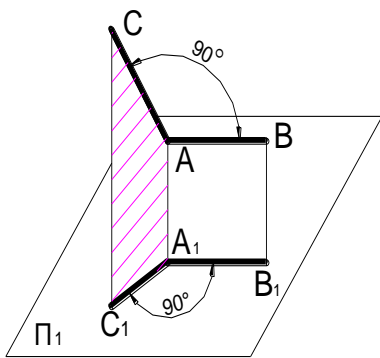
Висновок. Прямі перетинаються якщо на кресленку _____

Кут перетину проєкціюється у натуральну величину незалежно від значення _____

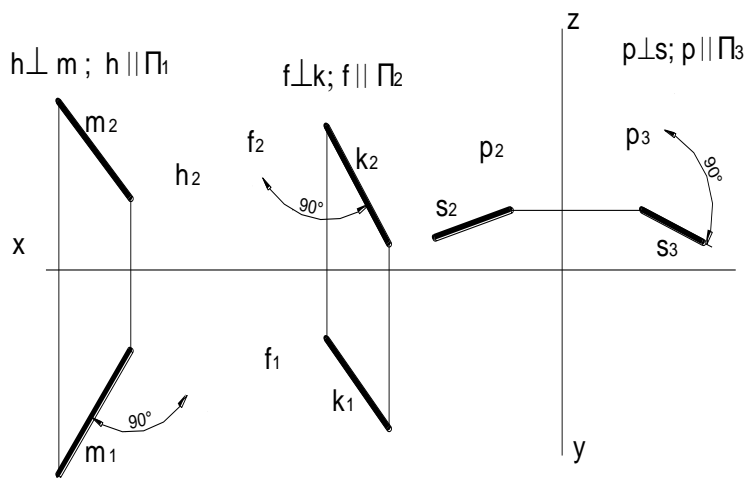
3. Одна пряма загального положення, а друга – пряма рівня.

Теорема. Якщо одна із сторін прямого кута паралельна до площини проєкцій, а інша не перпендикулярна до неї, то на площину проєкцій, якій паралельна пряма рівня, гострий кут проєкціюється гострим, тупий – тупим, а **прямий – прямим**. _____

Розгляд проєціювання прямого кута CAB на площину проєкцій Π_1 .



Проєціювання прямого кута на три основні площини проєкцій Π_1, Π_2, Π_3 у натуральну величину.

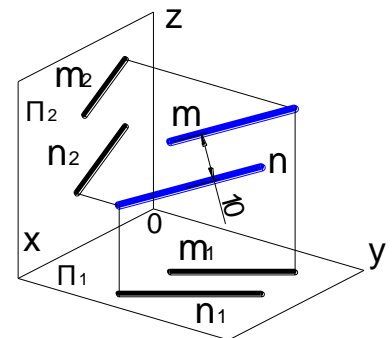


Прямі паралельні, якщо _____

Взаємне розташування визначають за _____

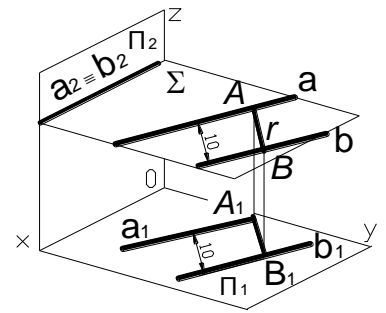
1. Прямі загального положення.

x _____

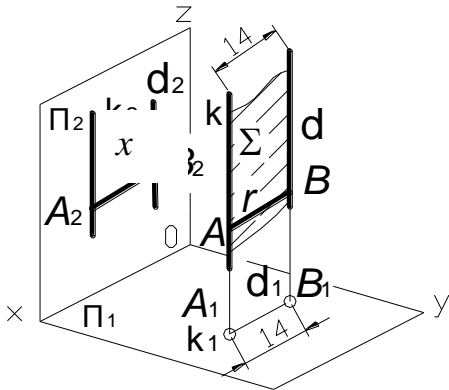


2. Прямі рівня, що задають площину рівня.

x _____



3. Прямі проєкціювальні. _____

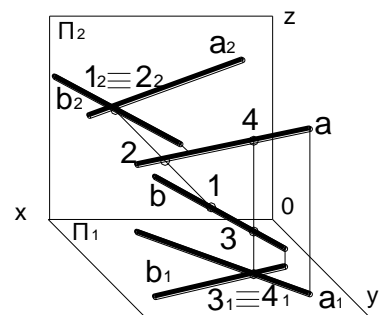


Висновок. Прямі паралельні, якщо на кресленку _____
 _____ . Відстань між прямими проєкціюється у натуральну величину _____

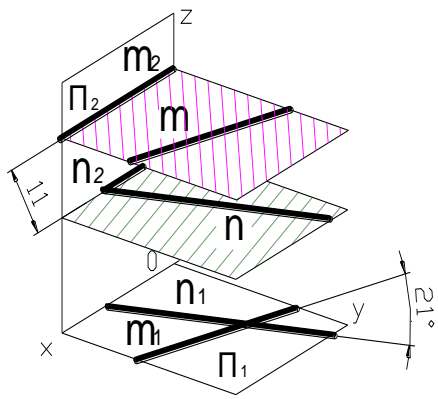
Прямі мимобіжні якщо _____
 Взаємне розташування визначають за _____

1. Прямі загального положення.

x _____

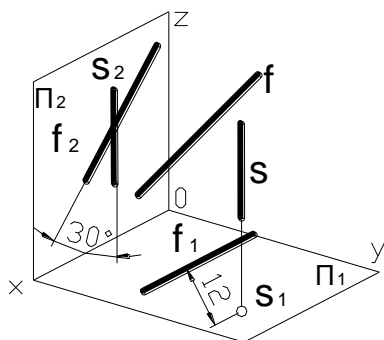


2. Прямі рівня. _____



x _____

3. Пряма рівня і проєкціювальна. (Сильнішим є проєкціювальний признак)



x _____

Висновок. Прямі мимобіжні, якщо на кресленку _____

Відстань між прямими проєкціюється у натуральну величину _____

Загальний висновок. 1. Позиційні властивості пари прямих визначають за кресленком від їх положення відносно площин проєкцій.

2. Метричні властивості пари прямих визначають за кресленком лише за умови _____

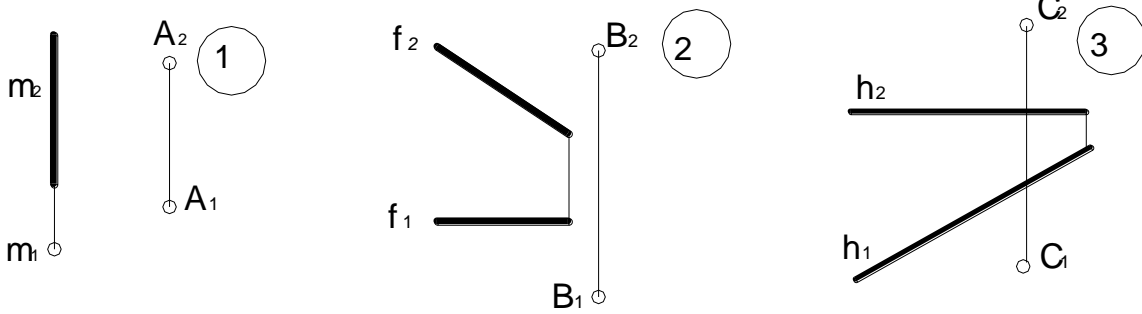
3. Для визначення метричних властивостей пари прямих загального положення _____

Точка і пряма окремого положення

Якщо точка не належить прямій, то тоді визначають відстань між ними. Відстань визначається за _____

У натуральну величину відрізок перпендикуляра проєктується за умови, _____

Приклад 4.1. Знайти відстані від точок до прямих особливого положення.



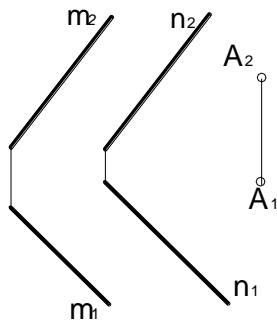
Алгоритм. _____

Дві площини.

Дві площини у просторі можуть бути _____

Паралельність площин визначають теоремою: якщо дві прямі, що перетинаються однієї площини відповідно паралельні двом прямим що перетинаються другої площини, то такі площини паралельні. _____

Приклад 4.2. Через точку A провести площину Σ , паралельну площині $\Omega(m||n)$.



Алгоритм:

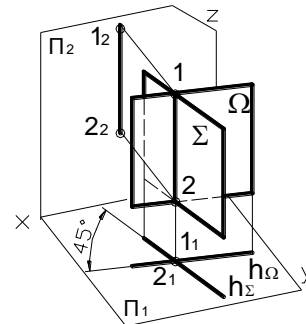
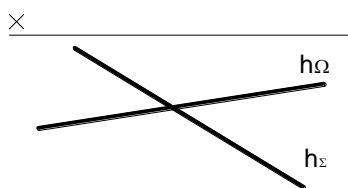
Площини перетинаються за _____

При розв'язанні цієї позиційної задачі мають місце три випадки.

1. Обидві площини є проєкціювальними відносно однієї й тієї ж площини проєкцій.

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

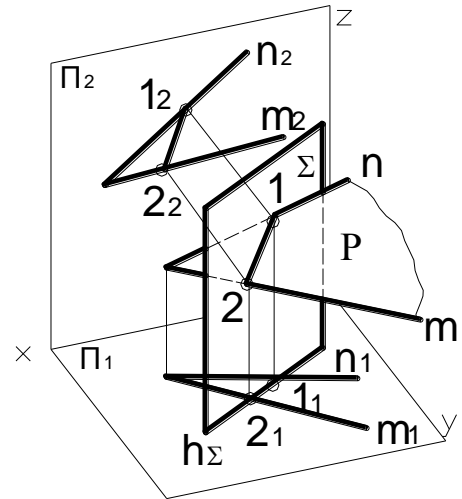
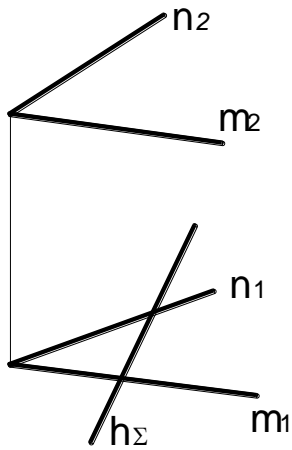
Задача 4.3. Знайти лінію та кут перетину горизонтально проєкціювальних площин $\Sigma(h_\Sigma)$ і $\Omega(h_\Omega)$.



Алгоритм. _____

2. Одна з площин проєкціювальна, а друга – загального положення.

Задача 4.4. Знайти лінію перетину площин $\Sigma(h_\Sigma)$ і $P(m \cap n)$.



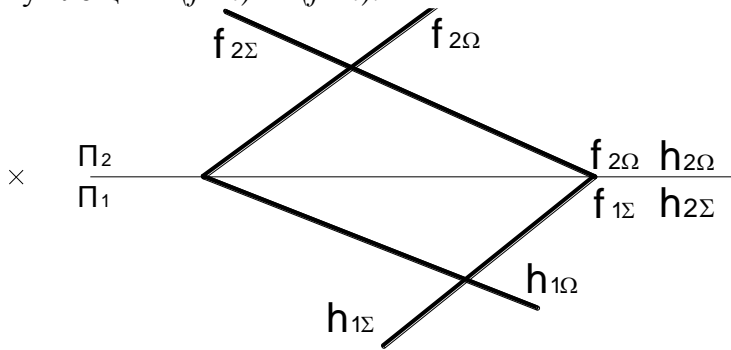
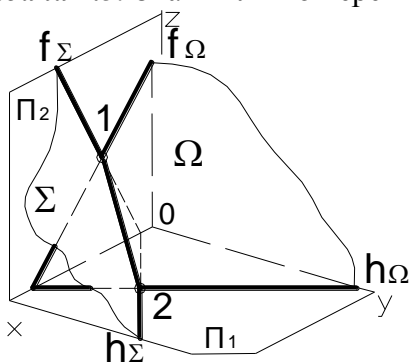
Алгоритм. _____

3. Обидві площини загального положення.

3.1. Визначники площин що перетинаються:

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

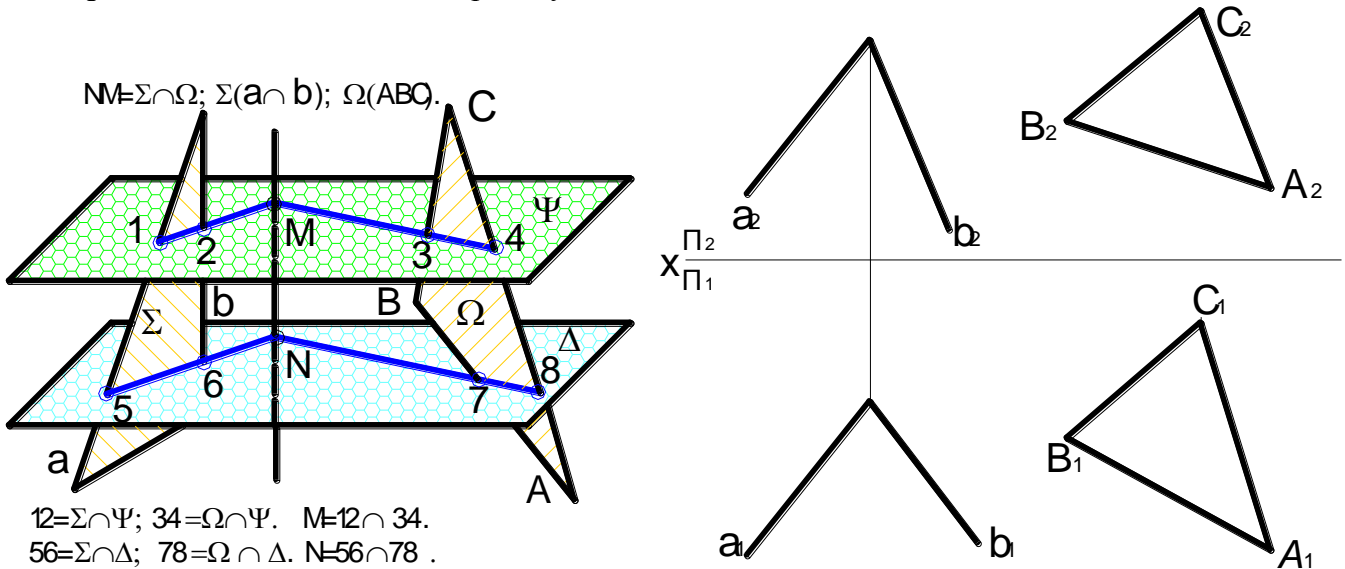
Задача 4.5. Знайти лінію перетину площин $\Sigma(f \cap h)$ і $\Omega(f \cap h)$.



Алгоритм. _____

3.2. Визначники площин не перетинаються.

Приклад 4.6. Знайти лінію перетину площин $\Sigma(a \cap b)$ і $\Omega(A, B, C)$.



Алгоритм. _____

Висновок. _____

Питання для самоконтролю студентів.

1. В чому полягає, за креслеником, ознака належності точки до прямої?
2. В чому полягає, за креслеником, ознака належності точки до площини?
3. За якими властивостями проєкцій прямих визначають їх взаємне положення у просторі: перетинаються, паралельні, мимобіжні?
4. Яка умова визначення безпосередньо за креслеником кута перетину прямих?
5. Яка умова визначення безпосередньо за креслеником відстані між паралельними прямими?
6. Яка умова визначення безпосередньо за креслеником найкоротшої відстані і кута мимобіжності між мимобіжними прямими?
7. Що визначають за конкуруючими точками на мимобіжних прямих?
8. В чому полягає, за креслеником, ознака належності прямої до площини?
9. В чому полягає, за креслеником, ознака паралельності двох площин?
10. В чому полягає загальна методика побудови лінії перетину двох площин загального положення?
11. Назвіть пункти алгоритму побудови точки перетину прямої загального положення із площиною загального положення?
12. Як розташується пряма, яка проведена через задану точку простору і паралельна двом площинам?

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 4 за підручником [1], с. 37 – 46.

Конспект навчального матеріалу теми 4 за підручником.

Тема 5. ВІДОБРАЖЕННЯ ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОСТОРУ: ПРЯМА І ПЛОЩИНА, ВЗАЄМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНІ ОБ'ЄКТИ

Пряма і площина.

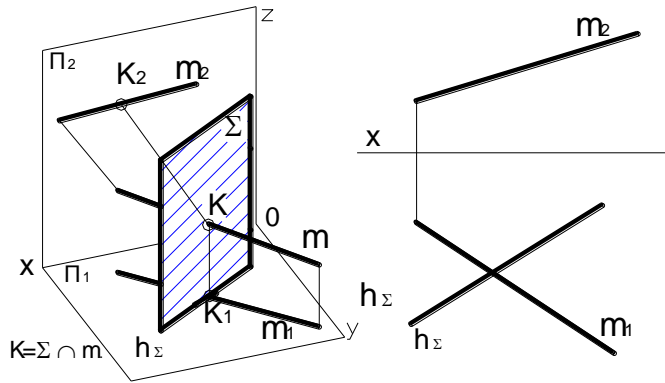
Пряма і площина можуть _____

Задачу про прямої і площини розглянемо для таких випадків.

1. Площина проєкціювальна, а пряма – загального положення.

Приклад 5.1. Визначити точку перетину прямої m і площини Σ .

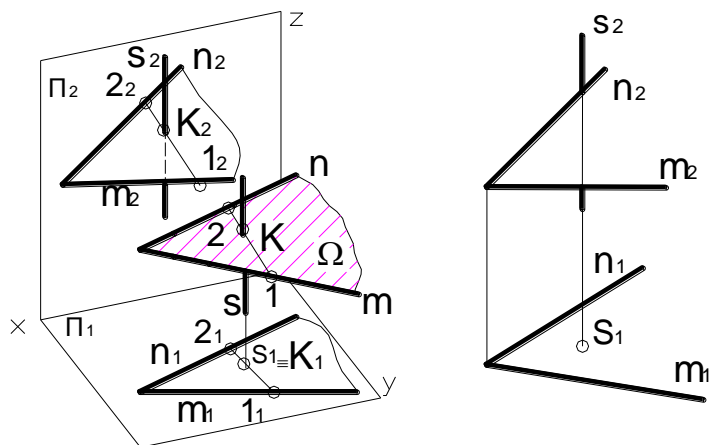
Алгоритм:



2. Площина загального положення, а пряма – проєкціювальна.

Приклад 5.2. Визначити точку перетину прямої s і площини $\Omega(m \cap n)$.

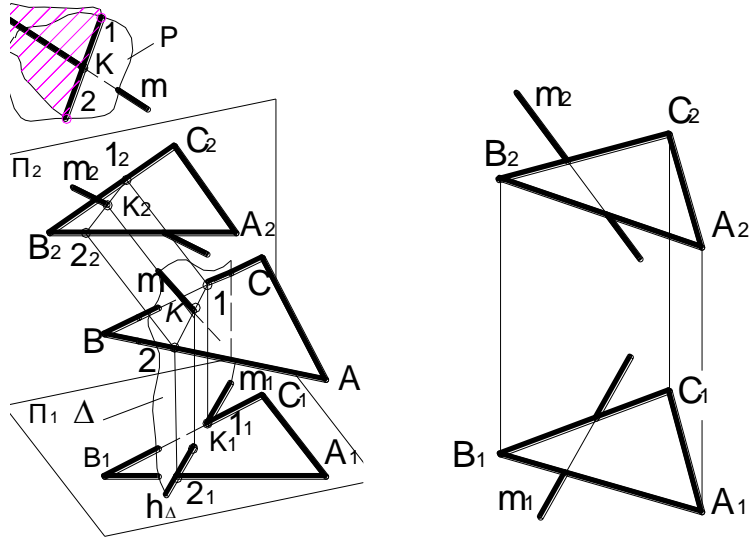
Алгоритм:



3. Площина і пряма загального положення.

Приклад 5.3. Визначити точку перетину прямої m і площини $P(A, B, C)$.

Алгоритм:



Висновок.

Пряма і площина перетинаються; знаходження кута лінії перетину.

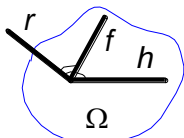
Кут між прямою і площиною проєкціюється в натуральну величину (не залежно від його значення) на ту площину проєкцій, до якої задана площина _____

Приклад 5.4. Через точку D провести пряму f під кутом 60° до площини $P(A, B, C)$. Знайти точку перетину.

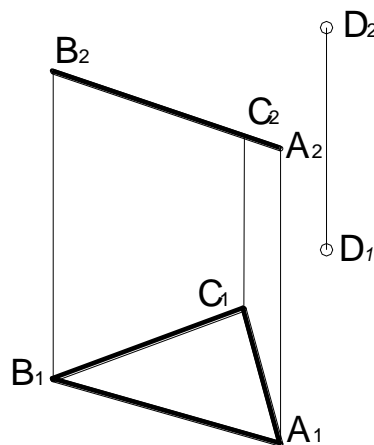
Алгоритм:

Правило.

Пряма перпендикулярна площині, якщо вона _____

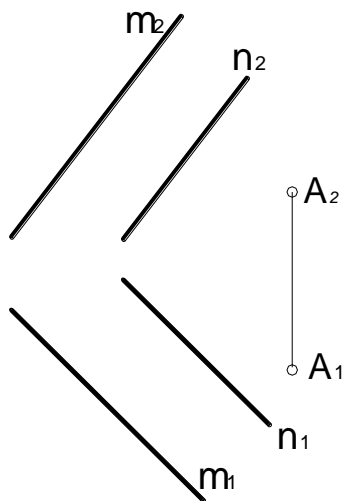


$r \perp \Omega \Rightarrow r \perp h, r \perp f$. Ознакою перпендикулярності прямої і площини за креслеником є _____



Пряма перпендикулярна площині загального положення _____

Задача 5.5. Через точку A провести перпендикуляр до площини $\Omega(m \cap n)$.



Алгоритм:

Пряма паралельна площині; визначення відстані.

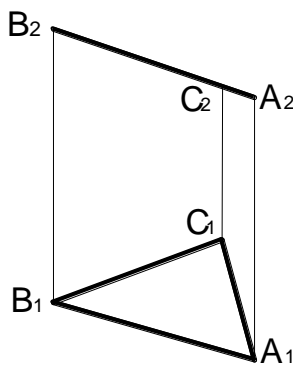
ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 5.6. Провести пряму t паралельну прямій AB площини $P(A, B, C)$ на відстані 12 мм від площини.

Пряма паралельна площині, якщо ця площина _____

_____.

За умови паралельності прямої і площини відстань між ними визначається безпосередньо за креслеником лише за умови, що _____



Алгоритм:

Площина Δ перпендикулярна до площини Ω , якщо вона:

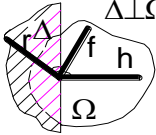
1) _____ ;

_____ ;

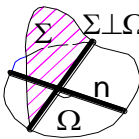
_____ ;

2) _____

1) $\Delta \perp \Omega \Rightarrow \Delta \supset r; r \perp \Omega.$



2) $\Sigma \perp \Omega \Rightarrow \Sigma \perp n; n \subset \Omega.$

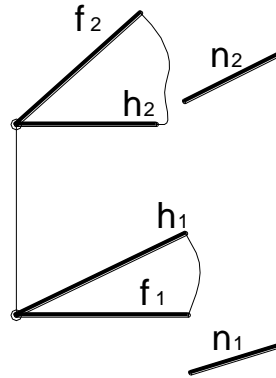


Застереження. _____

Взаємно перпендикулярні площини

Задача 5.7. Побудувати площину Δ , перпендикулярну до площини $\Omega (f \cap h)$ і паралельну прямій n .

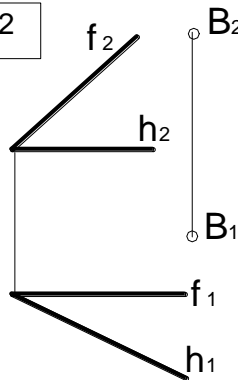
1



Алгоритм:

Задача 5.8. Через точку B провести площину Σ , перпендикулярну до площини $\Omega (f \cap h)$ і площини проєкцій Π_1 .

2



Алгоритм:

Прикладання отриманих умінь із проєкціювання основних елементів геометричного простору до розв'язку позиційних і метричних задач проєктування.

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Необхідні вміння:

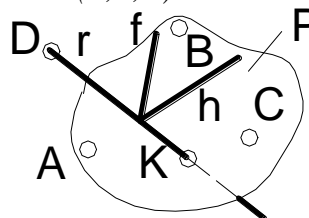
1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Задача 5.9. Визначити відстань від точки D до площини $P(A, B, C)$.

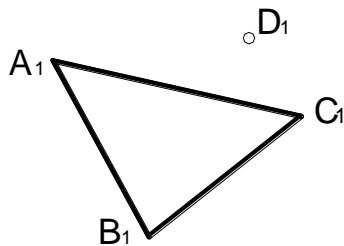
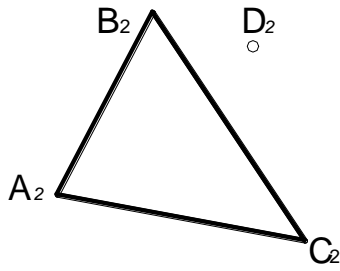


1) $P(ABC) \Rightarrow P(h \cap f)$

2) $r \supset D; r \perp h; r \perp f.$

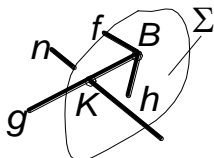
3) $r \cap P = K$

4) DK

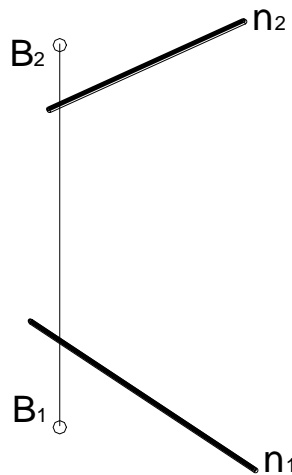


Задача 5.10. Через точку B провести пряму g перпендикулярну до прямої загального положення n . Визначити відстань від точки B до прямої n .

Дві прямі взаємно перпендикулярні, якщо _____



- 1) $\Sigma \supset B; \Sigma \perp n$.
- 2) $K = \Sigma \cap n$.
- 3) $g(BK) \perp n$.



Алгоритм:

Задачі, розглянуті у прикладах 9 і 10, є базовими для розв'язку багатьох позиційних і метричних задач, коли об'єкти простору або їх елементи взаємно перпендикулярні та займають загальне положення відносно площин проєкцій. Зокрема це задачі:

Питання для самоконтролю студентів

1. В чому полягає особливість проєціювання прямого кута у натуральну величину?
2. Які ознаки перпендикулярності прямої до площини та площини до прямої?
3. Як відтворюються на епюрі проєкції прямої, перпендикулярної до площини?
4. Яка ознака за креслеником перпендикулярності двох прямих?
5. Яка ознака перпендикулярності двох площин?

6. Назвіть етапи розв'язування задачі з визначення відстані від точки до площини.
7. Назвіть етапи розв'язування задачі з визначення відстані від точки до прямої лінії.
8. Назвіть умови безпосереднього визначення за креслеником кута: між прямою та площиною, двома площинами; двома прямими.

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 5 за підручником [1], с. 51 – 54.

Конспект навчального матеріалу теми 5 за підручником.

Тема 6. ПЕРЕТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО КРЕСЛЕНИКА. ЗАМІНА ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ.

Загальні положення.

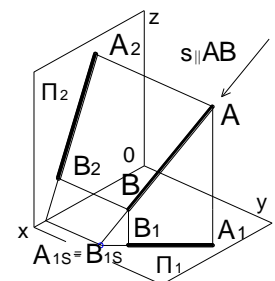
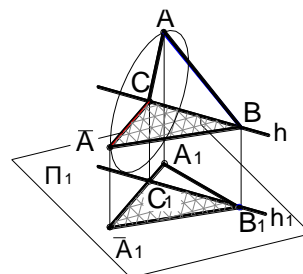
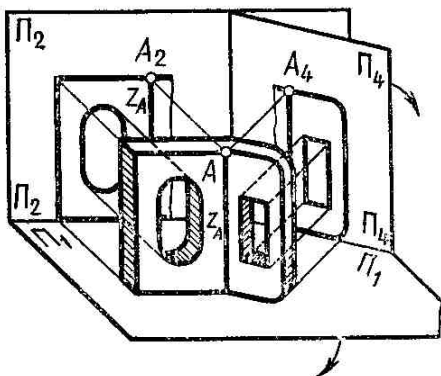
Як було показано, метричні та позиційні властивості геометричних фігур визначають безпосередньо за креслеником за умови їх окремого положення відносно площин проекцій (проекціювальному або рівня). Тому для розв'язування багатьох задач проектування виникає необхідність привести положення фігур із загального в окреме.

Методи перетворення проєкцій спираються на два основних принципи:

- 1) зміна взаємного положення об'єкта проєкціювання; 2) зміна напрямку проєкціювання.

На першому принципі ґрунтуються такі методи перетворення проєкцій як: - заміна площин проєкцій; - плоско - паралельне переміщення; - обертання навколо ліній рівня.

- 2) На другому - спосіб допоміжного проєкціювання, тобто аксонометричні проєкції: - прямокутні та косокутні.

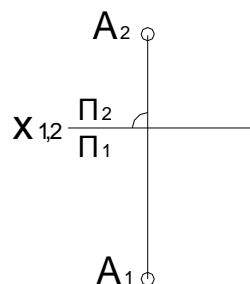
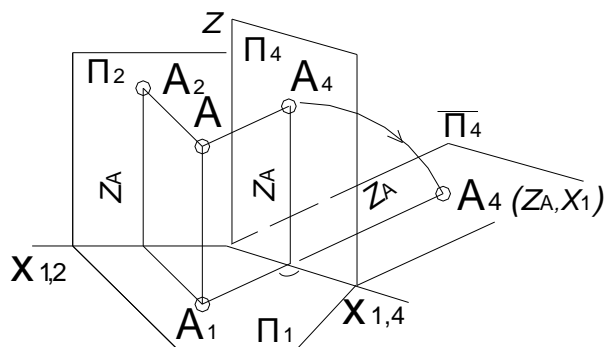


Основу перетворень комплексного кресленика складають чотири основні задачі:

- 1) перетворення прямої загального положення _____ ;
- 2) перетворення прямої рівня _____ ;
- 3) перетворення площини загального положення _____ ;
- 4) перетворення проєкціювальної площини _____ .

Заміна площин проєкцій. Суть способу полягає в _____

Розглянемо точку A в системі площин Π_1 та Π_2 . Уведемо нову вертикальну площину Π_4 , слід якої на площині Π_1 _____.

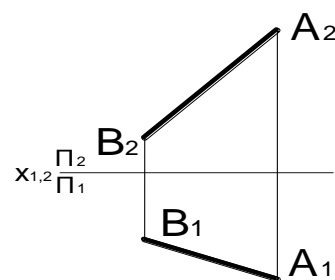
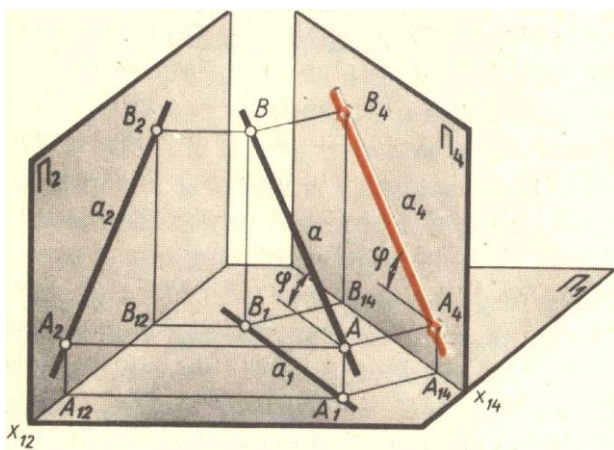


Послідовність визначення третьої проекції точки за двома заданими. 1. _____

Чотири основні перетворення нарисної геометрії.

1. Перетворення прямої загального положення у пряму рівня.

Приклад 6.1. Визначити довжину відрізка AB і кути його нахилу до площин проєкцій Π_1 і Π_2 . Порівняйте розв'язок задачі із задачею такої самої умови за прикладом 2 теми 2.



□

Алгоритм. _____

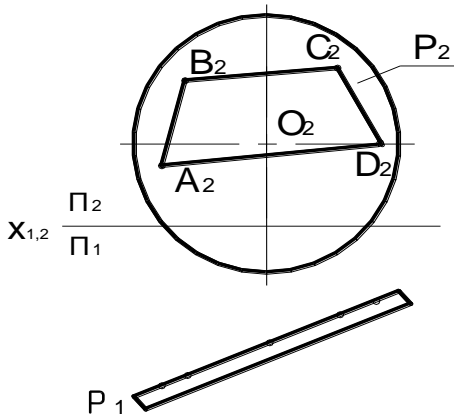
Судження про ефективність способу _____

2. Перетворення прямої рівня у проєкціювальну пряму.

Приклад 6.2. Визначити відстань від точки B до фронтальної прямої f . Порівняйте розв'язок задачі із задачею такої самої умови за прикладом 1 теми 4.

4. Перетворення проєкціовальної площини у площину рівня.

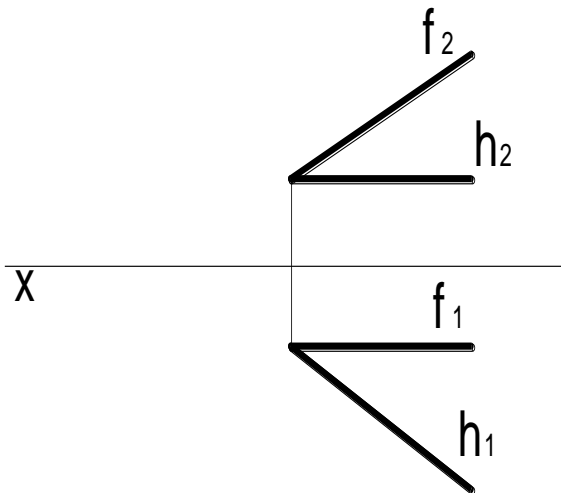
Задача 6. 4. Визначити величину чотиригранного отвору $ABCD$ у циліндричній шайбі.



Алгоритм.

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 6.5. Побудувати бісекрису кута між h та f .



Судження про ефективність способу _____

Переваги та недоліки способу заміни площин проєкцій. _____

Питання для самоконтролю студентів

1. Яка мета перетворень комплексного рисунка?
2. В чому полягає суть способу заміни площин проєкцій?
3. Як розташується площина проєкцій Π_4 та вісь x_1 в системі Π_1/Π_4 при переведенні прямої загального положення в пряму рівня шляхом уведення нової площини проєкцій?
4. Скільки замін площин проєкцій необхідно виконати щоб перетворити пряму загального положення в пряму проєкціювальну?
5. Скільки замін площин проєкцій необхідно виконати щоб перетворити площину загального положення в площину проєкціювальну?
6. Скільки замін площин проєкцій необхідно виконати щоб перетворити площину загального положення в площину рівня?
7. Як розташується площина проєкцій Π_4 та вісь x_1 в системі Π_1/Π_4 при переведенні площини загального положення в проєкціювальну шляхом уведення нової площини проєкцій?
8. Як розташується площина проєкцій Π_5 та вісь x_2 в системі Π_4/Π_5 при переведенні проєкціювальної площини у площину рівня шляхом уведення нової площини проєкцій?

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 6 за підручником [1], с. 55 – 57.
Конспект навчального матеріалу теми 6 за підручником.

Тема 7. БАГАТОГРАННИКИ

За допомогою основних об'єктів геометричного простору можна задавати будь-яку фігуру. До найбільш вживаних формоутворюючих фігур відносяться багатогранники.

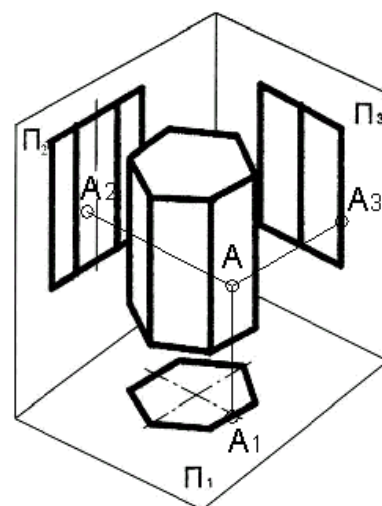
Багатогранник – це замкнута просторова фігура що обмежена багатокутниками. Багатогранники повно та однозначно задають сіткою їх ребер. Число їх граней Γ , вершин B та ребер P випуклого багатогранника визначають за теоремою Декарта - Ейлера:

$$\Gamma + B - P = 2.$$

Надалі розгляд багатогранників обмежимо призмами і пірамідами.

Призма – це багатогранник, у якого... _____

Приклад 7.1. Побудувати фронтальну і горизонтальну проєкції прямої правильної призми за наочним зображенням. Визначити точку A на передній бічній грані. Побудувати повну розгортку призми за методом розкочування та визначити на ній положення точки A .

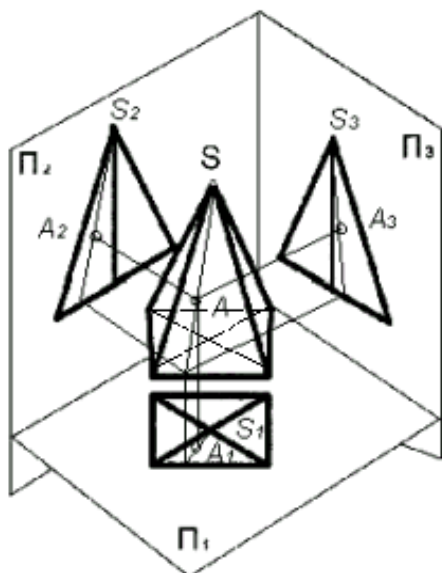


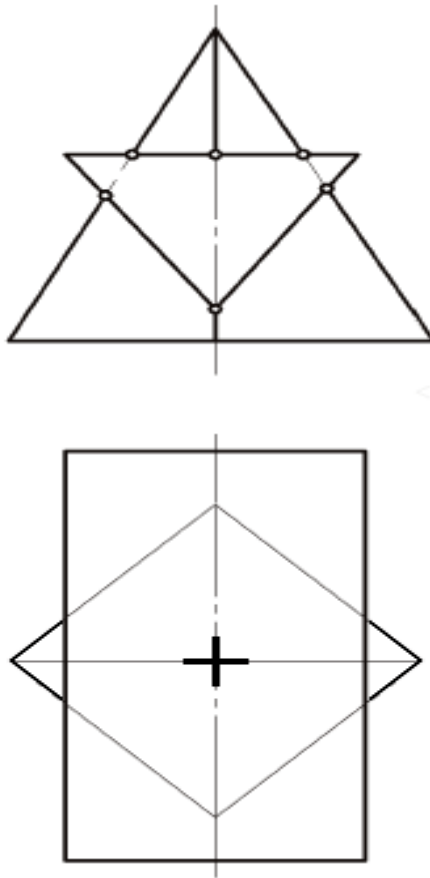
Розгорткою багатогранника називають _____

Побудова розгортки багатогранника за методом розкочування можлива лише у випадку...

Піраміда – багатогранник, основа якого багатокутник а інші бічні грані – трикутники зі спільною точкою – вершиною. Точки на поверхні піраміди визначаються за їх належністю площині грані.

Приклад 7.2. Побудувати фронтальну і горизонтальну проєкції прямої правильної піраміди за наочним зображенням. Визначити точку A на передній бічній грані. Побудувати повну розгортку піраміди за методом триангуляції та визначити на ній положення точки A .





Питання для самоконтролю студентів

1. Що називають багатогранником?.
2. Який багатогранник є опуклим?
3. За якою теоремою можна перевірити правильність побудови проєкцій опуклого багатогранника? Сформулюйте її.
4. Як визначають видимість ребер багатогранника на його проєкціях?
5. В чому полягає загальна методика побудови лінії перерізу багатогранника площиною?
6. В чому полягає побудова розгортки багатогранника за методом триангуляції?
7. Який вигляд має лінія перетину гранних поверхонь?
8. У чому полягає загальна методика побудови лінії взаємного перетину двох багатогранників?
9. Назвіть пункти схеми визначення за умовною розгорткою двох багатогранників послідовності з'єднання точок лінії їх перетину та визначення видимості її ланцюгів на проєкціях?

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 7 за підручником [1], с. 61 – 65; 110 – 111; 128 – 131.

**Тема 8. КРИВІ ЛІНІЇ. ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНІЧНИХ ВИРОБАХ.
ВЛАСТИВОСТІ ПРОЕКЦІЙ ПЛОСКИХ І ПРОСТОРОВИХ КРИВИХ ЛІНІЙ.**

Визначення кривих ліній:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Всі лінії діляться на плоскі і просторові криві.
Для алгебраїчних кривих вводиться порядок і клас кривої.

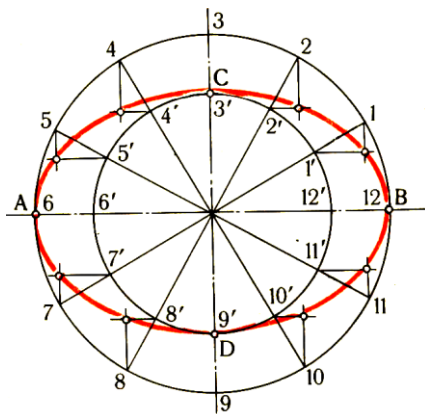
Порядок кривої визначає... _____

Графічний порядок кривої визначає... _____

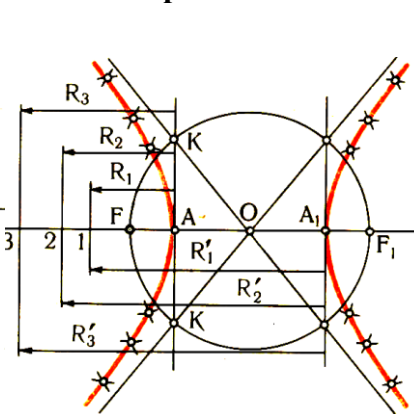
Клас кривої визначає... _____

Приклад 8.1. Найменування поширених у техніці плоских кривих.

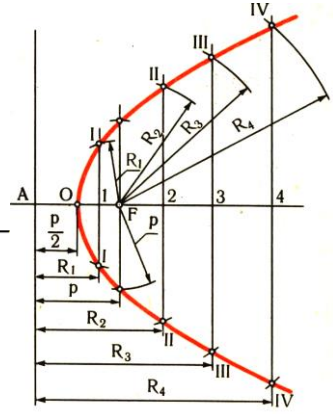
Алгебраїчні.



Еліпс

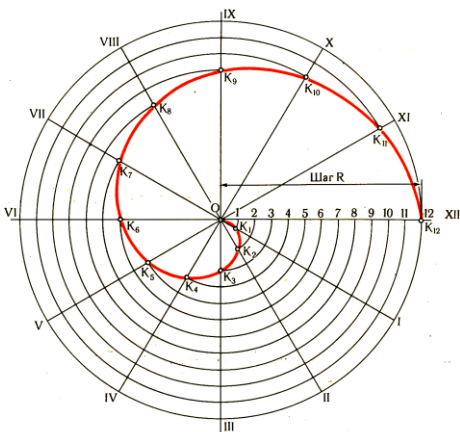


Гіпербола

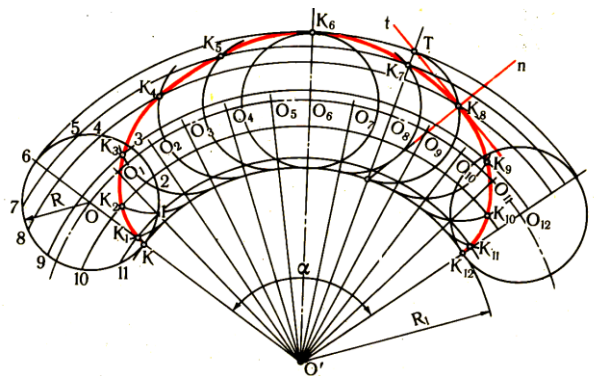


Парабола

Трансцендентні.

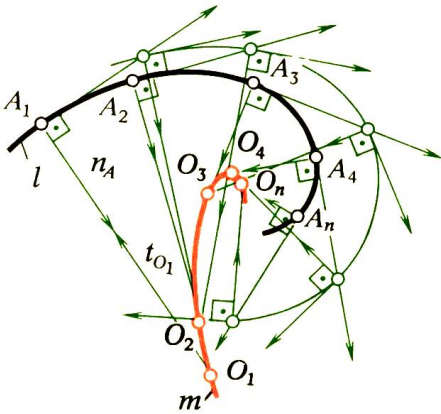


Спіраль Архімеда



Епіциклоїда

Еволюта – множина точок m , які є центрами даної кривої лінії.



Евольвента – сама лінія l – по відношенню до її еволюти m . _____

Якщо крива має проєкції, то зберігається зв'язок параметрів кривої та її проєкцій:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Найбільш поширеною плоскою кривою є коло. Вид проєкції кола залежить від того,

Приклад 8.2. Побудувати проєкції кола діаметром 41 мм, яке паралельне площині проєкцій Π_1 .

x _____

Приклад 8.3. Побудувати проєкції кола діаметром 40 мм, яке перпендикулярне площині проєкцій Π_2 і нахилене до Π_1 під кутом 45° .

x _____

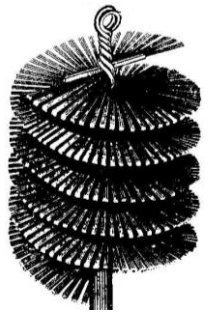
Якщо коло розташоване в площині загального положення _____

Просторові криві лінії.

Точки просторової кривої не належать одній площині. Для аналізу просторової кривої використовують *просторовий триєдр Френе*. Просторова крива визначається в кожній своїй точці _____.

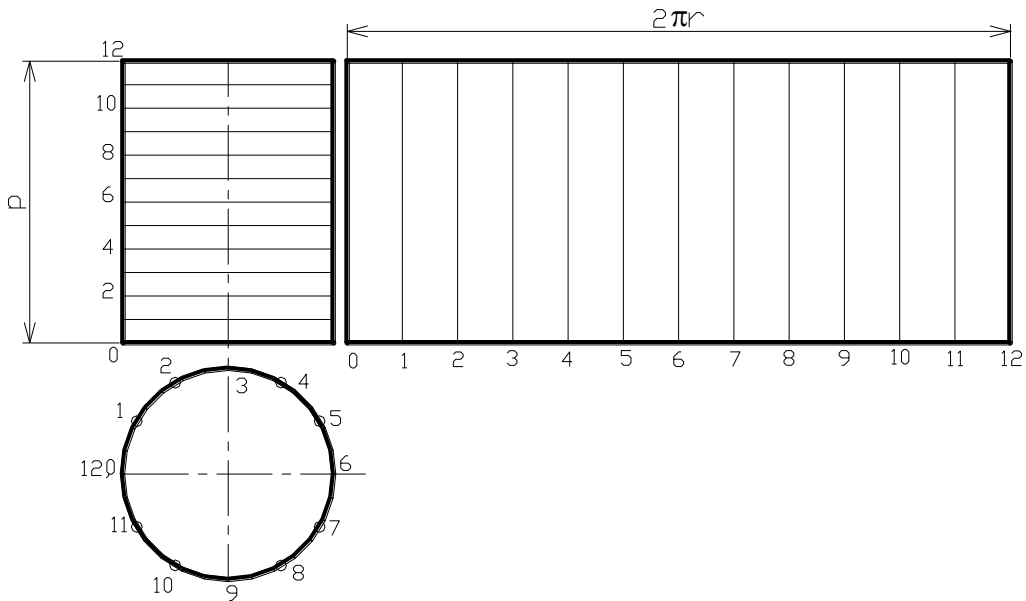
Скрут — це границя відношення _____

Сталі кривину і скрут має *циліндрична спіраль (геліса)*. Ця крива утворюється



ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 8.4. Побудувати проєкції та розгортку циліндричної спіралі.



Задача 8.5. Вкажіть назви поширених у аеронавігації просторових кривих.

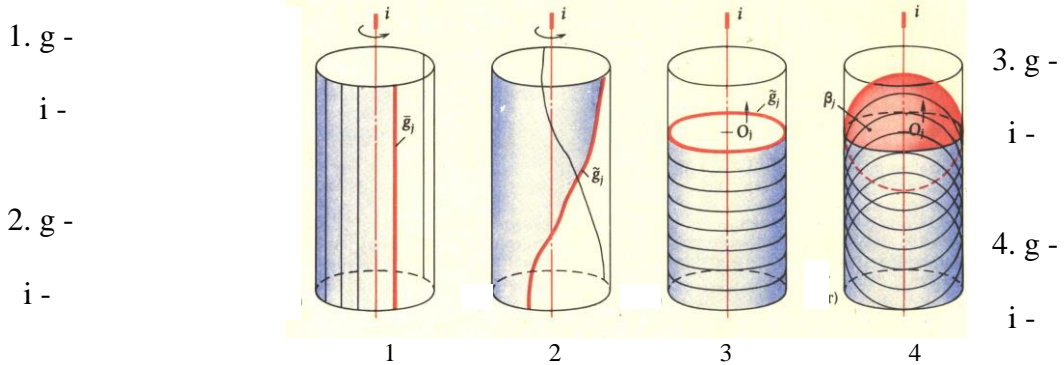
Назва	_____
_ Особливість проєкцій	_____
Застосування	_____

Назва	_____
Особливість проєкцій	_____
Застосування	_____

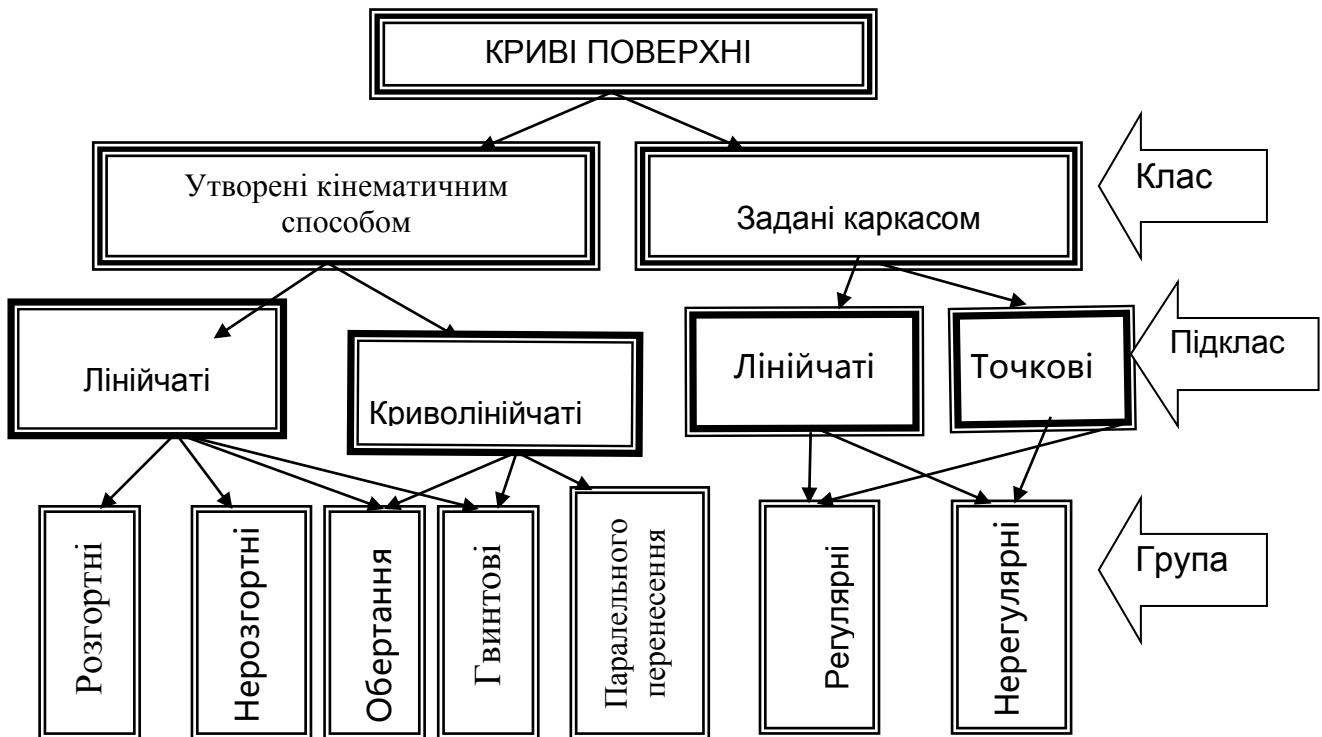
Тема 9. КРИВІ ПОВЕРХНІ. СПОСОБИ ЗАВДАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ. ДИСКРЕТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ПОВЕРХОНЬ

Вироби та природні об'єкти обмежені поверхнями. Із всіх існуючих методів отримання поверхонь, нарисна геометрія розглядає графічне утворення поверхні як _____

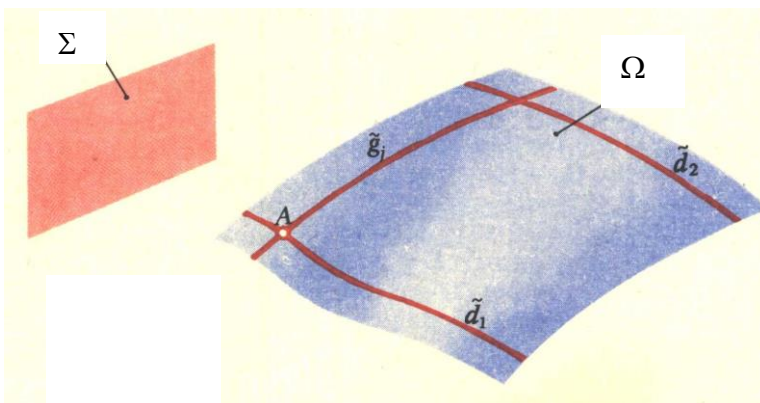
Приклад 9.1. Запишіть геометричну і кінематичну складові визначників циліндрів.



Принципи систематизації кривих поверхонь



Кінематичний спосіб задання кривої поверхні



$\Omega(\underline{\hspace{2cm}})$

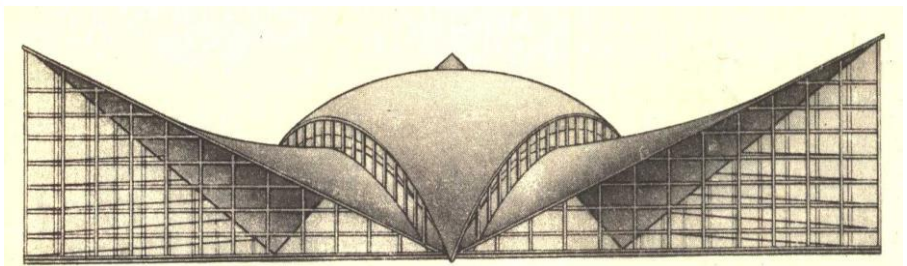
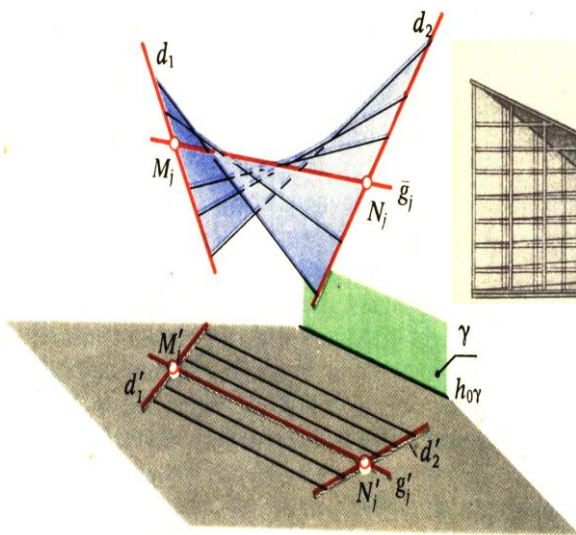
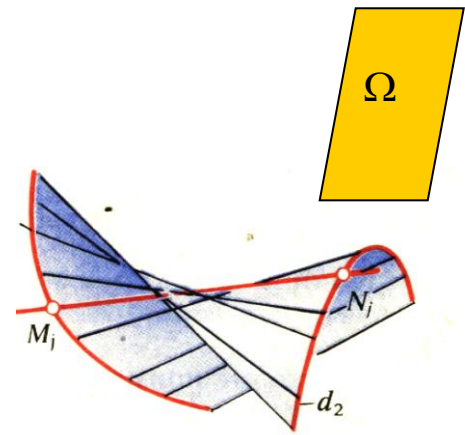
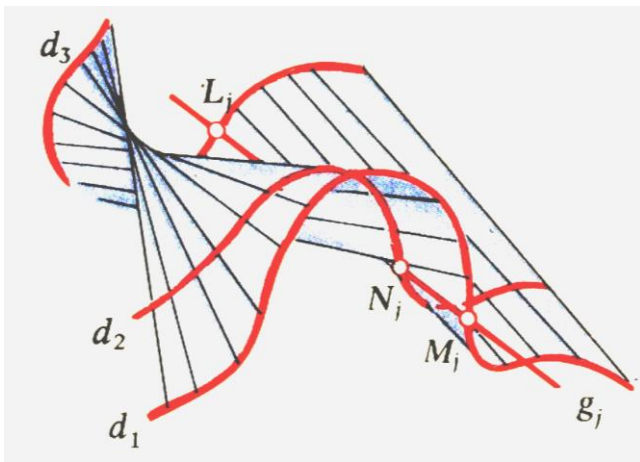
Лінійчаті поверхні

Лінійчатою називають поверхню, _____

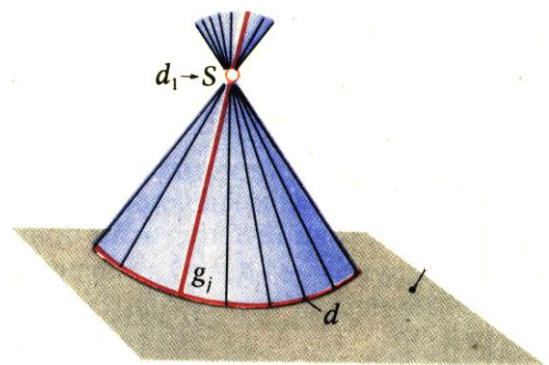
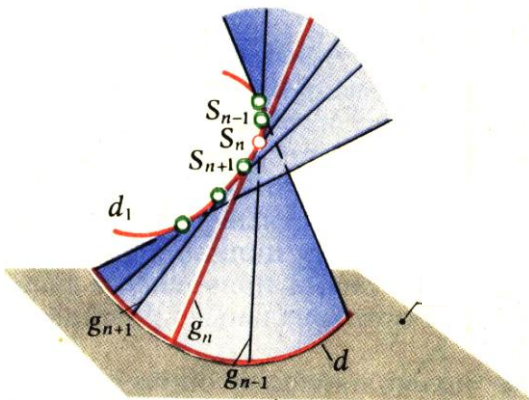
Приклад 9.2. Запишіть назви лінійчатих поверхонь:

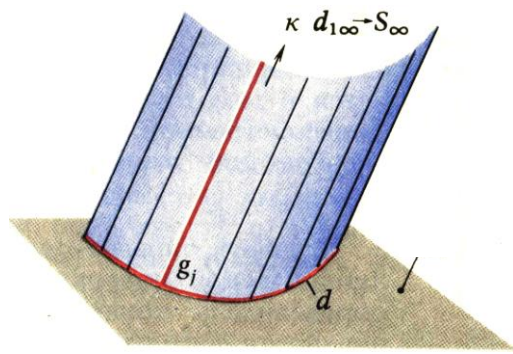
а) з трьома напрямними;

б) з двома напрямними і площиною паралелізму;



в) з однією напрямною (торси).

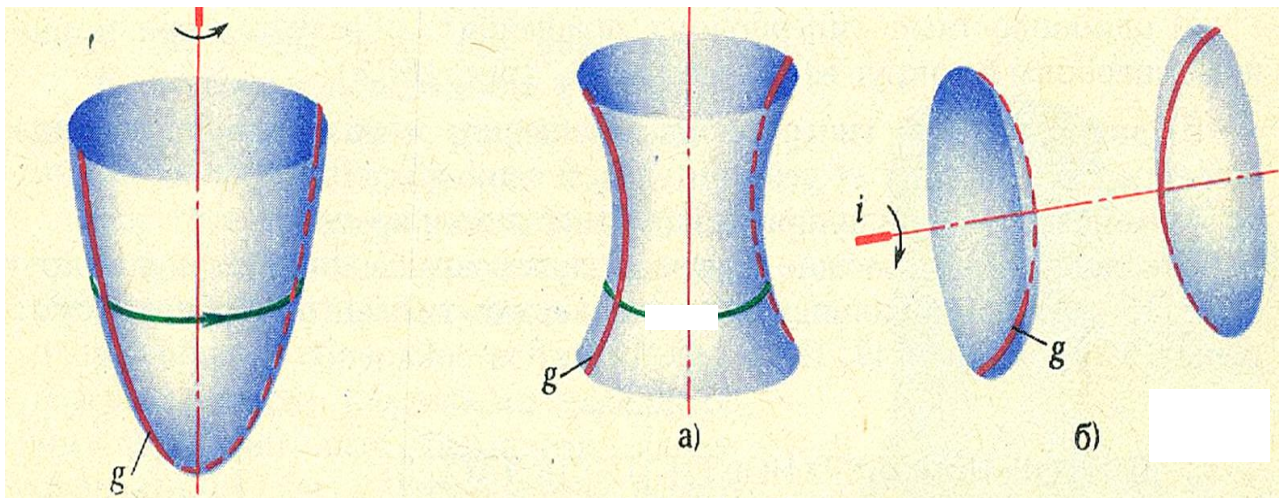
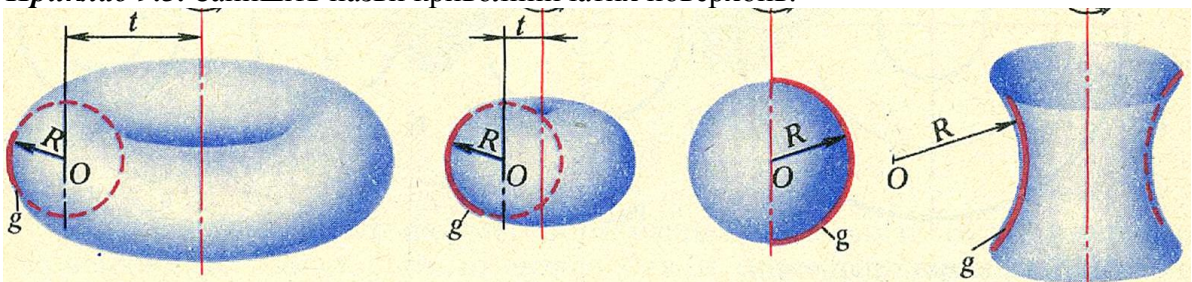




Криволінійчаті поверхні обертання

Криволінійчатою називають поверхню, _____

Приклад 9.3. Запишіть назви криволінійчатих поверхонь.



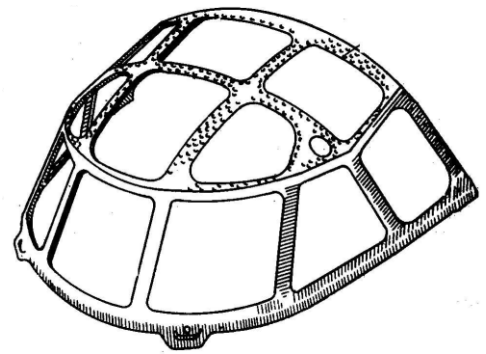
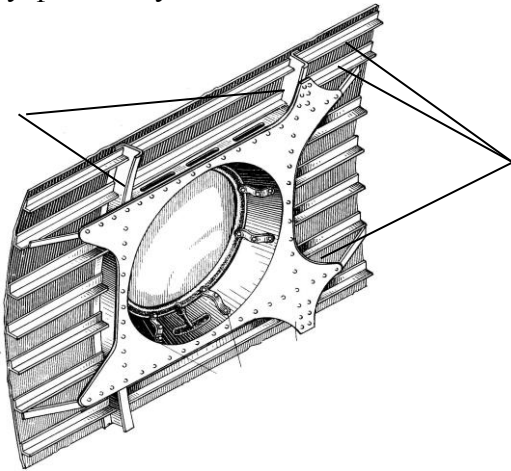
Поверхні, подані дискретним каркасом.

Каркас поверхні – це _____

Лінійні каркаси характеризуються _____

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 9.4. Визначте до якого підкласу належать каркаси фрагмента фюзеляжу і ліхтаря кабіни пілотів літака Ан-26. Які назви мають елементи поперечного і повздовжнього силового набору фюзеляжу?



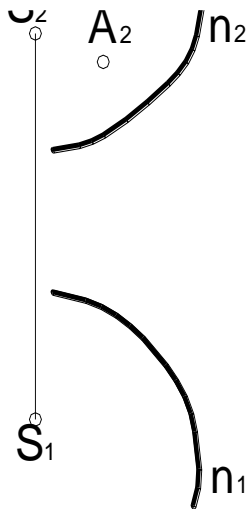
Фюзеляж літака - _____

Кабіна пілотів - _____

Точки на кривих поверхнях.

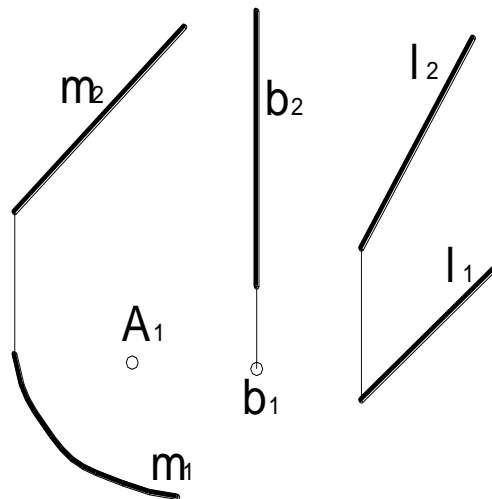
Точка належить поверхні якщо вона _____

Задача 9.5. Знайти горизонтальну проекцію точки A , яка розташована на поверхні конуса $\Phi(S, n)$.



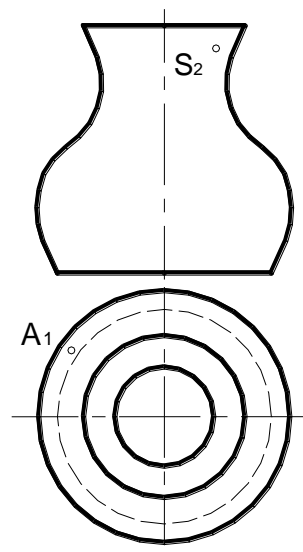
Алгоритм.

Задача 9.6. Знайти фронтальну проекцію точки A , яка розташована на поверхні двічі косої коноїда $P(b, m, l)$.



Алгоритм.

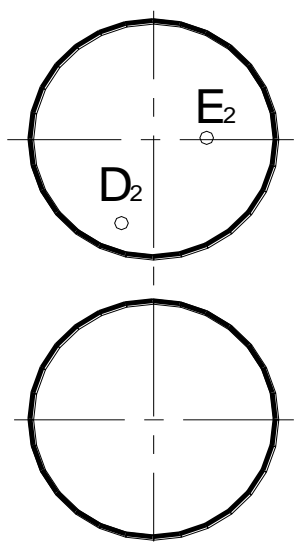
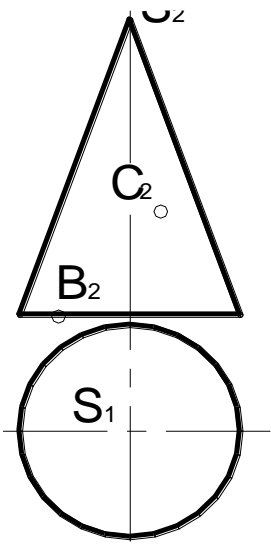
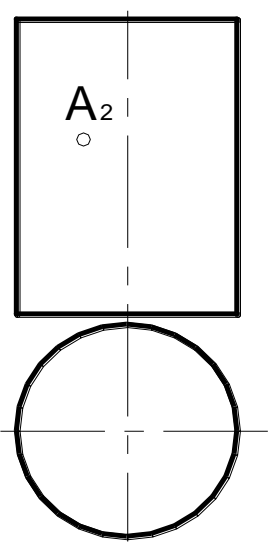
Задача 9.7. Знайти горизонтальну проекцію точки S і фронтальну проекцію точки A , які розташовані на поверхні обертання, використовуючи як паралель так і меридіан поверхні.



Алгоритм.

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 9.8. Знайти горизонтальні проекції точок на поверхнях циліндра, конуса, сфери.



Дискретизацією поверхні називають _____

Інтерполяцією поверхні називають _____

Питання для самоконтролю студентів.

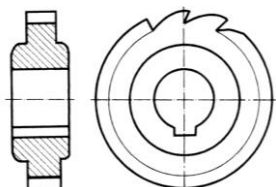
1. Назвіть основні способи задання кривих поверхонь.
2. Із яких частин складається визначник кривої поверхні?
3. Як утворюються поверхні, які називають кінематичними?
4. Чим вирізняються лінійчаті та криволінійчаті криві поверхні?
5. Назвіть чотири можливі визначники задання прямого кругового циліндра.
6. Що називають каркасом поверхні? На які види поділяють каркаси?
7. Як утворюються поверхні із площиною паралелізму?
8. Які поверхні обертання відносять до поверхонь 2-го порядку?
9. Який алгоритм побудови проєкцій точок, які належать поверхні обертання?

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 11 за підручником [1] с. 84 – 97.
Конспект навчального матеріалу теми 11 за підручником.

Тема 10. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДУ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ. ВИДИ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ.

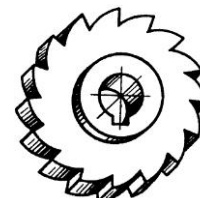
Суть аксонометрії полягає в тому, що _____

На прикладі зображень храпового колеса в ортогональних (ліворуч) і аксонометричної (праворуч) проєкціях розглянемо переваги і недоліки кожного із них.



Переваги _____

Недоліки _____

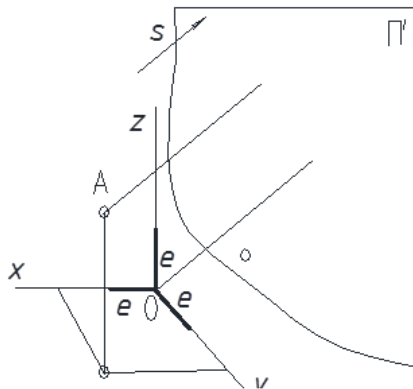


Переваги – _____

Недоліки _____

Для розуміння суті аксонометричних проєкцій розглянемо побудову аксонометричної проєкції точки.

Приклад 10.1. Побудувати аксонометрію точки A за даною просторовою декартовою системою координат $Oxyz$ із виділеними одиничними відрізками e , картинною площиною Π' , напрямом проєкціювання s .



Відношення між показниками спотворення і напрямом проєкціювання визначається за основною теоремою паралельної аксонометрії – теоремою Польке — Шварца. _____

За основною формулою аксонометрії _____

Класифікація аксонометричних проєкцій.

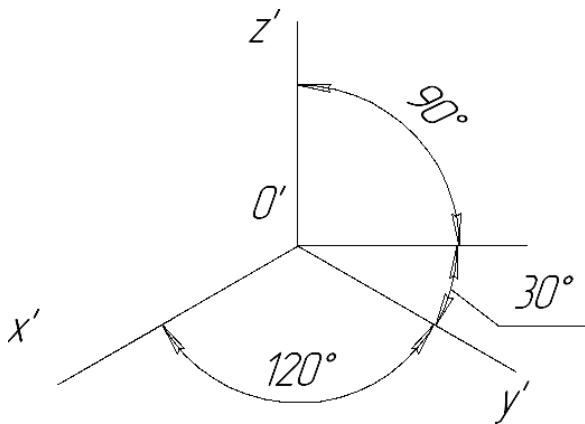
Залежно від кута φ нахилу напрямку проєкціювання s до площини Π' аксонометричні проєкції поділяють на _____

Залежно від співвідношення між показниками спотворення аксонометричні проєкції поділяють на: _____

На практиці побудови аксонометричних проєкцій застосовують лише обмежену кількість комбінацій напрямку аксонометричних осей і показників спотворення.

Прямокутна ізометрія.

На рис. 30 наведено розташування осей в прямокутній ізометрії, в якій коефіцієнти спотворення по осях x, y, z однакові $u = v = w$, та дорівнюють:



$$u = \sqrt{2/3} = 0.82$$

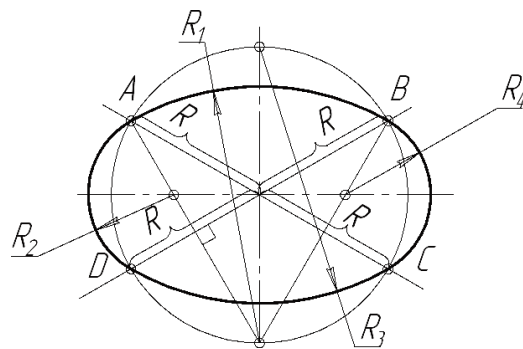
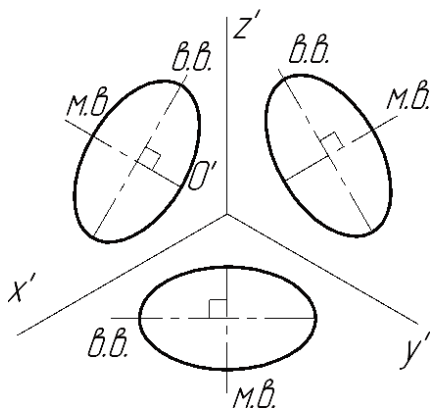
Для спрощення побудови користуються коефіцієнтами спотворення $u=1$, які називають **приведеними**. При цьому зображення збільшується в $1/0,82 \approx 1,22$ рази, і така ізометрія називається **приведеною**.

АксонOMETРИЧНА ПРОЕКЦІЯ КОЛА — ЕЛІПС. Якщо коло належить площині рівня, мала вісь (м.в.) еліпса паралельна до тієї координатної осі, яка відсутня в площині кола, а велика (в.в.) — перпендикулярна до неї (рис.31).

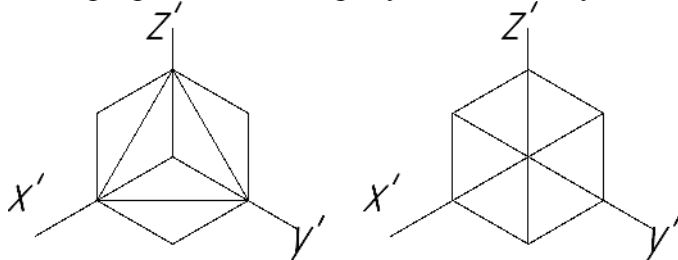
У приведеній прямокутній ізометрії для всіх координатних площин мала вісь дорівнює $0,71d$, а велика — $1,22d$ (d — діаметр кола).

Якщо побудову аксонOMETРИЧНОГО зображення кола виконують креслярськими інструментами, то стандартом дозволяється замінювати еліпси овалами.

Побудова овала, який зображує коло радіуса R , яке розташоване в горизонтальній площині проєкцій, наведена на рисунку нижче.



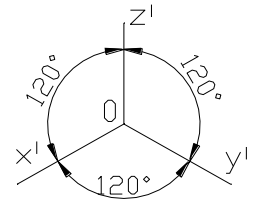
На розрізах лінії штрихування виконують паралельно ізометричній проєкції однієї з діагоналей квадратів, сторони яких розташовані на координатних осях відповідної площини перерізу.



спотворення _____, а кут $\varphi =$ _____. Тоді за основною формулою аксонOMETРИЧНОЇ _____ Згідно вимог ГОСТ 2.317 – 79 «АксонOMETРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ» користуються _____

Однакові значення показників спотворення можливі тільки тоді, _____

Вісь z' розміщують вертикально, а осі x' та y' утворюють з нею кути _____.



Побудова осей кутником

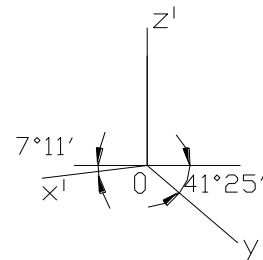
Побудова осей циркулем

Прямокутна диметрія

У прямокутній диметрії спотворення однакове на осях _____, а по вісі _____ . Тоді за основною формулою аксонометрії _____

Згідно вимог ГОСТ 2.317 – 79 «Аксонометрические проекции» користуються _____

Вісь z' розміщують вертикально, а осі x' та y' утворюють з нею кути _____ і _____ відповідно.



Побудова осей за відношенням горизонтальних і вертикальних відрізків

Косокутна фронтальна диметрія

Згідно вимог ГОСТ 2.317 – 79 «Аксонометрические проекции» у косокутній фронтальній диметрії проєкціювання ведеться на _____.

Тому маємо натуральні показники спотворення _____

Тоді за основною формулою аксонометрії _____

Вісь z' розміщують вертикально, а осі x' та y' утворюють з нею кути _____ і _____ відповідно.

Косокутна фронтальна ізометрія

Згідно вимог ГОСТ 2.317 – 79 «Аксонометрические проекции» у косокутній фронтальній диметрії проєкціювання ведеться на _____

Показники спотворення по всіх аксонометричних осях _____

Тоді за основною формулою аксонометрії _____

Вісь z' розміщують вертикально, а вісь y' утворює з нею кути _____ за умови, що кут між x' та z' зберігається 90° .

Даний вид аксонометрії, відповідно до ДСТУ Б А.2.4-41:2008, рекомендується використовувати при проєктуванні систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Косокутна горизонтальна ізометрія

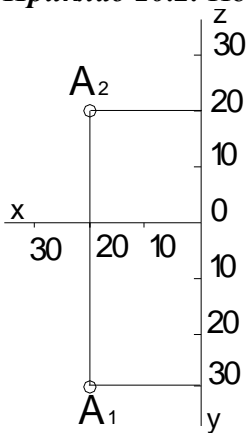
Згідно вимог ГОСТ 2.317 – 79 «Аксонетрические проекции» у косокутній горизонтальній диметрії проєкціювання ведеться на _____ Показники спотворення по всіх аксонетричних осях _____

Тоді за основною формулою аксонетрії

Вісь z' розміщують вертикально, а вісь y' утворює з нею кути _____ за умови, що кут між x' та y' зберігається 90° .

Аксонетричні проєкції елементів тіл– точки, прямої і плоскої фігури.

Приклад 10.2. Побудувати прямокутну диметрію точки A .



Алгоритм.

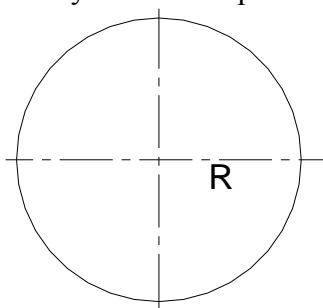
1. _____
2. _____
3. _____

Аксонетричні проєкції відрізка прямої будують за _____, а багатокутників – _____

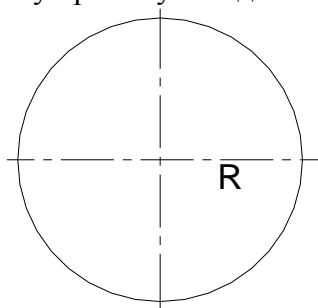
Аксонетричні проєкції кола.

Коло в аксонетрії проєкціюється _____.

Розрахунок $2a$ і $2b$ еліпса у прямокутній ізометрії



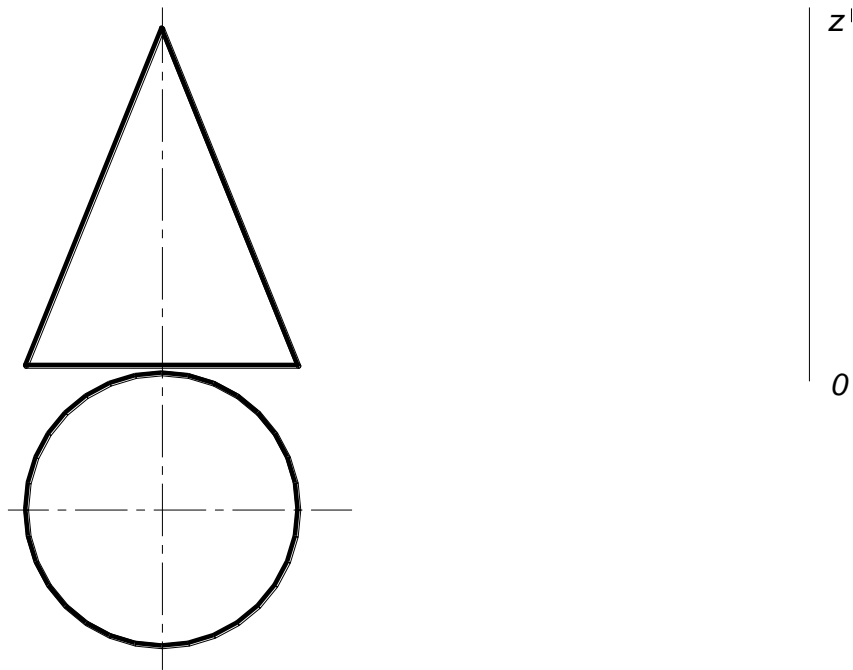
Розрахунок $2a$ і $2b$ еліпса у прямокутній диметрії



Побудова еліпсів креслярськими інструментами трудомістка, тому в інженерно-графічній практиці стандарт рекомендує _____

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 10.3. Побудувати прямокутну диметрію конуса.



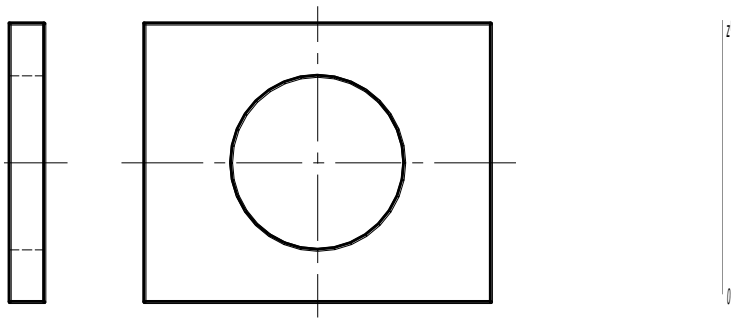
Алгоритм. 1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

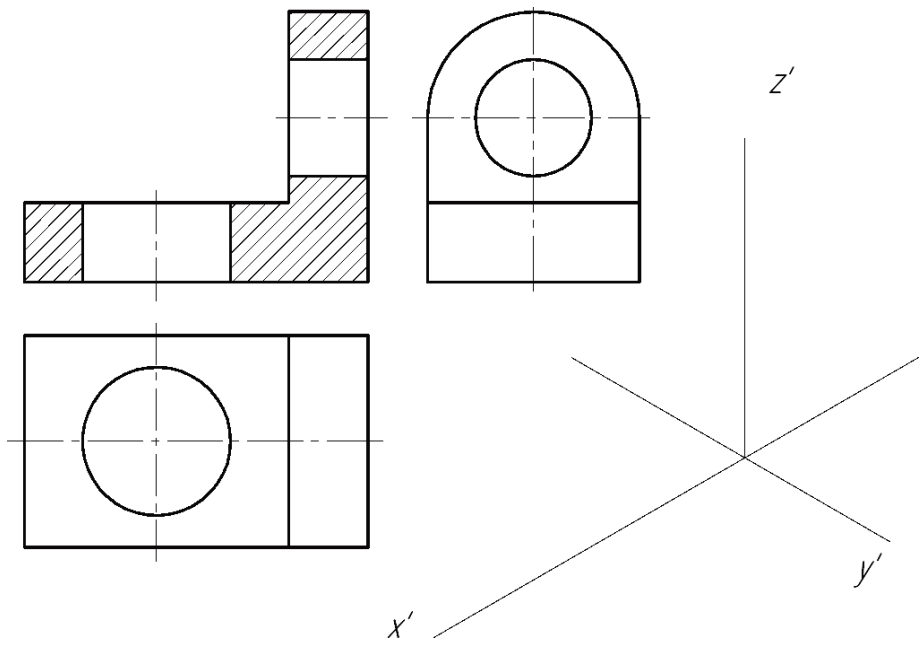
Задача 10.4. Побудувати прямокутну ізометрію призматичної пластини з циліндричним отвором.



Послідовність побудов. 1. _____

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 10.5. Побудувати приведену прямокутну ізометрію деталі.



ЦИЛІНДРА, СФЕРИ. СПОСОБИ ПОБУДОВИ РОЗГОРТОК КРИВИХ ПОВЕРХОНЬ.

При перерізах поверхонь площиною утворюється фігура, _____

На лінії перерізу визначають такі точки:

– **характерні**, _____

– **особливі**, _____

– **проміжні**, _____

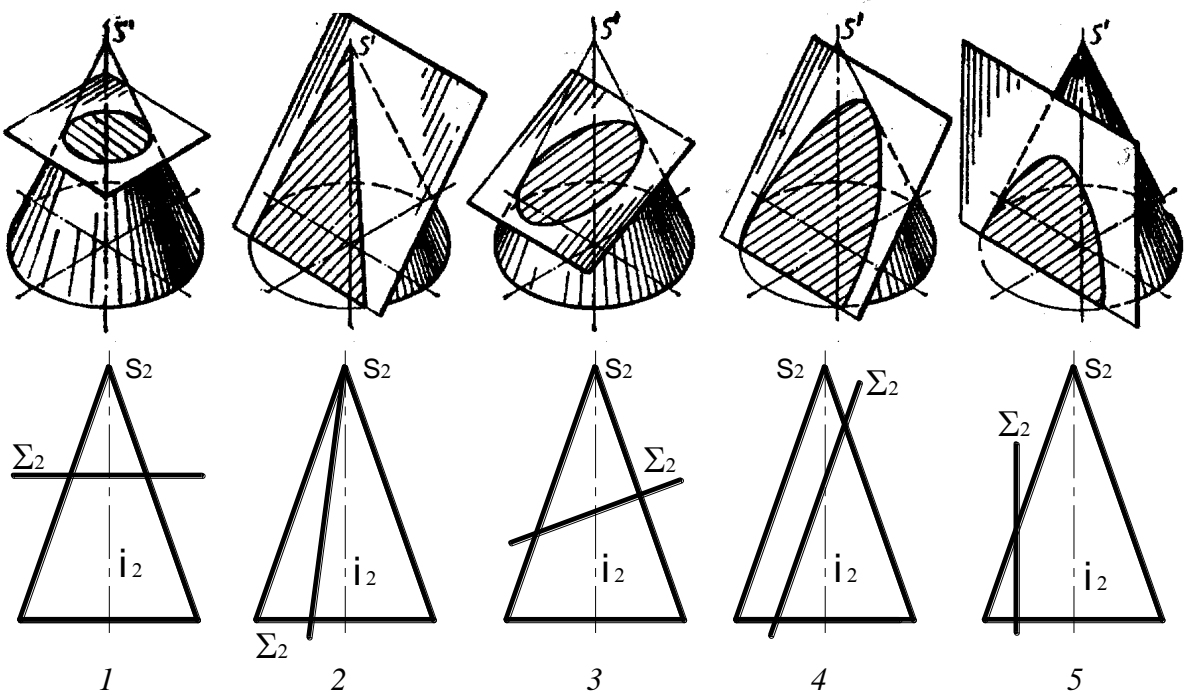
Усі точки з'єднуються плавною лінією з використанням _____.

Якщо розтинальна площина займає загальне положення відносно площин проєкцій переріз визначають _____

Розглянемо приклади розтину найбільш вживаних поверхонь проєкціювальними площинами.

Перерізи конуса

Приклад 11.1. Встановіть відповідність між кривою 2-го порядку конічного перерізу і розташуванням розтинальної площини.



1. _____

2. _____

3. _____

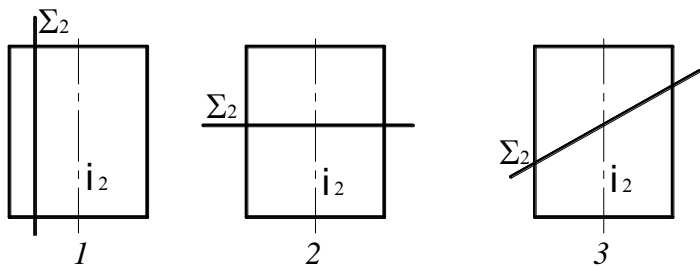
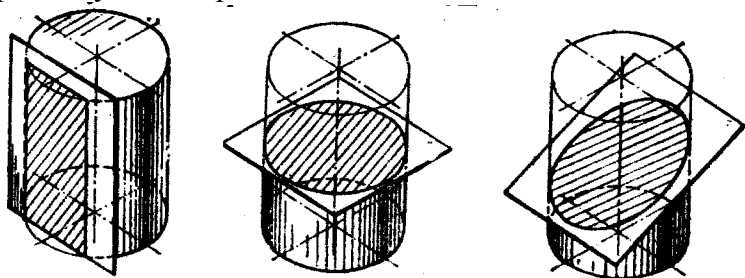
4. _____

5. _____

Перерізи циліндра

Переріз сфери

Приклад 11.2. Встановіть відповідність між кривою 2-го порядку перерізу циліндра і розташуванням розтинальної площини.

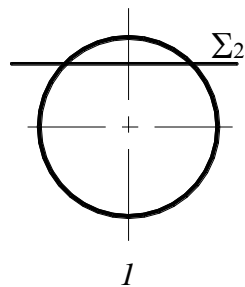
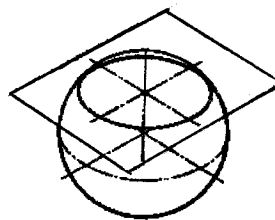


1. _____

2. _____

3. _____

Приклад 11.3. Встановіть відповідність між кривою 2-го порядку перерізу сфери і розташуванням розтинальної площини

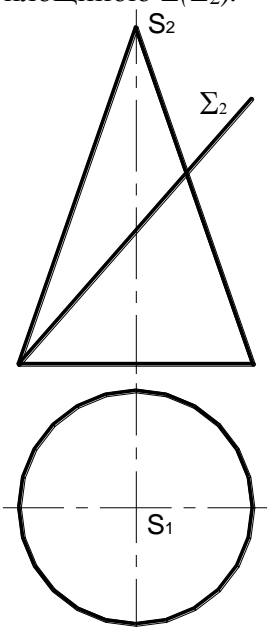


1. _____

Приклад 11.4. Побудувати горизонтальну проекцію розтину конуса площиною $\Sigma(\Sigma_2)$.

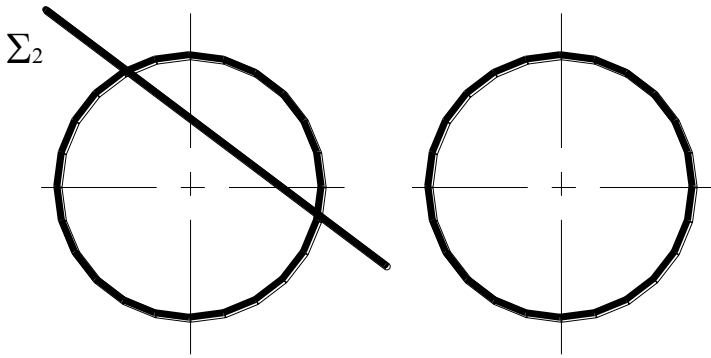
Алгоритм.

Судження про метод побудови.



ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 11.5. Побудувати профільну проекцію розтину сфери площиною $\Sigma(\Sigma_2)$.

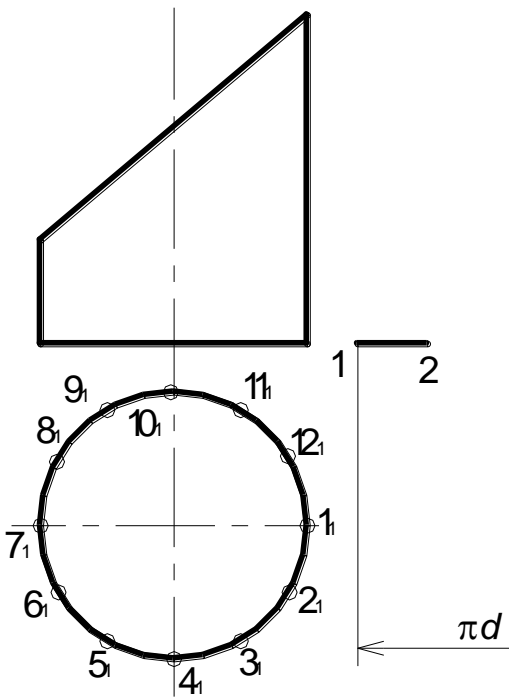


Алгоритм.

Розгортки циліндра і конуса

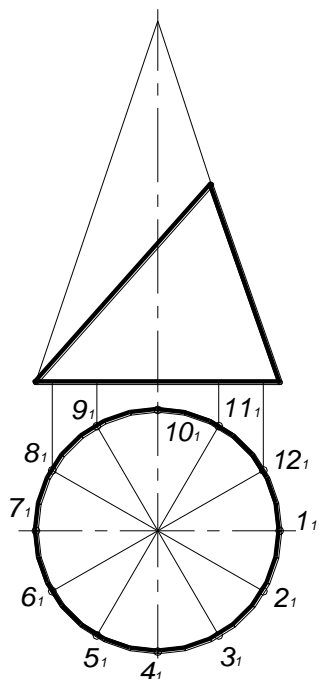
Циліндричні і конічні поверхні є _____

Задача 11.6. Побудувати розгортку циліндра.



Алгоритм.

Задача 11.7. Побудувати розгортку зрізаної поверхні конуса обертання.



Алгоритм.

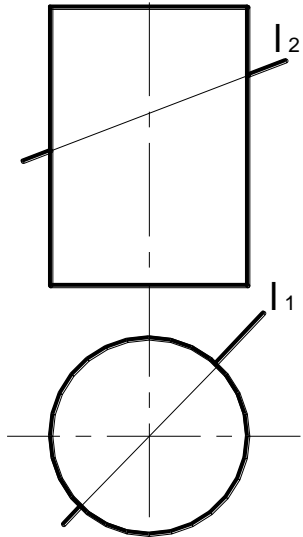
Висновок. _____

Для всіх інших торсових поверхонь наближені розгортки _____

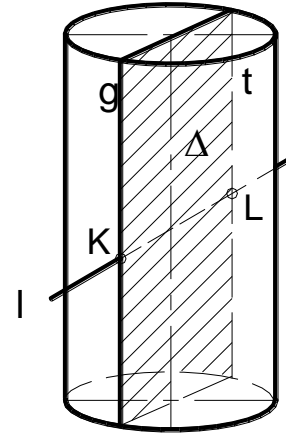
Умовні розгортки нерозгортних поверхонь.

Для побудови умовно наближених розгорток нерозгортних поверхонь _____

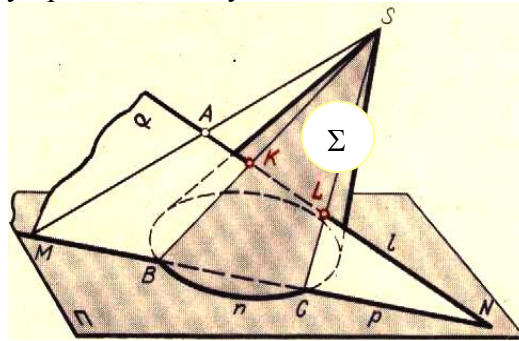
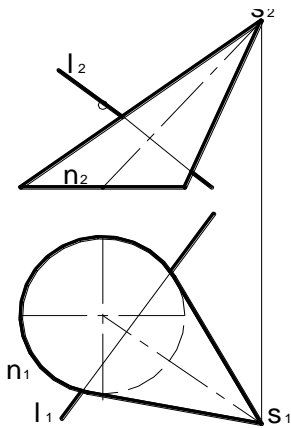
Приклад 12.1. Знайти точки перетину прямої l із проєкціювальним циліндром Φ .



Алгоритм.



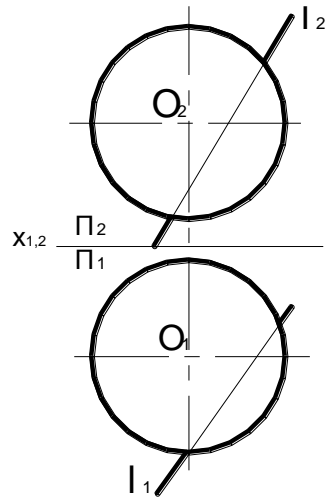
Приклад 12.2. Знайти точки перетину прямої l із конусом загального положення Ψ .



Алгоритм.

Приклад 12.3. Знайти точки перетину прямої l зі сферою.

Алгоритм.

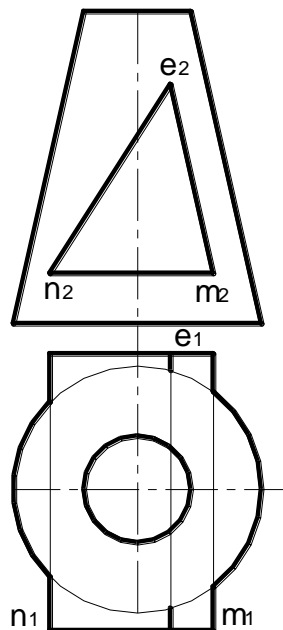
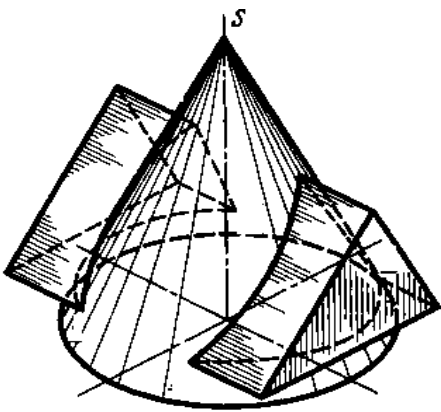


Перетин кривої поверхні з багатогранником

Дві поверхні перетинаються по лінії (сукупності ліній), яка одночасно належить кожній з них. За умови перетину кривої поверхні і багатогранника лінія їх перетину являє

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 12.4. Побудувати ліню перетину прямого кругового конуса Φ і проєкціювальної тригранної призми π .



Алгоритм.

Питання для самоконтролю студентів.

1. Назвіть пункти алгоритму знаходження проєкцій точок перетину прямої з кривою поверхнею.
2. Яке положення займають допоміжні розгинальні площини при визначенні проєкцій точок перетину прямої рівня і прямої загального положення з конусом?
3. Яка різниця у послідовності визначення проєкцій точок перетину прямої рівня і прямої загального положення зі сферою?
4. Який вид має лінія перетину кривої поверхні з багатогранником?
5. Назвіть етапи розв'язку задач на побудову лінії перетину кривої поверхні з багатогранником.

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 13 за підручником [1], с. 107 – 109; .

Тема 13. ПОБУДОВА ЛІНІЇ ВЗАЄМНОГО ПЕРЕТИНУ ДВОХ ПОВЕРХОНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОВЕРХОНЬ – ПОСЕРЕДНИКІВ.

Спільну лінію двох поверхонь називають _____.

Побудова лінії перетину поверхонь за способом допоміжних перерізів

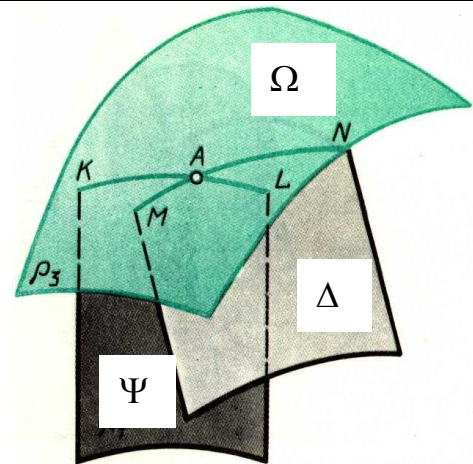
Суть способу полягає у наступному (див. рисунок).

1. _____
2. _____
3. _____

На лінії перетину виділяють **особливі точки**, які визначають положення лінії відносно основних площин проєкцій _____

Також обов'язково визначають **точки зміни** _____

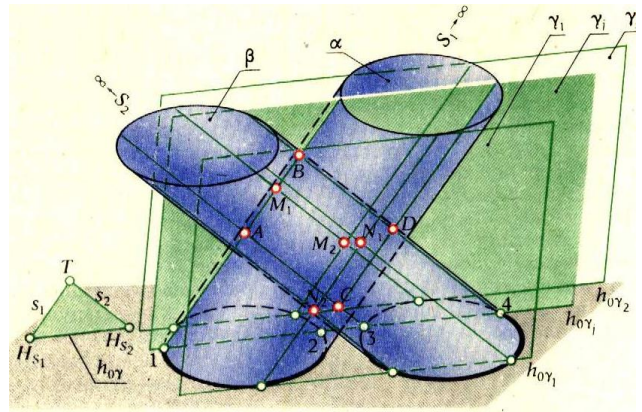
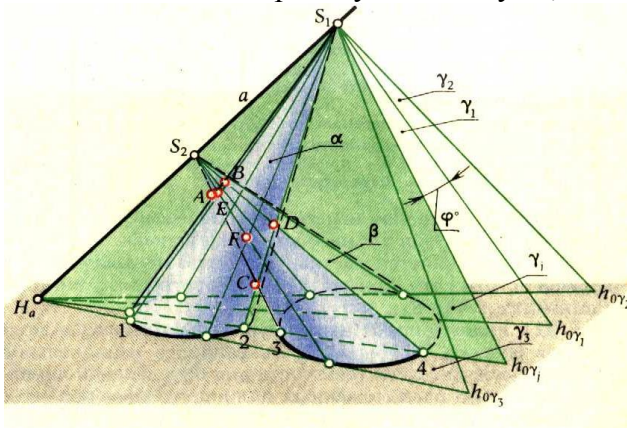
Кількість проміжних точок на лінії перетину визначається _____



Застосування розгинальних площин рівня за умови проєкціювального положення однієї з поверхонь.

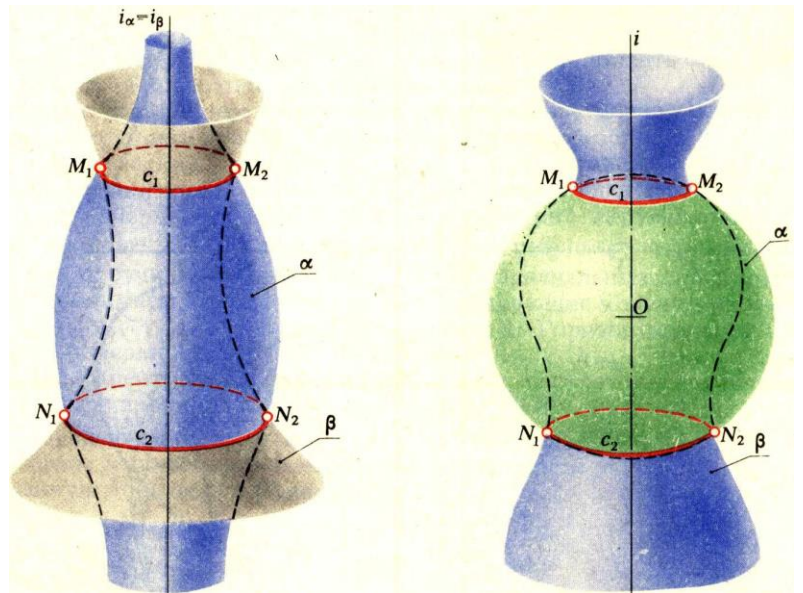
Застосування розгинальних площин загального положення

Приклад 13.3. Встановити визначники розгинальних площин, які застосовані для визначення ліній перетину двох конусів, двох циліндрів.



Застосування розгинальних концентричних сфер

В основу застосування сфер, як допоміжних розгинальних поверхонь для визначення спільної лінії двох тіл, покладено факт перетину співвісних поверхонь обертання по _____.



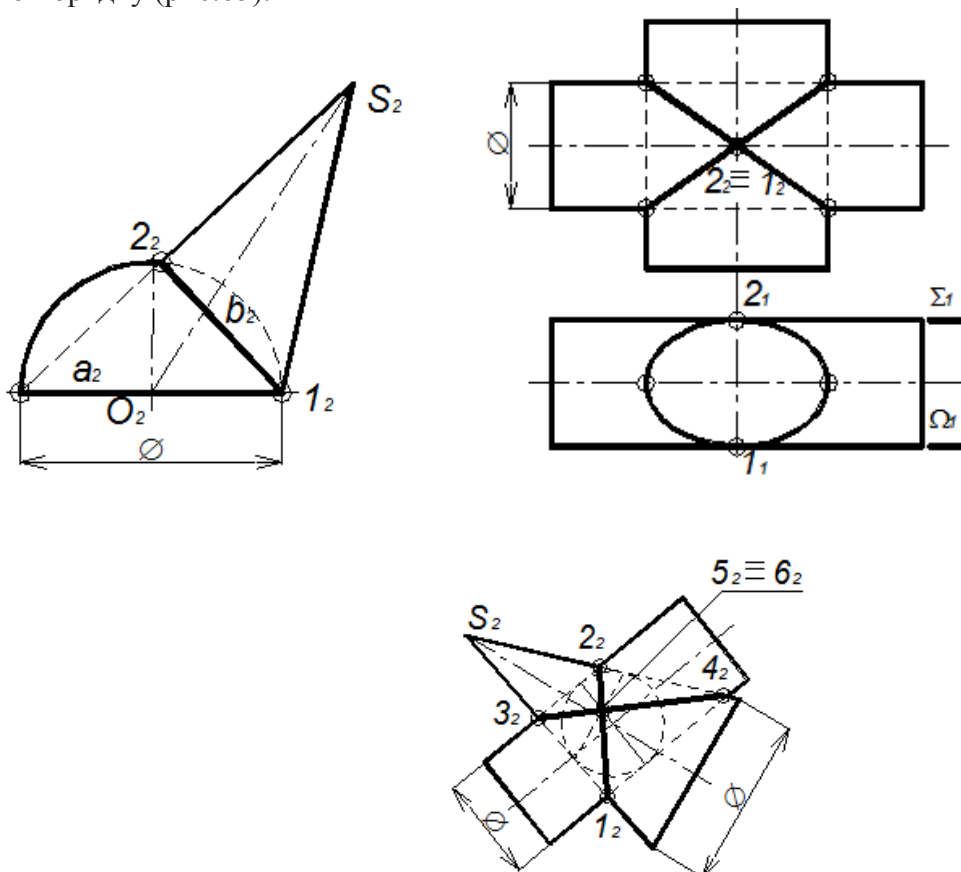
У зв'язку з тим, що будь-який діаметр сфери _____

Особливі випадки взаємного перетину поверхонь другого порядку

Теорема 1. Якщо дві поверхні другого порядку перетинаються по одній плоскій кривій, то вони перетинаються і ще по одній кривій, яка також є плоскою (рис. 63).

Теорема 2. Якщо дві поверхні другого порядку мають дотик у двох точках, то лінія їх перетину розпадається на дві плоскі криві другого порядку, площини яких проходять через пряму, яка з'єднує точки дотику (рис. 64).

Теорема Монжа. Якщо дві поверхні другого порядку описані навколо третьої поверхні другого порядку (або вписані в неї), то лінія їх перетину розпадається на дві плоскі криві другого порядку (рис.65).

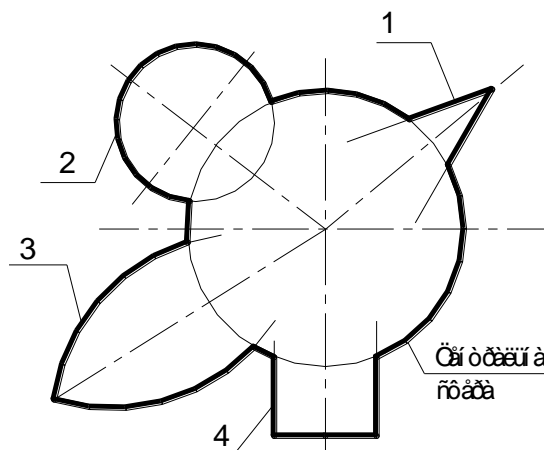


ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 13.4. Визначити форми тіл, які перетинаються із центральною сферою. Накреслити лінію перетину центральної сфери з чотирма тілами обертання.

1 – _____; 2 – _____;
3 – _____; 4 – _____.

Висновок. _____



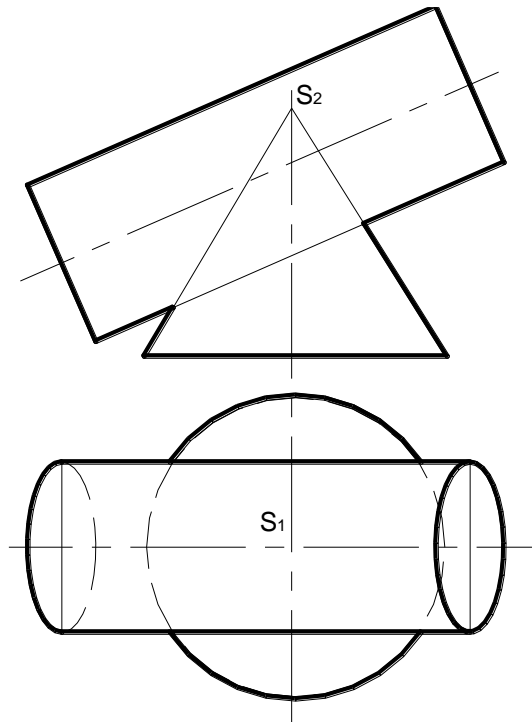
Акцентуємо увагу на обов'язкових умовах застосування допоміжних розтинальних сфер.

1. _____

2. _____

3. _____

Задача 13.5. Визначити проєкції лінії перетину прямого кругового конуса і похилого циліндра обертання.



Алгоритм. _____

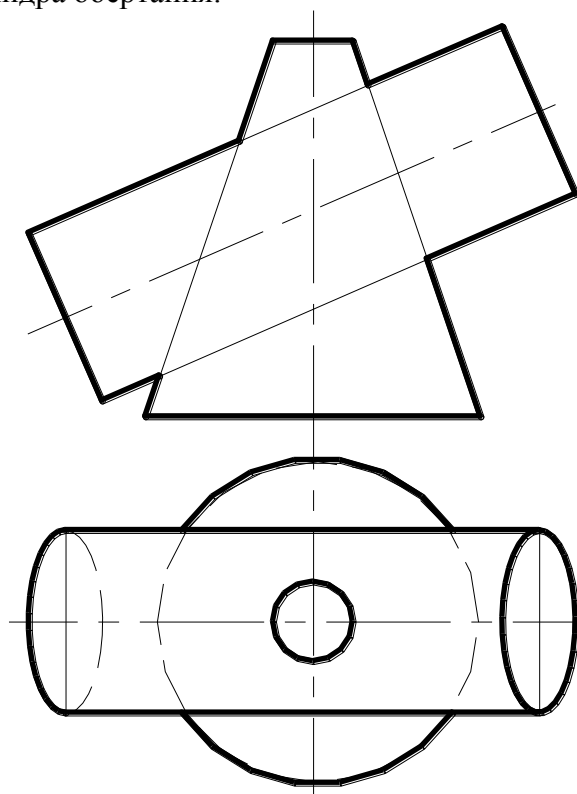
Взаємний перетин кривих поверхонь другого порядку за плоскими кривими

Дві поверхні другого порядку в загальному випадку перетинаються за _____

Ознаки розпаду кривої четвертого порядку на дві криві другого порядку формулюються в теоремі Монжа : _____

АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 13.6. Визначити проєкції лінії перетину прямого кругового зрізаного конуса і похилого циліндра обертання.



Алгоритм. _____

Питання для самоконтролю студентів.

1. Що називають лінією перетину двох поверхонь?
2. В чому полягає загальна методика побудови лінії взаємного перетину поверхонь?
3. Чим вирізняється «проникнення» від «урізування» при взаємному перетині поверхонь?
4. В чому полягає особливість побудови лінії взаємного перетину поверхонь, коли одна із поверхонь проєкціювальна?
5. За якими лініями перетинаються співвісні криві поверхні?
6. Які умови застосування розгинальних концентричних сфер для розв'язку задачі знаходження лінії перетину двох поверхонь?
7. Які критерії визначення розгинальної сфери мінімального радіусу для розв'язку задачі знаходження лінії перетину двох поверхонь?
8. Які критерії визначення розгинальної сфери максимального радіусу для розв'язку задачі знаходження лінії перетину двох поверхонь?
9. Яка послідовність з'єднання точок на проєкціях лінії взаємного перетину поверхонь та визначення їх видимості?

Увага! Опрацювання навчального матеріалу теми 14 за підручником [1], с. 115 – 120.

Конспект навчального матеріалу теми 14 за підручником.

Задача за рис. 13.2. _____

Тема 14. ЗОБРАЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

(Зображення на креслениках виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.305-68).

Для побудови форми предмета на креслениках застосовують **шість основних видів**, які утворюються проєкціюванням на грані порожнистого куба: вид спереду (головний вид), вид зверху, вид зліва, вид справа, вид знизу та вид ззаду.

Видом називають ортогональну проєкцію повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета (ДСТУ 3321:2003). Крім основних видів користуються **допоміжними видами**. Це вид предмета на площину, яка не паралельній до жодної з основних площин проєкцій. Такий призначений для неспотвореного зображення поверхні, яку неможливо отримати на основних видах.

На місцевих видах показують окрему, обмежену ділянку поверхні предмета.

Для виявлення внутрішньої форми предмета на креслениках застосовують розрізи та перерізи.

Розріз — це ортогональна проєкція предмета, якого цілком чи частково розітнено однією або кількома площинами, щоб показати його невидимі поверхні (ДСТУ 3321:2003). Частина предмета, яка розміщена між спостерігачем і розтинальною площиною, умовно видаляється. В розрізі показують те, що розміщене в розтинальній площині і за нею.

Переріз — ортогональна проєкція предмета, яка утворилась внаслідок уявного розітнення предмета однією чи кількома площинами або поверхнями. Фігура, яка розташована у розтинальній площині, виділяється штрихуванням (ДСТУ 3321:2003).

Положення розтинальної площини вказують розімкнутою лінією — слідом-проєкцією, перпендикулярно до якої креслять стрілки, що вказують напрям зору. Обидві стрілки позначають однією і тією ж великою літерою. Розріз надписують над зображенням, наприклад, **А-А**, **Б-Б**, і т. д.

Якщо розтинальна площина повністю збігається з площиною симетрії предмета і відповідні зображення розміщені на місці основного виду, на одному й тому ж аркуші в безпосередньому проєкційному зв'язку та не відокремлені іншими зображеннями, тоді на горизонтальних, фронтальних та профільних розрізах не показують положення розтинальної площини, а сам розріз написом не супроводжують.

При цьому, дозволяється на одному зображенні поєднувати половину розрізу з половиною виду, якщо обидва зображення симетричні відносно однієї і тієї ж осі, яка їх розділяє.

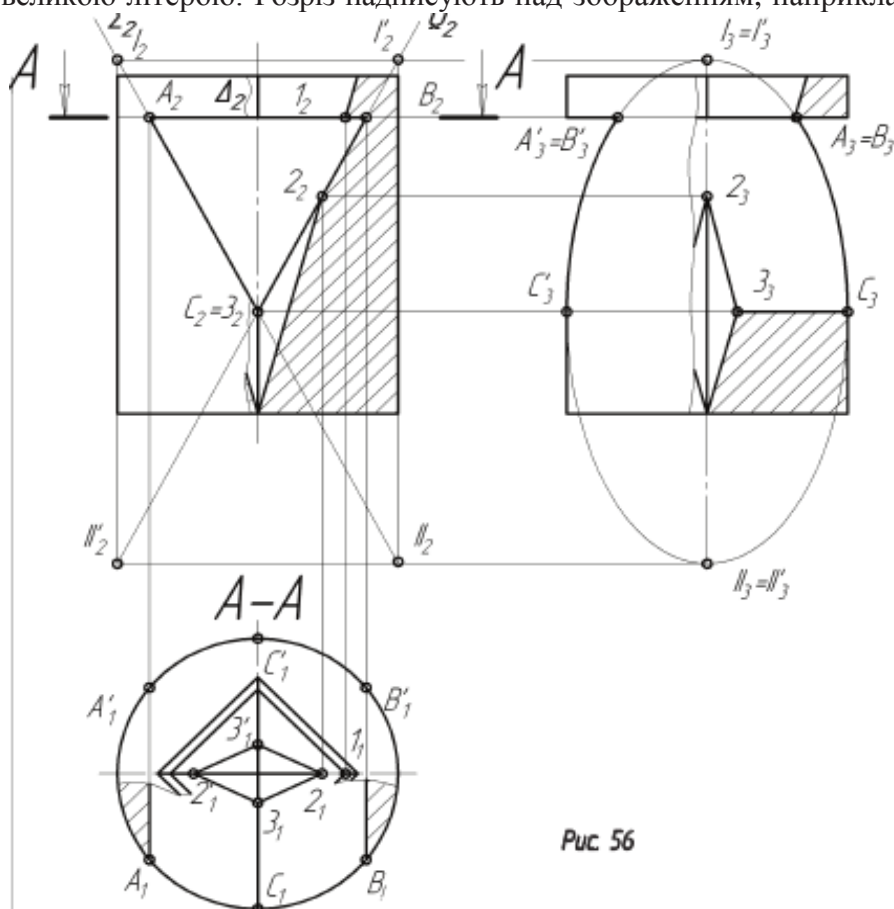


Рис. 56

Якщо суцільна товста основна лінія зображення (наприклад, ребро) розташована на осі симетрії, тоді між видом і розрізом проводять тонку хвилясту лінію, яка їх розділяє.

Зображення на кресленику виконують в проекційному зв'язку, але лінії зв'язку не проводять, але осі проекцій, які більш повно розкривають форму предмета, показують.

Перетин поверхонь площинами. Подвійне проникання

Розглянемо алгоритм розв'язання задачі на прикладі вищенаведеної задачі, який наведений на стор. 72.

1. Аналізують графічну умову задачі та встановлюють форму поверхонь, які обмежують геометричне тіло.

Зовнішня поверхня тіла — циліндрична, а внутрішня — поверхня правильна чотиригранна піраміда. Призматичний отвір має в нормальному перерізі форму рівнобічного трикутника.

2. Будують вид зліва без врахування ліній перетину.

3. Розв'язують зовнішню задачу: будують лінії перетину зовнішньої поверхні геометричного тіла з призматичним отвором. При цьому зовнішні характерні точки бажано показувати буквами, а внутрішні – точками.

Для цього застосовують метод повних перерізів, який полягає в наступному:

а) через кожну грань призматичного вікна проводять проекціюючу площину, яка повністю перетинає зовнішню циліндричну поверхню по еліпсу;

б) залишають частини лінії перетину, які належать граням отвору;

в) на виді зліва видаляють частини обрисових твірних циліндра, які вирізані призматичним отвором та наводять їх товстими лініями;

г) виконують розрізи зовнішньої поверхні іншими площинами. Так у нашому випадку це буде розріз горизонтальною площиною рівня, який в перетині дає коло.

4. Виконують розрізи для розкриття форми внутрішньої поверхні. Так, на всіх трьох зображеннях, доцільно поєднати частину виду з частиною розрізу, відділяючи їх тонкою хвилястою лінією, оскільки у даному випадку на всіх зображеннях геометричного тіла ребра піраміди розташовані по осях симетрії. При цьому площина розрізу має бути проведена по найширшій чи найнижчій частині призматичного отвору, або по найширшій частині зовнішньої поверхні. У даному випадку розріз виконаний по верхній грані призматичного отвору. Два інших розрізи утворені розтинальними площинами, які збігаються з площинами симетрії тіла.

5. Розв'язують внутрішню задачу: визначають лінію перетину правильної чотиригранної піраміди з призматичним отвором.

Оскільки грані поверхні перетинаються по ламаній лінії, достатньо визначити вершини ламаної лінії та з'єднати їх відрізками прямих. Тому повний переріз побудований лише для площини Δ , а для решти — лише вершини $2, 2', 3$ і $3'$.

На видах зверху та зліва видаляють частини ребер піраміди, які вирізані призматичним отвором. При цьому, якщо деталь симетрична, то необхідно поєднати частину виду з розрізом, які доповнюють і біль повно розкривають форму геометричного тіла.

6. Визначають ребра призматичного отвору.

У даному випадку це ребра — $A-A', B-B', C-3$ і $C'-3'$. Суцільною товстою лінією наводять видимі відрізки цих ребер.

7. Оформляють розрізи.

Виконуючи горизонтальний розріз, позначають положення розтинальної площини — $A-A$. Позначення фронтального та горизонтального розрізів не виконують. На всіх зображеннях наносять розміри та штрихування.

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ РОБОТИ

Завдання 1

Методом заміни площин проєкцій побудувати рівносторонній трикутник на одній із сторін трикутника ABC (на меншій для парних варіантів та на більшій для непарних варіантів). Координати точок A, B, C взяти з таблиці.

Визначити і записати координати побудованої вершини D трикутника, а також кути між площиною трикутника і площинами проєкцій П1 і П2.

<i>Номер варіанта</i>		<i>Координати точок</i>								
		<i>X_A</i>	<i>Y_A</i>	<i>Z_A</i>	<i>X_B</i>	<i>Y_B</i>	<i>Z_B</i>	<i>X_C</i>	<i>Y_C</i>	<i>Z_C</i>
<i>1</i>	<i>16</i>	<i>22</i>	<i>16</i>	<i>40</i>	<i>36</i>	<i>50</i>	<i>96</i>	<i>112</i>	<i>46</i>	<i>35</i>
<i>2</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	<i>22</i>	<i>30</i>	<i>32</i>	<i>10</i>	<i>64</i>	<i>62</i>	<i>30</i>	<i>3</i>
<i>3</i>	<i>18</i>	<i>26</i>	<i>24</i>	<i>68</i>	<i>46</i>	<i>14</i>	<i>92</i>	<i>112</i>	<i>52</i>	<i>32</i>
<i>4</i>	<i>19</i>	<i>24</i>	<i>34</i>	<i>16</i>	<i>100</i>	<i>90</i>	<i>10</i>	<i>110</i>	<i>22</i>	<i>30</i>
<i>5</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>44</i>	<i>20</i>	<i>34</i>	<i>100</i>	<i>54</i>	<i>110</i>	<i>39</i>	<i>50</i>
<i>6</i>	<i>21</i>	<i>13</i>	<i>28</i>	<i>20</i>	<i>35</i>	<i>62</i>	<i>8</i>	<i>65</i>	<i>1</i>	<i>17</i>
<i>7</i>	<i>22</i>	<i>24</i>	<i>66</i>	<i>20</i>	<i>44</i>	<i>90</i>	<i>10</i>	<i>110</i>	<i>30</i>	<i>48</i>
<i>8</i>	<i>23</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>32</i>	<i>95</i>	<i>14</i>	<i>88</i>	<i>105</i>	<i>34</i>	<i>20</i>
<i>9</i>	<i>24</i>	<i>114</i>	<i>18</i>	<i>38</i>	<i>100</i>	<i>52</i>	<i>94</i>	<i>26</i>	<i>48</i>	<i>33</i>
<i>10</i>	<i>25</i>	<i>67</i>	<i>24</i>	<i>31</i>	<i>46</i>	<i>12</i>	<i>65</i>	<i>15</i>	<i>20</i>	<i>4</i>
<i>11</i>	<i>26</i>	<i>104</i>	<i>25</i>	<i>65</i>	<i>84</i>	<i>15</i>	<i>89</i>	<i>18</i>	<i>53</i>	<i>29</i>
<i>12</i>	<i>27</i>	<i>100</i>	<i>30</i>	<i>21</i>	<i>24</i>	<i>86</i>	<i>15</i>	<i>4</i>	<i>18</i>	<i>35</i>
<i>13</i>	<i>28</i>	<i>110</i>	<i>35</i>	<i>15</i>	<i>96</i>	<i>91</i>	<i>49</i>	<i>22</i>	<i>30</i>	<i>45</i>
<i>14</i>	<i>29</i>	<i>61</i>	<i>33</i>	<i>25</i>	<i>40</i>	<i>67</i>	<i>13</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>21</i>
<i>15</i>	<i>30</i>	<i>100</i>	<i>70</i>	<i>22</i>	<i>80</i>	<i>94</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>34</i>	<i>50</i>

ЗАВДАННЯ 2

Накреслити три зображення деталі з розрізами, доповнивши задані на рис. 1 або рис. 2 зображення профільним.

Виконати зображення деталі в **прямокутній ізометрії** для парних варіантів або в **прямокутній диметрії** для непарних варіантів з вирізом передньої лівої частини координатними площинами.

Номер варіанта		№ рис.	a	b	c	d	d ₁	d ₂
1	16	Рис.1	70	95	5	50	45	40
2	17		75	90	8	45	40	50
3	18		80	100	10	40	45	50
4	19		70	90	5	45	40	50
5	20	Рис.2	75	95	8	40	45	55
6	21		80	98	12	40	50	45
7	22		70	105	5	45	40	55
8	23		75	95	8	40	45	35
9	24	Рис.1	80	95	10	55	45	50
10	25		70	90	5	35	45	40
11	26		75	90	10	35	40	45
12	27		80	98	10	45	40	50
13	28	Рис.2	70	90	5	35	45	50
14	29		75	95	5	45	40	35
15	30		80	100	10	50	45	40

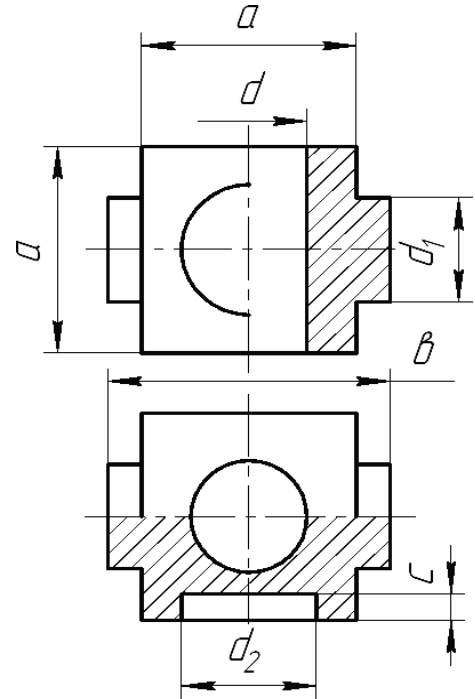


Рис.1

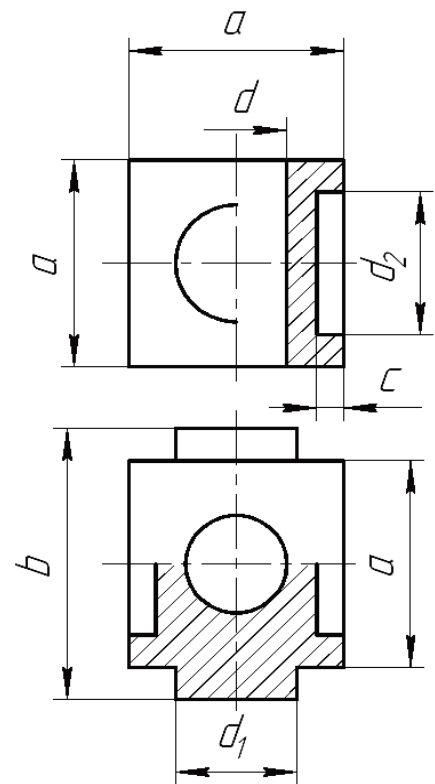


Рис.2

ЗАВДАННЯ 3

Задача 1.

Побудувати дві проекції прямого кругового конуса висотою h і основою з центром в точці $O(O_1, O_2)$ діаметра D , якщо вона розташована у площині Σ . Значення параметрів наведені в табл.3.1.

Таблиця 3.1

Номер варіанта		Номер рисунка	Діаметр основи D	Висота h	Кут нахилу площини Σ		$O(x, y, z)$
					α	β	
1	16	рис.1	50	50	30°		$O(70, 35, 40)$
2	17		50	40	-30°		
3	18		50	45	60°		
4	19		50	55	-60°		
5	20	рис.2	50	60		30°	$O(60, 50, 50)$
6	21		50	50		-30°	
7	22		45	40		60°	
8	23		45	55		-60°	
9	24	рис.1	45	40	30°		$O(60, 50, 50)$
10	25		45	50	-30°		
11	26		60	60	60°		
12	27		60	55	-60°		
13	28	рис.2	60	45		30°	$O(60, 50, 50)$
14	29		60	40		-30°	
15	30		60	50		60°	

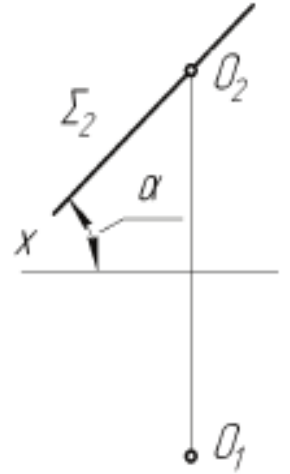


Рис. 1

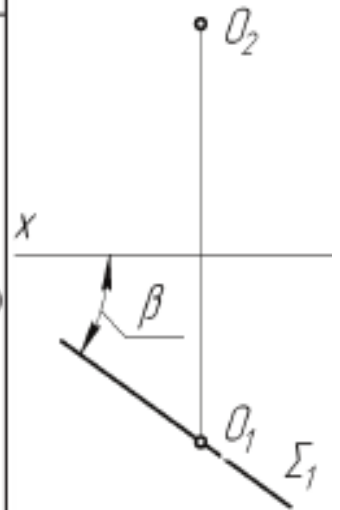


Рис. 2

Задача 2.

Побудувати проєкції лінії перетину двох поверхонь площиною та визначити натуральну величину однієї з фігур перерізу. Поверхні та положення площини наведені в табл.3.2 та табл.3.3.

Таблиця 3.2

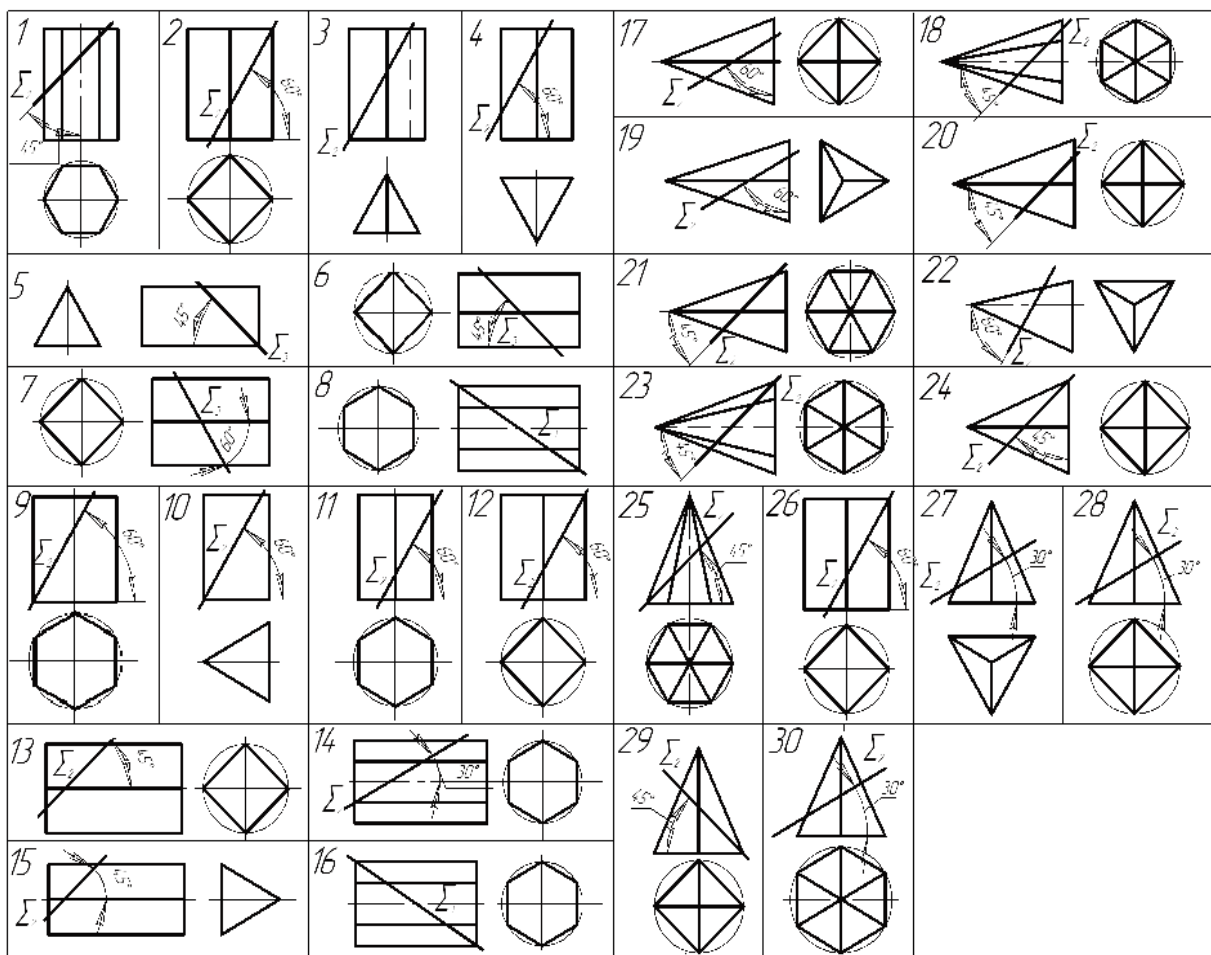


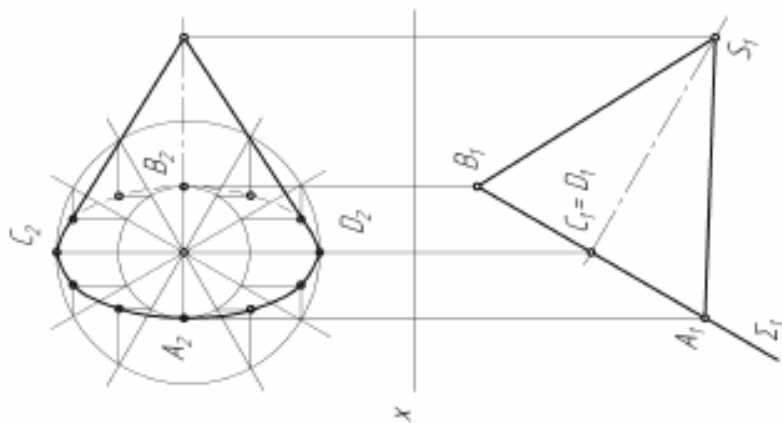
Таблица 3.3

1 	2 	3 	4 	17 	18 	19 	20
5 	6 	7 	8 	21 	22 	23 	24
9 	10 	25 	26 	27 	28 		
11 	12 	13 	14 	15 	16 	29 	30
13 	14 	15 	16 	29 	31 	32 	

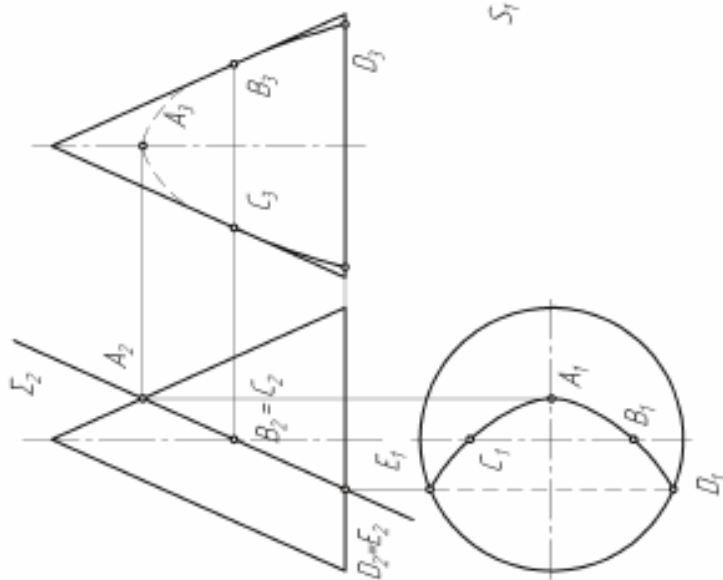
ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ 3

ТВЗ1070301003

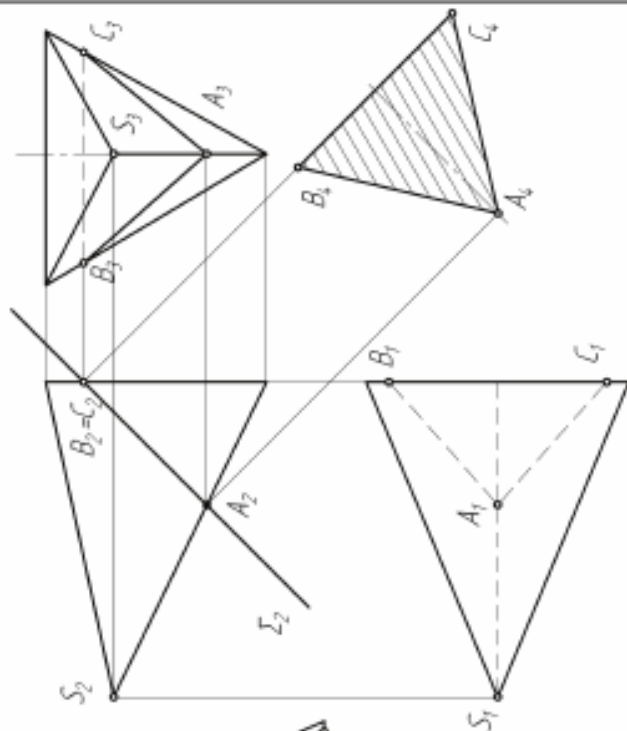
Завдання 1



Завдання 2



Завдання 3

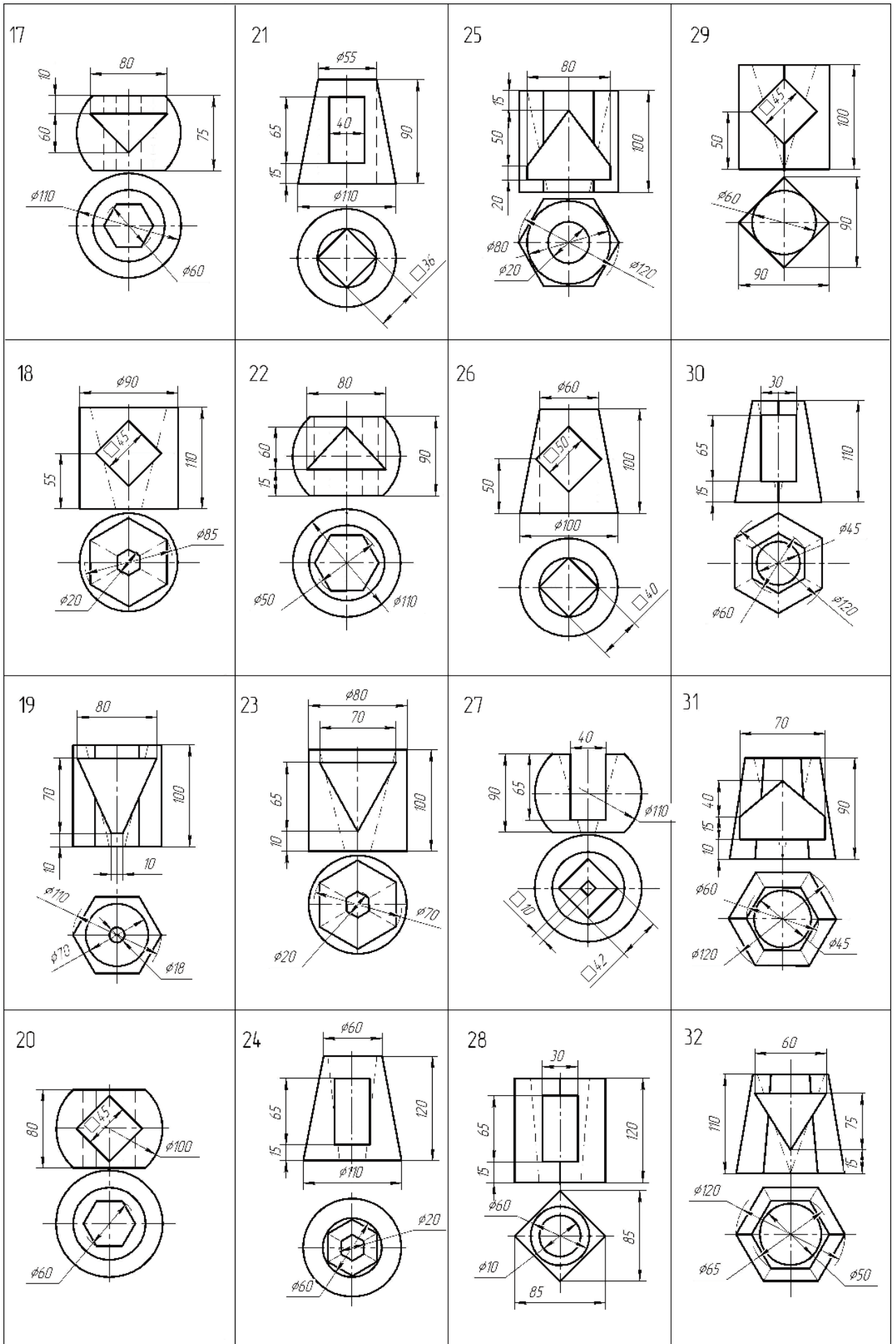


ТВЗ1070301003			
Елпур 3		Дата	Місце
		Лист	Матриця
		11	1
		Дата	Листов
		ТЕФ 1 курс	

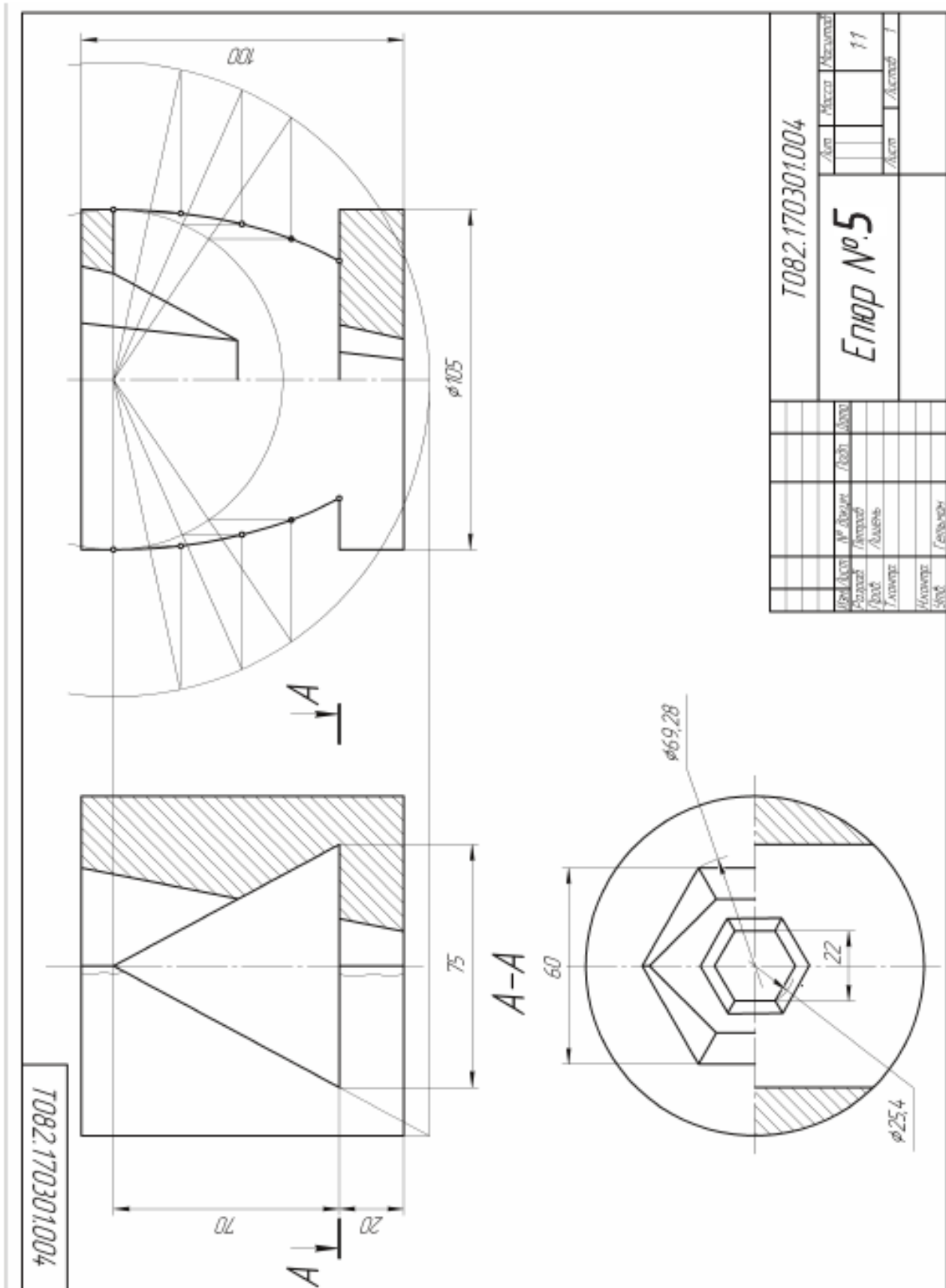
ЗАВДАННЯ 5
(верхній рівень оцінювання)

Побудувати три проєкції геометричного тіла. Виконати розрізи.

<p>1</p>	<p>5</p>	<p>9</p>	<p>13</p>
<p>2</p>	<p>6</p>	<p>10</p>	<p>14</p>
<p>3</p>	<p>7</p>	<p>11</p>	<p>15</p>
<p>4</p>	<p>8</p>	<p>12</p>	<p>16</p>



ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ 5
(верхній рівень оцінювання)



ЗМІСТ

Стор.
3

Методичні рекомендації

<i>Тема 1.</i> Місце дисципліни в системі підготовки фахівця. Основні поняття геометричного моделювання простору. Метод двох зображень. Епюр Монжа.	4
<i>Тема 2.</i> Ортогональні проєкції прямої.	11
<i>Тема 3.</i> Ортогональні проєкції площини.	15
<i>Тема 4.</i> Відображення взаємного розташування основних елементів геометричного простору (дві прямі, точка і пряма, дві площини).	19
<i>Тема 5.</i> Відображення взаємного розташування основних елементів геометричного простору (пряма і площина, взаємно перпендикулярні об'єкти).	25
<i>Тема 6.</i> Перетворення комплексного кресленика. Заміна площин проєкцій.	30
<i>Тема 7.</i> Багатогранники.	40
<i>Тема 8.</i> Криві лінії. Застосування в технічних виробках. Властивості проєкцій плоских і просторових кривих ліній	45
<i>Тема 9.</i> Криві поверхні. Способи завдання та класифікація. Дискретизація та інтерполяція.	49
<i>Тема 10.</i> Теоретичні основи методу аксонометричних проєкцій. Види аксонометрій	69
<i>Тема 11.</i> Переріз поверхні площиною. Конічні перерізи. Перерізи циліндра, сфери. Способи побудови розгорток кривих поверхонь.	54
<i>Тема 12.</i> Побудова точок перетину кривих поверхонь з прямою. Побудова лінії перетину кривої поверхні з багатогранником.	60
<i>Тема 13.</i> Побудова лінії взаємного перетину поверхонь із використанням посередників	63
<i>Тема 14.</i> Зображення геометричних тіл складної форми	72
Розрахунково-графічні роботи	74
Приклад виконання завдання 1	75
Приклад виконання завдання 2	77
Приклад виконання завдання 3	81
Приклад виконання завдання 4	82
Приклад виконання завдання 5	85
ЗМІСТ	86