

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**О.П. Колосова,
Г.В. Баскова,
М.В. Лазарчук**

НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ ПРОГРАМОВАНОГО НАВЧАННЯ

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою ««Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів»,
«Комп'ютерно-інтегровані технології проектування приладів», «Комп'ютерно-інтегровані
технології та системи навігації і керування», «Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні
системи та технології», «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в
приладобудуванні», «Роботизовані і автоматизовані системи неруйнівного контролю та
діагностики»

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2022

Рецензент *Філіппова М.В., канд. техн. наук, доцент,
ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Відповідальний
редактор *Голова О.О. канд. техн. наук, доцент.*

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 24.06.2022 р.)
за поданням Вченої ради фізико–математичного факультету
(протокол № 3 від 16.06.2022 р.)*

Учбові завдання з інженерної графіки: навчальний посібник для студентів приладобудівного факультету усіх форм навчання / О.П. Колосова, Г.В. Баскова, М.В. Лазарчук – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. -

Навчальний посібник розроблений для студентів 151 спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» приладобудівного факультету та інших факультетів для полегшення сприйняття навчального матеріалу з нарисної геометрії та технічного креслення курсу інженерної графіки.

Посібник містить з основних тем курсу завдання для практичної аудиторної та самостійної роботи студентів, приклади оформлення креслеників деталей, складальних креслеників, запитання для самоконтролю, основні зауваження до виконання креслеників.

Навчальний посібник призначений для студентів технічних спеціальностей очної та заочної форм навчання.

Реєстр. № НП 21/22-940. Обсяг 4,9 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© О.П. Колосова, Г.В. Баскова, М.В. Лазарчук
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022

Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки призначені для студентів, які навчаються за програмою для технічних спеціальностей.

Навчаючись за цією програмою, студенти набувають знання з теорії зображень і вміння використовувати ці знання для розв'язання інженерно - геометричних задач (побудова зображень, ліній перетину поверхонь і перерізів їх площинами, розгортка поверхонь, тощо), які постають при виконанні конструкторської документації в інженерній діяльності.

Учбові завдання містять матеріали, які дають змогу закріпити знання з кожної теми курсу, необхідні для проведення занять і виконання графічних робіт.

Учбовий матеріал згрупований згідно з робочою програмою курсу. В кожному розділі містяться:

короткі теоретичні відомості і методичні вказівки до вивчення теми;

домашні завдання для самостійного розв'язання після прослуханої лекції з теми;

умови задач, рекомендованих для розв'язання на практичних заняттях.

Графічні побудови домашніх завдань і задач виконуються безпосередньо на сторінках посібника за допомогою олівця і креслярських інструментів, відповіді виділяють червоним кольором.

У кінці посібника наведені текстові і графічні умови, а також приклади виконання розрахунково - графічних робіт (РГР). Ці роботи призначені для самостійного виконання за варіантом.

Розрахунково - графічні роботи виконуються на креслярському папері формату А3. Товщина ліній, літерні та цифрові позначення повинні відповідати вимогам стандартів.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

1. *Точки* у просторі позначаються великими літерами латинського алфавіту і цифрами: A, B, C...1, 2, 3...;

Лінії - малими літерами латинського алфавіту: a, b, c, ...;

Площини і поверхні - великими літерами грецького алфавіту: $\Sigma, \Delta, \Omega, \Theta, \dots$;

Площина проєкцій - великими літерами грецького алфавіту з індексом: Π_1, Π_2, Π_3 ;

Проекції точок, площин і поверхонь - тими ж буквами, що і в натурі, з додаванням порядкового індексу відповідної площини проєкцій, $A_1, A_2, B_1, B_2, B_3, \Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \dots$

2. *Знаки - символи*, які виражають відношення між геометричними елементами:

\parallel паралельність	\subset належність лінії фігурі
\perp перпендикулярність	\cup з'єднання точок
$=$ результат дії, збіг, тотожність	\bullet мимобіжність прямих
\cap перетин	\sqcup дотик
$\subset \in$ належність точки фігурі	\sphericalangle прямий кут

Метод проєкцій є основний метод нарисної геометрії. За допомогою цього метода вирішують дві основні задачі нарисної геометрії:

1. *Пряма задача*. За заданим об'єктом побудувати його зображення.
2. *Обернена задача*. За заданим зображенням визначити об'єкт (відтворити його форму, визначити розміри, тощо).

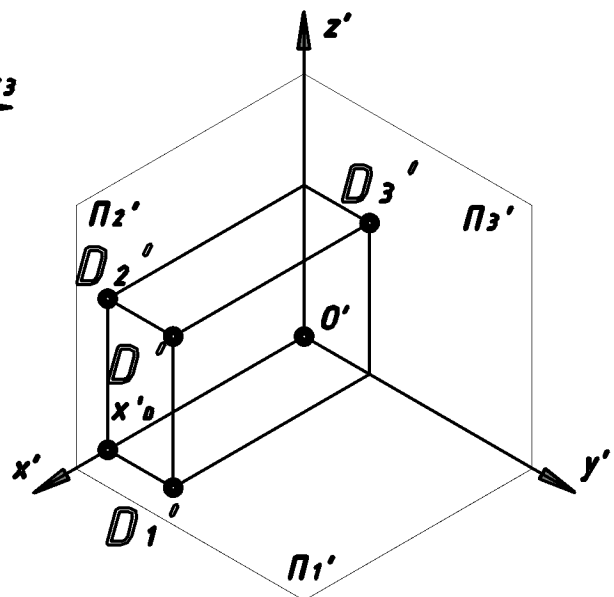
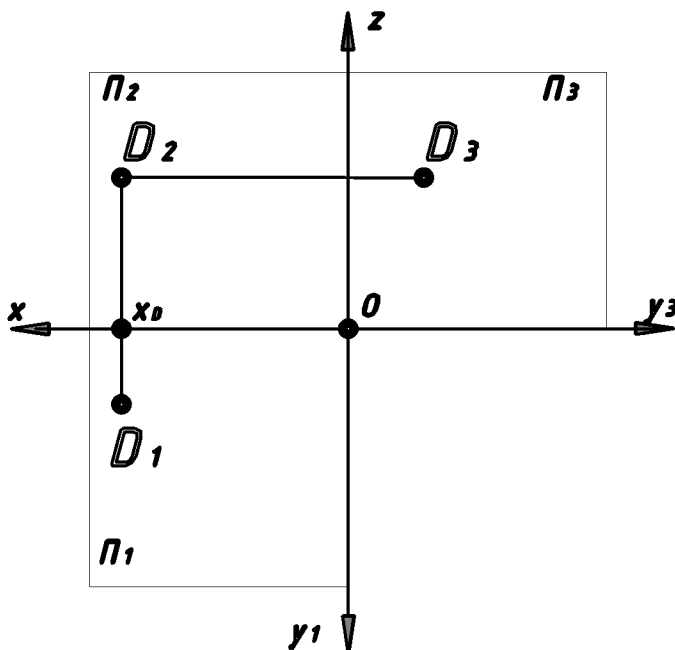
Заняття 1. Моделювання точки. Комплексний рисунок точки

Домашні завдання

1. Записати відповіді на запитання (за зразком першого).

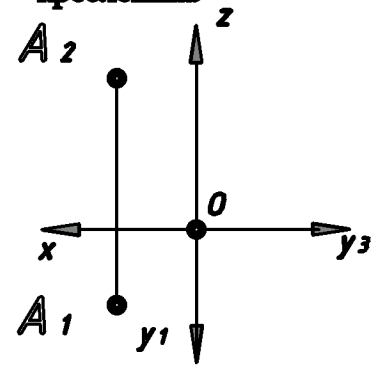
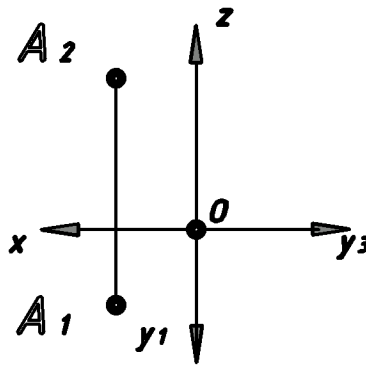
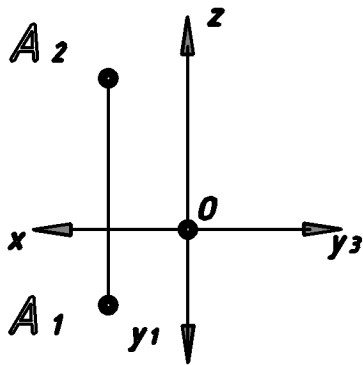
1. Умова належності точки А площині Π_1 .	$Z_A = 0$
2. Якими координатами визначається фронтальна проекція точки?	
3. Якими координатами визначається горизонтальна проекція точки?	
4. Якою координатою визначається відстань від точки до площини Π_2 ?	
5. Якою координатою визначається відстань від точки до площини Π_3 ?	
6. До якої з площин проєкцій найближче розміщено точку К (50,30,10) ?	
7. Яка з наведених точок найближче розміщена до Π_2 : С (30,5,40), D (50,20,0)?	
8. За якої умови точки А і В будуть рівновіддалені від площини Π_3 ?	
9. Умова належності точки до осі Y.	
10. За якої умови точка буде рівновіддалена від площин проєкцій Π_1 , Π_2 , Π_3 ?	

2. Побудувати зображення точок А (25,20,25), В (15,30,0), С (20,-15,20) на комплексному рисунку та наочно за зразком точки D (30,10,20).

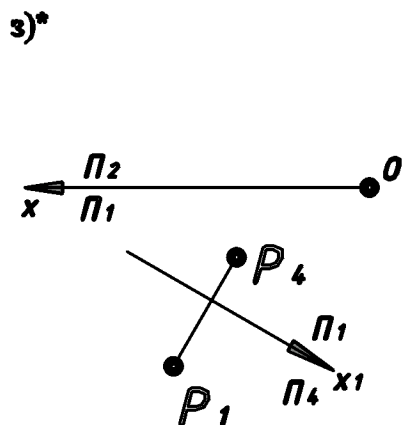
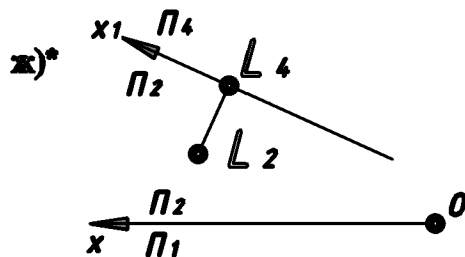
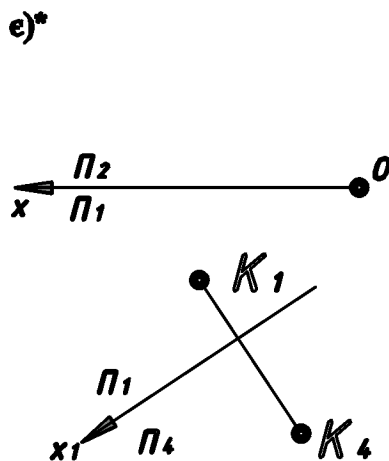
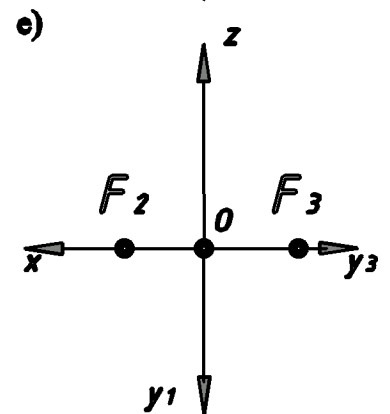
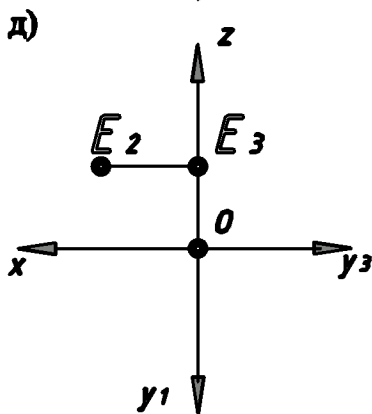
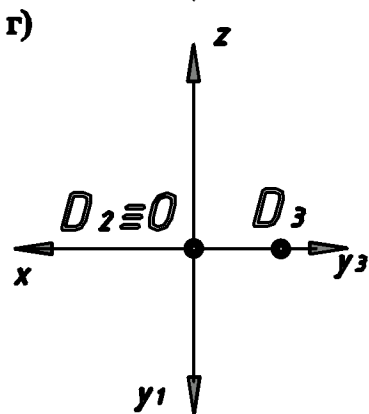
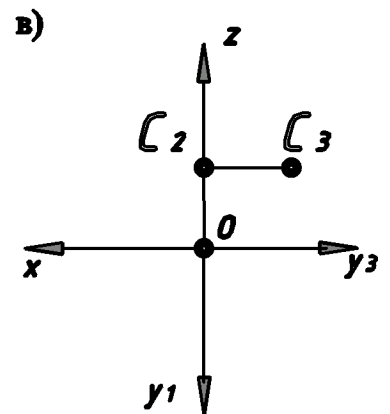
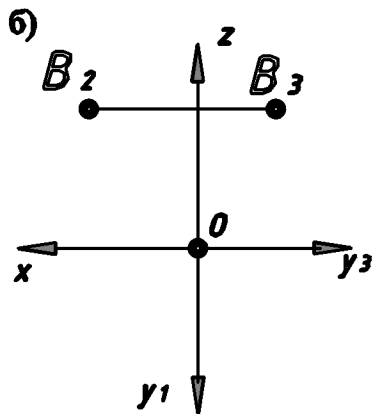
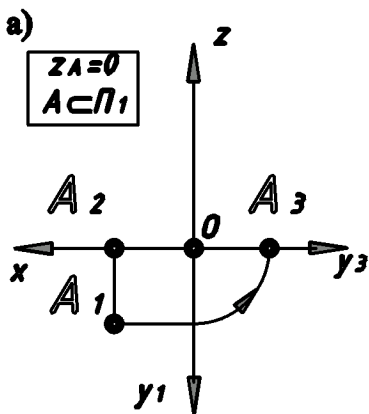


3. Побудувати проєкцію A_3 точки A за заданими проєкціями A_1 і A_2 :

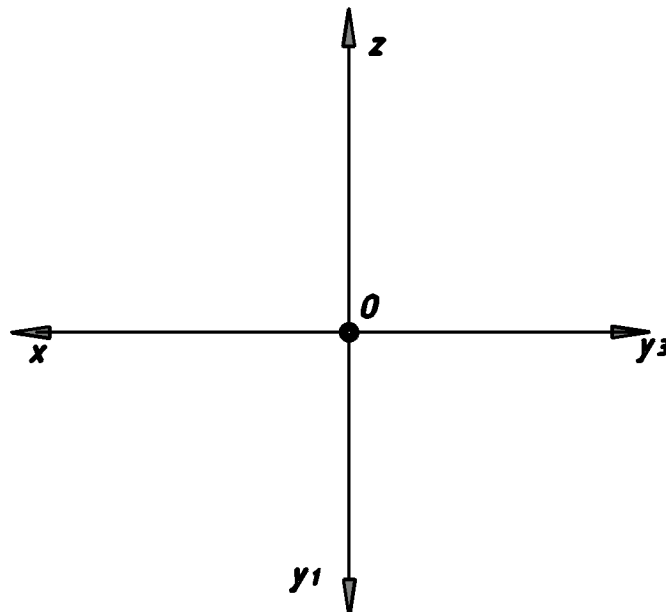
а) координатним способом б) проєкційним способом в) за допомогою сталої кресленика



4. Задано проєкції точок $A, B, C, D, E, F, K^*, L^*, P^*$. Побудувати третю проєкцію для кожної точки. Визначити і записати положення точок відносно площин і осей проєкцій (за зразком першої).

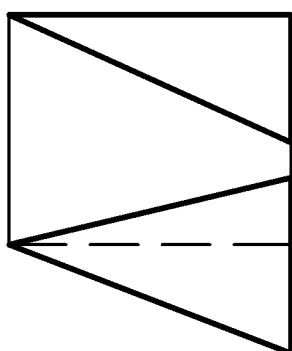


5. Побудувати проєкції точок А, В, С, D так, щоб точка А належала площині Π_2 ; В - площині Π_1 ; С - осі ОХ; D - була рівновіддалена від площин проєкцій Π_1, Π_2, Π_3 (точки згідно умов довільні).



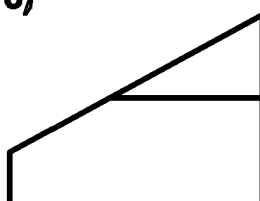
6. Визначити і записати, скільки вершин має зображений на рисунку багатогранник. Вершини позначити літерами.

а)

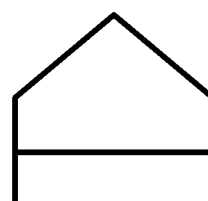


n=

б)

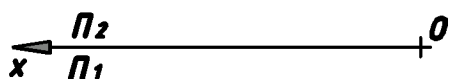


n=



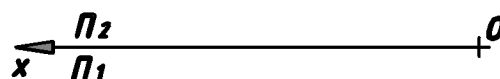
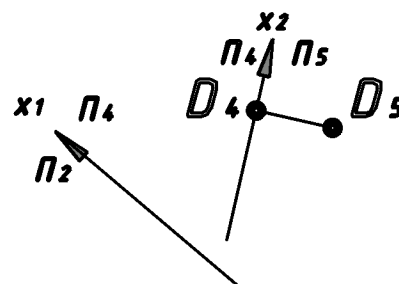
Аудиторні завдання

7. Побудувати проєкції точок А, В, С : А (25,15,10); В, розміщену над т. А на відстані 15 мм.; С, розміщену перед т. А на відстані 10 мм. Виміряти і записати координати точок.



В(, ,)
С(, ,)

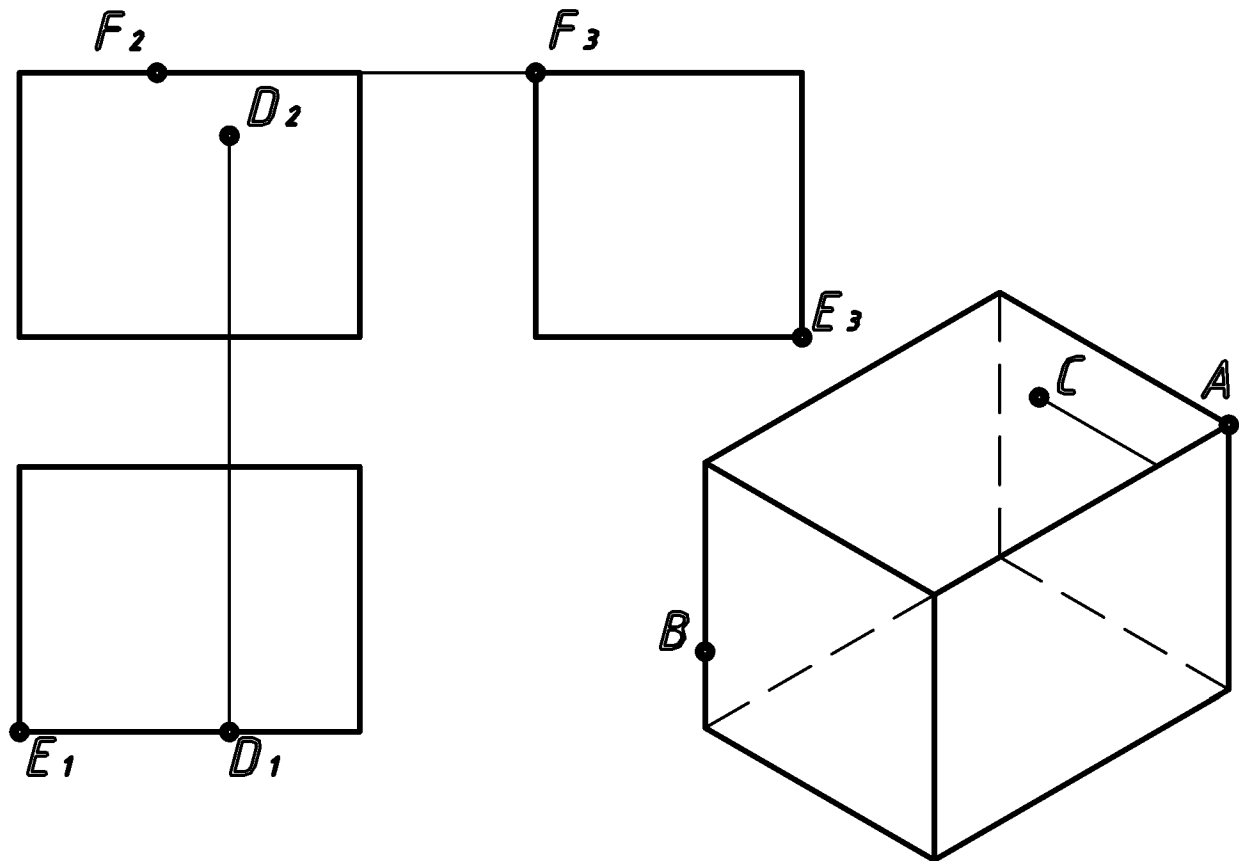
8*. Задано точку D. Побудувати точку Е, розміщену в пл. Π_1 під точкою D; точку F, розміщену за точкою D на відстані 25 мм. Виміряти і записати координати точок.



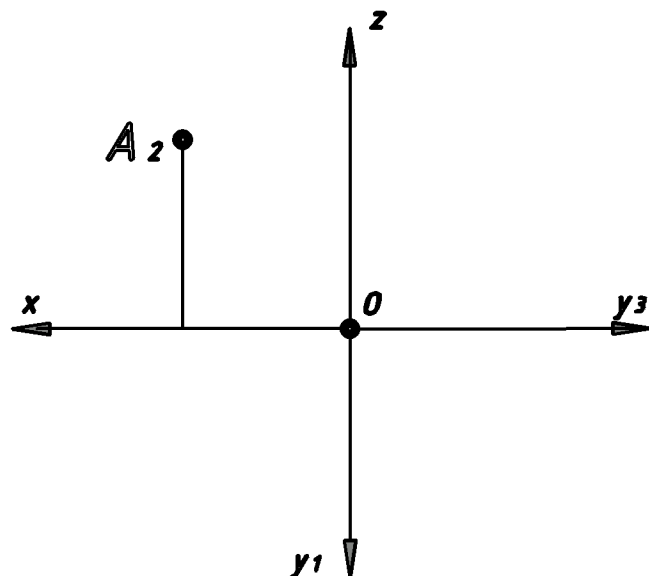
D(, ,)
E(, ,)
F(, ,)

9. Побудувати:

- а) за наочним зображенням точок А, В, С їх проєкції;
- б) за двома проєкціями точок D, E, F їх відсутні проєкції і наочне зображення;
- в)* проєкції точки К, симетричної т. D відносно переднього правого ребра;
- г)* проєкції точки Р, симетричної т. С відносно верхньої передньої правої вершини;
- д)* проєкції точки L, симетричної т. В відносно нижньої грані.



10*. Побудувати горизонтальну, профільну проєкції точки А, віддаленої від осі OZ на 25 мм. та точку В, симетричну точці А відносно цієї осі.



Заняття 2. Моделювання прямої. Комплексний рисунок прямої

Домашні завдання

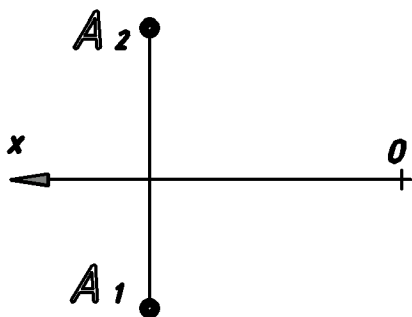
11. Побудувати проєкції відрізка АВ за двома точками А (50,20,5); В (15,10,15). Визначити натуральну величину відрізка АВ, кут β його нахилу до пл. Π_2 (способом прямокутного трикутника) та кут α його нахилу до пл. Π_1 (способом заміни площин проєкцій). Виміряти і записати.

АВ = _____, $\angle \alpha^\circ =$ _____, $\angle \beta^\circ =$ _____

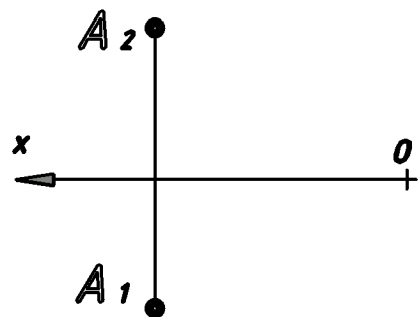


12. Побудувати проєкції прямих, що проходять через точку А під заданими кутами до площин проєкцій (відрізки прямих довільні).

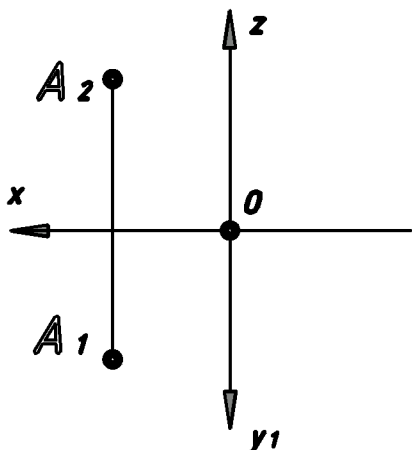
1) АВ \parallel Π_1 , $\angle \beta = 45^\circ$



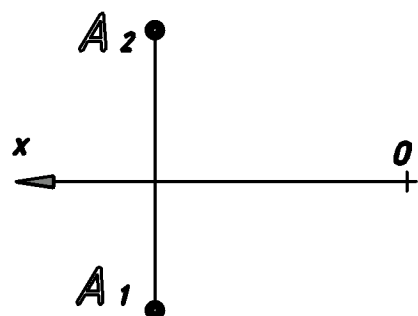
2) АС \parallel Π_2 , $\angle \alpha = 30^\circ$



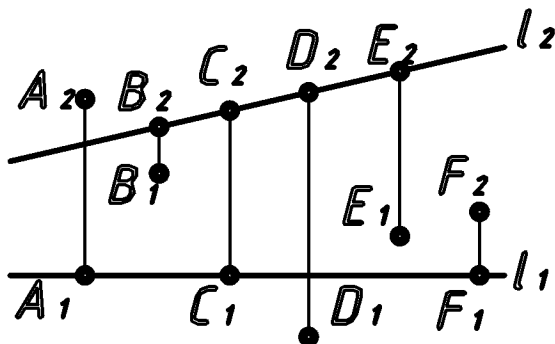
3) AD \parallel Π_3 , $\angle \alpha = 60^\circ$



4) AP \perp Π_1



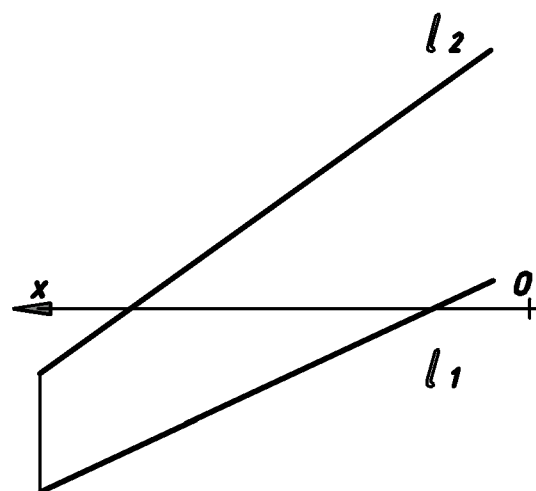
13. Визначити положення заданих точок A, B, C, D, E, F відносно прямої l. Заповнити таблицю.



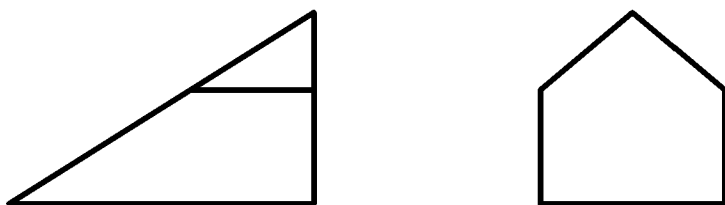
Положення:	Точка
на l	
перед l	
за l	
над l	
під l	

14*. Визначити та записати координати слідів M та N заданої прямої l, точки A на прямій l з координатою $Z_A = 15$ мм, і точки B на прямій l, яка ділить відрізок MN у співвідношенні $MB/BN = 1/3$.

M (, ,); A (, ,);
N (, ,); B (, ,).

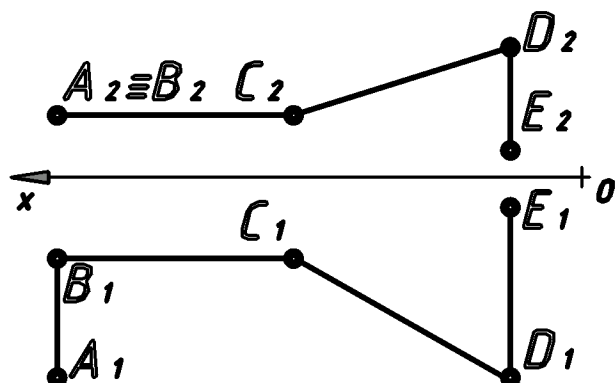


15. Побудувати горизонтальну проекцію багатогранника, позначити вершини та заповнити таблицю.



Положення ребер	Кількість
Горизонтальне	
Фронтальне	
Профільне	
Горизонтально - проекціююче	
Фронтально - проекціююче	
Профільно - проекціююче	
Загальне	

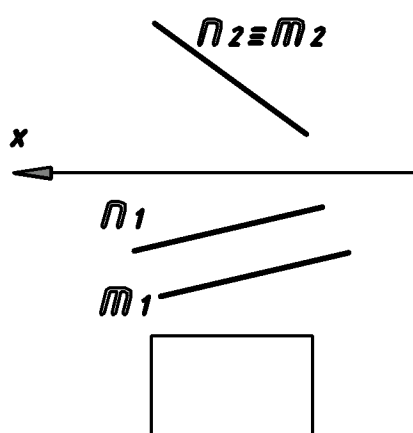
16. Задана ламана лінія ABCDE. Визначити її довжину та заповнити таблицю. На прямій CD побудувати відрізок СК, який дорівнює 20 мм.



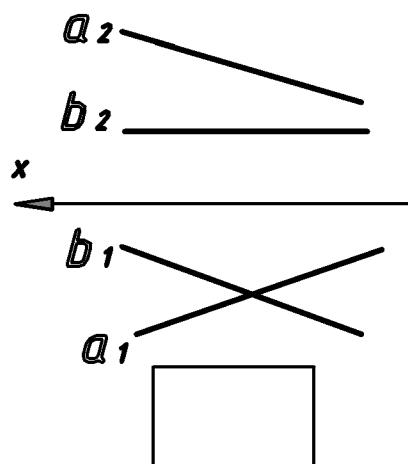
Пряма	Назва	мм	α°	β°
AB				
BC				
CD				
DE				
ABCDE	Ламана			

17. Визначити взаємний розташунок прямих на кожному з рисунків (записати символами).

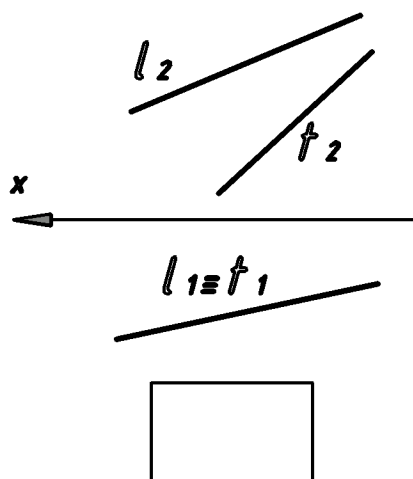
1)



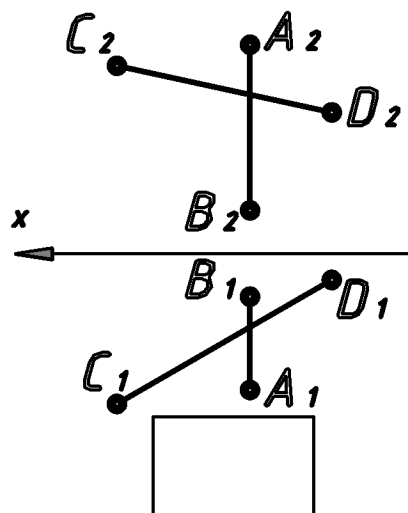
2)



3)



4)

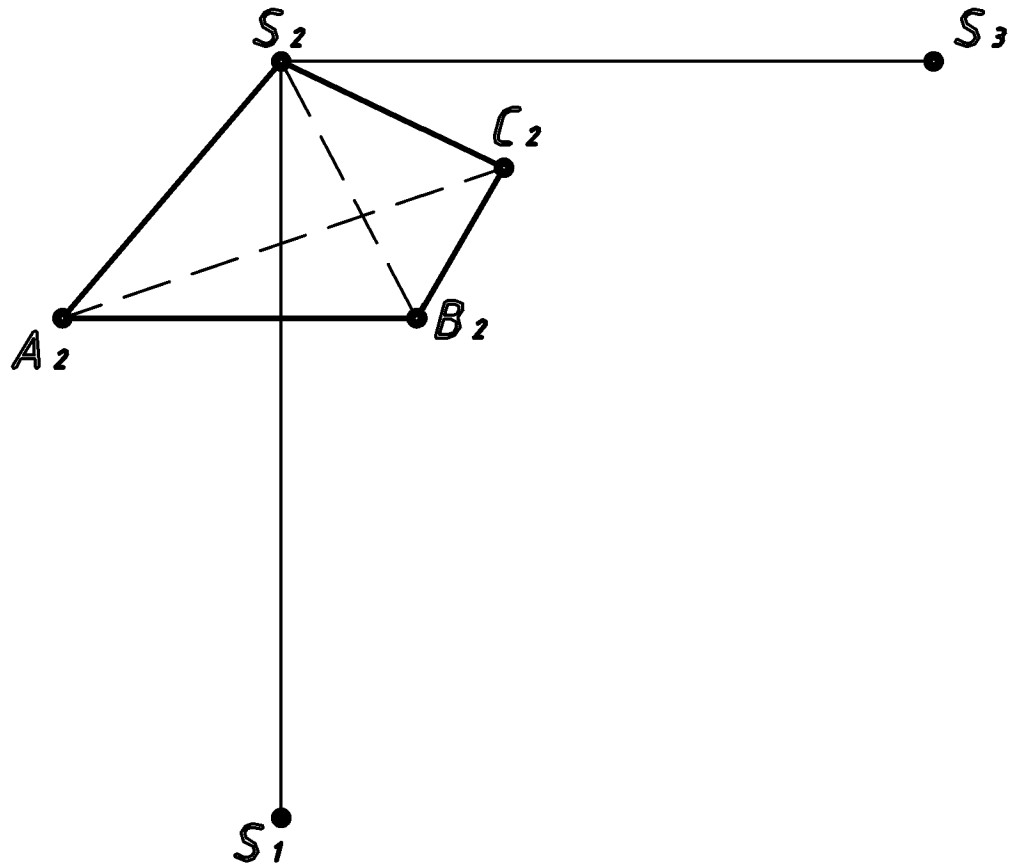


Аудиторні завдання

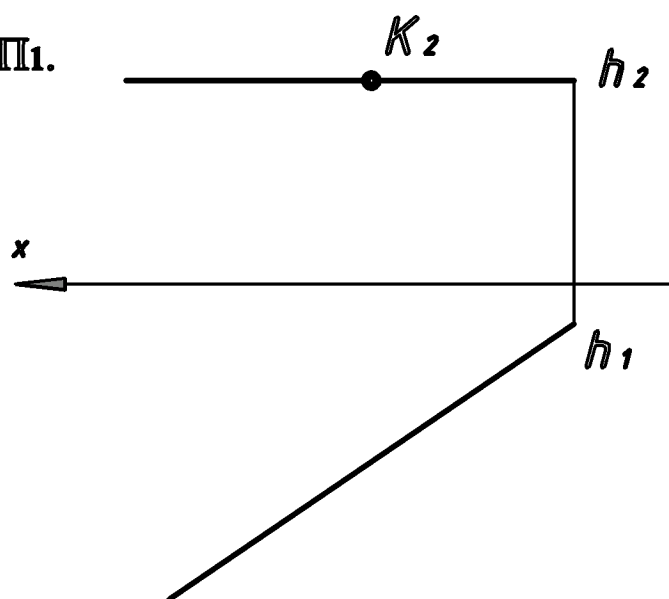
18. Дано проєкцію піраміди $SABC$. Необхідно:

а) побудувати горизонтальну і профільну проєкції піраміди так, щоб ребро $AS=55$ мм, ребро AC було паралельне площині Π_2 , а ребро AB було нахилене до площини Π_2 під кутом $\beta = 30^\circ$;

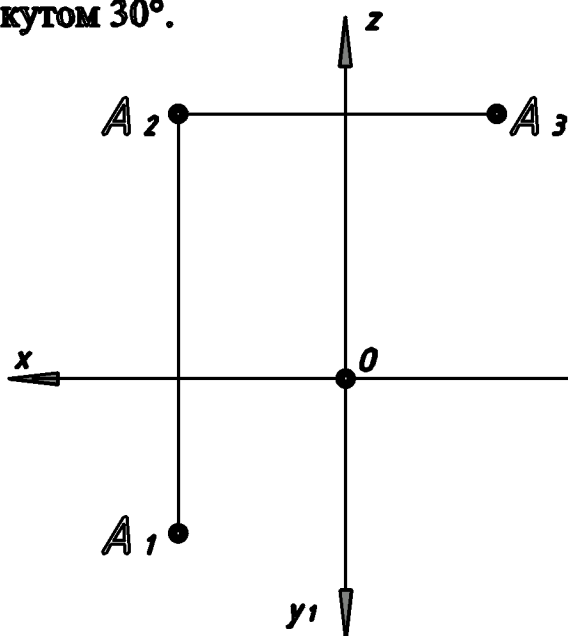
б) визначити видимість ребер на проєкціях.



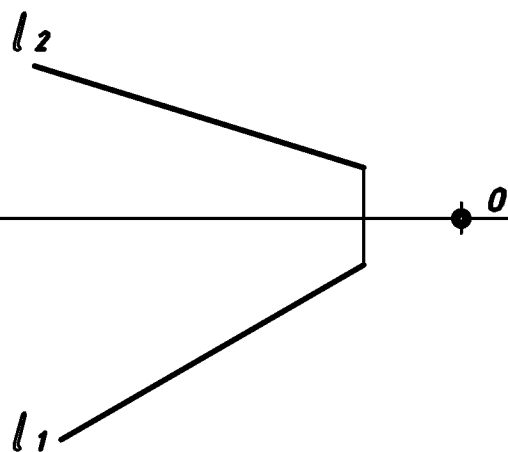
19. Побудувати квадрат ABCD з діагоналлю BD на прямій h , AC перпендикулярною до площини проєкцій Π_1 , точкою K перетину діагоналей та точкою C в площині Π_1 .



20*. Побудувати один з відрізків прямої загального положення довжиною 30 мм, які проходять через т. A і нахилені до осі Z під кутом 30° .



21*. Побудувати одну з прямих, паралельних прямій l , розміщену від неї на відстані 15 мм.



Заняття 3. Моделювання площини. Комплексний рисунок площини

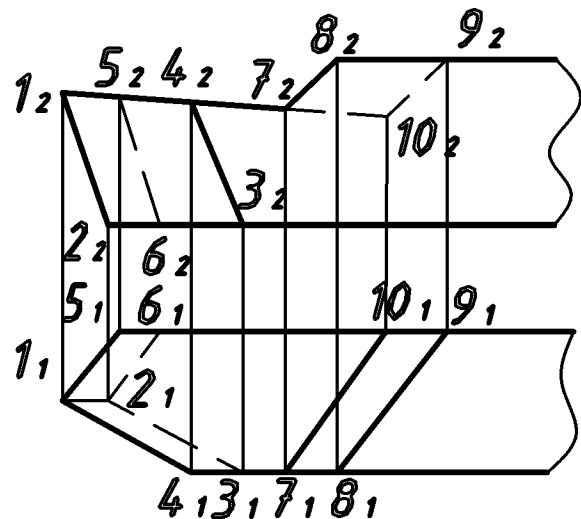
Домашні завдання

22. Записати визначники площин, їх положення в просторі та назву площин (за зразком першого).

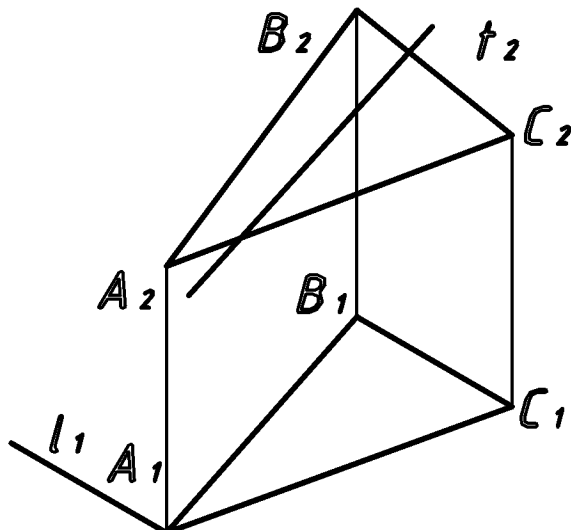
$\frac{l_2 \equiv t_2}{l_1 \quad t_1}$		$\Gamma_2 /$		
$\Sigma(III \perp) \parallel \Pi_1$ Горизонтальна	θ	Γ	Δ	ϕ

23. Визначити кількість граней у різця.

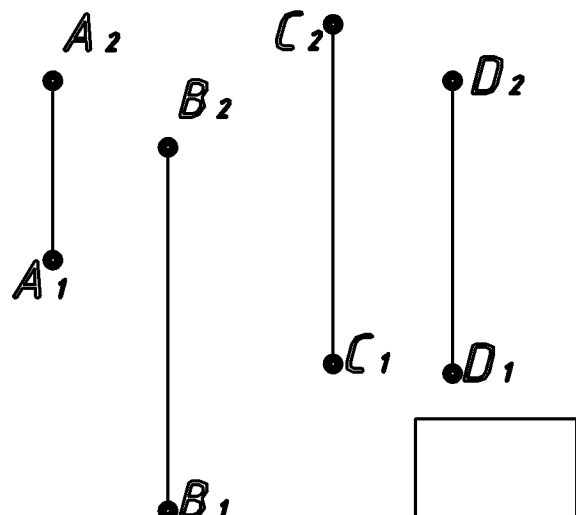
Горизонтально - проєкціюючих	
Фронтально - проєкціюючих	
Горизонтальних	
Фронтальних	
Профільних	
Загального положення	



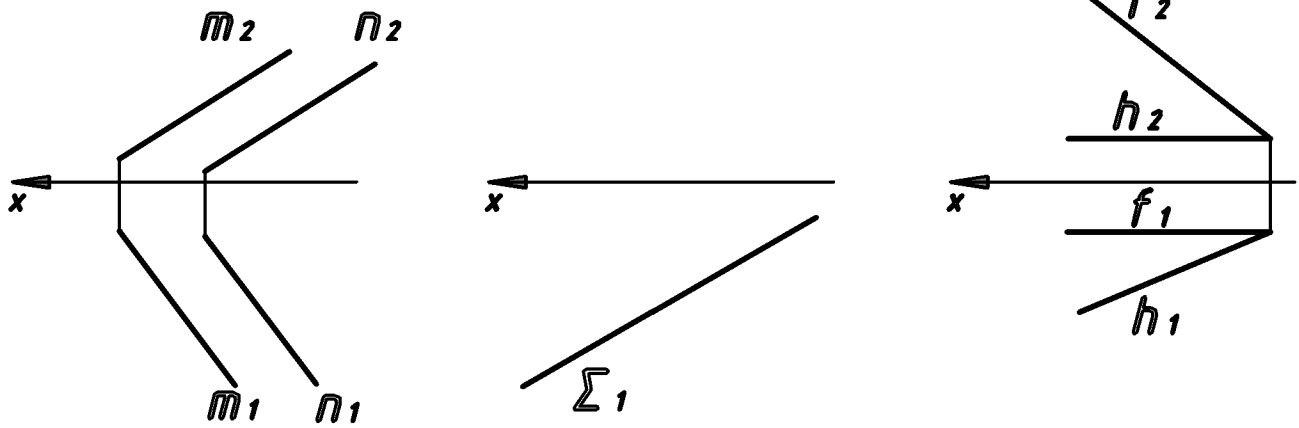
24. Побудувати проєкції l_1 та t_2 прямих l та t , які лежать в площині трикутника ABC ($l_1 \parallel B_1C_1$).



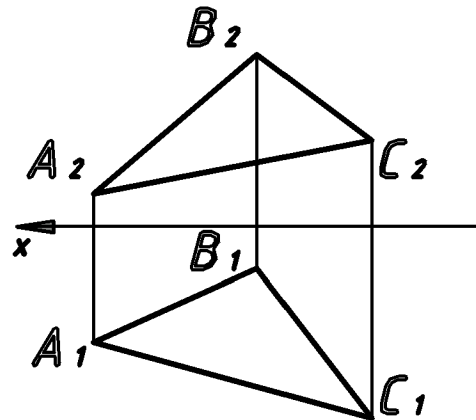
25. Визначити належність точок A, B, C і D одній площині.



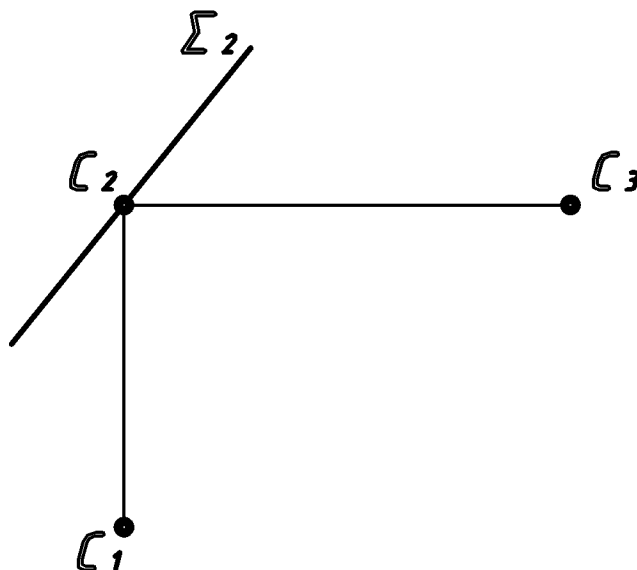
26. В кожній із заданих площин побудувати горизонталь на відстані 10 мм від площини Π_1 та фронталь на відстані 15 мм від площини Π_2 .



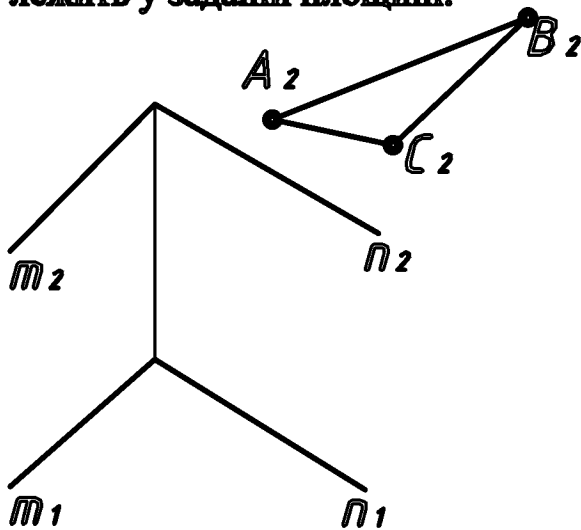
27. Визначити натуральну величину трикутника ABC та кути нахилу його до площин проєкцій Π_1 та Π_2 .



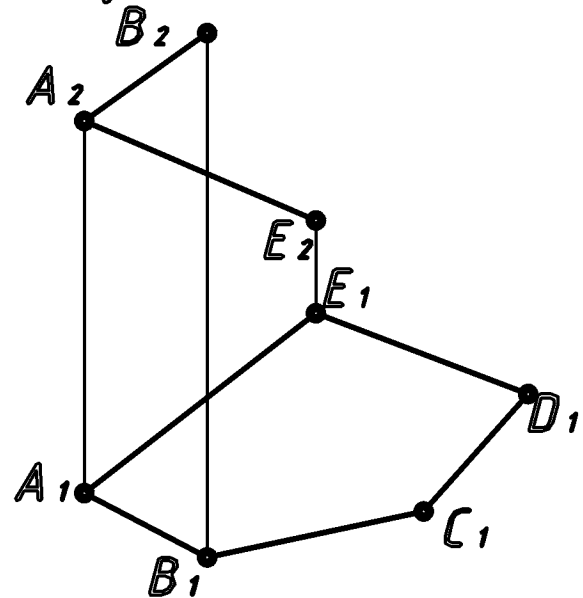
28. Побудувати коло діаметром 40 мм з центром в т.С, яке лежить у заданій площині $\Sigma(\Sigma_2)$.



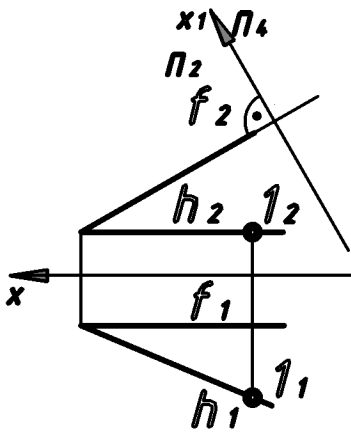
29. Побудувати проекцію $A_1B_1C_1$ трикутника ABC , що лежить у заданій площині.



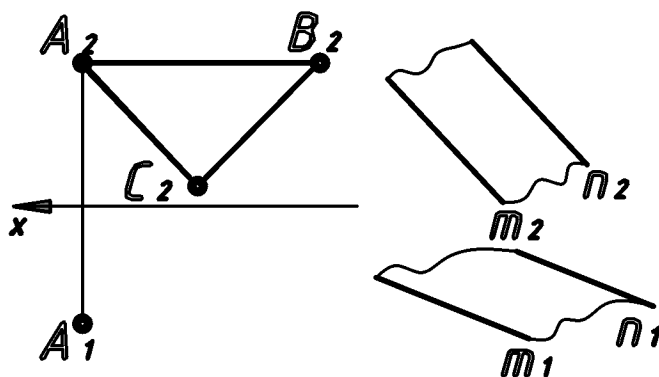
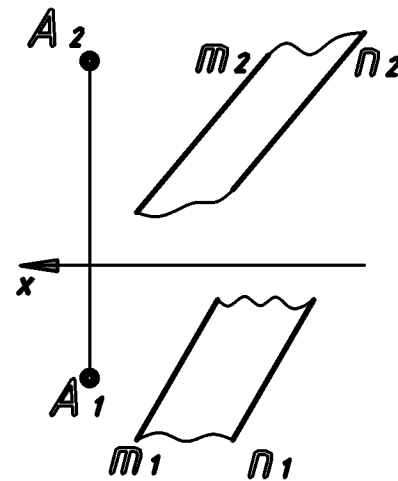
30. Побудувати фронтальну проекцію п'ятикутника.



31. Визначити натуральну величину кута між прямими h і f .

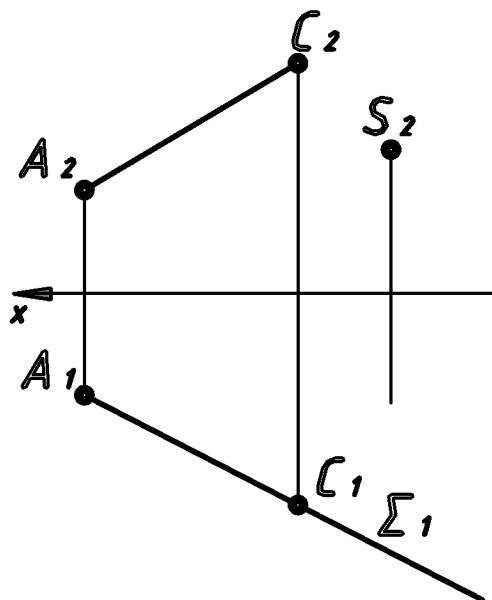


32. Визначити відстань від точки A до площини $\Sigma(m \parallel n)$.

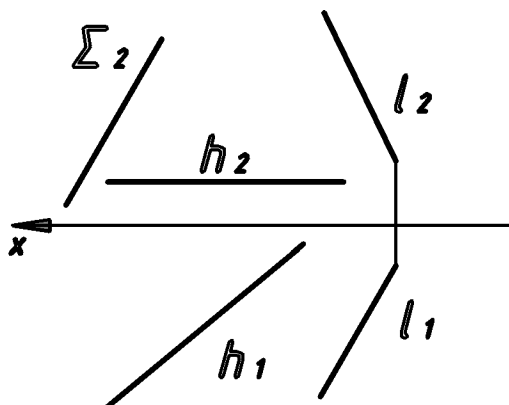


33. Побудувати горизонтальну проекцію $A_1B_1C_1$ трикутника ABC , площина якого паралельна заданій площині $\Sigma(m \parallel n)$. $A_2C_2 \parallel m_2$

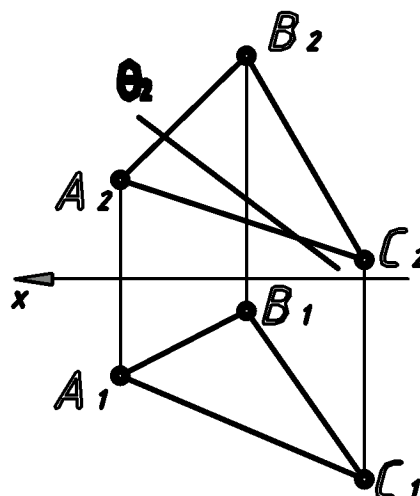
34. Побудувати горизонтальну та фронтальну проєкції піраміди $SABCD$, основою якої є квадрат, розташований в площині $\Sigma(\Sigma_1)$ за його діагоналлю AC та вершиною S на відстані 15 мм від площини Σ . Визначити видимість ребер на проєкціях.



35. Побудувати трикутник ABC , у якого сторона $AB \in h$, т. $A \in \Sigma(\Sigma_2)$, т. $B \in \Pi_2$, сторона $BC \parallel \Sigma$, та $C \in l$.



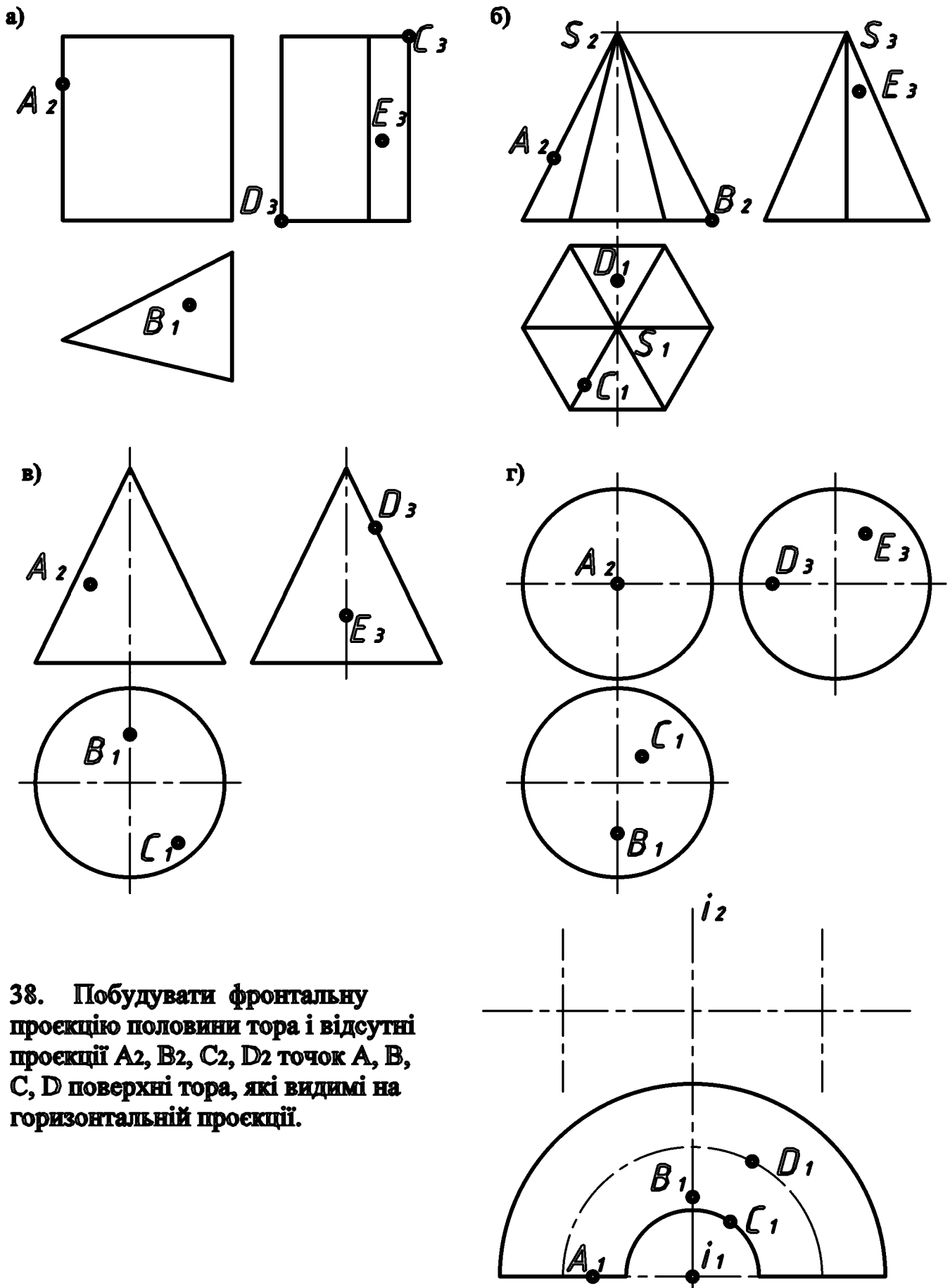
36*. Визначити натуральну величину кута між заданими площинами.



Заняття 4. Поверхні

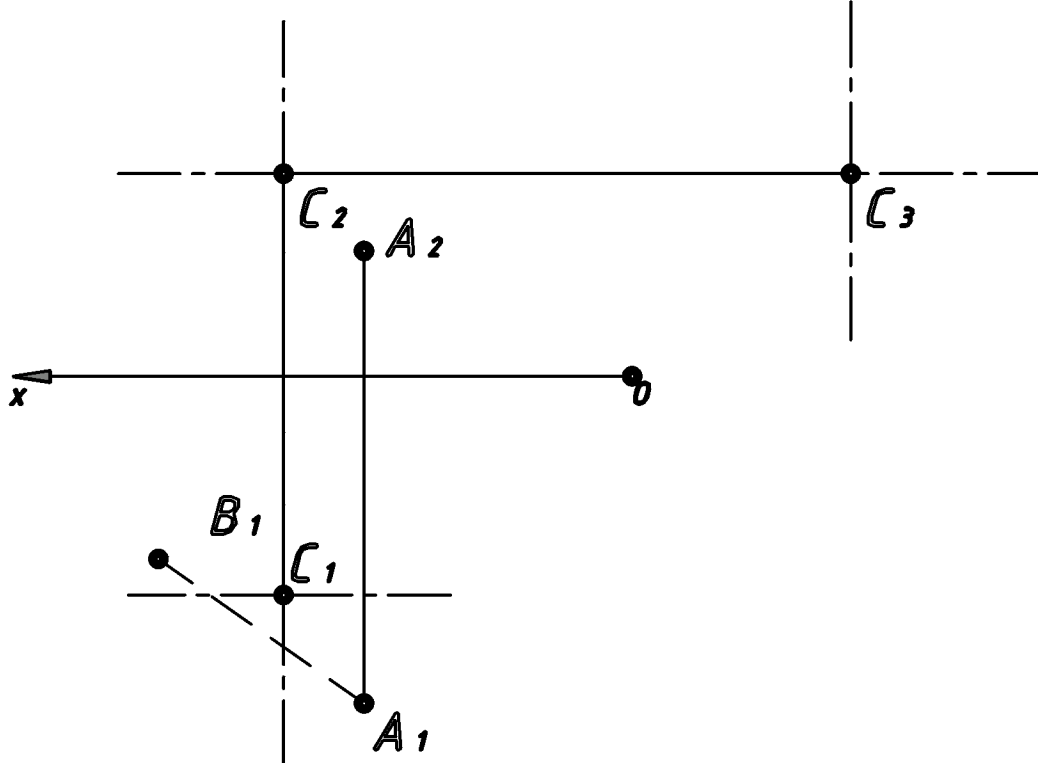
Домашнє завдання

37. Побудувати відсутні проєкції точок, які лежать на поверхні. Точки вважати видимими на тих зображеннях, де задані їхні проєкції.



Аудиторні завдання

39. Побудувати три проєкції сфери з центром в т. С та точкою А на її поверхні. На поверхні сфери побудувати лінію АВ (точка В (В₁) невидима).



40. Дано: твірна ABC (A₁B₁C₁, A₂B₂C₂) поверхні обертання.

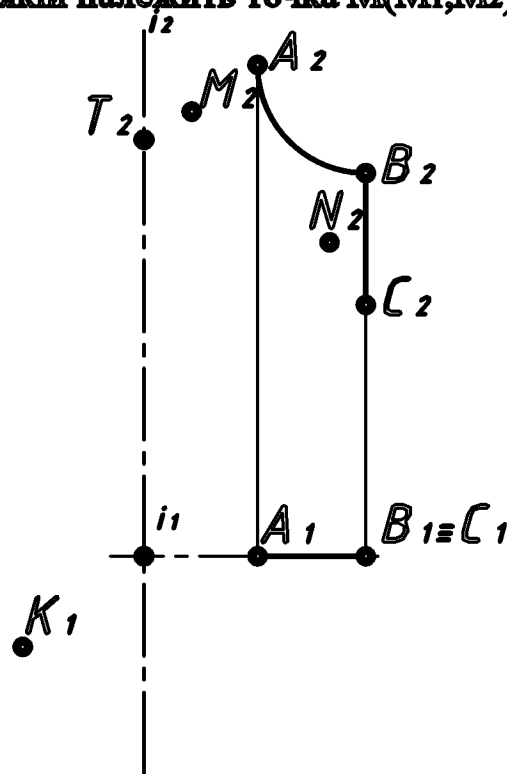
Побудувати:

а) обрис поверхні обертання;

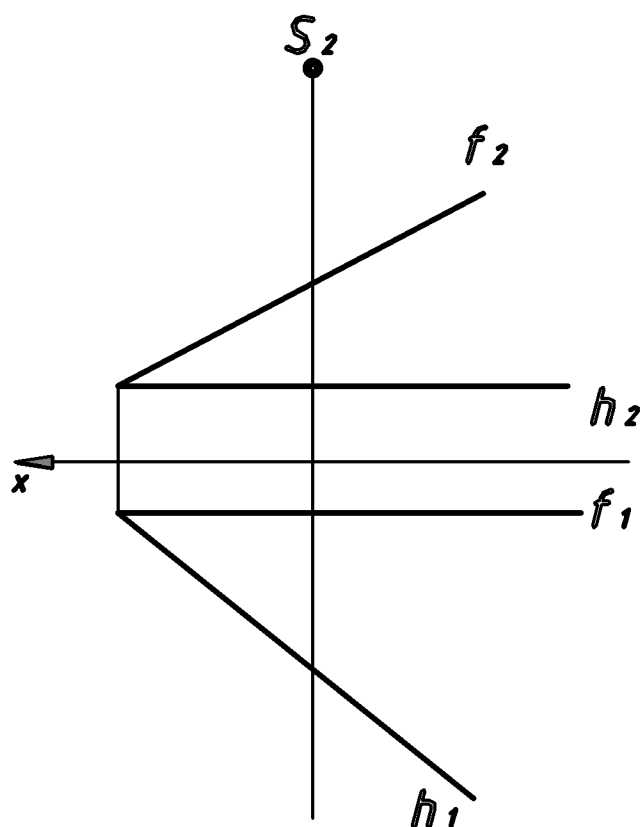
б) відсутні проєкції точок N, M, K, T, які належать видимим частинам поверхні;

в) визначити радіус паралелі, якій належить точка M(M₁,M₂)

R_M=



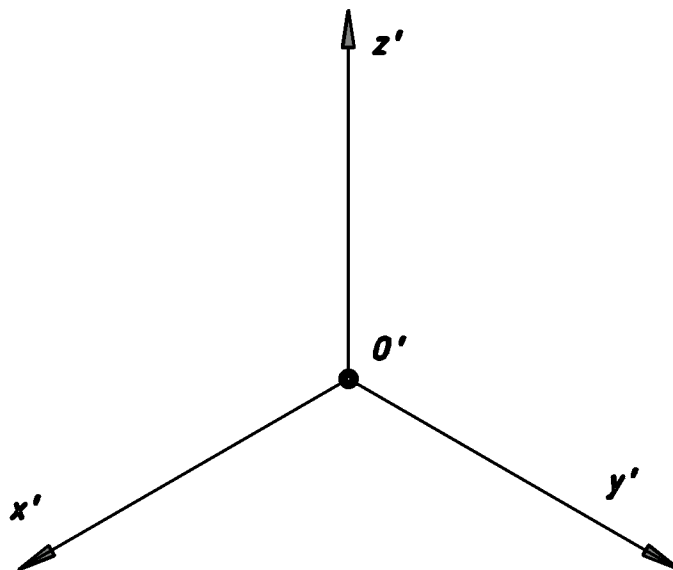
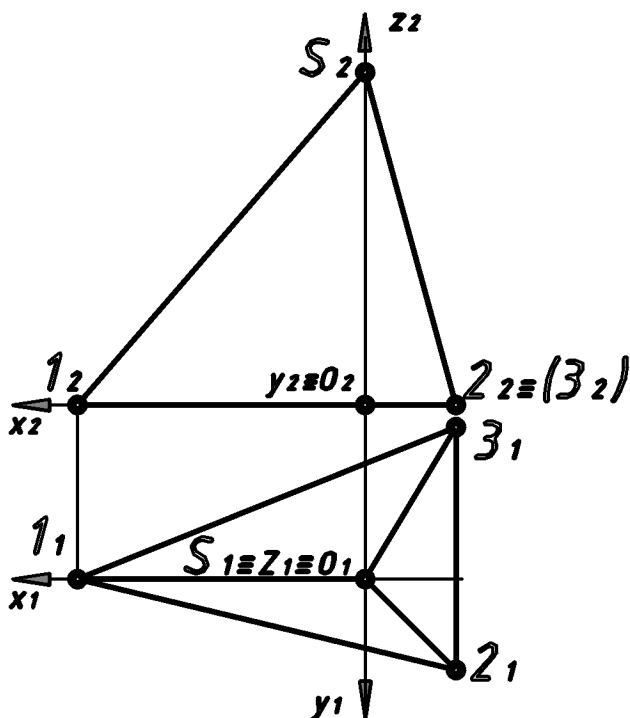
41. Побудувати проєкції прямого конуса, основа якого (діаметр 25 мм) лежить у заданій площині $\Sigma(f \cap h)$, а висота дорівнює 40 мм.



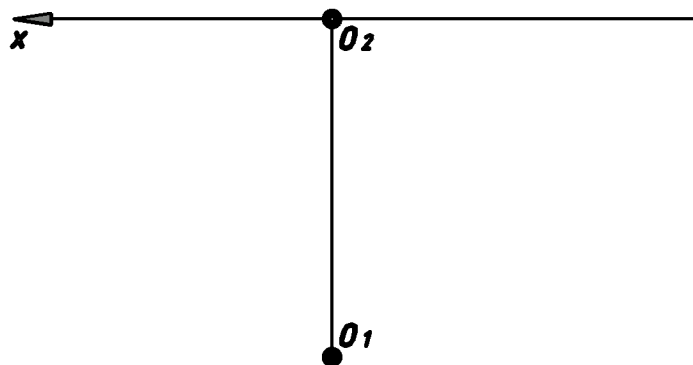
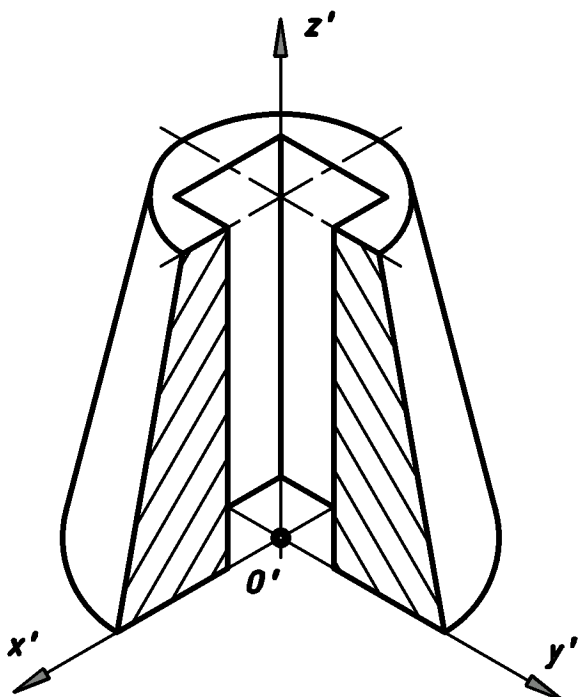
Заняття 5. Аксонометричні проєкції

Домашні завдання

42. Дано: комплексний рисунок піраміди. Побудувати аксонометричне зображення піраміди в прямокутній ізометрії. Коефіцієнти спотворення взяти приведені.

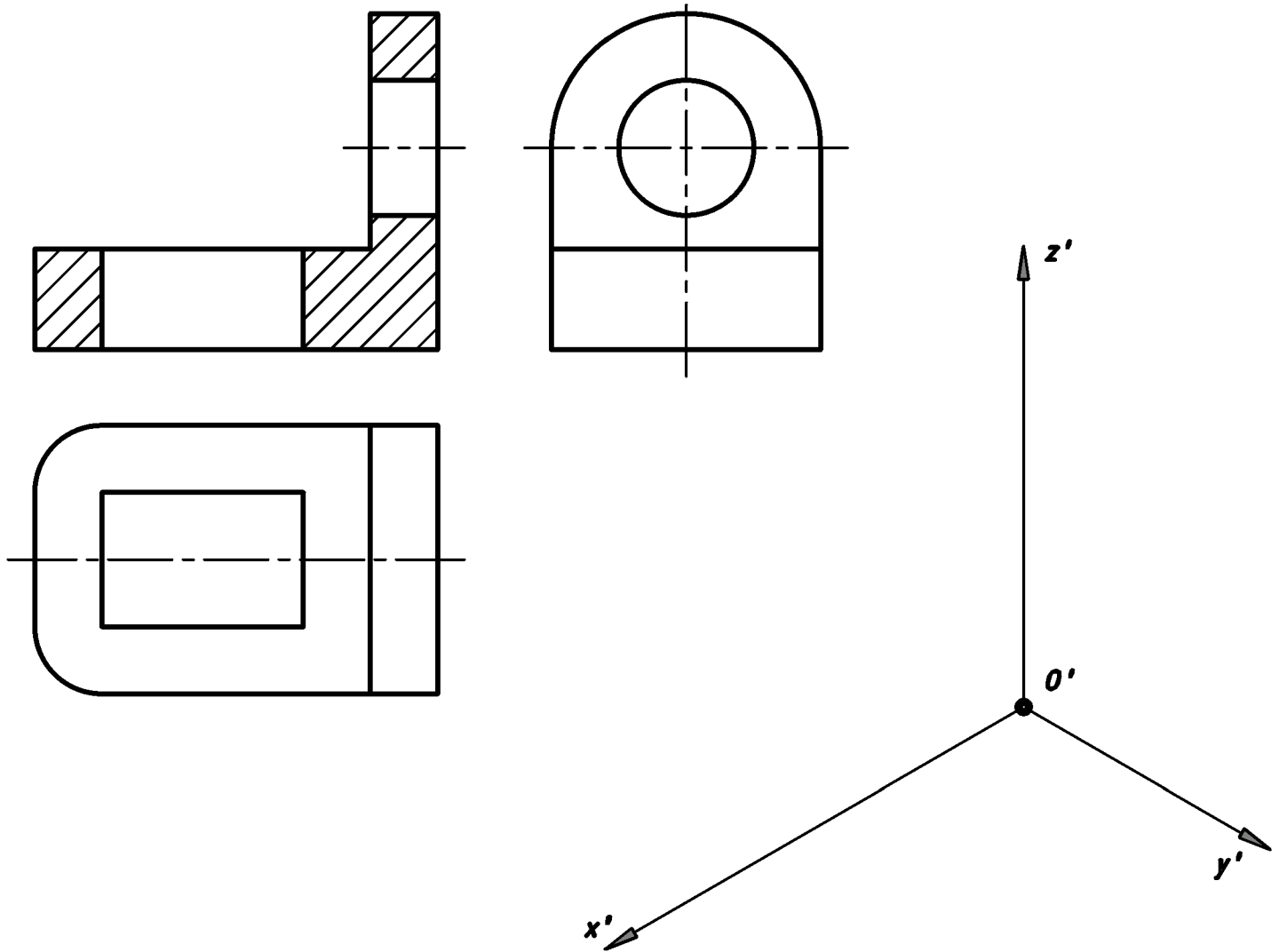


43. Дано: аксонометричне зображення зрізаного конуса з призматичним отвором. Побудувати комплексний рисунок зображеного тіла у двох проєкціях. Виконати необхідний розріз в поєднанні з виглядом, проставити розміри. Коефіцієнти спотворення - приведені.

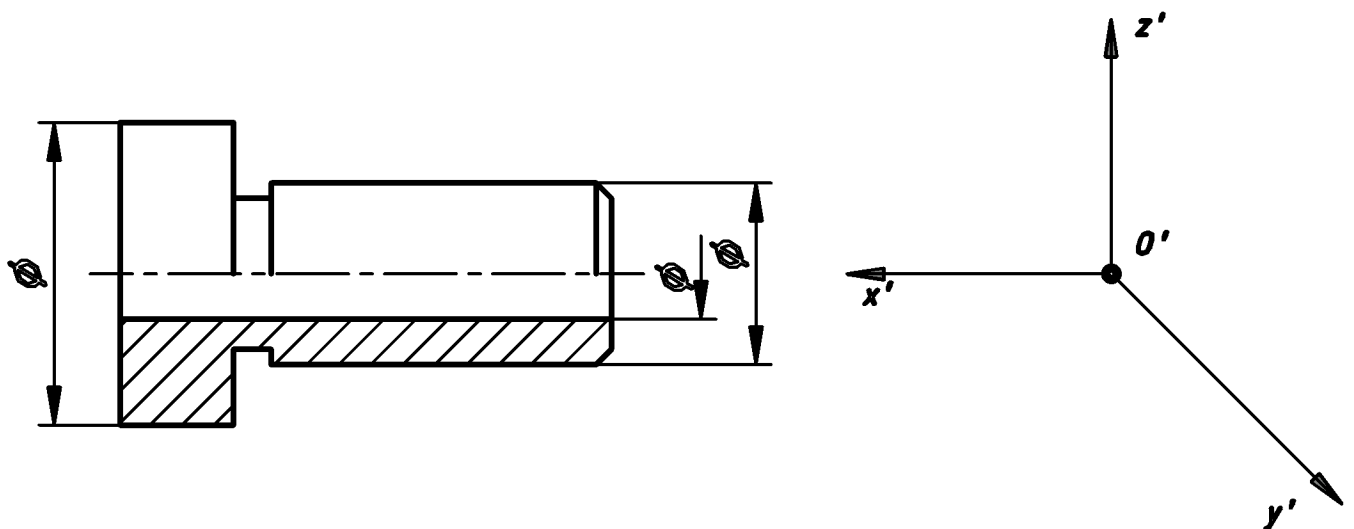


Аудиторні завдання

44. Дано: комплексний рисунок моделі. Побудувати аксонометричний рисунок моделі в прямокутній ізометрії. Коефіцієнти спотворення взяти приведені.



45. Дано: рисунок деталі. Побудувати аксонометричний рисунок деталі у фронтальній диметрії. Коефіцієнти спотворення взяти приведені.

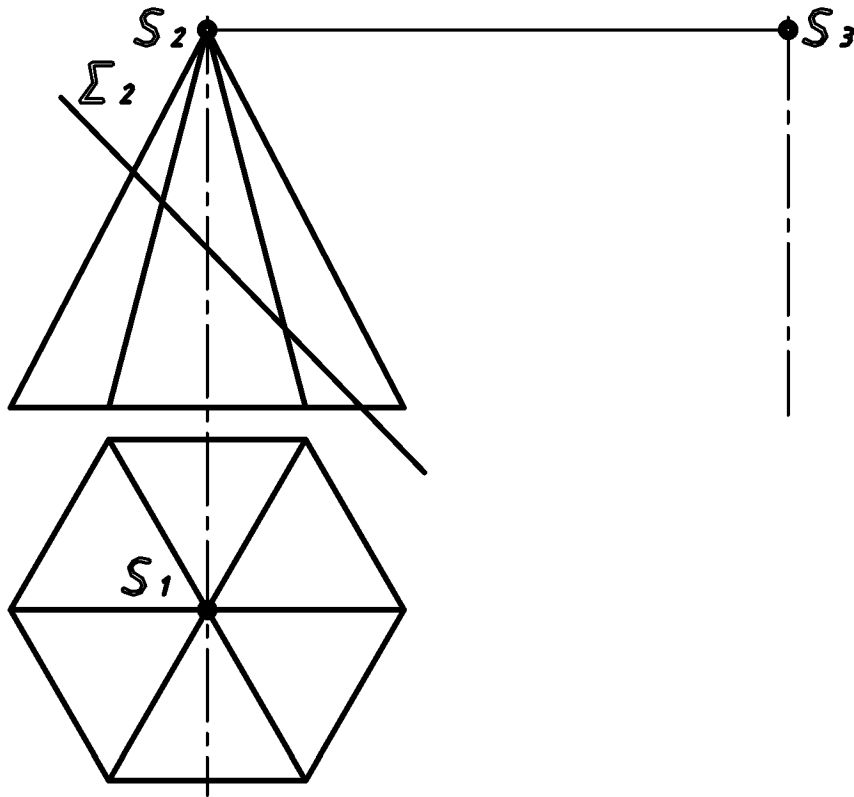


**Заняття 6. Перетин поверхонь з площиною.
Побудова розгорток**

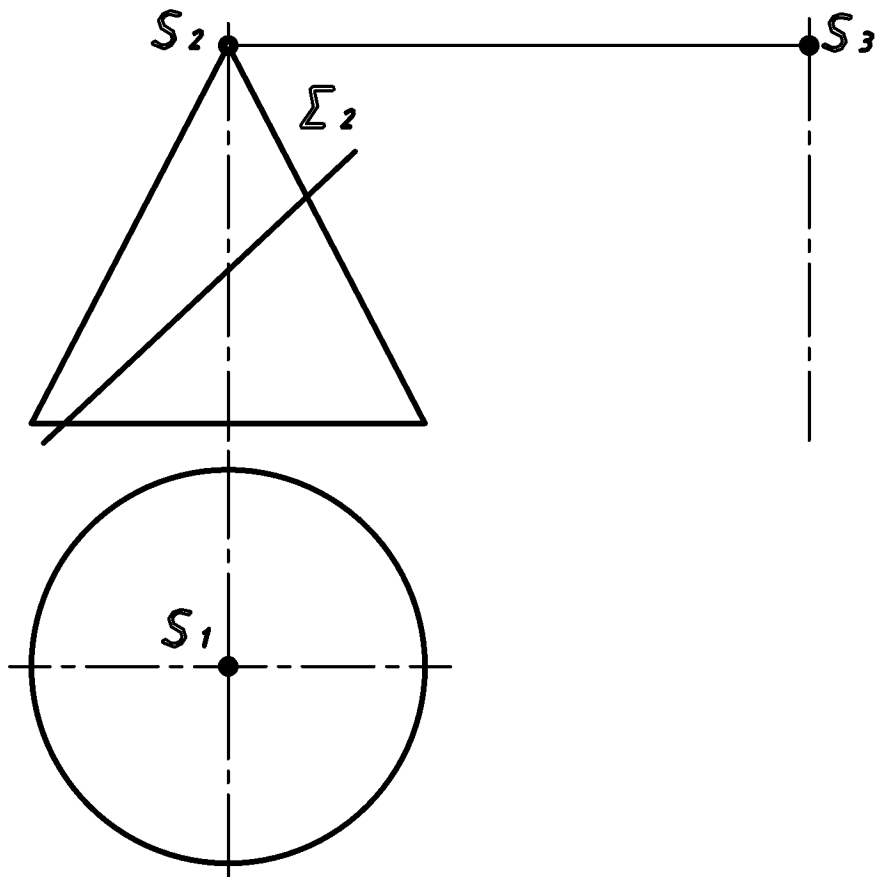
Завдання

46. Добудувати проєкції лінії перетину поверхні проєкціуючою площиною.

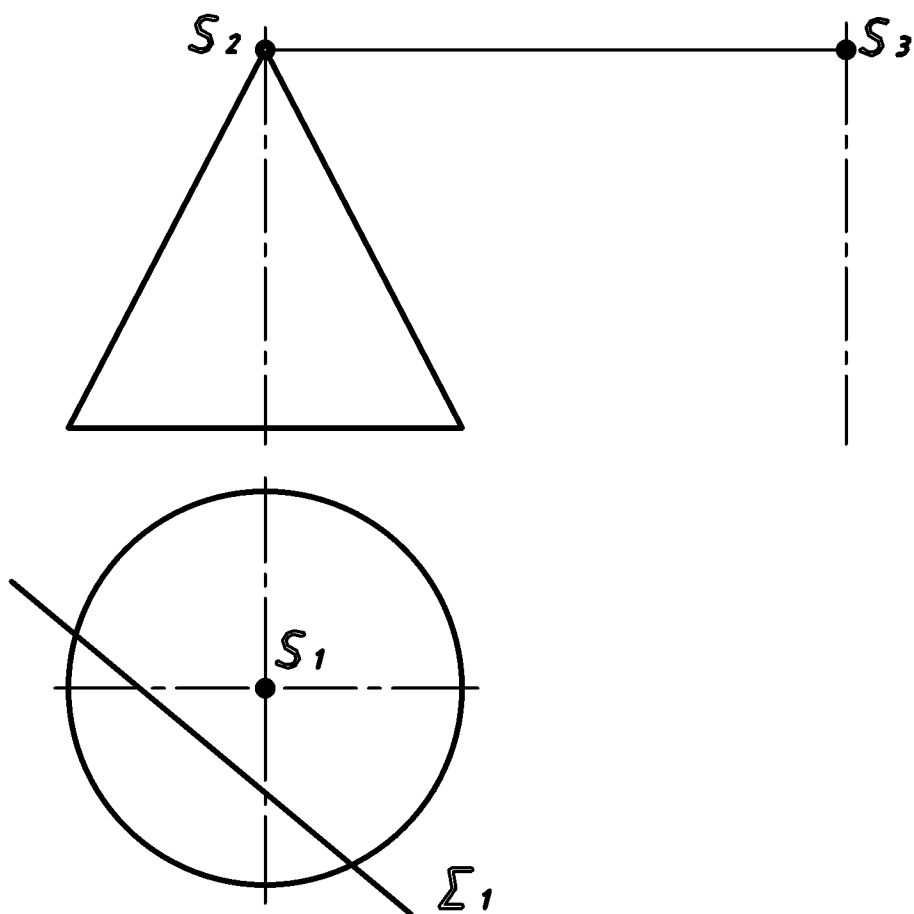
а)



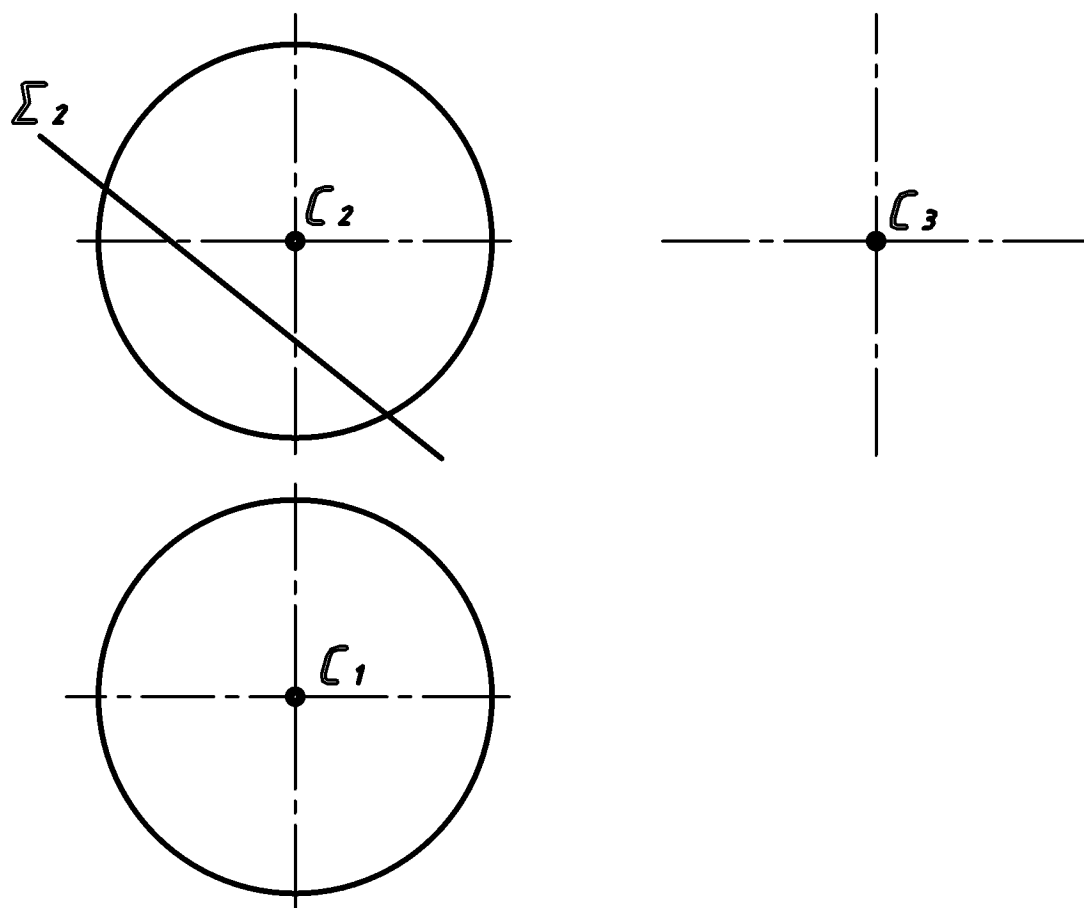
б)



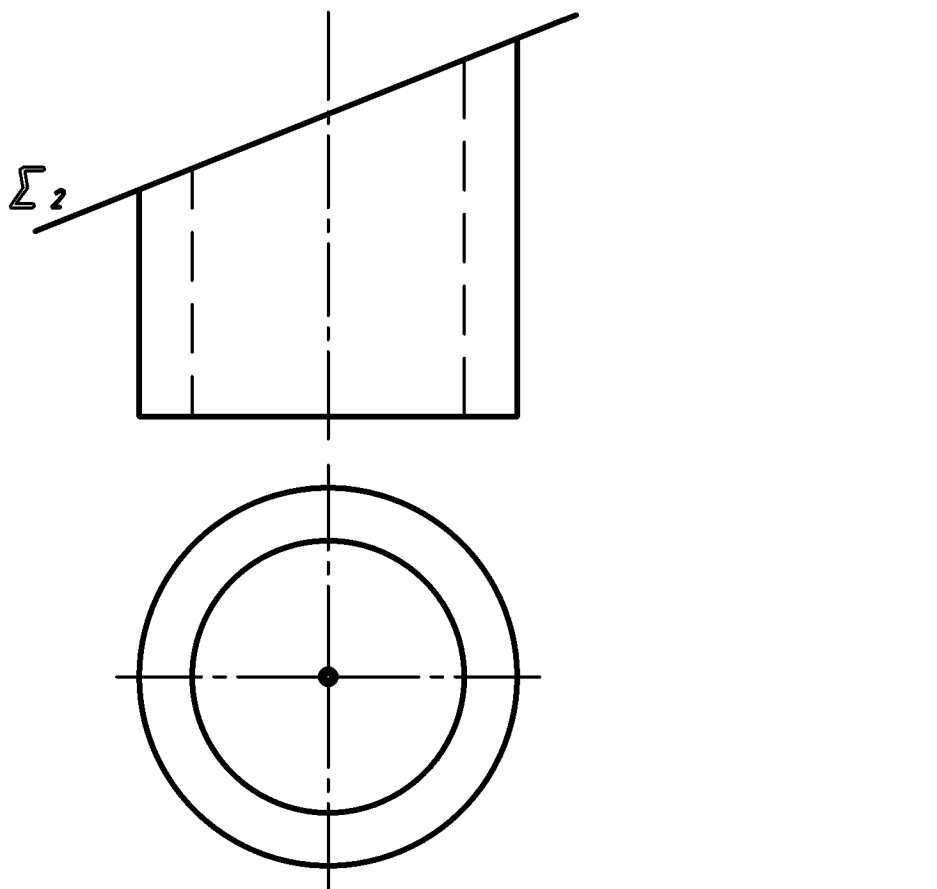
B)



Г)



47. Дано: циліндрична труба, зрізана площиною $\Sigma(\Sigma_2)$. Побудувати профільну проекцію труби. Позначити осі внутрішнього еліпса.

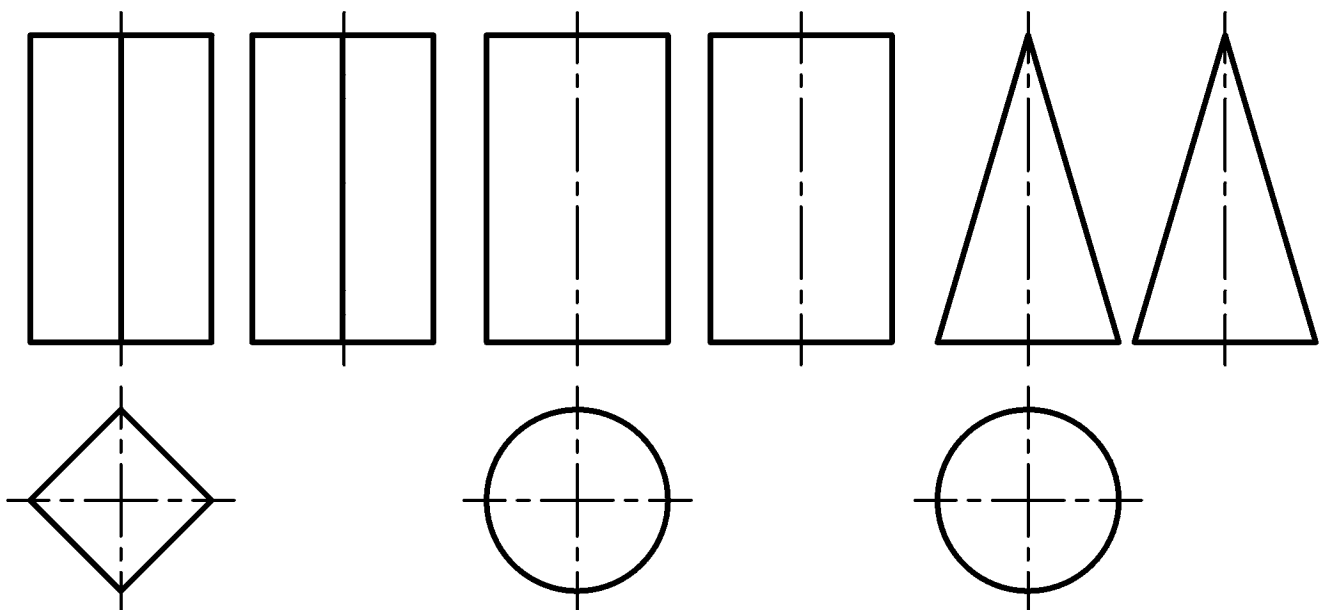


48. Побудувати слід-проекцію площини, яка перетинала б задану поверхню тіла по наведених фігурах та їх проєкції з урахуванням видимості.

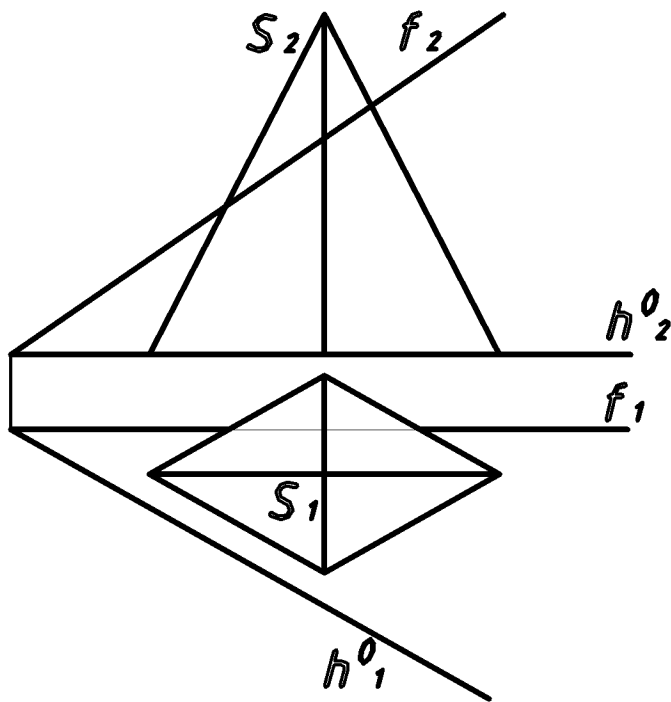
1) по шестикутнику

2) по частині еліпса
(більше половини)

3) по параболі

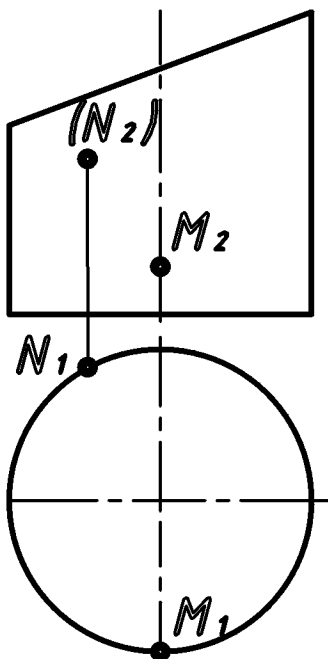


Аудиторні завдання

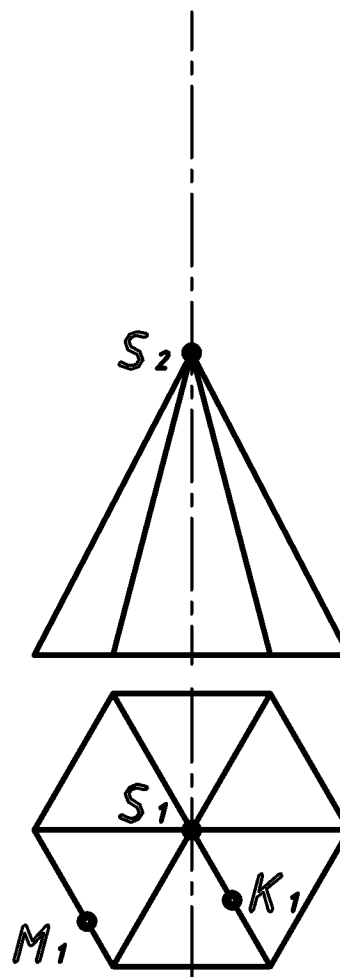


49. Побудувати проєкції лінії перетину поверхні площиною загального положення і визначити натуральну величину фігури перерізу.

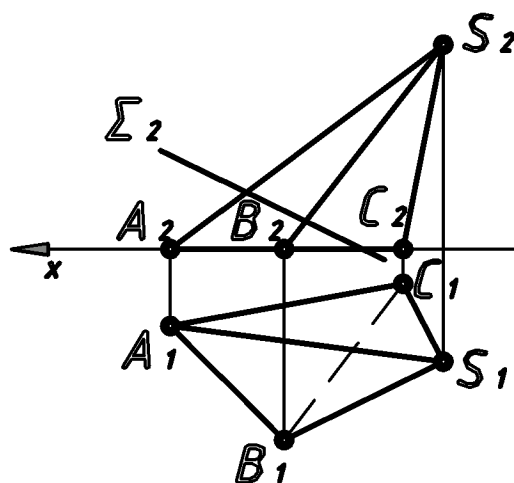
50. Побудувати проєкції найкоротшої лінії MN , проведеної на поверхні циліндра від точки M до точки N .



51. Побудувати проєкції найкоротшої лінії KM , проведеної на поверхні піраміди від точки K до точки M .



52.* Побудувати лінію перерізу піраміди фронтально - проєкціуючою площиною $\Sigma(\Sigma_2)$. Виконати розгортку піраміди з нанесенням на ній лінії перерізу. Побудувати натуральну величину фігури перерізу способом заміни площин проєкцій.

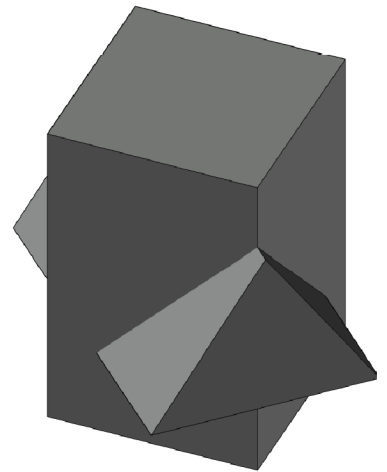
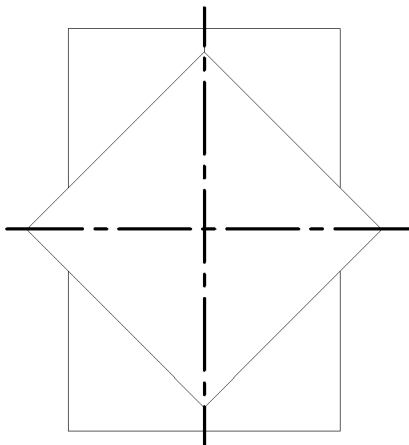
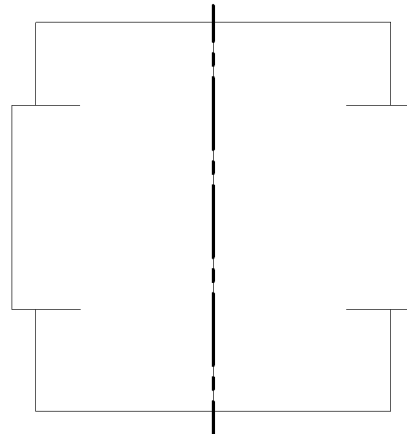
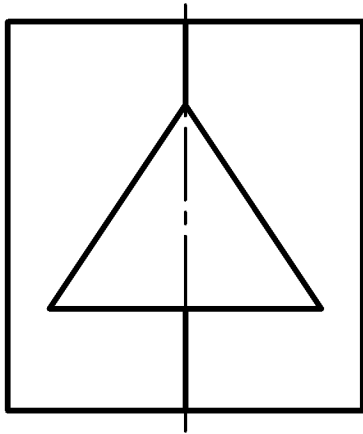


Заняття 7. Шеретини поверхонь

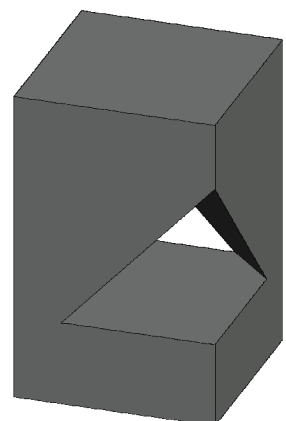
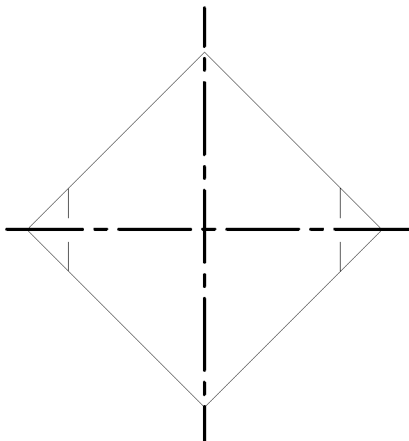
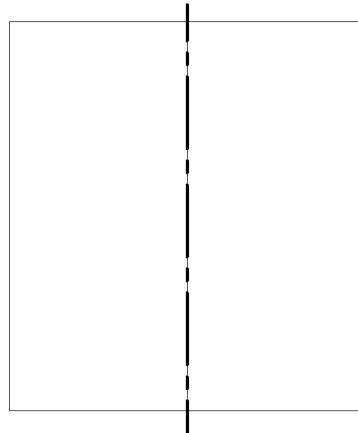
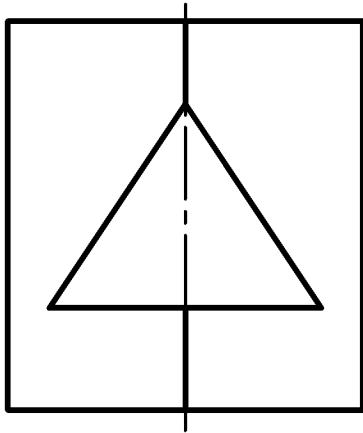
Завдання

53. Побудувати проєкції ліній перетину поверхонь. Виконати корисні розрізи.

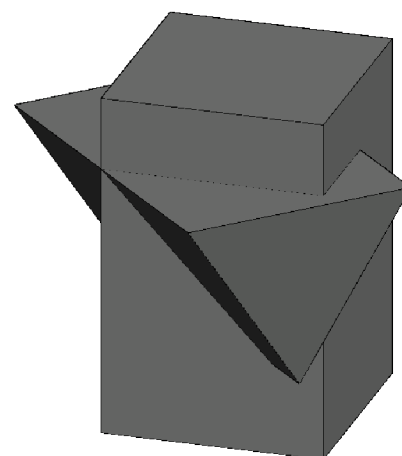
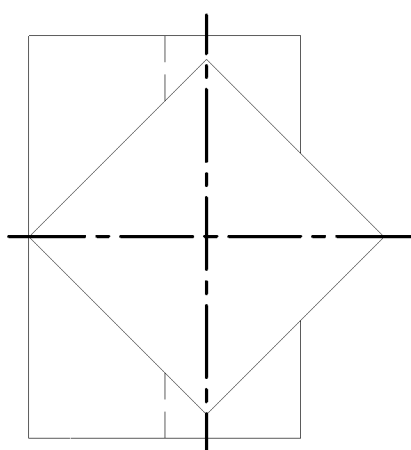
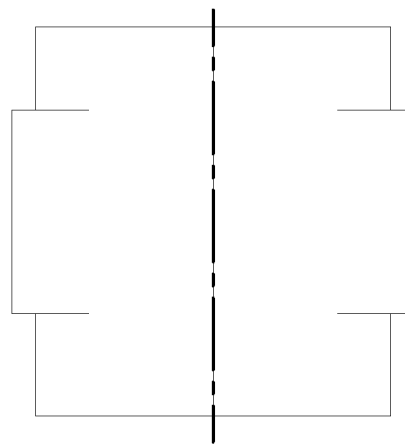
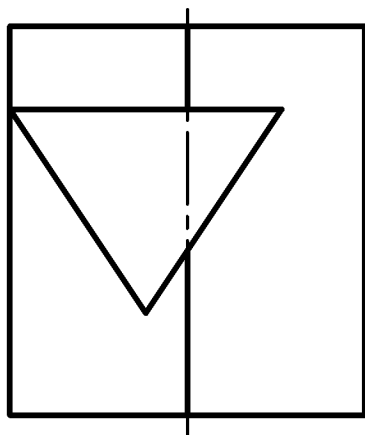
а)



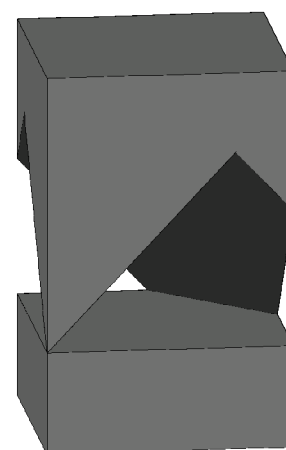
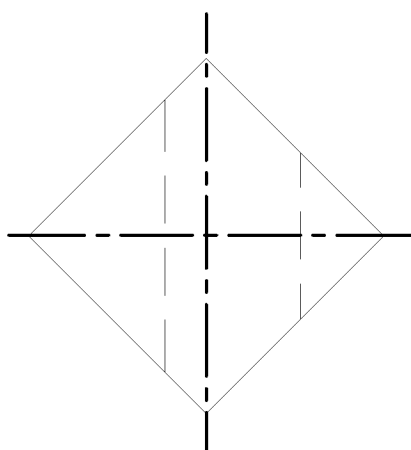
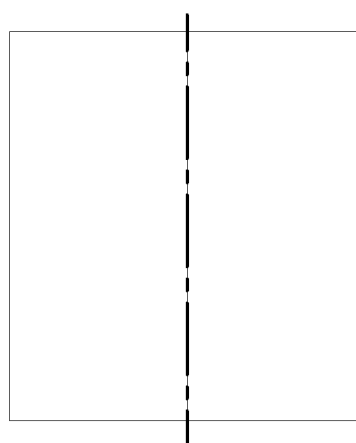
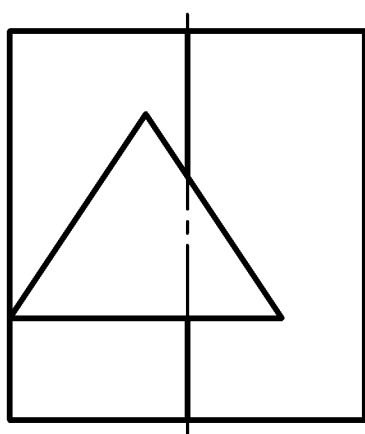
б)



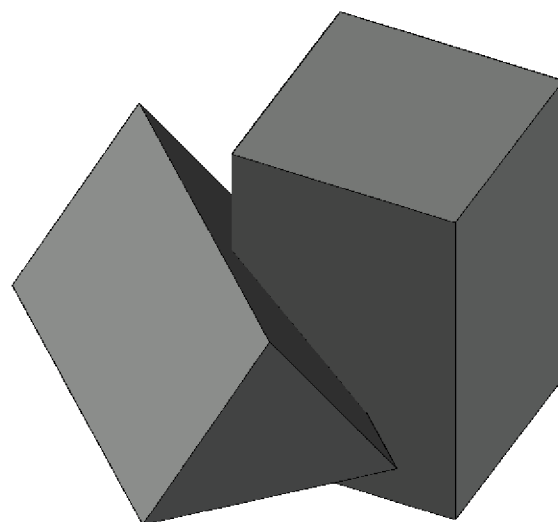
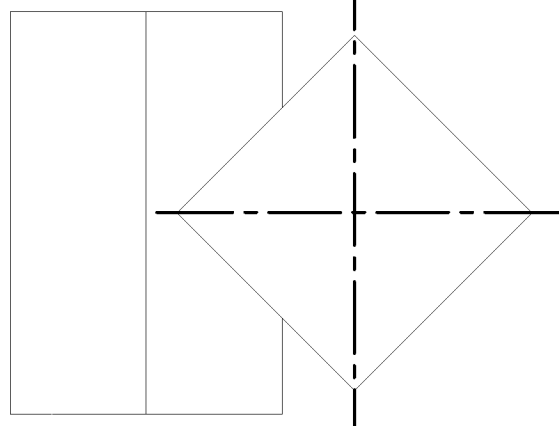
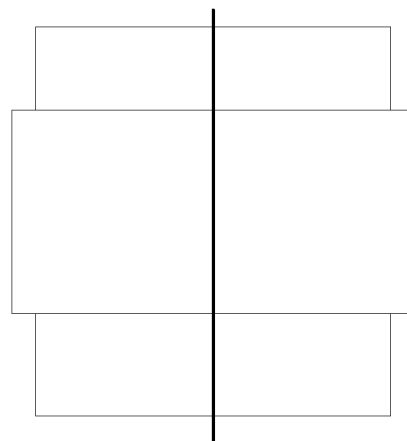
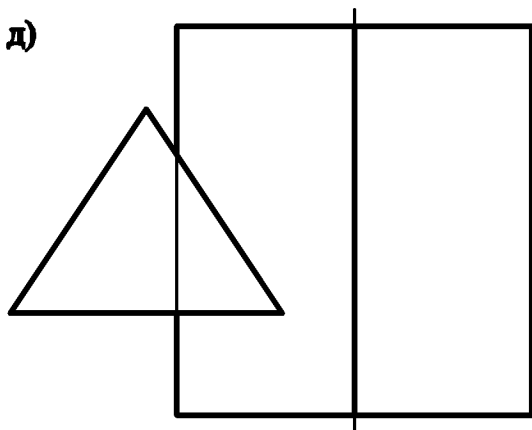
B)



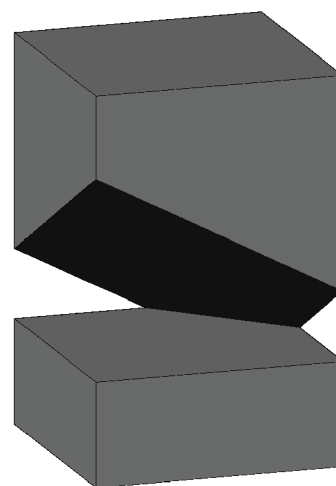
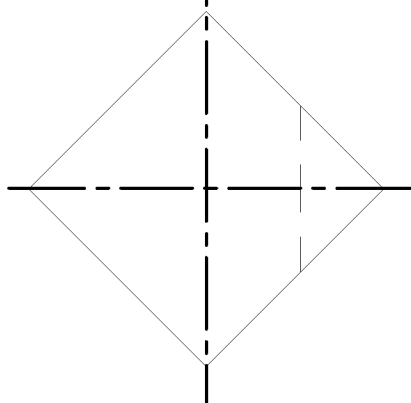
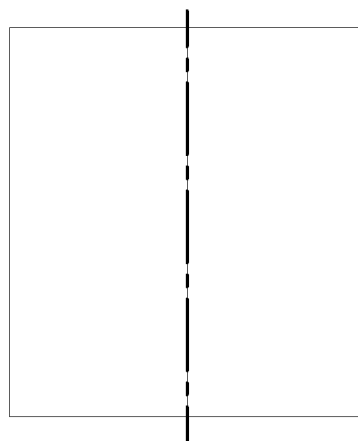
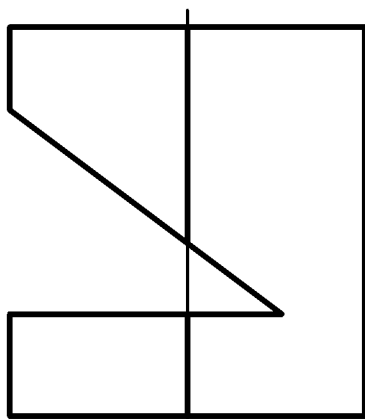
r)



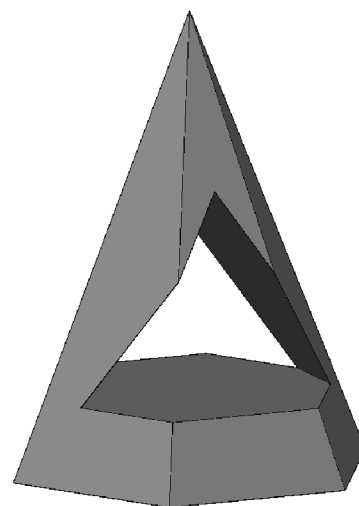
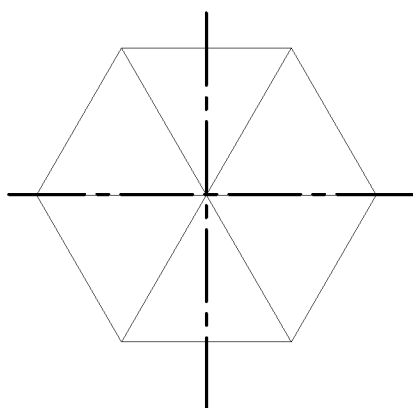
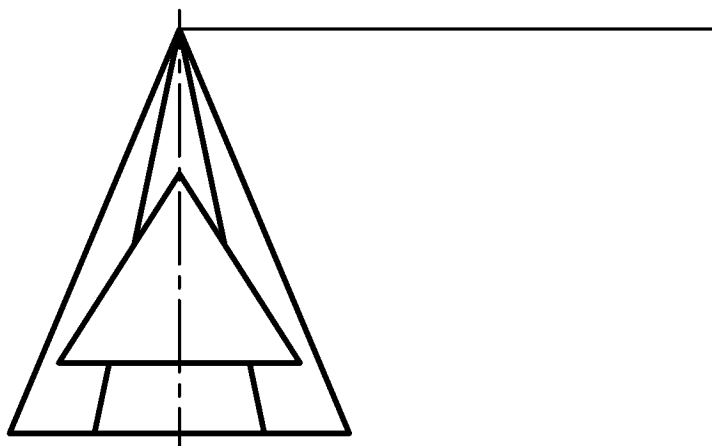
д)



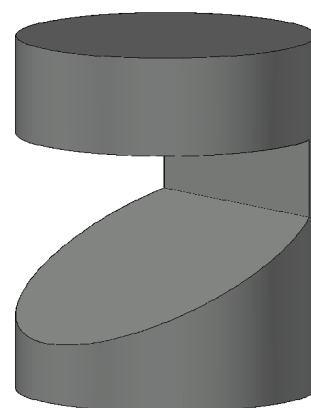
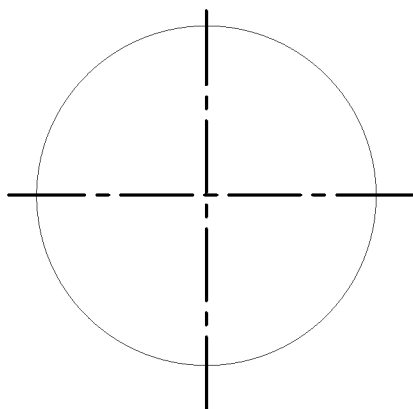
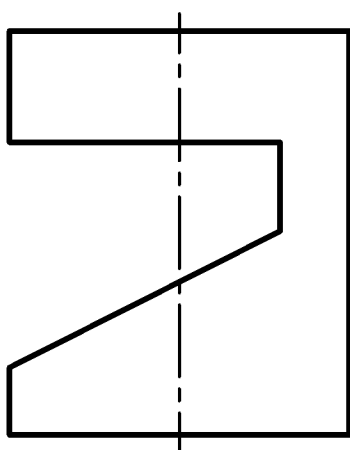
е)



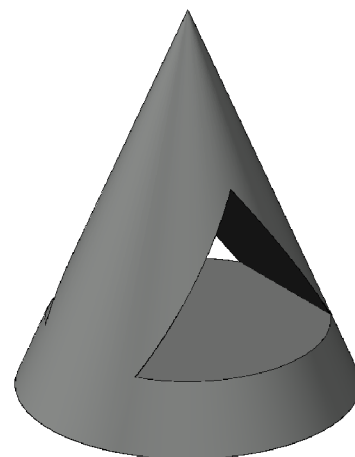
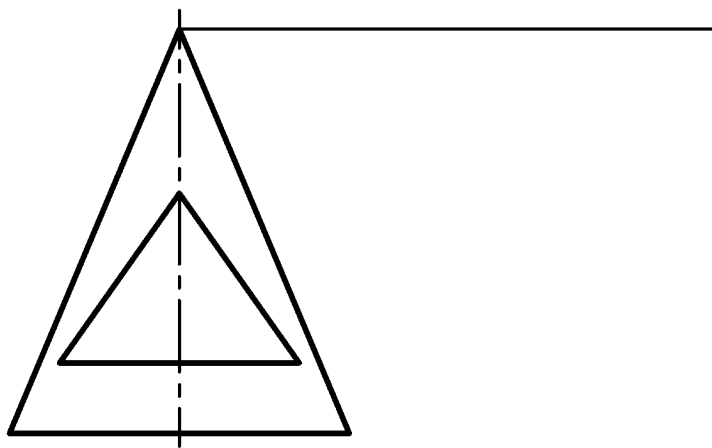
е)



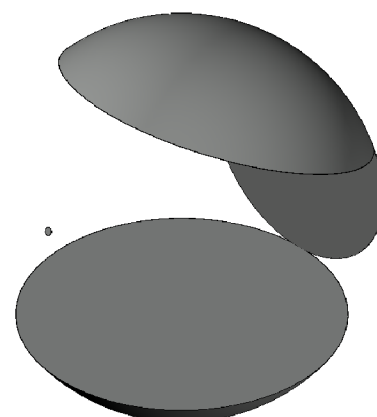
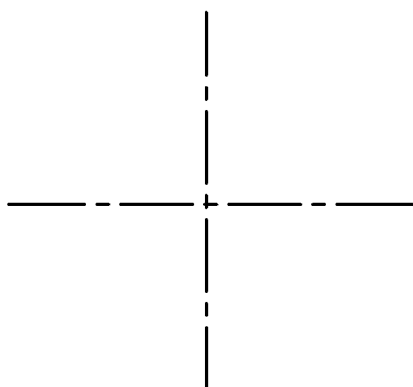
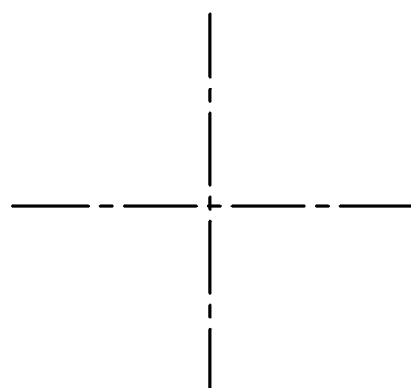
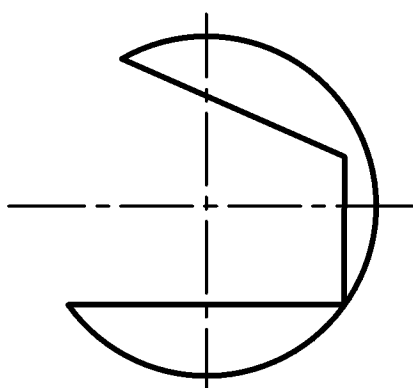
ж)



3)

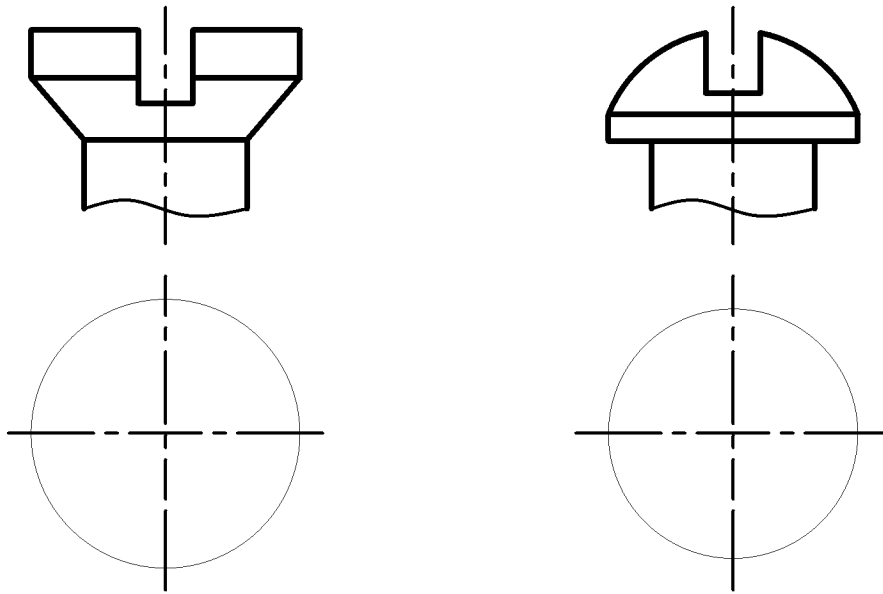


И)



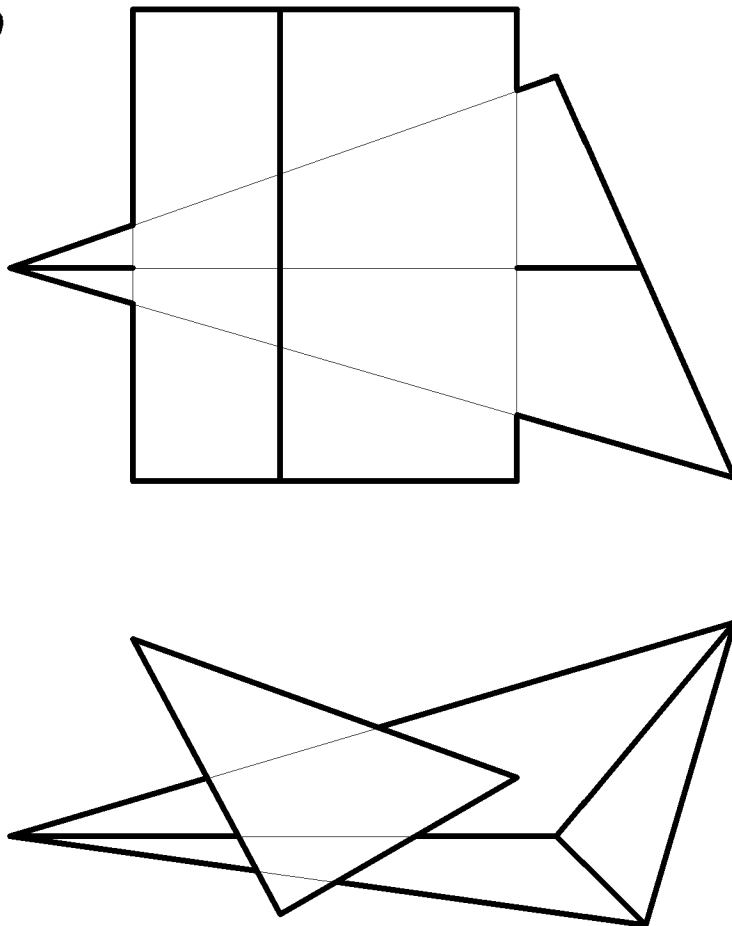
Аудиторні завдання

54. Побудувати горизонтальну, профільну проєкції головок кріпильних гвинтів.

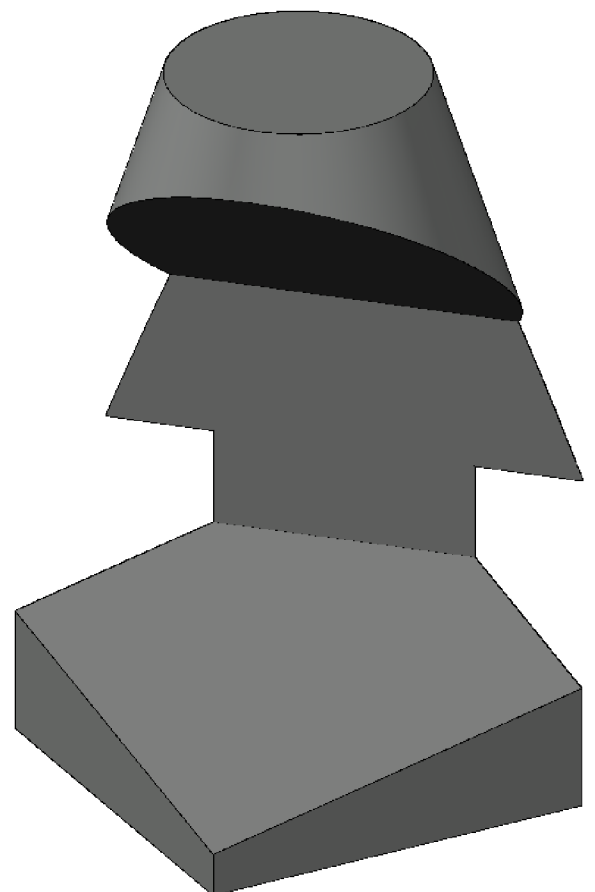
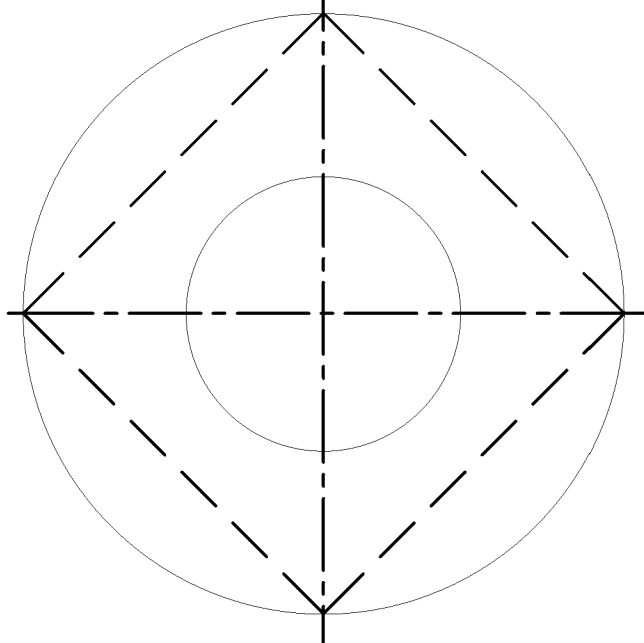
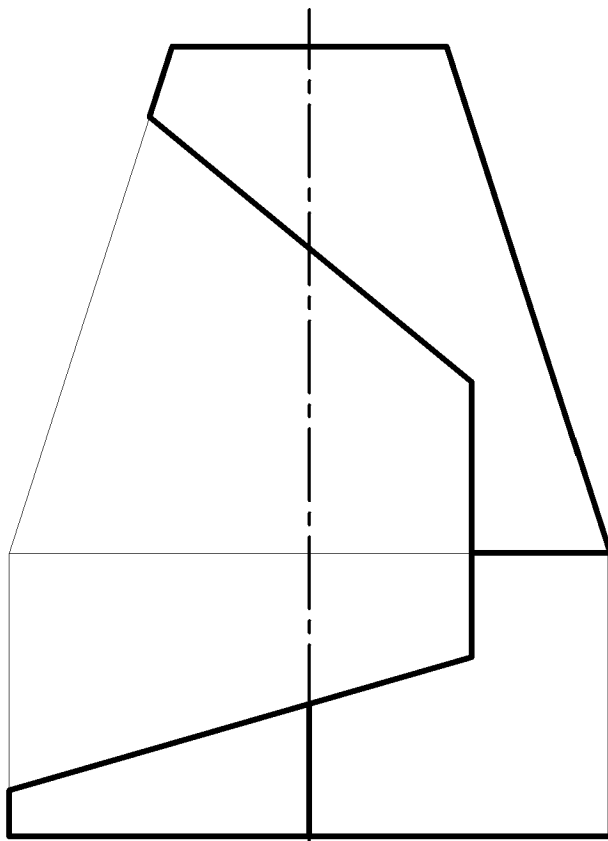


55. Побудувати проєкції ліній перетину поверхонь.

а)



6)

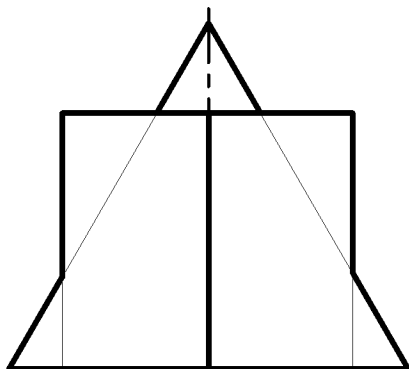


Заняття 8. Перетин поверхонь

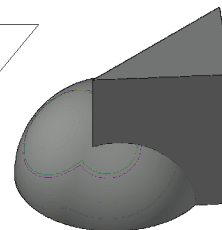
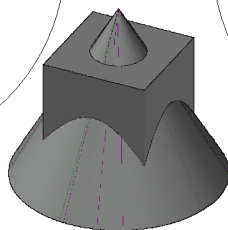
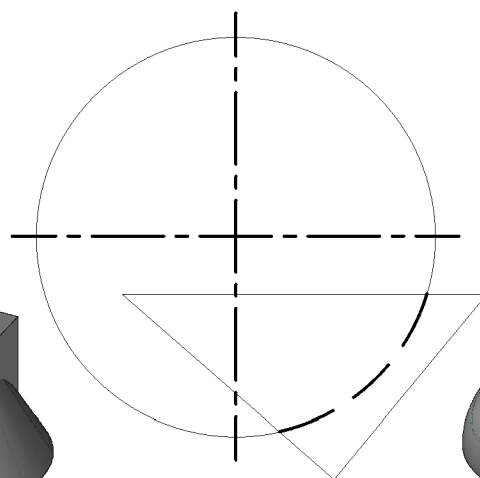
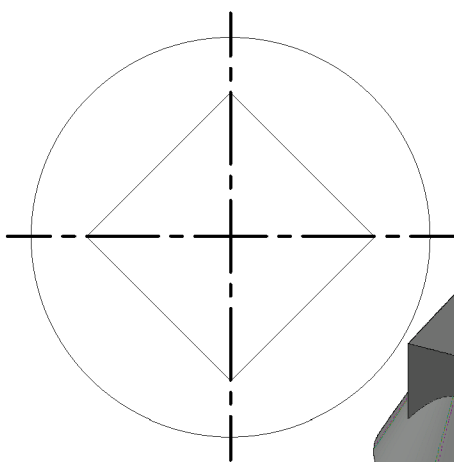
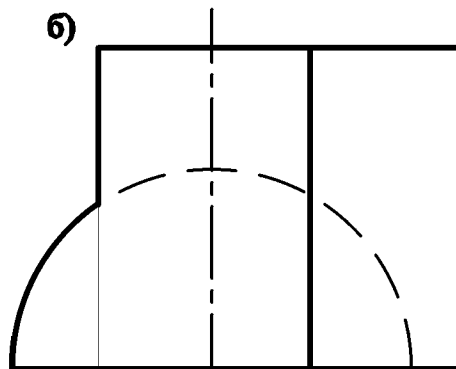
Завдання

56. Побудувати проекції ліній перетину поверхонь двох тіл.

а)

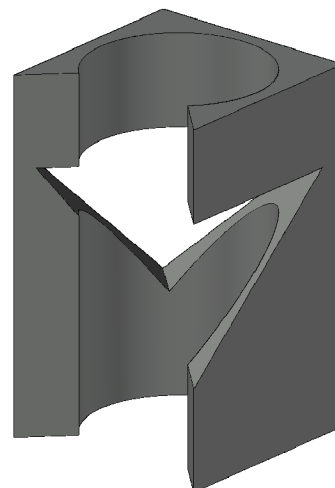
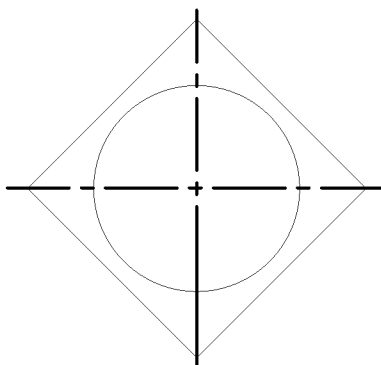
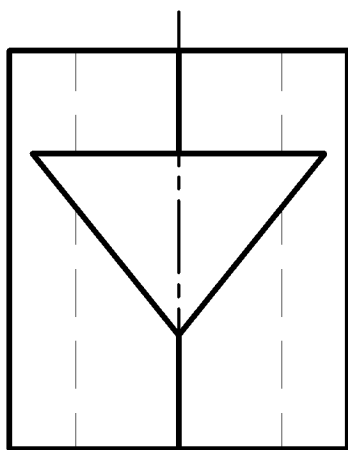


б)

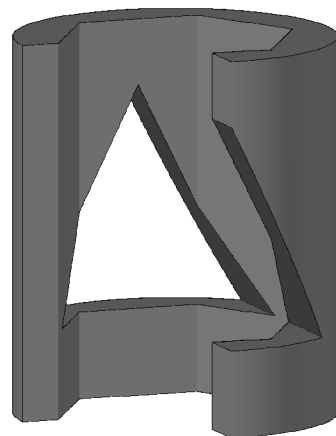
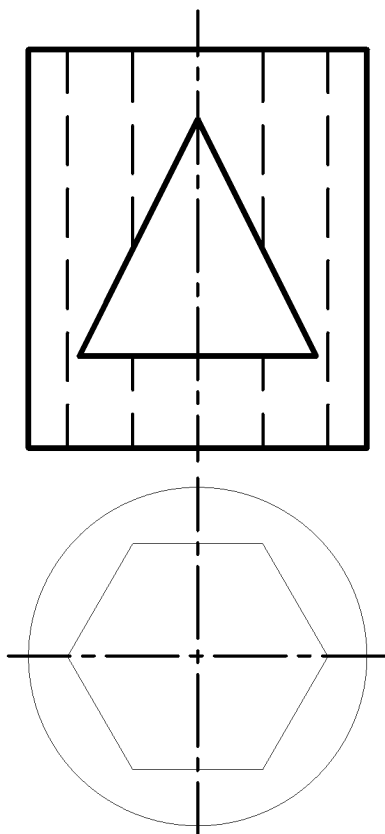


57. Побудувати горизонтальну, профільну проекції тіла. Виконати корисні розрізи.

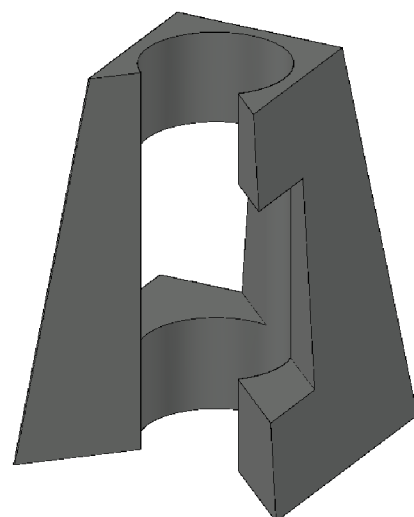
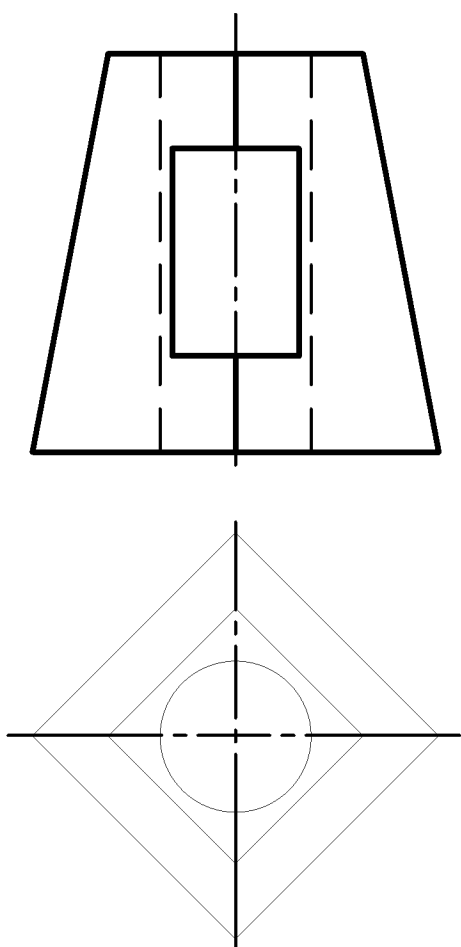
а)



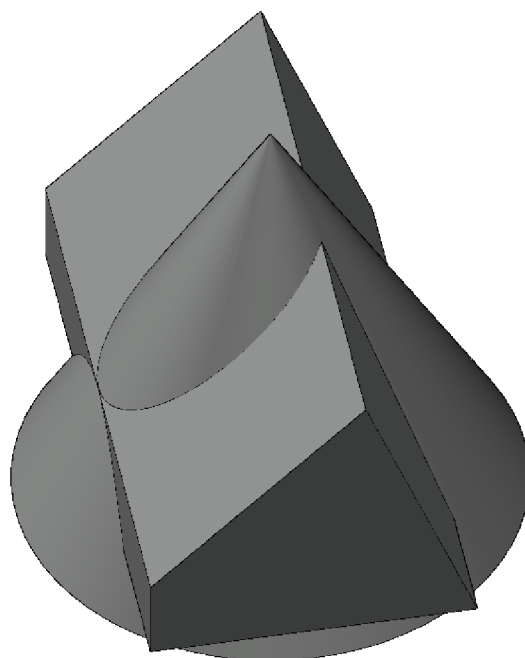
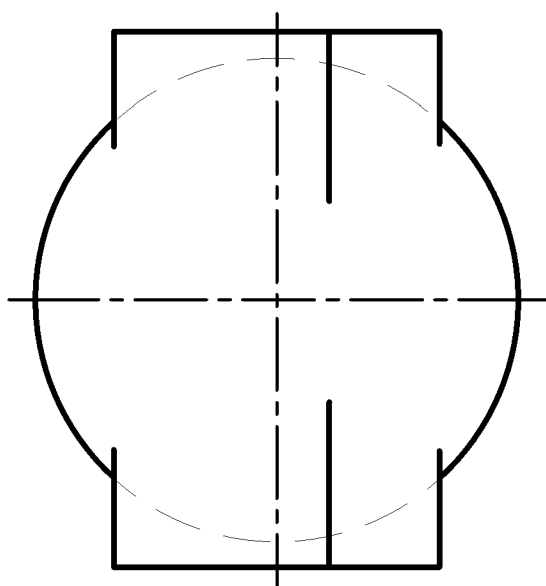
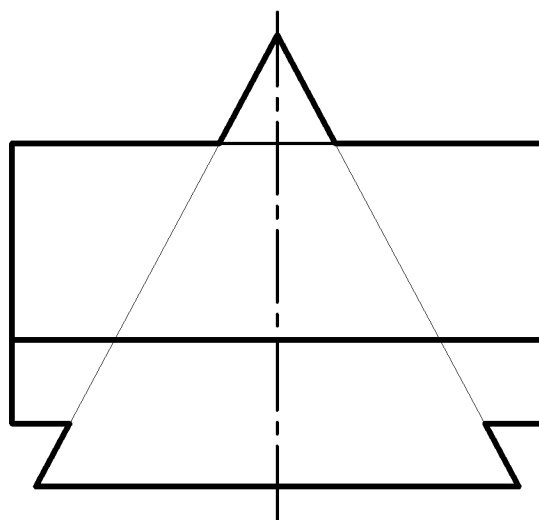
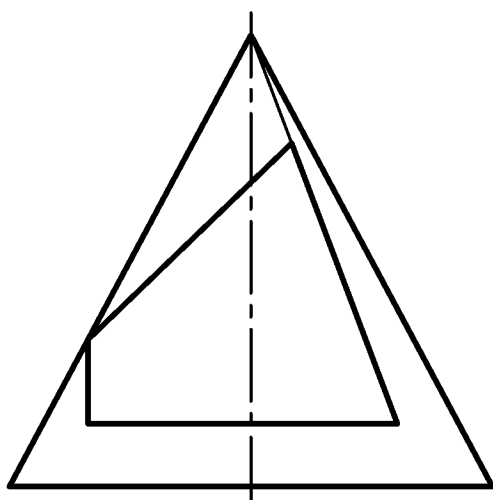
6)



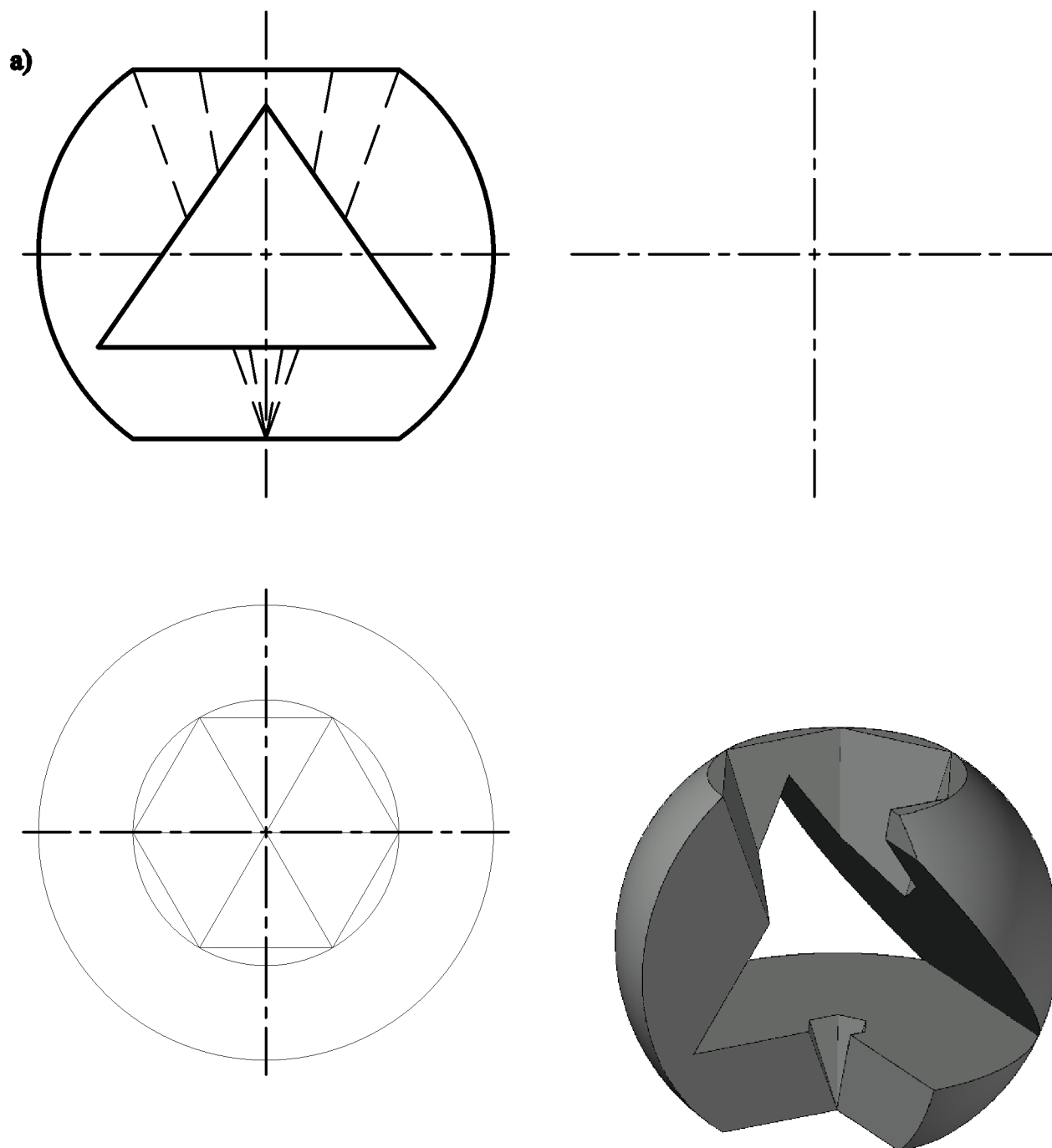
В)



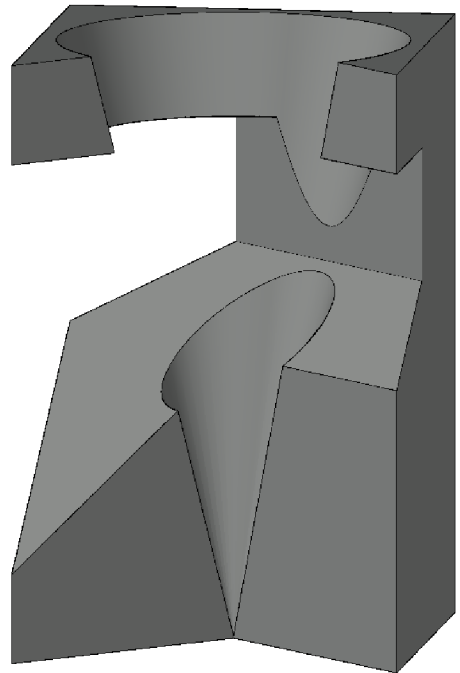
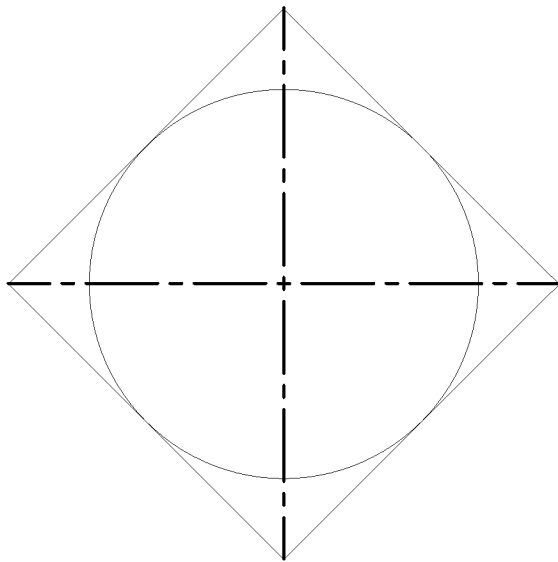
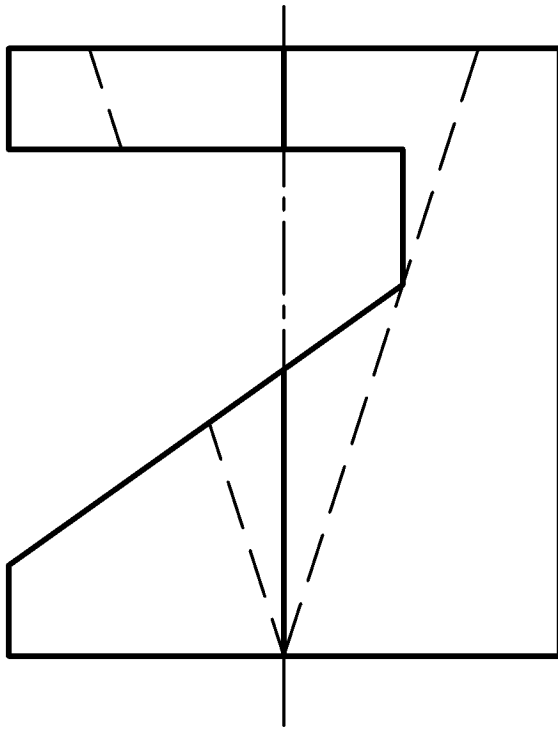
58. Побудувати проєкції лінії перетину поверхонь двох тіл.



59. Побудувати горизонтальну, профільну проекції тіла з наскрізним отвором. Виконати корисні розрізи.



6)*

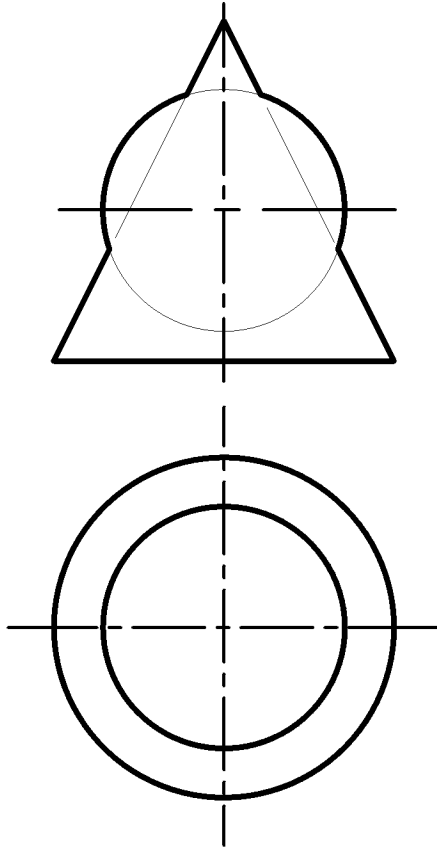


Заняття 9. Шеретин поверхонь

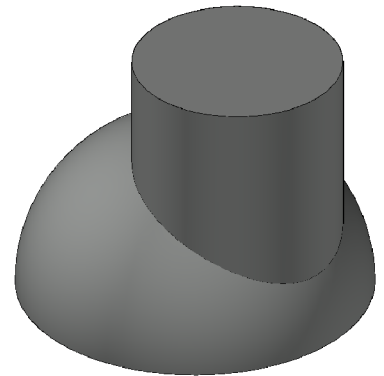
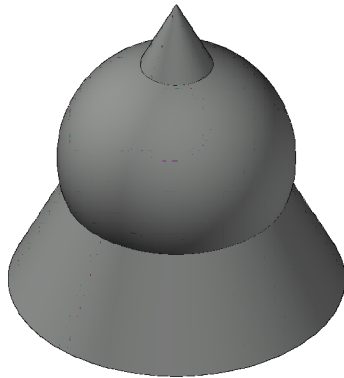
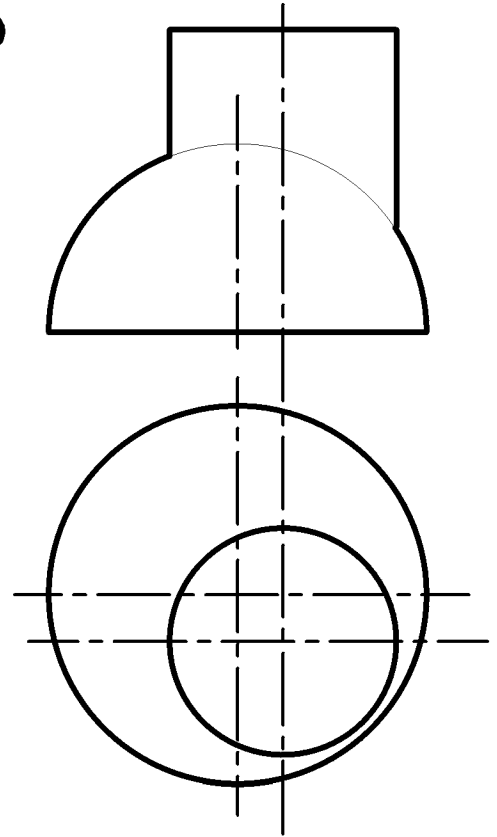
Домашнє завдання

60. Побудувати проєкції ліній перетину поверхонь.

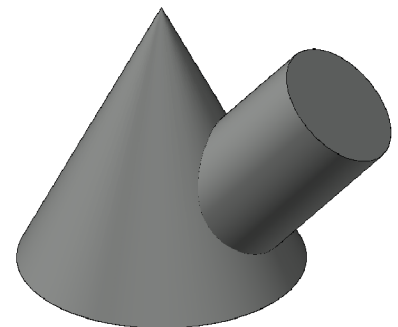
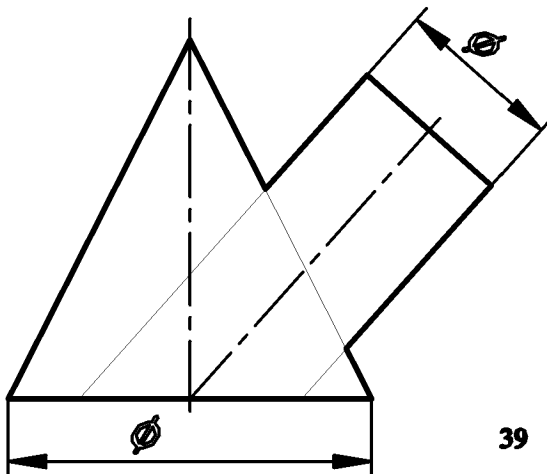
а)



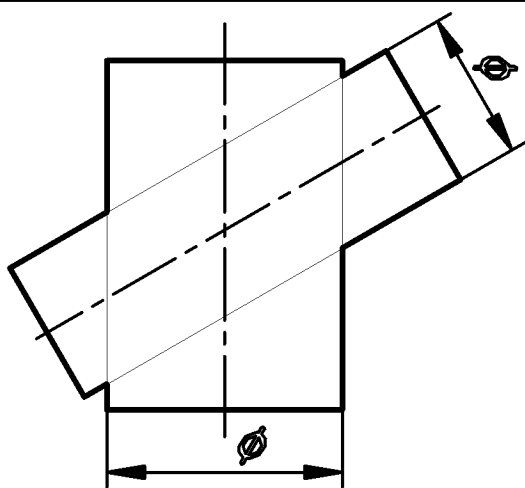
б)



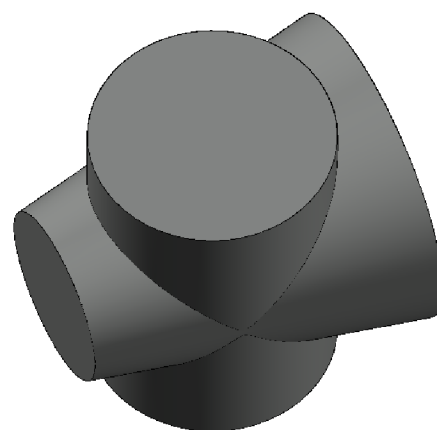
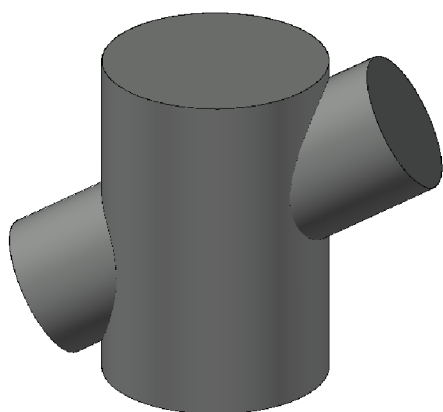
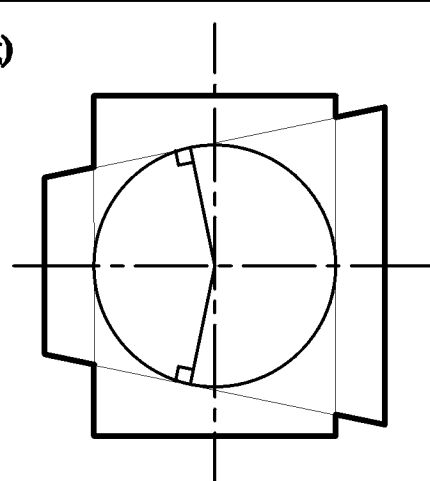
в)



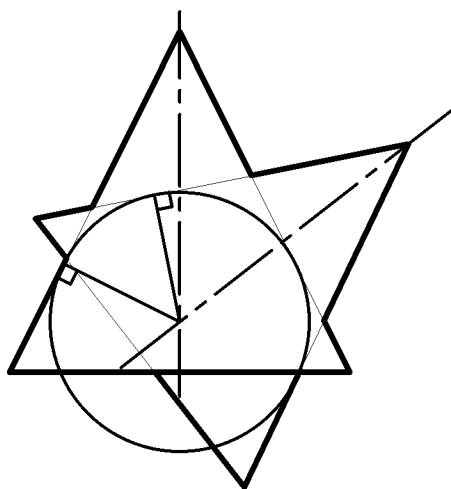
г)



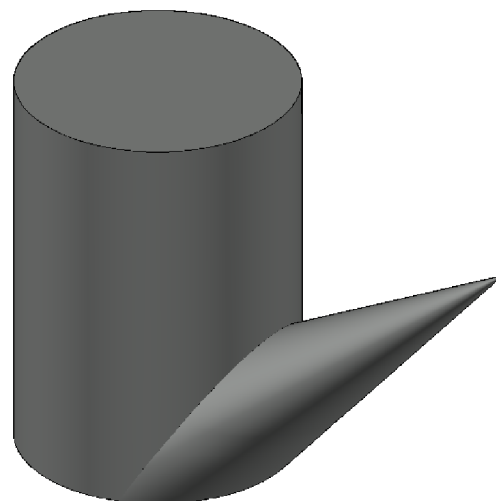
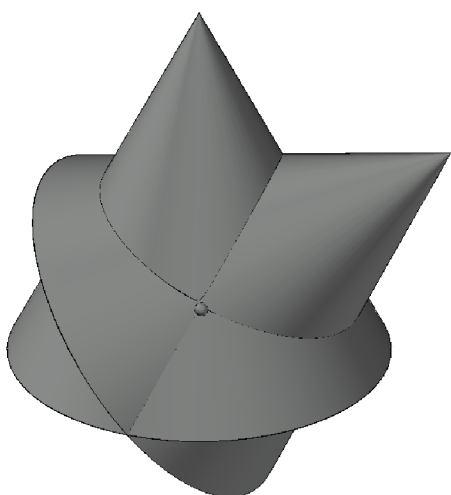
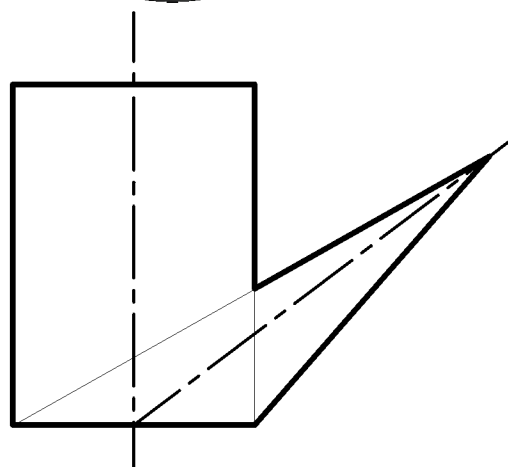
д)



е)

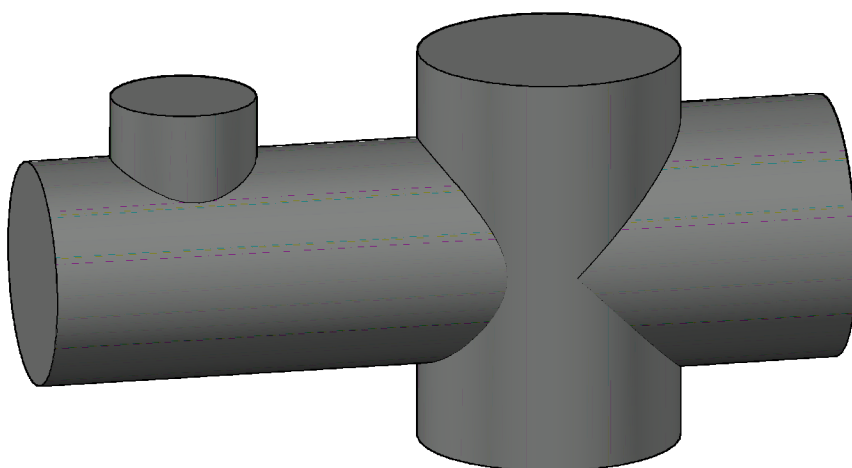
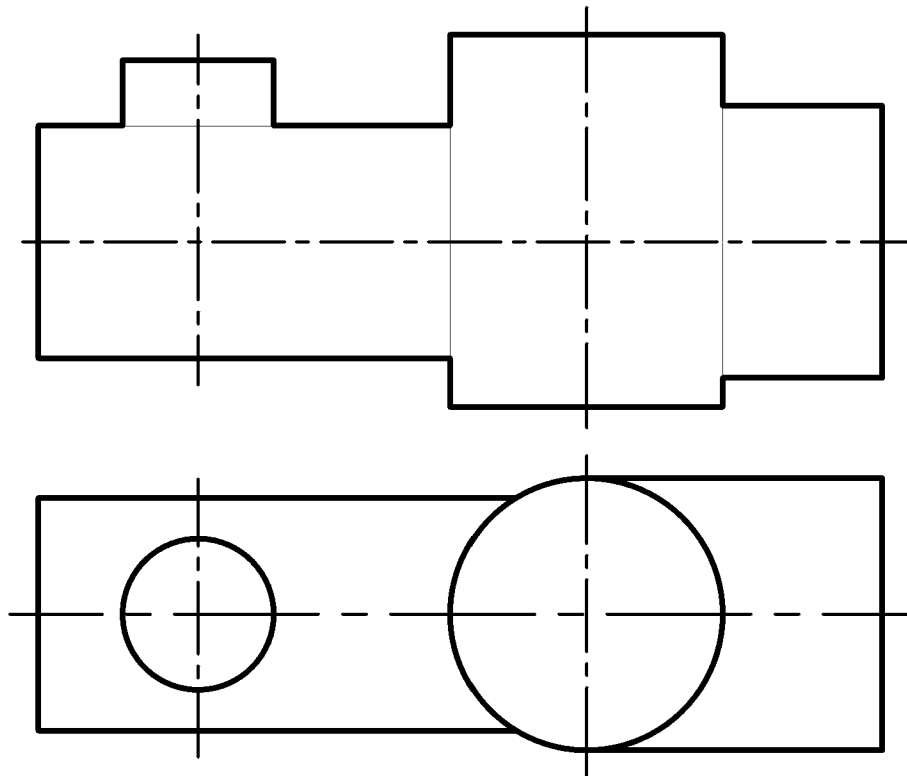


е)

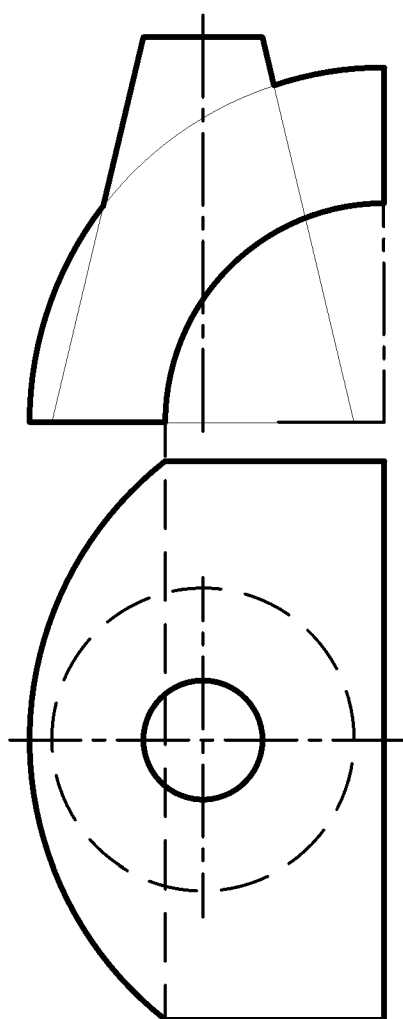


61. Побудувати проєкції ліній перетину поверхонь.

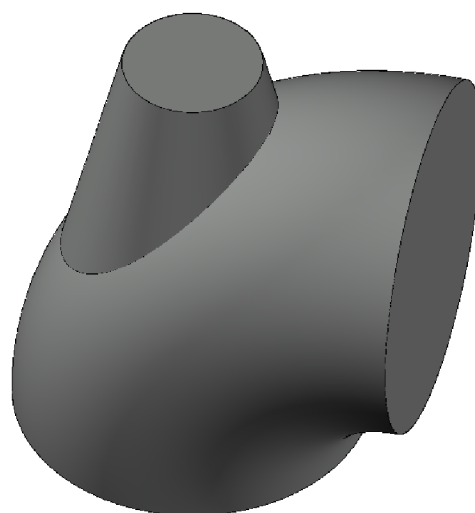
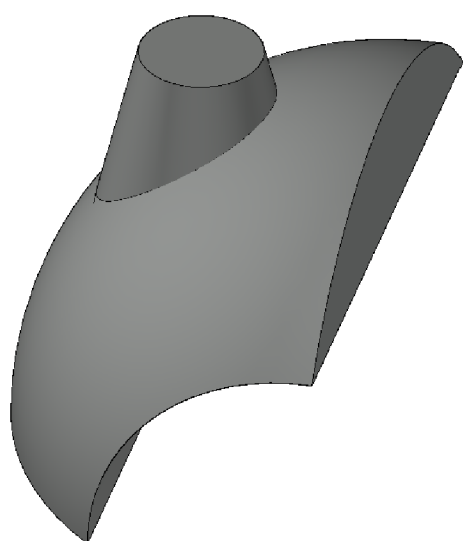
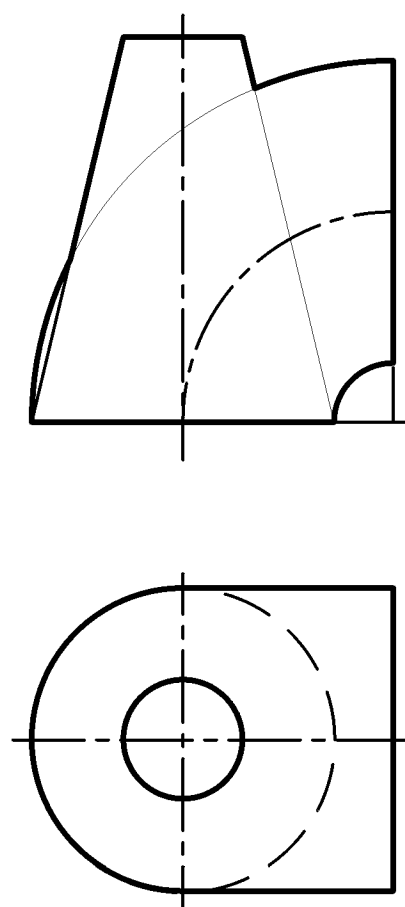
а)



6)



B)



*Завдання
та приклади виконання
графічних та
розрахунково - графічних робіт*

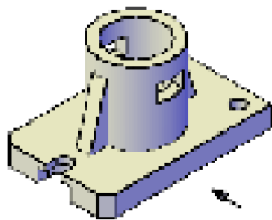


Рис.1 Модель

ЗОБРАЖЕННЯ

Види **Розрізи** **Перерізи**

Рис.2 Класифікація зображень

ВИДИ

Основні **Додаткові** **Нісцеві**

Рис.3 Класифікація видів

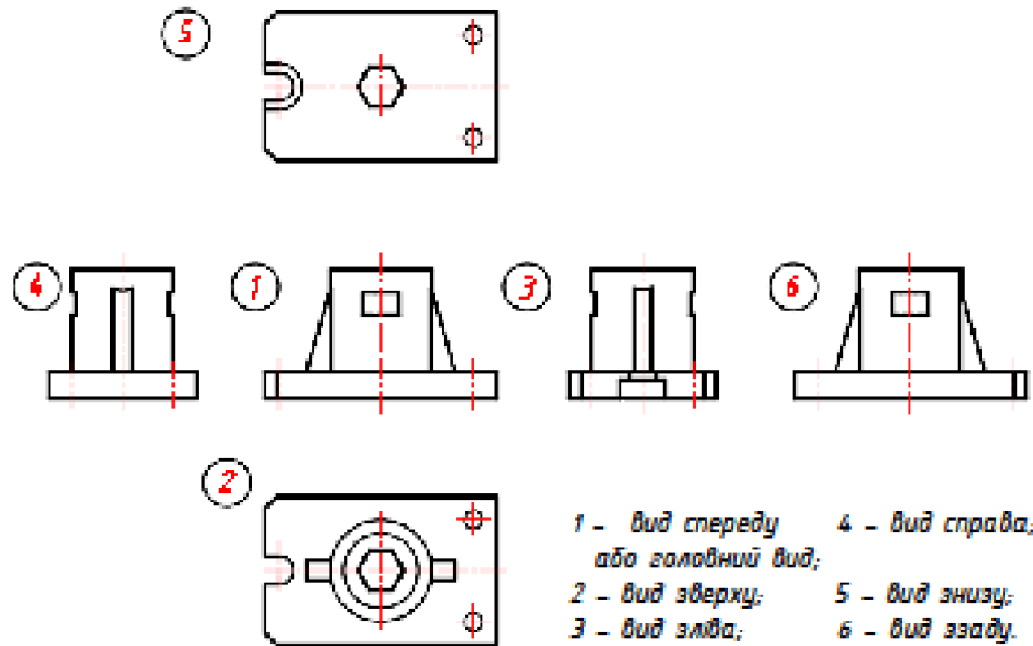


Рис.4 Основні види

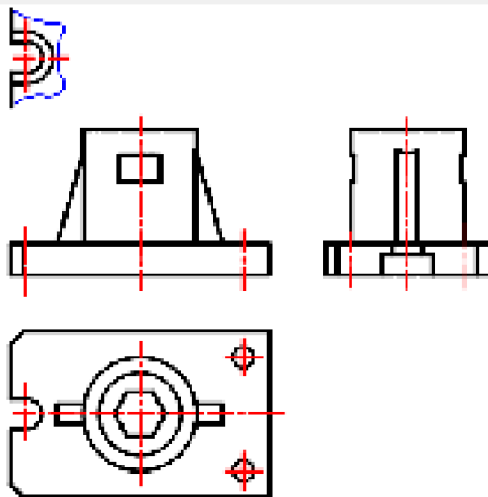


Рис.5 Необхідні зображення моделі

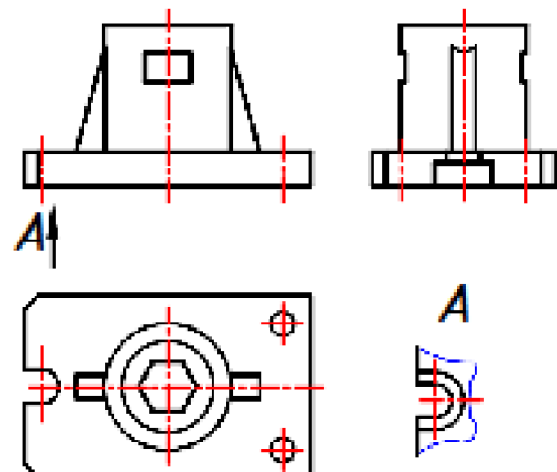


Рис.6 Рациональне розміщення зображень

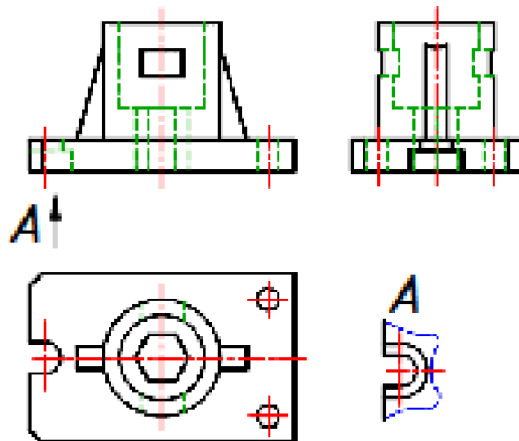


Рис.7 Зображення зовнішніх та внутрішніх поверхонь моделі

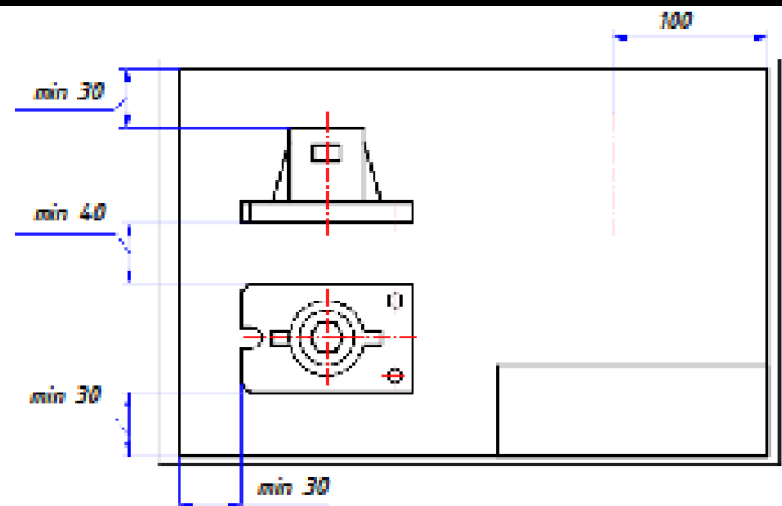
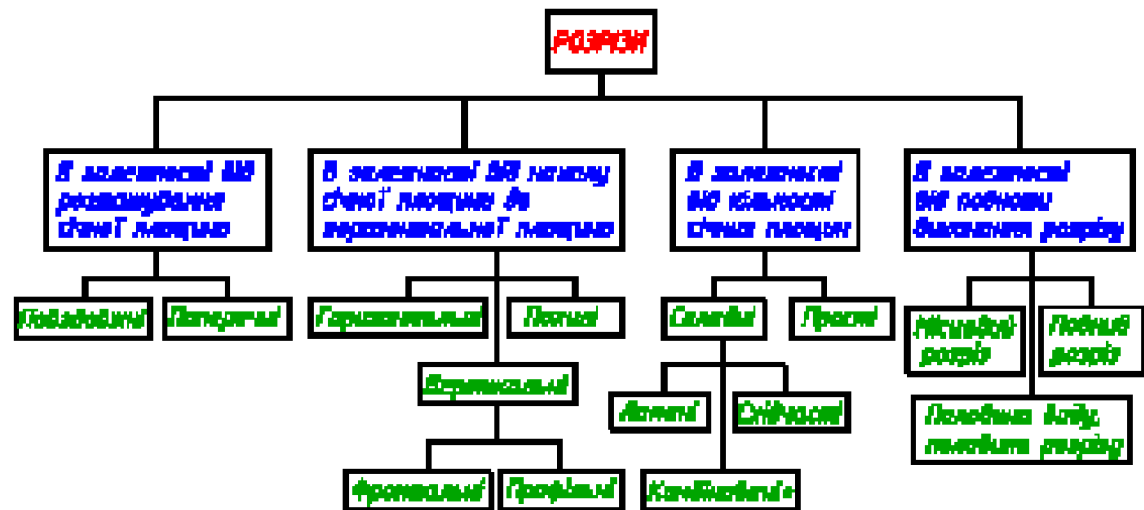


Рис.8 Розташування зображень моделі на форматі А3



в вигляді "Види-розріз" складних розрізів і складних за шрифтом.

Рис. 9 Класифікація розрізів

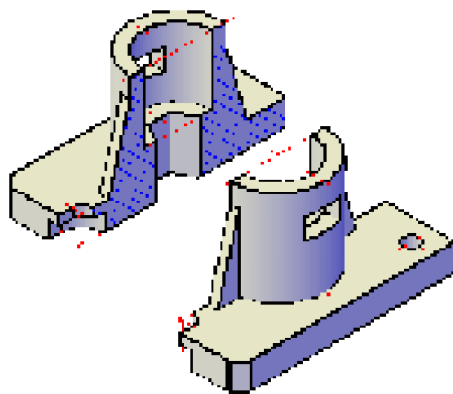


Рис.10 Розріз повздовжній; простий; фронтальний

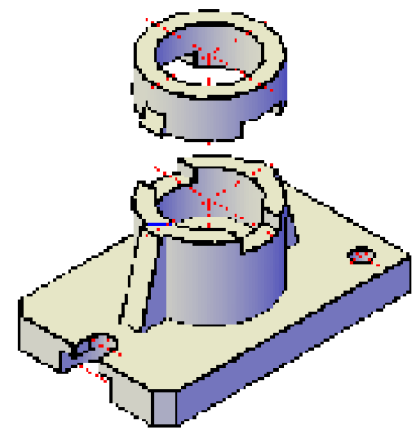


Рис.11 Розріз поперечний; простий; горизонтальний

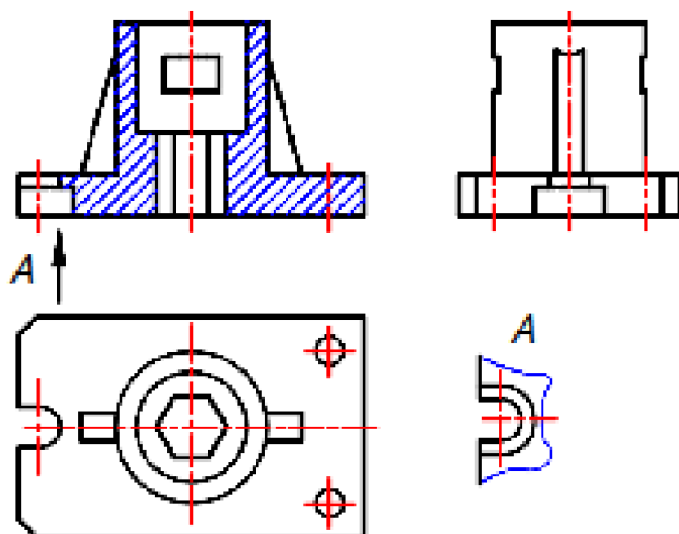


Рис.10а. Розріз повздовжній; простий; фронтальний; повний

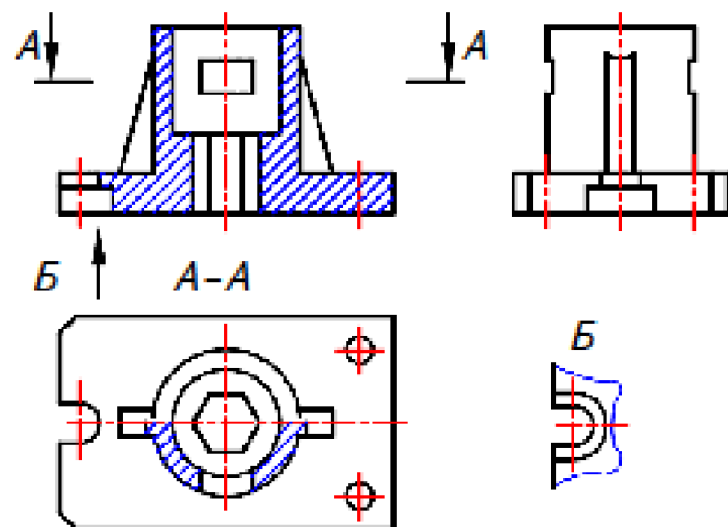


Рис.11а Розріз А-А поперечний; простий; горизонтальний; половина виду, половина розрізу

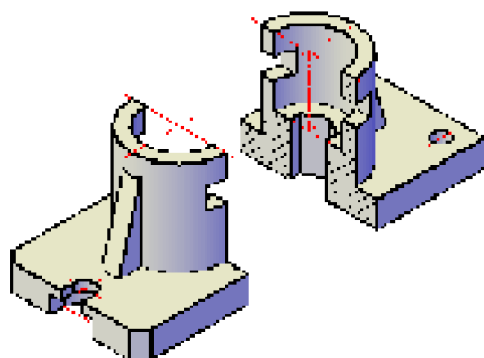


Рис.12 Розріз поперечний; простий; профільний

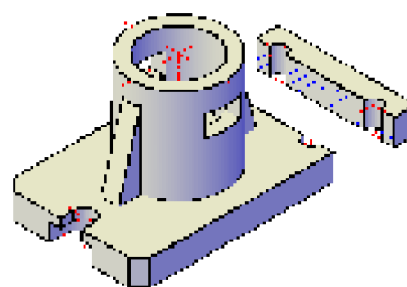


Рис.13 Розріз поперечний; простий; профільний

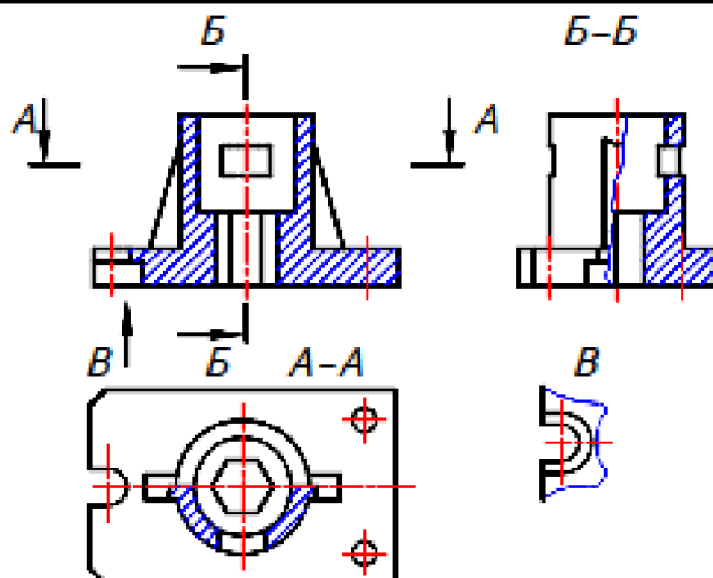


Рис.12а Розріз Б-Б поперечний; простий; профільний; половина виду, половина розрізу

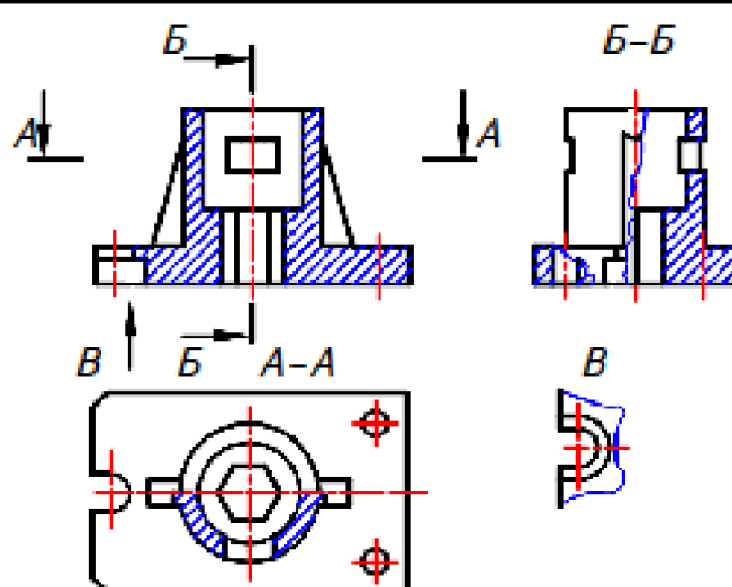


Рис.13а На виді зліва крім розрізу Б-Б виконано місцевий розріз (поперечний; простий; профільний)

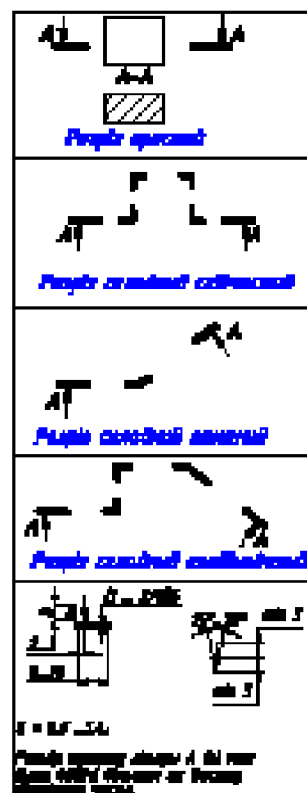


Рис.14. Позначення розрізів

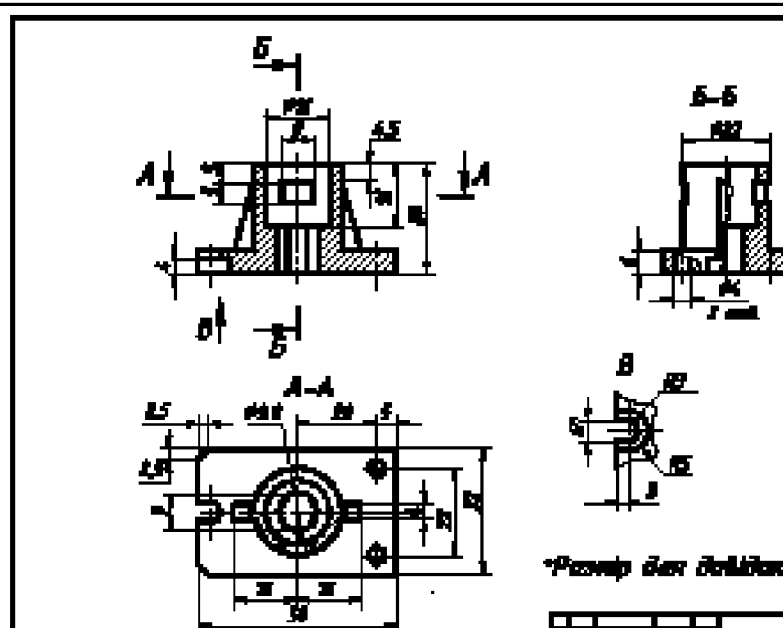


Рис.15 Приклад оформлення кресленика «Розрізи прості»

ET 72.398382.001	
Posipiso specim	21
	NTL 05A

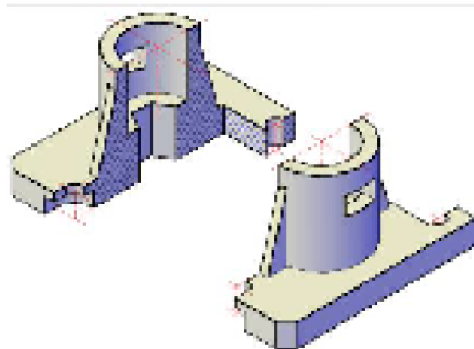


Рис.16 Розріз складний скідчастий

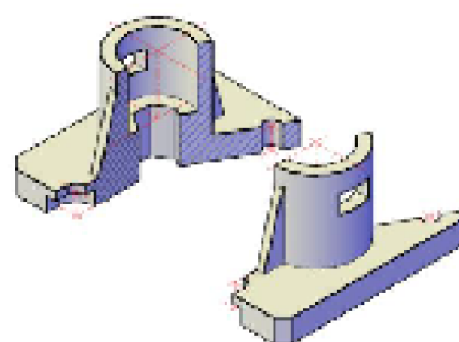


Рис.17 Розріз складний ламаний

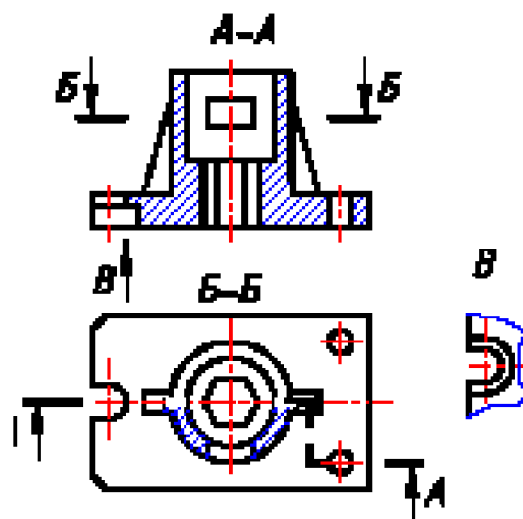


Рис.16а Розріз складний скідчастий

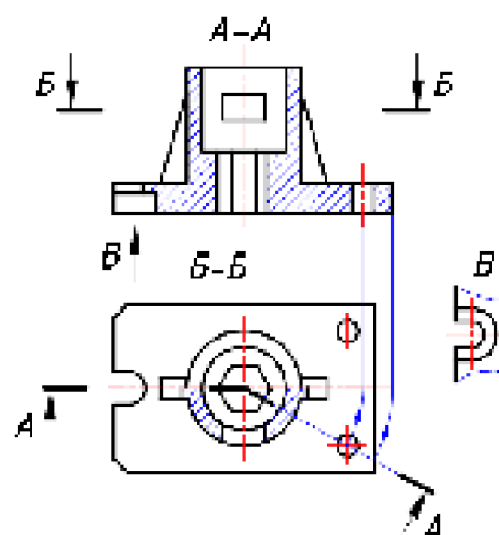


Рис.17а Розріз складний ламаний

1. Складні розрізи застосовують для зменшення кількості зображень (порівняти рис.15 та рис.18).

2. Складні розрізи завжди позначаються.

3. Перехід від однієї площини до іншої на самоту розрізі ніяк не відзначається.

4. При виконанні складного ламаного розрізу частину зображення, яка розташована в нахилений січній площині, уявно повертають до суміщення з вертикальною або горизонтальною площиною.

Частини предмету, які розташовані за такою площиною, проєкціюють без повороту.

5. Ламані розрізи, як правило, застосовують для деталей, зовнішні поверхні яких – циліндри або конуси, в інших випадках більш доцільним є застосування скідчастих розрізів.

Зауваження щодо виконання складних розрізів

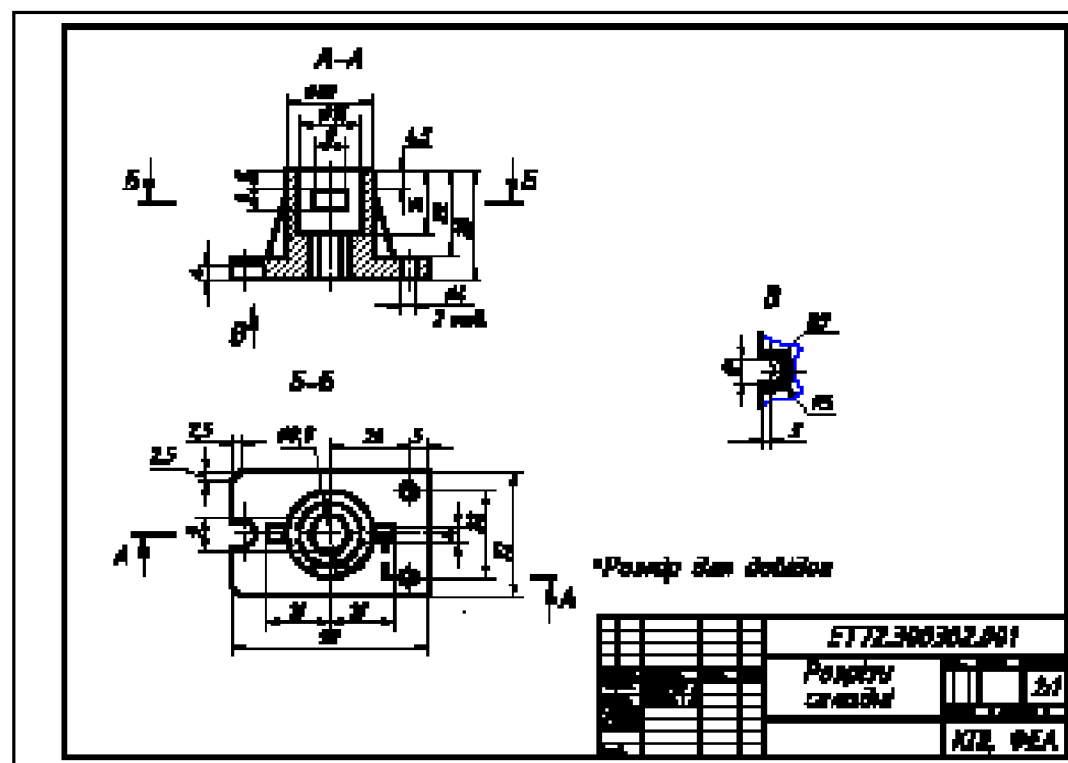


Рис. 18 Приклад оформлення креслення «Розрізи складні»

Тема: Зображення : види, розрізи, перерізи.

Завдання: виконати кресленик моделі (рис.1) за варіантами (таблиця 1). Зображення виконати в масштабі 2:1, на форматі А3. Розміри моделі вказані на рис.15; форма і параметри вертикальних отворів відрізняються за варіантами.

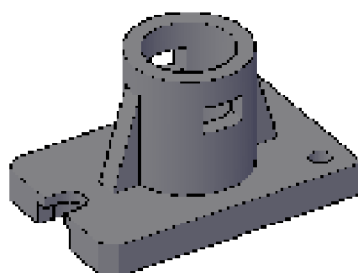


Рис.1

Таблиця 1

Завдання

№ вар.	Форма	Розміри, мм		Форма вертикальних отворів моделі
		d	D	
1	1	10	16	
2	2	8	18	
3	3	10	18	
4	4	12	18	
5	5	12	18	
6	6	10	16	
7	1	16	16	
8	2	10	18	
9	3	10	16	
10	4	10	18	
11	5	16	16	
12	6	8	15	
13	1	12	18	
14	2	10	16	
15	3	12	18	
16	4	10	16	
17	5	12	16	
18	6	10	18	
19	1	18	18	
20	2	8	15	
Приклад рис.15		9,8	16	

Затитання до теми

1. Як поділяють зображення залежно від їх змісту? Дайте їх визначення.
2. Які види називають місцевими?
3. Що таке розгинальна площина?
4. Як поділяють розрізи залежно від положення розгинальної площини?
5. Позначення розрізів, коли розрізи не позначаються?
6. Для чого застосовують перерізи на креслениках?
7. Чим відрізняються між собою винесений і накладений перерізи?

Основні зауваження до виконання завдання «Розрізи прості» :

- звернути увагу на проєкційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь предмета, особливо за варіантами з заданими шестигранними призматичними поверхнями;
- штриховка виконується однаковою на всіх зображеннях;
- висота великих літер позначки розрізів однакова на всіх зображеннях (7мм або 10мм);
- позначка простого розрізу не виконується, якщо січна площина співпадає з площиною симетрії предмету;
- звернути увагу на проведення розімкнених ліній та стрілок позначки розрізів, тобто товщину ліній, довжину, розташування;
- звернути увагу на оформлення простого розрізу на симетричному зображенні предмета, тобто треба виконати половину виду та половину розрізу;
- лінія розділу розрізу та виду виконується штрих-пунктирною тонкою лінією, яка збігається зі слідом площини симетрії предмета, але у випадку, коли з віссю симетрії збігається лінія видимого чи невидимого контуру предмета (наприклад, ребро), розріз від виду відділяється суцільною хвилястою лінією;
- відстань першої розмірної лінії від лінії контуру дорівнює $\text{min } 10\text{мм}$;
- відстань між розмірними лініями $\text{min } 7\text{мм}$ і витримується однаковою на всіх зображеннях кресленика;
- стрілки розмірних ліній однакові на всіх зображеннях кресленика та відповідають стандарту, тобто довжиною $\text{min } 2.5\text{мм}$ (на учбових роботах 5мм) та кутом $\text{max } 20^\circ$, але краще кут витримувати $12^\circ\text{-}15^\circ$;

- висота розмірних чисел однакова на всіх зображеннях і відповідає стандарту, тобто 3.5мм або 5мм;
- у випадку, коли кілька паралельних або концентричних розмірних ліній наносяться на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними слід розташовувати у шаховому порядку;
- звернути увагу на креслення позначки (зірочки) довідкового розміру;
- розташування технічних вимог (напис «Розміри для довідок», тощо) на кресленнику над основним написом на відстані min 12мм;
- розміри проставляються на всіх зображеннях;
- осьові лінії зображень та виносні лінії виступають на (1-5)мм за контурні лінії та стрілки розмірних ліній відповідно.

Завдання: виконати кресленик «Розрізи складні» за варіантами (табл.1-4).

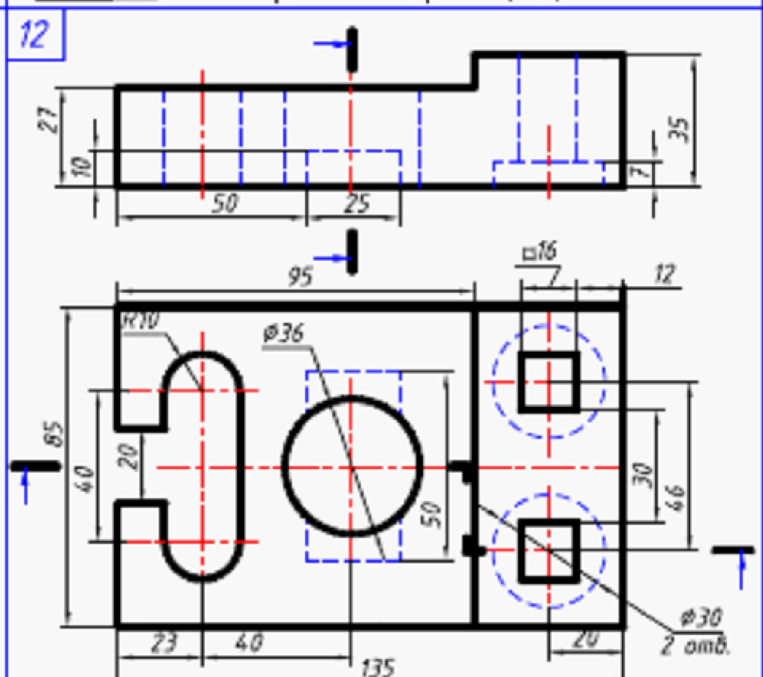
Зображення виконати на форматі А3 в масштабі 1:1 [1].

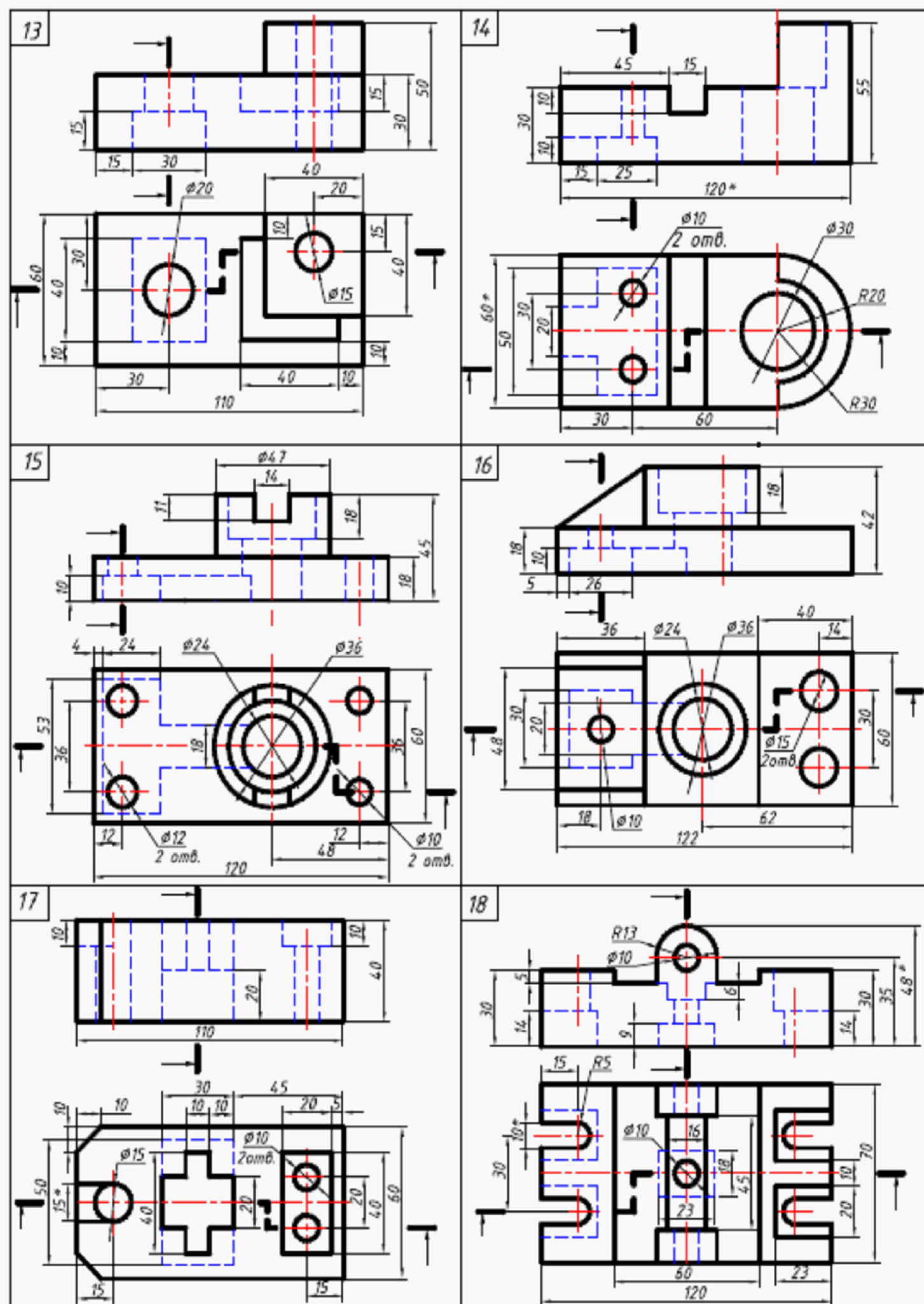
Послідовність виконання кресленика «Розрізи складні»

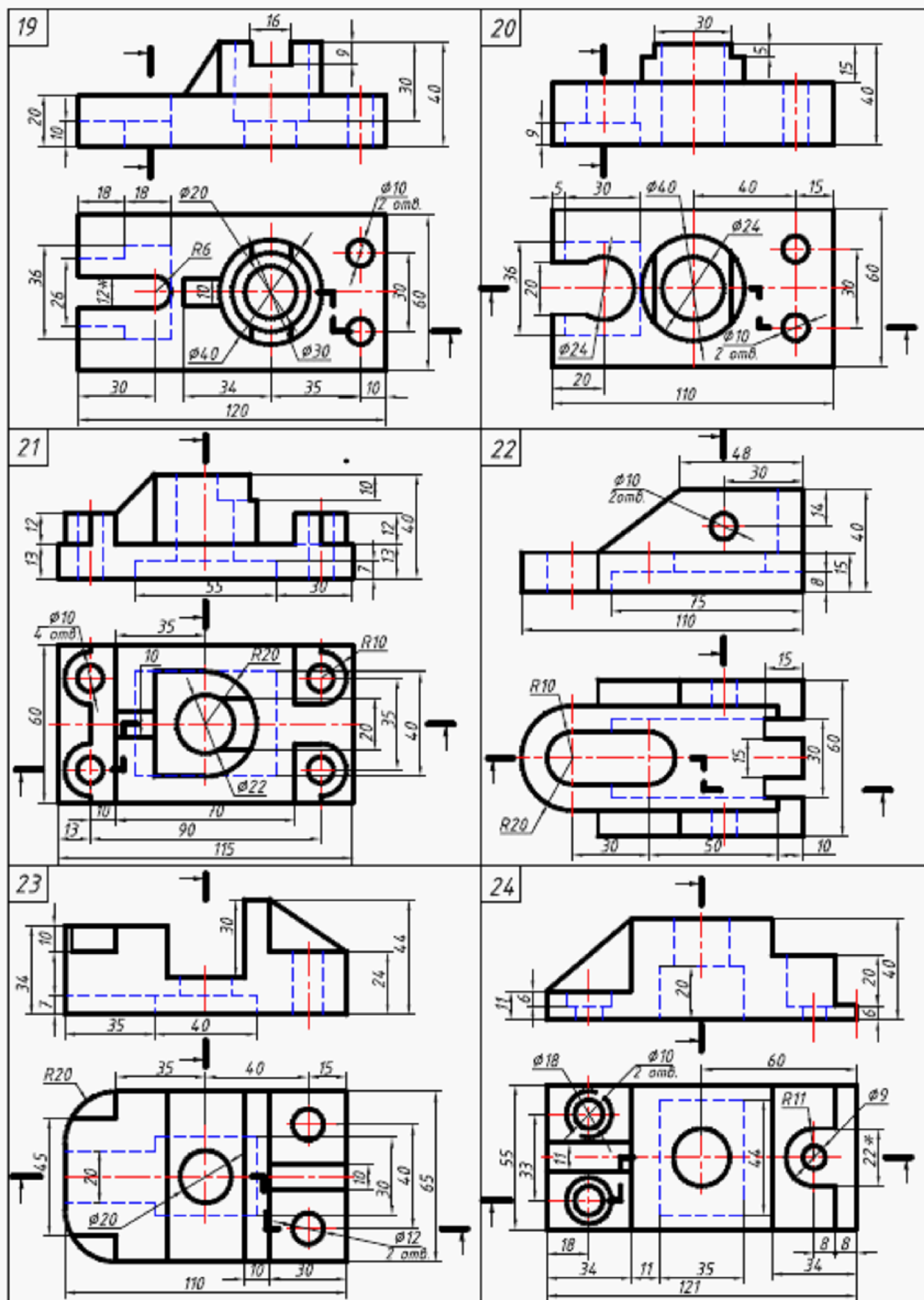
1. Виконати за розмірами варіанту зображення заданих двох видів моделі.
2. За двома видами побудувати вид зліва (див. рис.4 та рис.5).
3. На головному виді виконати заданий складний розріз.
4. На виді зліва виконати заданий простий розріз..
5. Нанести розміри та позначення розрізів.
6. Заповнити основний напис та при необхідності записати технічні вимоги.

Запитання до теми

1. Як поділяють розрізи складні?
2. Як позначають розрізи складні?







Основні зауваження до виконання завдання «Розрізи складні» :

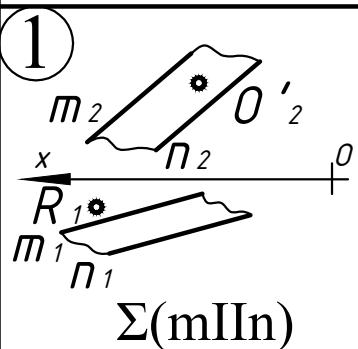
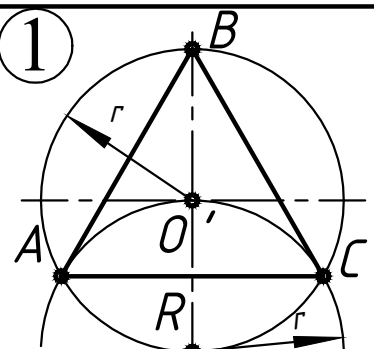
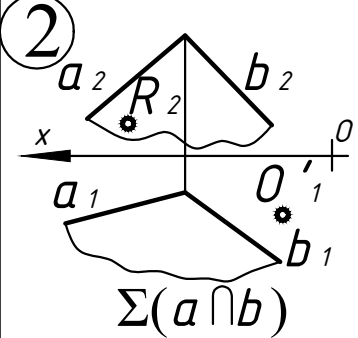
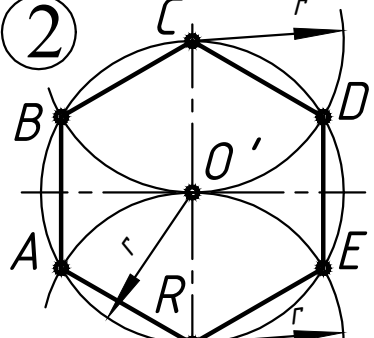
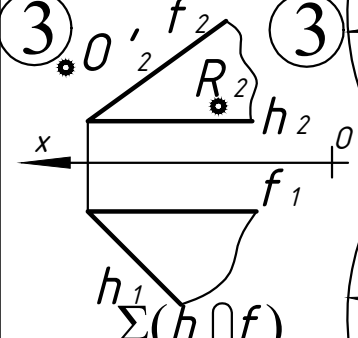
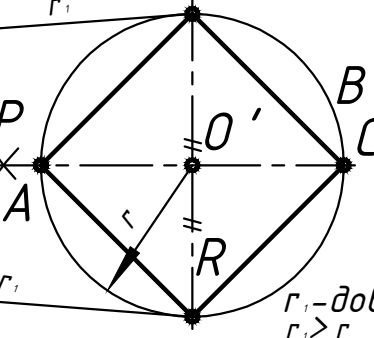
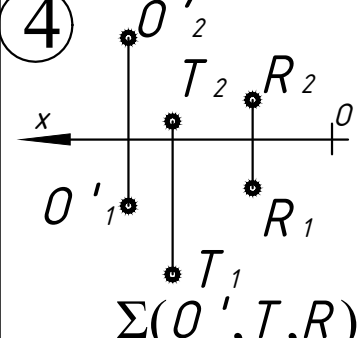
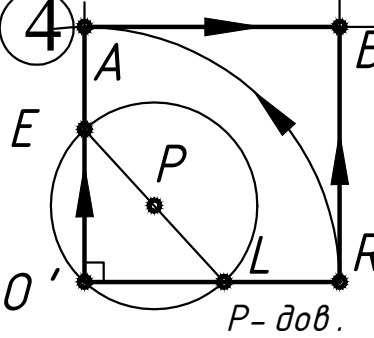
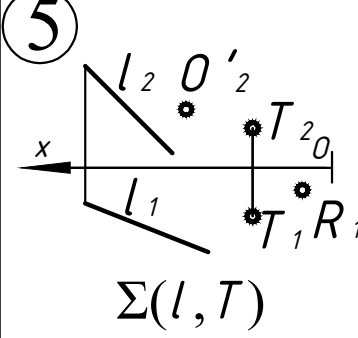
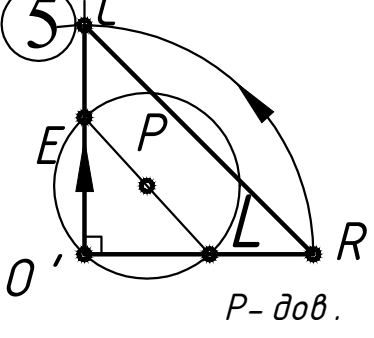
- звернути увагу на проекційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь предмета;
- на зображеннях не повинні залишатися штрихові лінії невидимого контуру;
- складний розріз виконується на місті головного виду предмета та лінію переходу від однієї січної площини до іншої не показують;
- штриховка виконується однаковою на всіх зображеннях;
- висота великих літер позначки розрізів однакова на всіх зображеннях (7мм або 10мм);
- позначка простого розрізу не виконується, якщо січна площина співпадає з площиною симетрії предмету;
- звернути увагу на проведення розімкнених ліній та стрілок позначки розрізів, тобто товщину ліній, довжину, розташування;
- звернути увагу на оформлення простого розрізу на симетричному зображенні предмета, тобто треба виконати половину виду та половину розрізу;
- лінія розділу розрізу та виду на зображенні виконується штрих-пунктирною тонкою лінією, яка збігається зі слідом площини симетрії предмета, але у випадку, коли з віссю симетрії збігається лінія видимого чи невидимого контуру предмета (наприклад, ребро), розріз від виду відділяється суцільною хвилястою лінією;
- відстань першої розмірної лінії від лінії контуру дорівнює $\min 10\text{мм}$;
- відстань між розмірними лініями $\min 7\text{мм}$ і витримується однаковою на всіх зображеннях кресленика;
- стрілки розмірних ліній однакові на всіх зображеннях кресленика та відповідають стандарту, тобто довжиною $\min 2.5\text{мм}$ (на учбових роботах 5мм) та кутом $\max 20^\circ$, але краще кут витримувати $12^\circ\text{-}15^\circ$;
- висота розмірних чисел однакова на всіх зображеннях і відповідає стандарту, тобто 3.5мм або 5мм ;
- у випадку, коли кілька паралельних або концентричних розмірних ліній наносяться на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними слід розташовувати у шаховому порядку;
- звернути увагу на креслення позначки (зірочки) довідкового розміру;
- розташування технічних вимог (напис «Розміри для довідок», тощо) на кресленику над основним написом на відстані $\min 12\text{мм}$;
- розміри проставляються на всіх зображеннях;
- осьові лінії зображень та виносні лінії виступають на $(1\text{-}5)\text{мм}$ за контурні лінії та стрілки розмірних ліній відповідно.

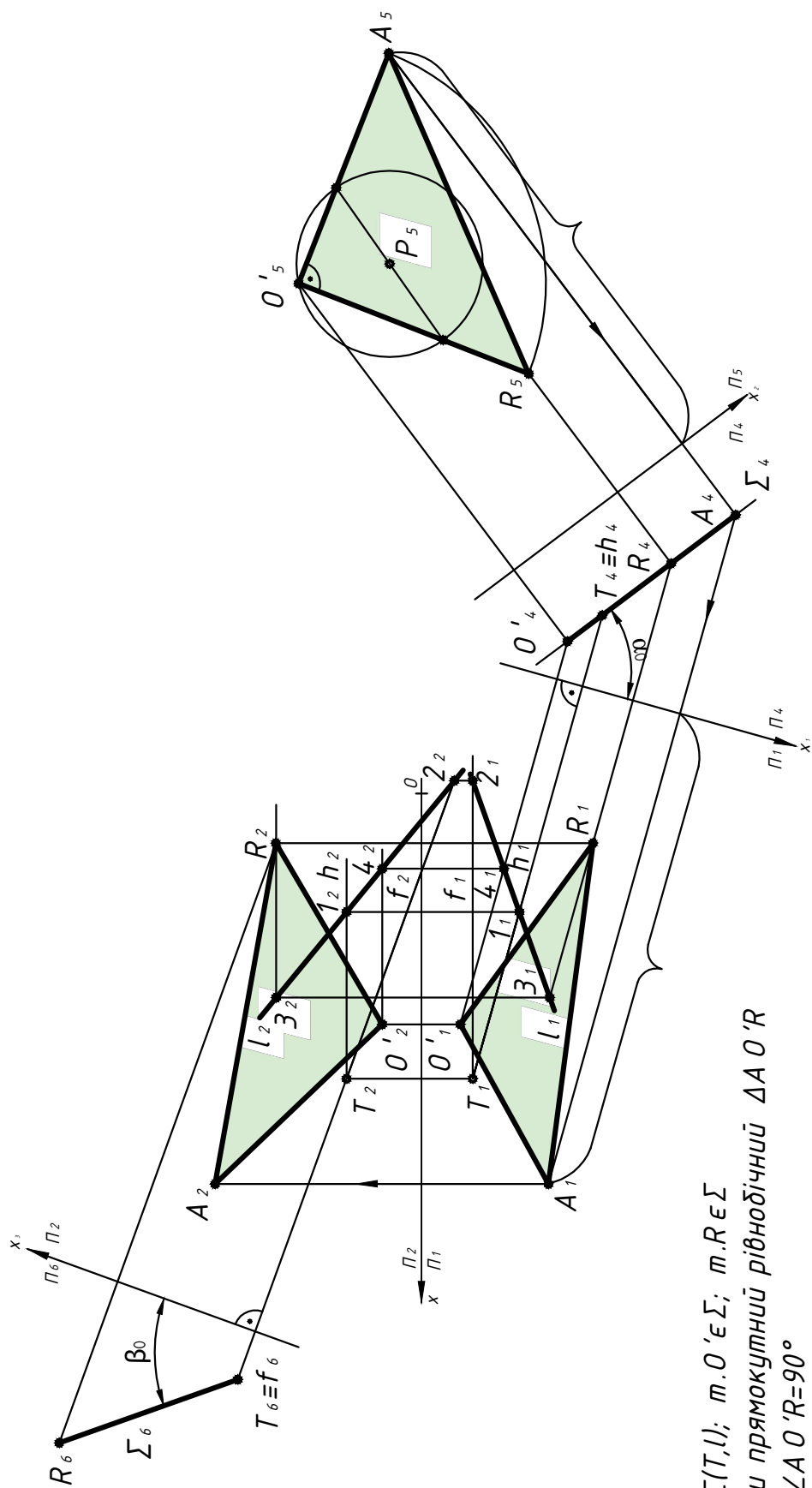
Завдання на розрахунково - графічну роботу № 1 (Енюр № 1)

В площині Σ (рис.1) побудувати геометричну фігуру (рис.2) згідно варіанту.

Визначити кути нахилу площини Σ до площин проєкцій Π_1 та Π_2 .

Умову рис.1 збільшити у 2... 4 рази.

Варіант	Рис.1	Рис.2	Рис.1	Рис.2
1	1	5	①  $\Sigma(m_1 \cap m_2)$	① 
2	2	4	②  $\Sigma(a_1 \cap a_2)$	② 
3	3	3	③  $\Sigma(f_1 \cap f_2)$	③ 
4	4	5	④  $\Sigma(h_1 \cap h_2)$	④ 
5	5	4	⑤  $\Sigma(T_1 \cap T_2)$	⑤ 



Дано: $пл. \Sigma(T, l); m.O' \in \Sigma; m.R \in \Sigma$
 Побудувати прямокутний рівнобічний $\Delta A O' R$
 $A O' \perp O' R, \angle A O' R = 90^\circ$
 Визначити кути нахилу Σ до Π_1 та Π_2

План:

- 1). $x \Pi_2 / \Pi_1 \rightarrow x_1 \Pi_1 / \Pi_4; \Pi_4 \perp h_1; \Pi_4 \perp \Pi_1; \alpha = 53^\circ$
- 2). $x_1 \Pi_1 / \Pi_4 \rightarrow x_2 \Pi_4 / \Pi_5; \Pi_5 \parallel \Sigma_4;$
- 3). $x_2 \Pi_4 / \Pi_5 \rightarrow x_3 \Pi_2 / \Pi_6; \Pi_6 \perp t_2; \Pi_6 \perp \Pi_2; \beta = 37^\circ$

ПБ 91.270302.004									
Елюр № 1									
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис.	Дата	Лист.	Маса.	Масшт.	1:1	
Розроб.	Тордатенко				Арх.	Арх.	Арх.	ПБФ, 1 курс	
Перев.									
Текст.									
Нконтр.									
Затв.	Лазарчук								

Запитання до теми

1. Який метод є основою нарисної геометрії?
2. Що таке комплексний рисунок точки?
3. Що таке визначник прямої, площини?
4. Як визначити належність точки та прямої площині?
5. Як поділяють прямі та площини за положенням відносно площин проекцій?
6. Які особливості способу перетворення площин проекцій?
7. Які основні модулі способу заміни площин проекцій?

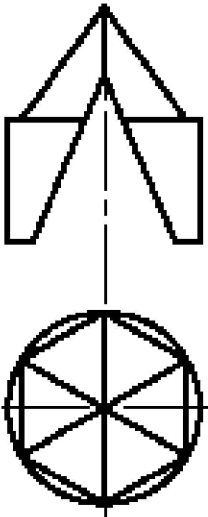
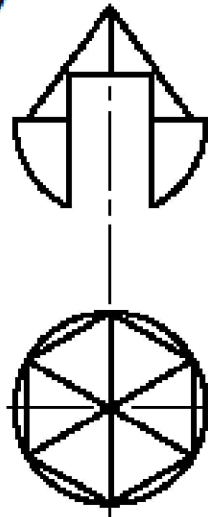
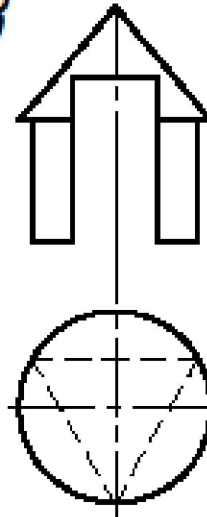
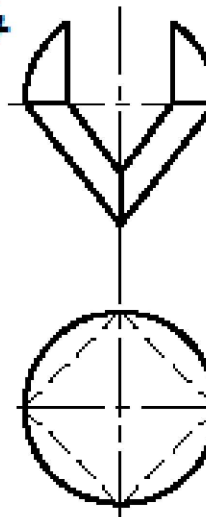
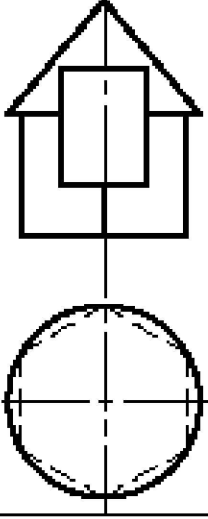
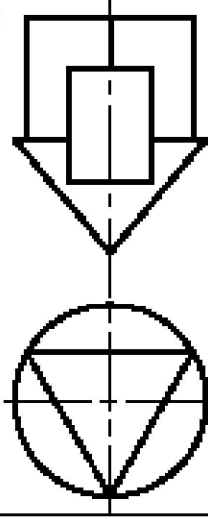
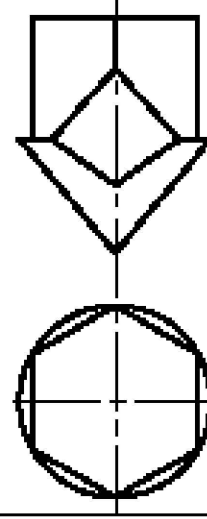
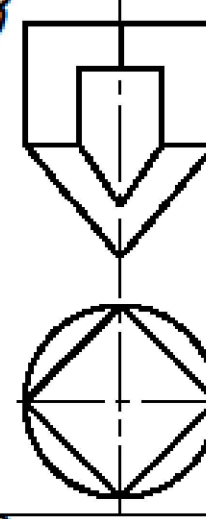
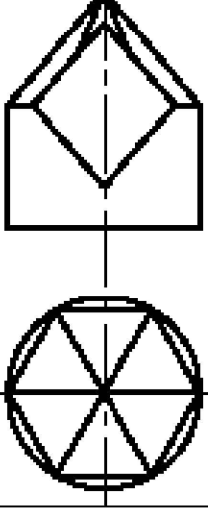
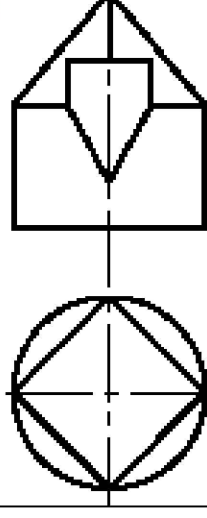
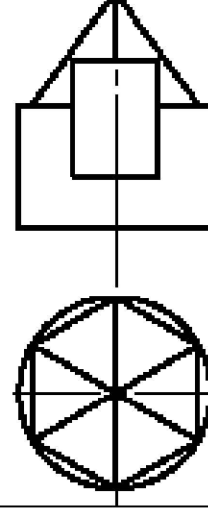
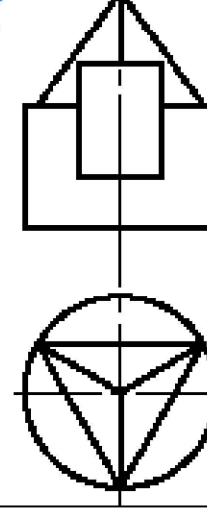
Основні зауваження до виконання епюра № 1:

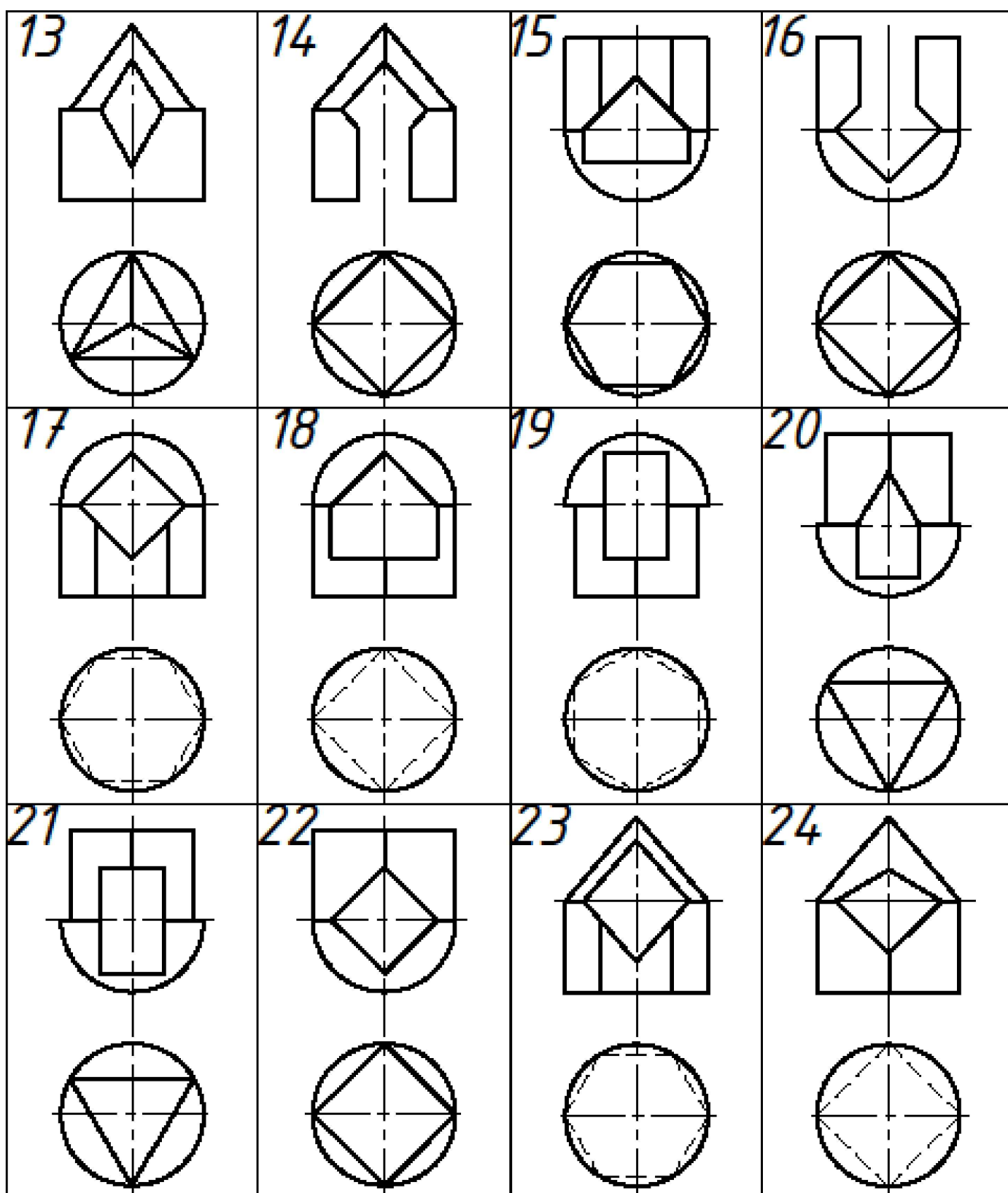
- неправильно задана вісь X основних площин проекцій (треба посередині), щоб провести інші побудови без ускладнень;
- не витримуються на кресленику співвідношення геометричних елементів завдання (паралельність, кути між проекціями прямих, відстань між однойменними проекціями заданих точок O' та R тах 20 мм тощо);
- не підписані всі робочі точки та прямі f та h побудов (шрифт 5мм);
- лінії зв'язку не перпендикулярні осям площин проекцій X_1, X_2, X_3 (непаралельні між собою);
- не підписані осі системи площин проекцій та кути нахилу заданої площини до основних площин проекцій;
- умова завдання та план перетворення площин проекцій записують на кресленику шрифтом 7мм або 5 мм;
- точність побудов в новій системі площин проекцій геометричного об'єкту залежить від точності вимірювання та відкладання координат точок, за якими будуються нові проекції об'єкту;
- результат побудов виконується товстою суцільною лінією, всі інші лінії та написи тонкою лінією.

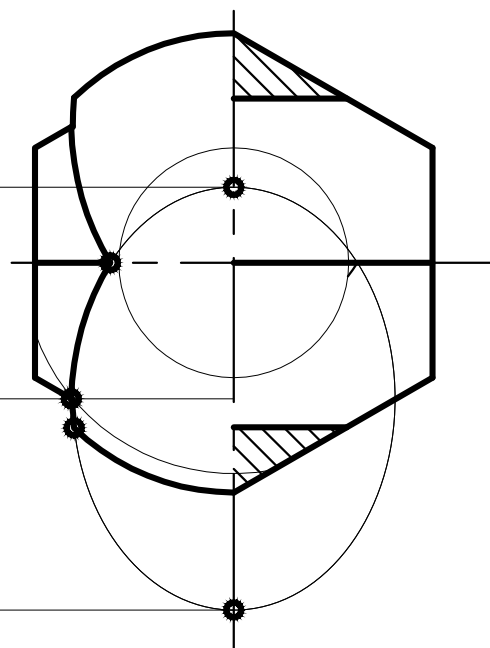
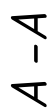
Завдання на розрахунково - графічну роботу № 2 (Енюр № 2)

Побудувати проєкції заданого геометричного тіла згідно варіанту.

Умову збільшити у 2... 4 рази.

1 	2 	3 	4 
5 	6 	7 	8 
9 	10 	11 	12 





ПБ 91.270302.004

ЕПЮР № 2

[illegible]

Запитання до теми

1. Що називають поверхнею?
2. Які існують способи задання поверхонь?
3. Як задають визначник поверхні?
4. Як класифікують поверхні?
5. Наведіть алгоритм побудови проекцій точки, яка належить поверхні?
6. Яку фігуру називають перерізом?
7. Наведіть алгоритм побудови фігури перерізу поверхні площиною?
8. Які точки перерізу називають характерними?
9. Від чого залежить форма перерізу поверхні площиною?
10. Яку форму має переріз багатогранника?
11. Як розташовані січні площини, що в перерізі конуса утворюють трикутник, гіперболу, параболу?
12. Наведіть алгоритм побудови лінії перетину двох поверхонь (одинарне проникання)?

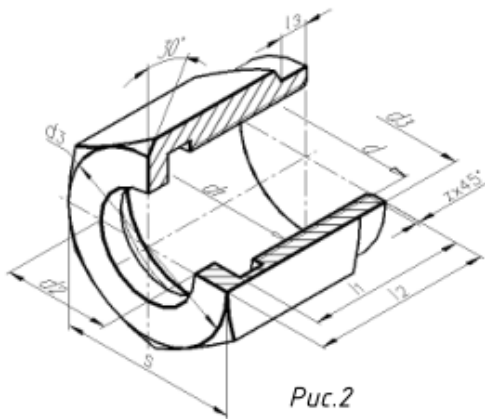
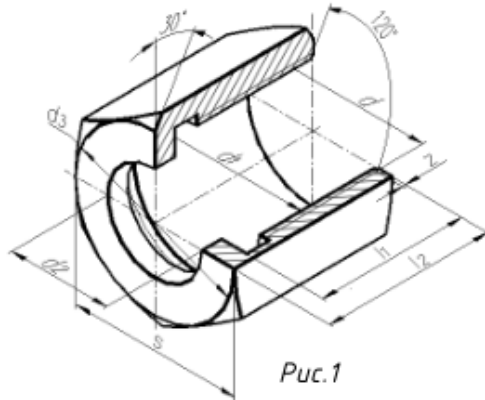
Основні зауваження до виконання епюра №2 :

- звернути увагу на проекційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь, особливо виду зліва, завдання за варіантом;
- мінімальна відстань між зображеннями на кресленику 40 мм;
- мінімальна відстань зображень від ліній рамки кресленика 30 мм;
- висота зображення на головному виді 90 -100 мм , діаметр 80 – 90 мм;
- звернути увагу на точність виконання зображень умови завдання, тобто витримати співвідношення геометричних елементів: паралельність, перпендикулярність, пропорції тощо;
- показати тонкими лініями на кресленику алгоритм побудови лінії перерізу поверхонь;
- виділити характерні точки колом діаметром 1 -2 мм;
- показати тонкими лініями побудову кривих ліній перерізу (дуг еліпсів, гіпербол, парабол, кіл);
- штриховка виконується однаковою на всіх зображеннях;
- висота великих літер позначки розрізів однакова на всіх зображеннях (7 мм або 10 мм);

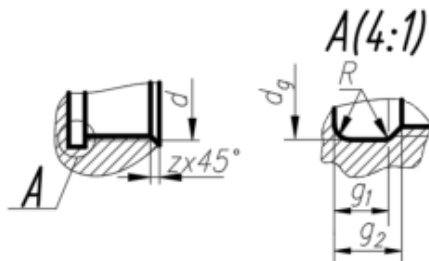
Тема: Робочий кресленник деталі з наріззю

Завдання: виконати кресленник деталі «Гайка накидна», на форматі А3,
в масштабі 2:1, згідно варіанту (таблиця 1).

Матеріал: сталь вуглецева звичайної якості (Ст3 ДСТУ 2651:2005)



Проточка для внутрішньої метричної
нарізці ДСТУ ГОСТ 27148:2008



Таблиця 4 Розміри проточки (мм)

Крок нарізці, p	g, не менше		g, не більше		d ₉	R	z
	норм.	вуз.	норм.	вуз.			
1	4,0	2,5	5,2	3,7	d+0,5	0,6	1
1,5	6,0	3,8	7,8	5,6		0,8	1,6
2	8,0	5,0	10,3	7,3		1,0	2
3	12,0	7,5	15,2	10,7		1,6	2,5

Таблиця 1

Завдання (мм)

Номер вар.	№ рис.	s	D*	d	d ₂	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃
1	11	50	57,7	M45x2	30	50	44	50	8
2	12	30	34,6	M24**	15	28	27	30	5
3	13	36	41,6	M30x1,5	20	36	30	35	—
4	14	46	53,1	M42x2	30	44	46	50	—
5	15	41	47,3	M33x2	27	38	42	46	6
6	16	46	53,1	M39x2	25	46	40	45	8
7	17	50	57,7	M45x1,5	35	50	40	45	—
8	18	41	47,3	M36x1,5	25	40	36	40	—
9	19	32	37	M27**	16	32	32	35	5
10	20	36	41,6	M30x2	20	34	36	40	6

**Крок нарізці 3

Розміри S "під ключ" та
діаметри D*кіл, описаних
навколо шестикутників
ДСТУ ГОСТ 2839:2008

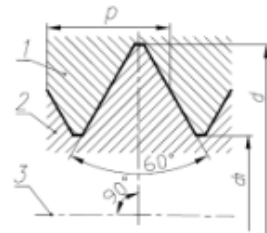
Таблиця 2

S	30	32	36	41	46	50
D* не менше	33	35	39,6	45,2	50,9	56,1

$$D^* = S / 0,866$$

Нарізь метрична ГОСТ 24705-2004

Основні розміри

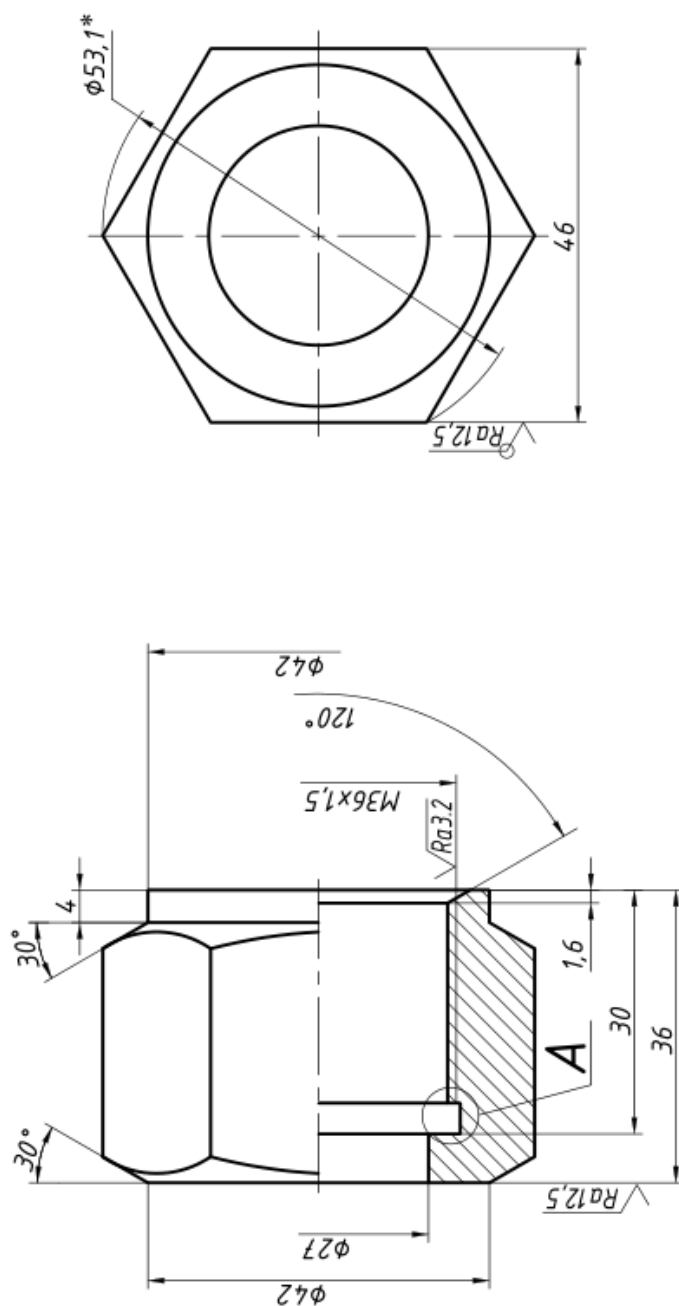


1 — внутрішня нарізь;
2 — зовнішня нарізь;
3 — вісь нарізці;
d — номінальний
зовнішній діаметр
внутрішньої нарізці;
d₂ — номінальний
внутрішній діаметр
внутрішньої нарізці.

Таблиця 3 Розміри діаметрів нарізці (мм)

d	d ₁				
	Крок нарізці, p				
	3,5	3	2	1,5	1
M24		20,752	21,835	22,376	22,917
M27		23,752	24,835	25,917	25,917
M30	26,211	26,752	27,835	28,376	28,917
M33	29,211	29,752	30,835	31,376	31,917
M36		32,752	33,835	34,376	34,917
M39		35,752	36,835	37,376	37,917
M42		38,752	39,835	40,376	40,917
M45		41,752	42,835	43,376	43,917

$\sqrt{Ra6.3}$



A(5:1)

* Розмір для довідок

П091.010303.001				Лист 1		Лист 2	
Гайка накидна				Маса		2:1	
СтЗ ДСТУ 2651:2005				Діаметр		Діаметр 1	
КПІ ім.Гора Сікорського				Діаметр		Діаметр 1	
Діаметр				Діаметр		Діаметр 1	
Розроб.				Листок		Листок	
Перевір.				Листок		Листок	
Т.контр.				Листок		Листок	
Н.контр.				Листок		Листок	

Запитання до теми

1. Які дані має містити кресленик деталі?
2. Які вимоги до зображень деталі на робочому кресленнику?
4. Які основні вимоги до нанесення розмірів на кресленнику деталі?
5. Що таке технологічні, конструкторські та вимірювальні бази деталі?
6. У чому полягає особливість нанесення розмірів на креслениках деталей, які обробляють спільно?
7. У чому полягає загальне правило позначення матеріалів на креслениках?
8. Що таке шорсткість поверхні?
9. Як на кресленнику позначають шорсткість поверхонь?
10. Чим відрізняється ескіз деталі від її робочого кресленника?
11. Які особливості вибору головного виду деталі з наріззю на кресленнику?
12. Як зображують фаски на призматичній поверхні?
13. Що таке розмір «під ключ»?
14. Що таке рифлення?
15. Як визначаються розміри фасок ?

Основні зауваження до виконання робочих креслеників деталей з наріззю:

- звернути увагу на зображення нарізі, тобто тонка лінія нарізі перетинає фаску та її діаметр відповідає стандартному розміру за ГОСТ 24705-2004 відповідно заданим номінальному діаметру та кроку ;
- нанесення розміру нарізі на кресленнику (для зовнішньої – між контурними лініями; для внутрішньої - між тонкими лініями нарізі);

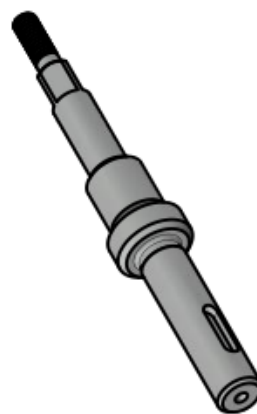
- на зображенні форми проточки на виносному елементі є лінії і тонкі, і товсті й розташування їх та нанесення розмірів за ДСТУ ГОСТ 27148:2008 (особливо звернути увагу на положення розмірів радіусів);
- висота літер і цифр масштабу позначки виносного елемента однакові з аналогічними позначками на основних зображеннях кресленика (7мм або 10 мм);
- знаки шорсткості на зображеннях однакові і відповідають стандарту ГОСТ 2789-73;
- звернути увагу на розташування, розміри і товщину ліній позначки однакової шорсткості більшості поверхонь деталі (на відстані 5...10 мм від ліній рамки кресленика в правому верхньому куті; основний знак в 1.5 рази більше знаку в дужках, який є такий самий що на основних зображеннях деталі);
- зображення фасок на призматичних поверхнях дугами гіпербол, для яких положення вершин зазначається діаметром фаски;
- розмір «під ключ» відповідає стандартному ряду за ДСТУ ГОСТ 2839:2008;
- розмір « під ключ» стає довідковим (виконується зірочка, конструкція якої відповідає стандарту на шрифти ГОСТ 2.304 – 81), якщо дорівнює розміру діаметра фаски на призматичній поверхні;
- діаметр описаного кола навколо призматичної поверхні – габаритний розмір є довідковим, якщо його можна розрахувати;
- розташування технічних вимог (напис «Розміри для довідок», тощо) на кресленику над основним написом на відстані min 12мм.

Technical drawing of a bolt with the following dimensions and callouts:

- Callouts: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
- Dimensions: \varnothing , h , 40, d_2 , 25, εp , 6, 50, 10, s_p

Таблиця 1. Завдання. Розміри мм.

Борис	Борис	d_1	l_1	d_2	d_3	d_4	d_5
1	16	$M6 \times 0,75$	16	10	15	20	12
2	17	$M8 \times 1$	20	14	20	25	14
3	18	$M12 \times 1,25$	25	18	20	26	18
4	19	$M16 \times 1,5$	25	22	26	32	24
5	20	$M12 \times 0,75$	25	18	25	34	22
6	21	$M10 \times 1,25$	20	16	22	25	16
7	22	$M10 \times 1$	20	16	25	30	20
8	23	$M14 \times 1,5$	30	20	25	30	18
9	24	$M12 \times 1$	25	16	18	22	12
10	25	$M8 \times 0,75$	20	14	18	22	14
11	26	$M16 \times 1$	28	20	24	30	22
12	27	$M14 \times 1,25$	25	20	24	30	20
13	28	$M12 \times 1,5$	25	18	22	26	20
14	29	$M10 \times 0,75$	20	16	22	30	16
15	30	$M14 \times 1$	25	20	26	32	24



1. *Отвір центровий.*
2. *Хвостовик валу.*
3. *Фаска.*
4. *Галтель.*
5. *Канавка для виходу шліфувального кругу.*
6. *Паз під призматичну шпонку.*
7. *Поверхня нарізів (з недорізами).*
8. *Буртик.*

Робочий кресленник деталі типу "Вал". Довідкові таблиці.

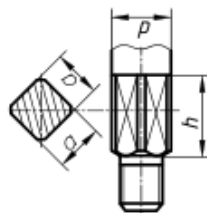
- 1 Центрові отвори (ДСТУ ГОСТ 14034:2008)



Таблиця 1 Розміри, мм

D	14	20	30	40
d	2,5	3,15	4	5

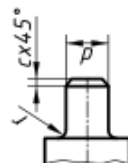
- 2 Хвостовики валів ДСТУ ГОСТ 9523:2008



Таблиця 2 Розміри, мм

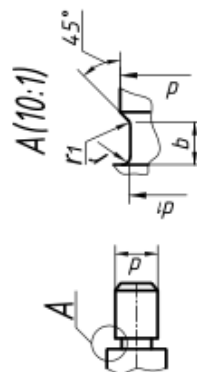
d	10	14	16	18	20	25
d1	8	11,2	12,5	14	16	20
h	12	14	16	18	20	24

- 3,4 Фаски та скруглення ГОСТ 10948-64*



Рекомендується вибирати
 $r \leq 0,1d$; $c \leq 0,1d$
 з ряду розмірів
 (0,5); 0,6; (0,8); 1; (1,2); 1,6; (2,0); 2,5; (3); 4; (5); 6...

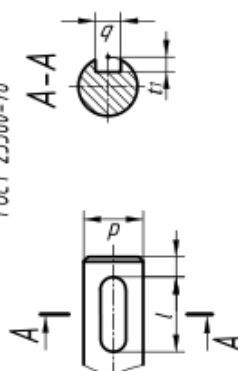
- 5 Канавка для виходу шліфувального круга ГОСТ 8820-69



Таблиця 5 Розміри, мм

b	d	r	r1	d1
3	10 E 50	1	0,5	d-0,5

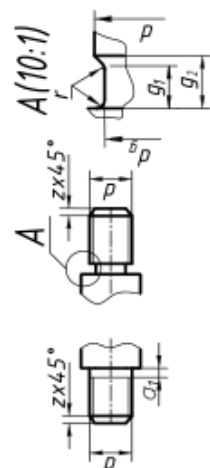
- 6 Паз під призматичну шпонку ГОСТ 23360-78



Таблиця 6 Розміри, мм

d	10 E 12	12 E 17	17 E 22	22 E 30
b	4	5	6	8
t1	2,5	3,0	3,5	4,0
l*	8 E 4,5	10 E 5,6	14 E 7,0	18 E 9,0

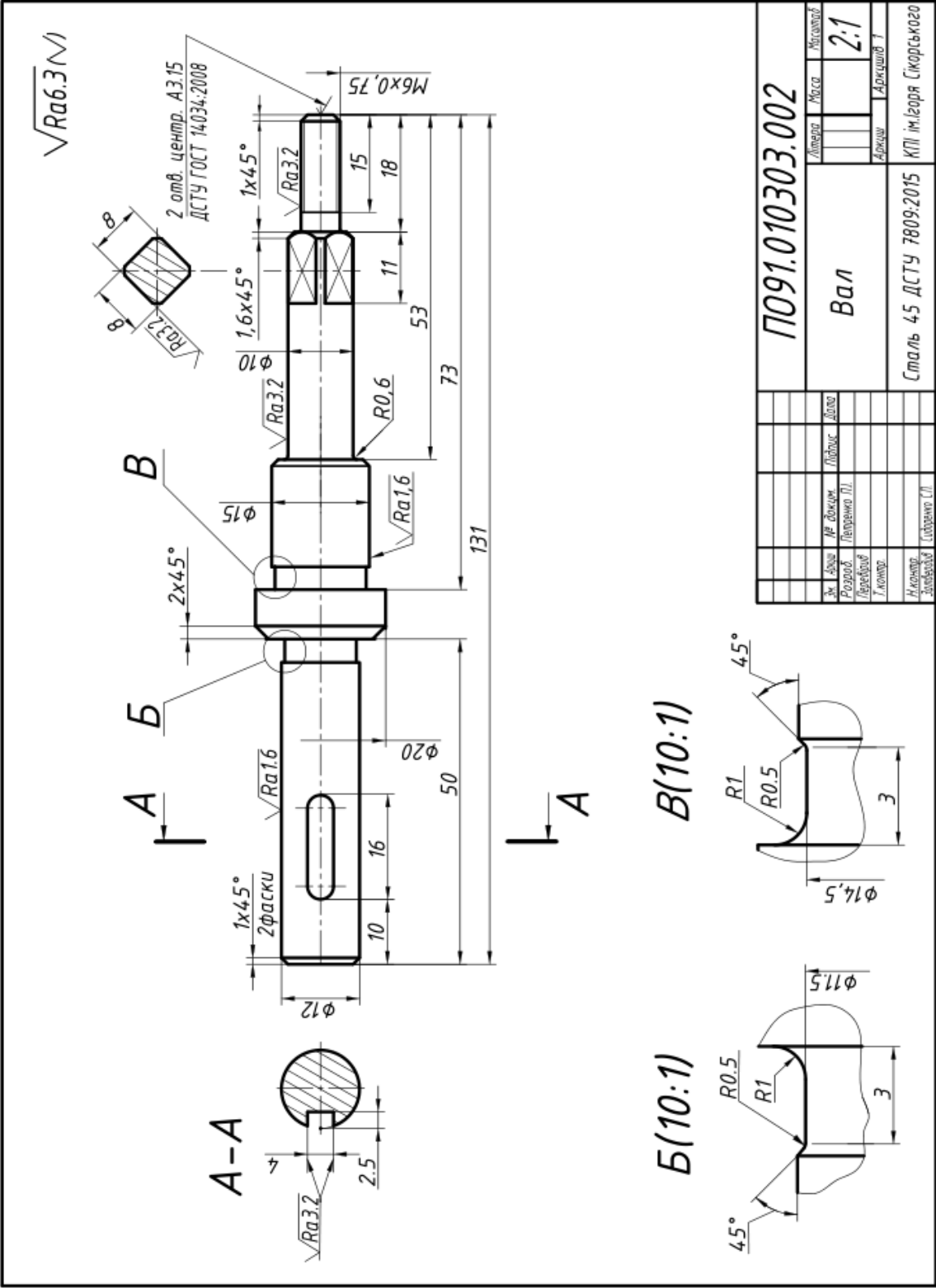
- 7 Недоріз, проточка для зовнішньої метричної нарізі ДСТУ ГОСТ 27148:2006



Таблиця 7 Розміри, мм

P	d1	d	g1	g2	r	z
0,75	2,25	d-1,2	1,2	2,25	0,4	1,0
1	3	d-1,6	1,6	3,0	0,6	1,0
1,25	3,75	d-2	2,0	3,75	0,6	1,6
1,5	4,5	d-2	2,5	4,5	0,8	1,6

*Довжини шпонок пазів слід вибирати з ряду:
 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45...



Запитання до теми

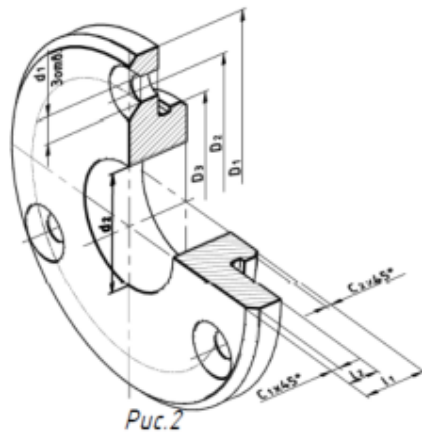
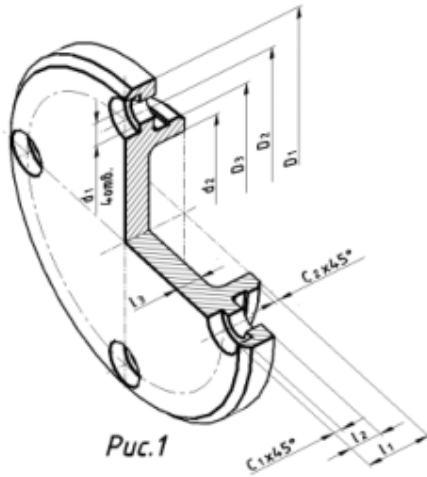
1. Яку деталь називають валом?
2. Особливості розташування валу на головному виді?
3. Що таке центровий отвір? Як зображуються та позначаються центрові отвори на кресленнику?
4. Що таке лиска, хвостовик валу?
5. Що таке галтель?
6. Як визначаються фаски та галтелі валу?
7. Що таке виносний елемент та особливості його виконання на кресленнику?
8. Що таке канавка для виходу шліфувального круга? Особливості зображення канавок на кресленнику.
9. Як визначають розміри канавок для виходу шліфувального круга?
10. Що таке шпонковий паз? Зображення шпонкового пазу на кресленнику.
11. Як визначають розміри шпонкового пазу?
12. Особливості зображення зовнішньої нарізаної поверхні на валу?
13. Які елементи валу є конструктивними?
14. Які елементи валу є технологічними?
15. Які особливості нанесення розмірів валу на робочому кресленнику?
16. Як визначають шорсткість поверхонь валу?

Основні зауваження до виконання робочого кресленика деталі типу «вал»:

- неправильне розташування осі головного виду валу на полі формату, що не дає можливості оформити кресленик за основними правилами відповідно стандартам (нанести розміри, виконати необхідні позначки тощо);
- штриховка на всіх зображеннях кресленика однакова, якщо напрям штриховки збігається з напрямом лінії контуру, кут штриховки 45° змінюється на 30° або 60° ;
- зображення перерізів та виносних елементів розташовується на кресленнику якомога ближче до місць положення відповідних технологічного, конструктивного елемента деталі або січної площини;
- симетричні перерізи краще розташовувати вздовж лінії сліду-проекції січної площини;
- витримувати на кресленнику однакові розміри позначки перерізів, розрізів, виносних елементів;
- позначення шорсткості поверхонь пазів під шпонку виконуються на зображеннях відповідних перерізів;
- звернути увагу на позначку центрових отворів (положення та розміри позначки, виносна лінія не перетинає жодної лінії);
- зображення виносних елементів відповідають зображенням цих елементів у відповідних стандартах і виконуються за стандартними розмірами в збільшеному масштабі;
- звернути увагу на розміри фасок, як правильно їх обирати.

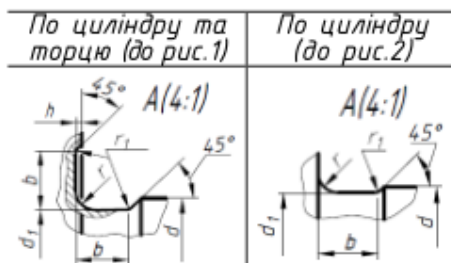
Тема: Робочий кресленик деталі «Кришка»

Завдання: виконати кресленик деталі «Кришка» згідно варіанту (таблиця 1).
Матеріал: чавун СЧ15 ГОСТ 1412-85



Канавки для виходу шліфувального
кругу за ГОСТ 8829-69

Шліфування



Таблиця 4 Розміри канавок					
b	d	h	r	r ₁	d ₁ **
3	10E50	0,3	1	0,5	d-0,5
5	50E100	0,5	1,6	0,5	d-1

** в завданні, d=D₃

Таблиця 1 Завдання (мм)

Номер вар.	№ рис., вид отв. (рис.3)	D ₁	D ₂	D ₃	l ₁	l ₂	l ₃	d ₂	d ₁ *
1	11	1,а	110	86	64	20	10	8	52
2	12	2,б	100	76	62	20	10	-	50
3	13	2,а	94	72	60	18	10	-	48
4	14	1,б	95	78	60	18	10	6	50
5	15	1,а	86	70	52	16	8	6	44
6	16	2,а	66	50	42	14	8	-	32
7	17	2,б	64	48	40	12	6	-	25
8	18	1,б	76	62	48	16	8	8	40
9	19	1,а	100	78	58	18	10	8	45
10	20	2,б	95	74	62	18	10	-	50

*d' - номінальний діаметр нарізі кріпильної деталі (рис.4, таблиця 3)

Розміри фасок c₁ і c₂ обирати за ГОСТ 10948-64* з ряду нормальних довжин: (0,5); 0,6; (0,8); 1; (1,2); 1,6; (2,0); 2,5;...

Наскрізні отвори під кріпильні деталі
за ДСТУ ГОСТ 11284:2008

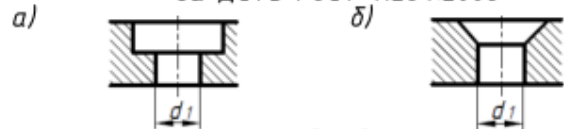


Рис.3

Таблиця 2

Діаметр d' стрижня кріпильної деталі	Діаметр наскрізного отвору d ₁		
	Ряд		
	1	2	3
5	5,3	5,5	5,8
6	6,4	6,6	7,0
8	8,4	9,0	10,0
10	10,5	11,0	12,0

Поверхні опорні під гвинти
за ДСТУ ГОСТ 12876:2008

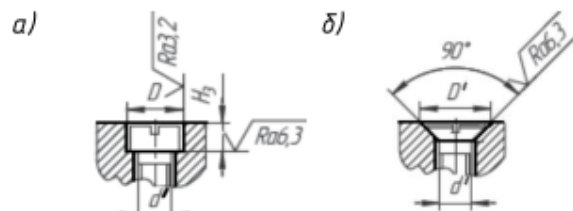
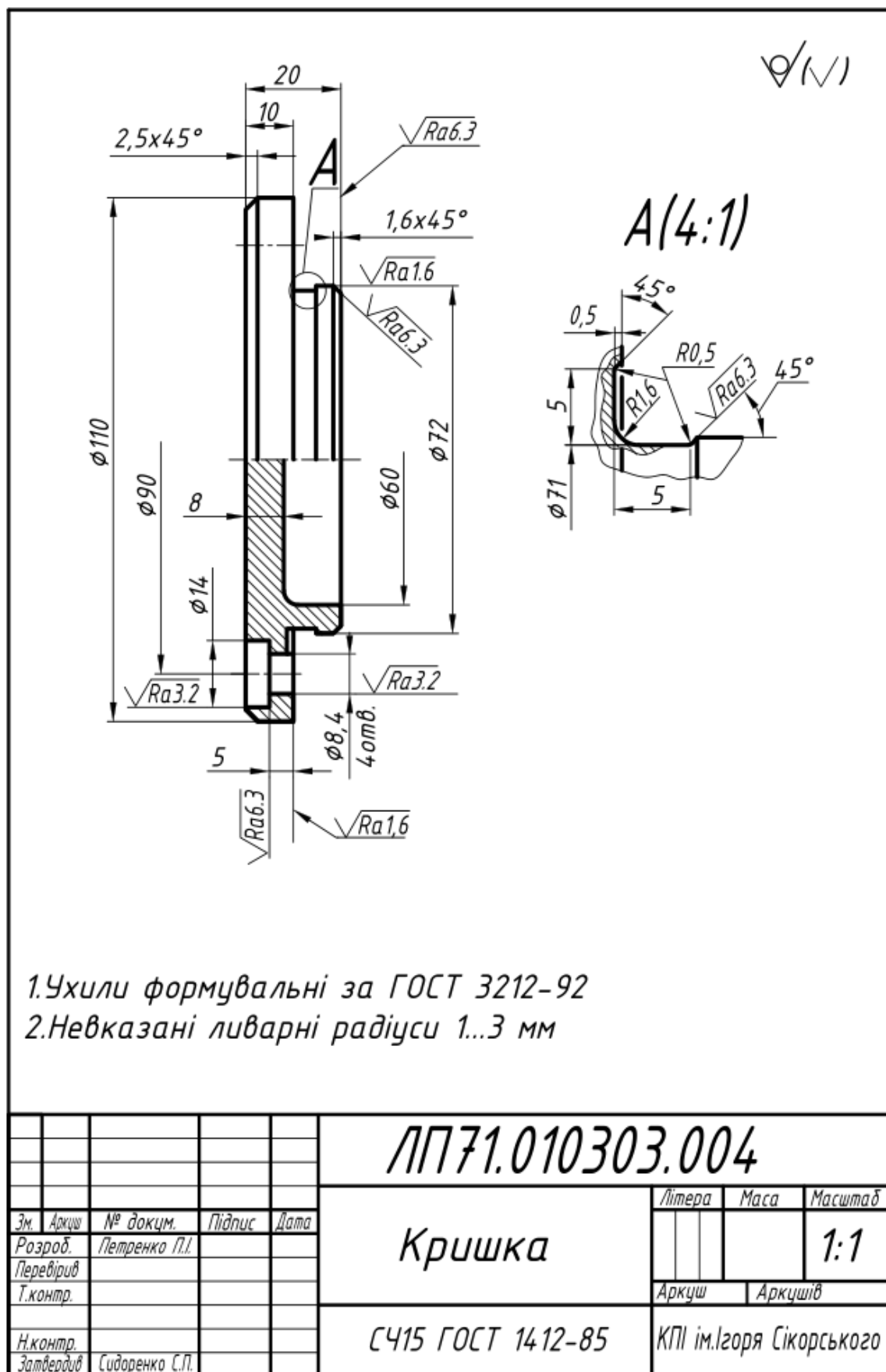


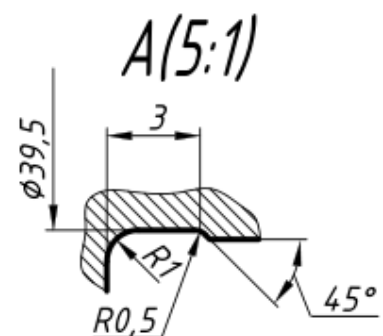
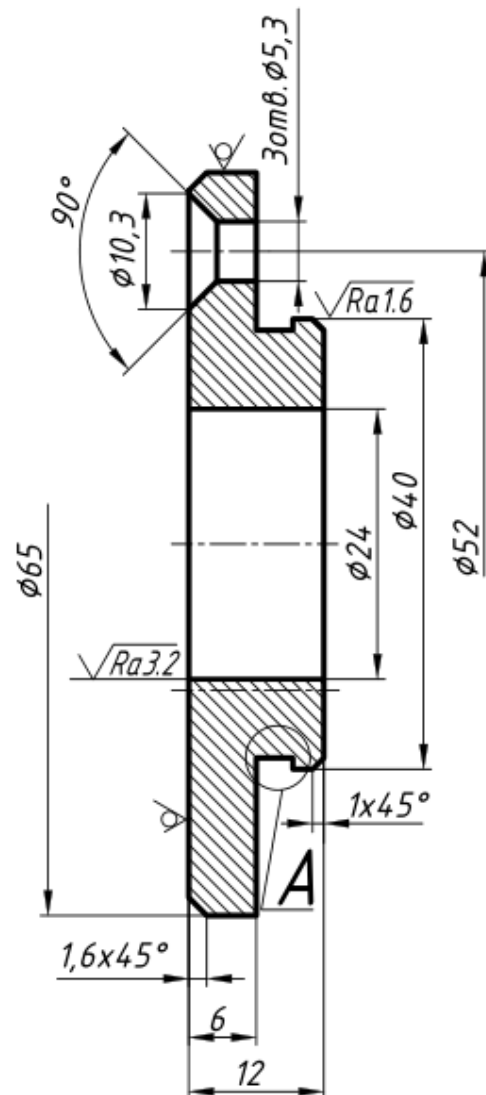
Рис.4

Таблиця 3

Номінальний діаметр нарізі, d'	D		H ₃	D'
	1-й ряд	2-й ряд		
5	10	10	3,5	10,3
6	11	12	4	12,3
8	14	15	5	16,5
10	17	18	6	20,0



$\sqrt{Ra6.3}(\checkmark)$



1. Ухили формувальні за ГОСТ 3212-92
2. Невказані ливарні радіуси 1...3 мм

ЛП71.010303.004					Кришка		
Зм.	Аркус	№ док-м.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Розроб.	Петренко П.І.						2:1
Перевірив					Аркус	Аркусів	
Т.контр.					СЧ15 ГОСТ 1412-85		
Н.контр.					КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Затвердив	Сидоренко С.П.						

Запитання до теми

1. Як розташовується вісь головного виду ливарної деталі?
2. Як розташовується вісь головного виду деталі, яка оброблена на токарному верстаті?
3. Як визначають та позначають шорсткість поверхонь кришки?
4. Які технічні вимоги вказують на робочих ескізах та креслениках ливарної деталі?
5. Які умовності та спрощення використовують на креслениках кришок з отворами під кріпильні вироби?

Основні зауваження до виконання робочого кресленика деталі типу «кришка»:

- зображення та позначення виносного елемента (товщина ліній, нанесення розмірів), особливо канавки для виходу шліфувального круга по торцю й циліндру, виконуються за стандартом;
- запис технічних вимог на відстані min 12 мм від контурної лінії рамки основного напису;
- задати вісь головного виду таким чином, щоб не виникла проблема з

нанесенням розмірів на кресленику, тобто контурні лінії зображення на

відстані min 40 мм від рамки кресленика.

Тема: Зубчасте колесо

Завдання: Розрахувати та виконати на форматі А3 робочий кресленик зубчастого колеса.

Послідовність виконання завдання.

1. За варіантами (табл.1) визначити вид зубчастого колеса (рис.1 або рис.2) та відповідні параметри, після чого розрахувати параметри d , d_a , d_f (рис. 3) за формулами (1) – (3). Визначити розміри паза під призматичну шпонку (табл. 2 рис.5).
2. Виконати кресленик зубчастого колеса: повздовжній фронтальний розріз на місці головного виду та вид зліва, в масштабі 1:1 або 2:1. При виконанні зображень врахувати особливості проведення ліній діаметрів (рис.4). Проставити розміри, вказати значення шорсткості та технічні вимоги у відповідності зі зразком кресленника (рис.6).
3. У верхньому лівому куті кресленника розмістити таблицю параметрів зубчастого колеса (рис. 5, а) і заповнити її.
Зауваження: при виконанні таблиці звернути увагу на товщину ліній.
4. Заповнити основний напис. Вказати матеріал:
Сталь 20 ДСТУ7809:2015 для рис.1;
Сталь 40х ДСТУ7806:2015 для рис.2.

Основні геометричні параметри зубчастого колеса

m – модуль; z – число зубців; p – крок зачеплення; d_0 – діаметр вала; d_m – діаметр маточиною; b_0 – ширина зубчастого вінця; l – довжина колеса; c_1, c_2, c_3 – фаски (рис.1 та рис.2)

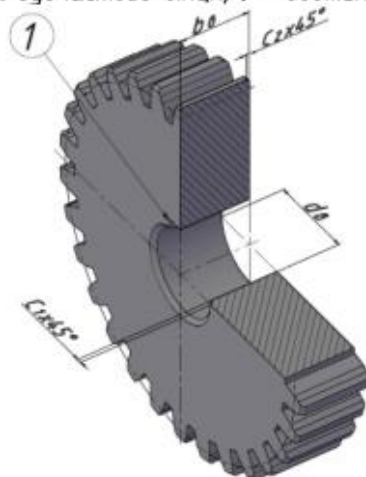


Рис.1. Циліндричне зубчасте колесо:
1-паз під призматичну шпонку.

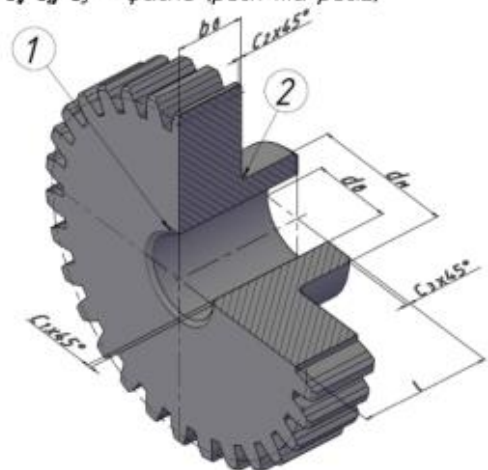


Рис.2. Циліндричне зубчасте колесо з маточиною: 1 – паз під призматичну шпонку, 2 – галтель.

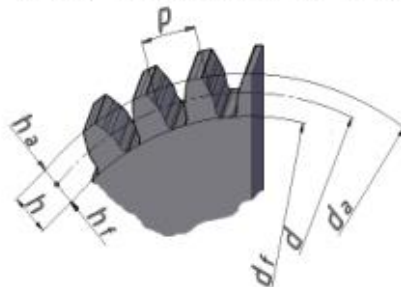


Рис.3. Параметри циліндричного зубчастого колеса

d – дільний діаметр	$d = mz$	(1);
d_a – діаметр кола вершин	$d_a = m(z+2)$	(2);
d_f – діаметр кола западин	$d_f = m(z-2,5)$	(3).

Таблиця 1

Завдання, мм

№ варіанта	№ рис.	m	z	d_b	b_b	d_n	l	c_1	c_2	c_3
1	15	2	1,5	36	10	10	18	20	2	1,6
2	16	2	2	24	12	12	20	22	1,6	1
3	17	1	2,5	40	16	15	-	-	2	1,6
4	18	1	3	32	20	20	-	-	2,5	1,6
5	19	2	2,5	42	18	18	26	30	3	2
6	20	2	3	36	20	16	28	28	3	1,6
7	21	1	1,5	30	8	6	-	-	1,6	1
8	22	1	2	25	10	8	-	-	1,6	1
9	23	2	2	21	8	8	14	16	1,6	1
10	24	2	2,5	38	14	14	22	25	2,5	1,6
11	25	1	4	30	20	20	-	-	2,5	2
12	26	1	3	40	18	16	-	-	2,5	1,6
13	27	2	1,5	28	8	6	16	11	1,6	1
14	28	2	4	25	20	10	40	20	2,5	2

Особливості зображення зубчастих колес

Таблиця 2

Розміри паза під
призматичну шпонку
за ГОСТ 23360-78*(мм)

d_b	b	t
від 8 до 10	3	1,4
від 10 до 12	4	1,8
від 12 до 17	5	2,3
від 17 до 20	6	2,8

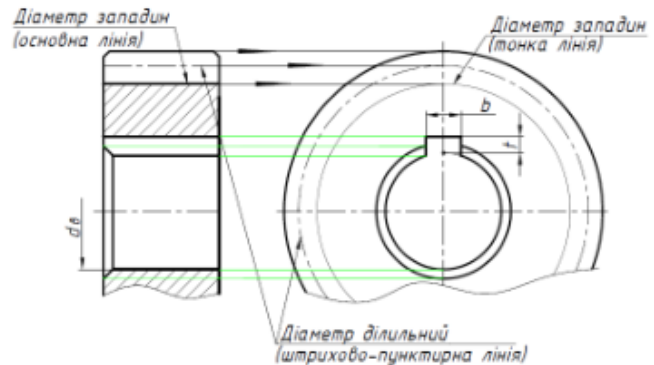
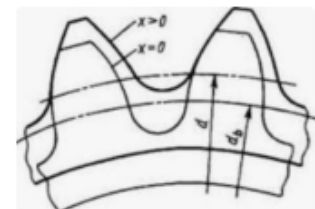
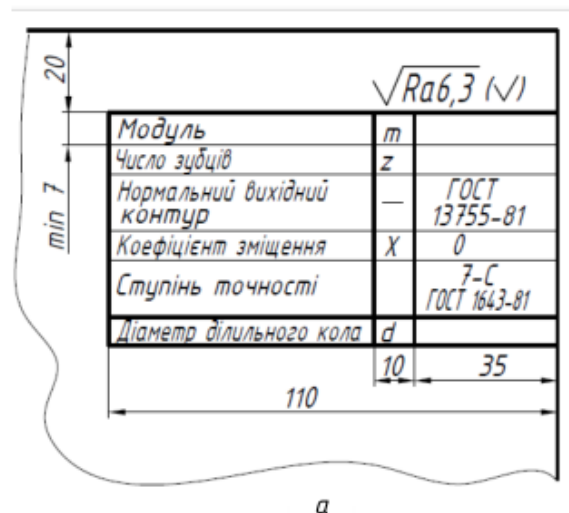
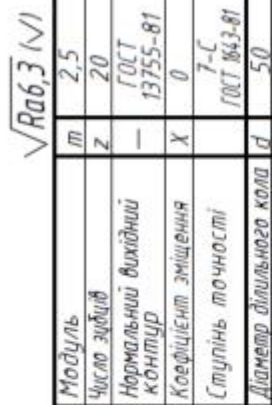


Рис.4. Зображення зубчастого колеса

Рис.5. а) - розміри таблиці; б) коефіцієнт зміщення x



Зыдци 52...56 HRC

PM01.120303.003	Адрес: Москва	Масштаб: 2:1
Колесо зубчатое	Архив: Архивный 1	
Сталь 40Х ГОСТ 7506-2015		КПБ им. Вера Симарского

Запитання до теми

1. Що таке модуль зубчастого колеса?
2. Що називається ділильним колом?
2. Які основні параметри зубчастого колеса?
3. Як умовно зображують циліндричне зубчасте колесо?
4. Як визначають модуль зубчастого колеса «з натури»?
5. Які особливості оформлення кресленика зубчастої деталі?
6. Що таке довідкова таблиця на кресленику зубчастої деталі?
7. З яких розділів складається довідкова таблиця кресленика?

Основні зауваження до виконання робочого кресленика зубчастого :

колеса:

- розташування та виконання довідкової таблиці за розмірами стандарту;
- звернути увагу на проекційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь деталі;
- розташування та проекційний зв'язок зображень ділильного кола колеса на кресленику;
- нанесення розмірів та шорсткості на зображення шпонкового пазу;
- розташування основної позначки шорсткості поверхонь (над довідковою таблицею на відстані 1-2 мм).

**Тема: Зображення з'єднань
на складальному кресленку
Завдання**

Для виконання завдання необхідно накреслити складанну одиницю, що містить п'ять деталей, та заповнити специфікацію.

Деталі з'єднані наступним чином (рис.1): до фланця 1 приварений стакан 2. Параметр H_1 (див. рис.2) стакана 2 заданий за варіантом (див. таблицю1). До планки 3 припаяна втулка 4 і приклеєна прокладка 5. Планка 3 закріплена на стакані 2 за допомогою одного з кріпильних виробів, вид якого визначається згідно варіанта (див. таблицю1).

Порядок виконання завдання

1. Розрахувати розміри кріпильних виробів (див. таблицю 2). Довжини кріпильних виробів і визначити з урахуванням ряду нормальних довжин.

2. Виконати складальний кресленок на форматі А3 в масштабі 1:1 (див. зразок 1). Розміри деталей, що входять до складанної одиниці, наведені на рис.2. Звернути увагу на те, що отвір під кріпильний виріб є наскрізним тільки у випадку з'єднання за допомогою болта. В інших випадках він глухий.

3. Заповнити специфікацію (див. Зразок 1). Структура позначень кріпильних виробів подана в Додатку 1, параметри позначень – в Таблиці 1.

4. На складальному кресленку проставити номери позицій (у відповідності до специфікації), нанести необхідні розміри, записати технічні умови, заповнити основний напис (див. зразок 2).

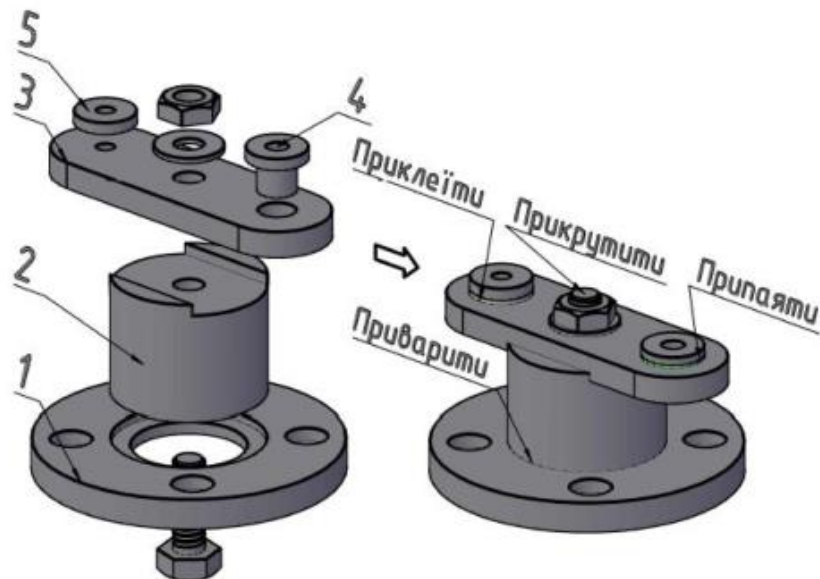


Рис.1 З'єднання деталей складанної одиниці
(для з'єднання болтом)

Варіанти завдань

Таблиця 1

Варіант		H, мм	Матеріал	Кріпильний виріб	ДСТУ ГОСТ	Нарізь, d, мм	Клас міцності		Група матеріалу	Вид покриву, товщина (мкм)
							Гвинт, болт, шпилька	Гайка		
1	16	22	Сталь	Гвинт	1491:2008	M10	4.8	4	06	011
2	17	20	Легсплав	Болт	7798:2008	M10	4.6	5	05	053
3	18	15	Чавун	Шпилька	22034:2008	M8	3.6	6	03	016
4	19	12	Сталь	Болт	7798:2008	M8	5.8	8	04	083
5	20	20	Сталь	Гвинт	17473:2008	M8	6.8	4	05	121
6	21	18	Легсплав	Гвинт	17475:2008	M8	6.8	5	06	019
7	22	15	Чавун	Болт	7798:2008	M10	6.9	6	05	016
8	23	16	Сталь	Шпилька	22032:2008	M12	5.6	8	03	086
9	24	22	Сталь	Гвинт	17473:2008	M8	4.6	4	04	093
10	25	25	Чавун	Болт	7798:2008	M12	4.8	5	05	051
11	26	24	Легсплав	Шпилька	22038:2008	M10	5.6	6	03	059
12	27	18	Сталь	Гвинт	1491:2008	M8	6.8	8	04	00
13	28	14	Чавун	Болт	7798:2008	M10	6.6	5	03	056
14	29	10	Сталь	Шпилька	22032:2008	M8	6.9	6	05	081
15	30	22	Легсплав	Гвинт	17475:2008	M10	3.6	4	06	013

Розрахунок розмірів кріпильних виробів

Таблиця 2

Болт	Шпилька	Гвинти												
<p>ДСТУ ГОСТ 7798:2008</p> <p>$l = H + H_1 + 1,3d$</p>	<p>Шпилька</p> <p>$l = H + 1,3d$</p> <table border="1"> <tr> <th>l_1</th><th>Матеріал</th><th>ДСТУ ГОСТ</th></tr> <tr> <td>$l_1 = d$</td><td>Сталь</td><td>22032:2008</td></tr> <tr> <td>$l_1 = 1,25d$</td><td>Чавун</td><td>22034:2008</td></tr> <tr> <td>$l_1 = 2d$</td><td>Легкі сплави</td><td>22038:2008</td></tr> </table>	l_1	Матеріал	ДСТУ ГОСТ	$l_1 = d$	Сталь	22032:2008	$l_1 = 1,25d$	Чавун	22034:2008	$l_1 = 2d$	Легкі сплави	22038:2008	<p>Гвинти</p> <p>ДСТУ ГОСТ 1491:2008 ДСТУ ГОСТ 17473:2008</p> <p>$l = H + 2d$</p> <p>ДСТУ ГОСТ 17475:2008</p>
l_1	Матеріал	ДСТУ ГОСТ												
$l_1 = d$	Сталь	22032:2008												
$l_1 = 1,25d$	Чавун	22034:2008												
$l_1 = 2d$	Легкі сплави	22038:2008												
Ряд нормальних довжин...8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, 40...														

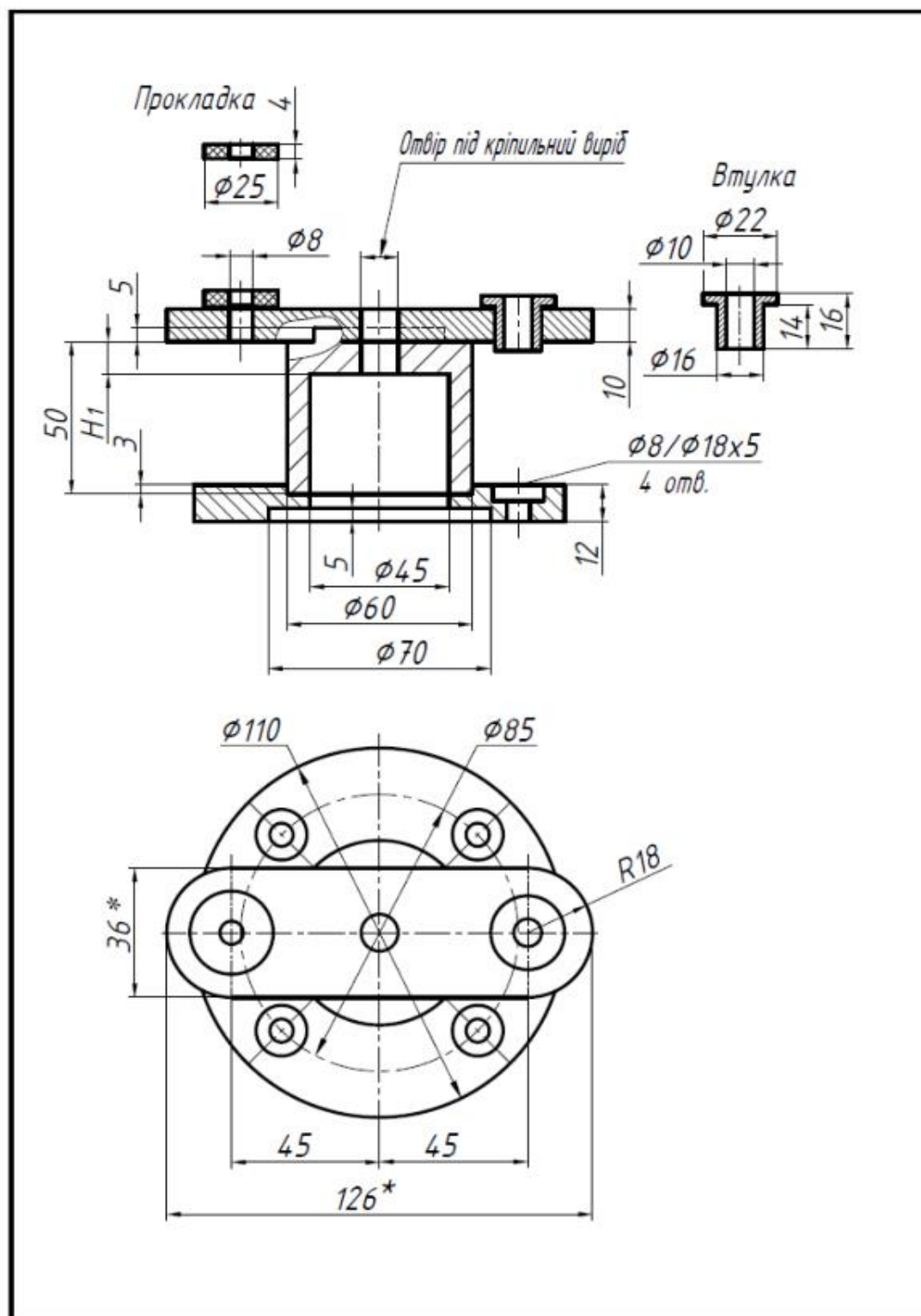


Рис.2 Розміри деталей складанної одиниці

Додаток 1

Познака кріпильних виробів

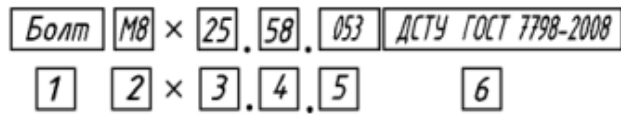


Рис.3 Познака кріпильних виробів у специфікації

Структура умовної позначки кріпильних виробів (рис.3)

- 1 – найменування виробу, клас точності (А, В, С) виконання;
- 2 – номінальний діаметр нарізі, крок;
- 3 – довжина виробу (крім гайок і шайб);
- 4 – клас міцності, (група матеріалу для шайб);
- 5 – вид та товщина покриття (ГОСТ 1759-70):
 вид покриття: 01 – цинкове з хромуванням;
 05 – окисне;
 08 – мідне;
 09 – цинкове,
 12 – срібне.
 товщина покриття 1, 3, 6, 9 мкм;
- 6 – номер стандарту.

Умовне зображення швів паяних та клеєних з'єднань за ГОСТ 2.313-82



Рис.4 Склеювання

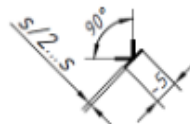
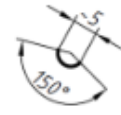


Рис.5 Паяння



Познаку припою та клею за відповідним стандартом або технічними умовами наводять у технічних вимогах кресленника записом типу «ПОС40ГОСТ 21931-76», «Клей БФ-2 ГОСТ 12172-74»

Позначення швів зварних з'єднань за ГОСТ 2.312-72

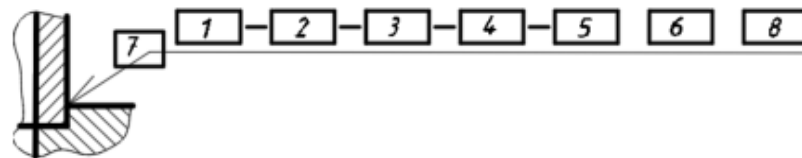


Рис.6 Позначення швів зварних з'єднань на кресленнику

Структура умовної позначки зварювальних швів (рис.6):

- 1 – номер стандарту на тип і метод зварювання;
- 2 – умовна позначка типу з'єднання (таблиця 3);
- 3 – умовна позначка способу зварювання (таблиця 4);
- 4 – знак \triangle і значення катету шва (таблиця 5);
- 5 – для переривчастих або точкових швів – довжини зварної ділянки, знак «/» або «z» і розмір кроку;
- 6 – допоміжні знаки (таблиця 6);
- 7 – допоміжні знаки шва «по замкненій лінії» і «шов виконати під час монтажу»;
- 8 – позначка шорсткості механічно обробленого шва.

Основні типи зварювальних швів за ГОСТ 5264-80

Таблиця 3

Форма поперечного перерізу	Тип з'єднання	Умовна позначка	Форма поперечного перерізу	Тип з'єднання	Умовна позначка
	стикове з'єднання	C1-C40		T-подібне з'єднання	T1-T9
	кутове з'єднання	У1-У10		однорічний без скосу крайок	T1
	з'єднання внапусток	H1-H2		дворічний, без скосу крайок	T3
	торцеве з'єднання	C		однорічний, зі скосом однієї крайки	T6

Таблиця 4

Основні типи і способи зварювання	Літерна позначка	ГОСТ
Ручне електродугове	Е	5264-86
Дугове алюмінію і алюмінієвих сплавів у інертних газах		14806-80
Дугове конструкційних чавунів		30430-96
Напівавтоматичне	П	8713-79
Автоматичне	А	8713-79
Під флюсом	Аф	8713-79
У захисних газах	УП	14771-76
Контактне точкове	Кт	15878-79
Контактне роликове	Кр	15878-79

Таблиця 5

Товщина, мм	Від 2 до 3	3	4	5	10	16
Розмір катету, мм	2	3	4	5	6	7

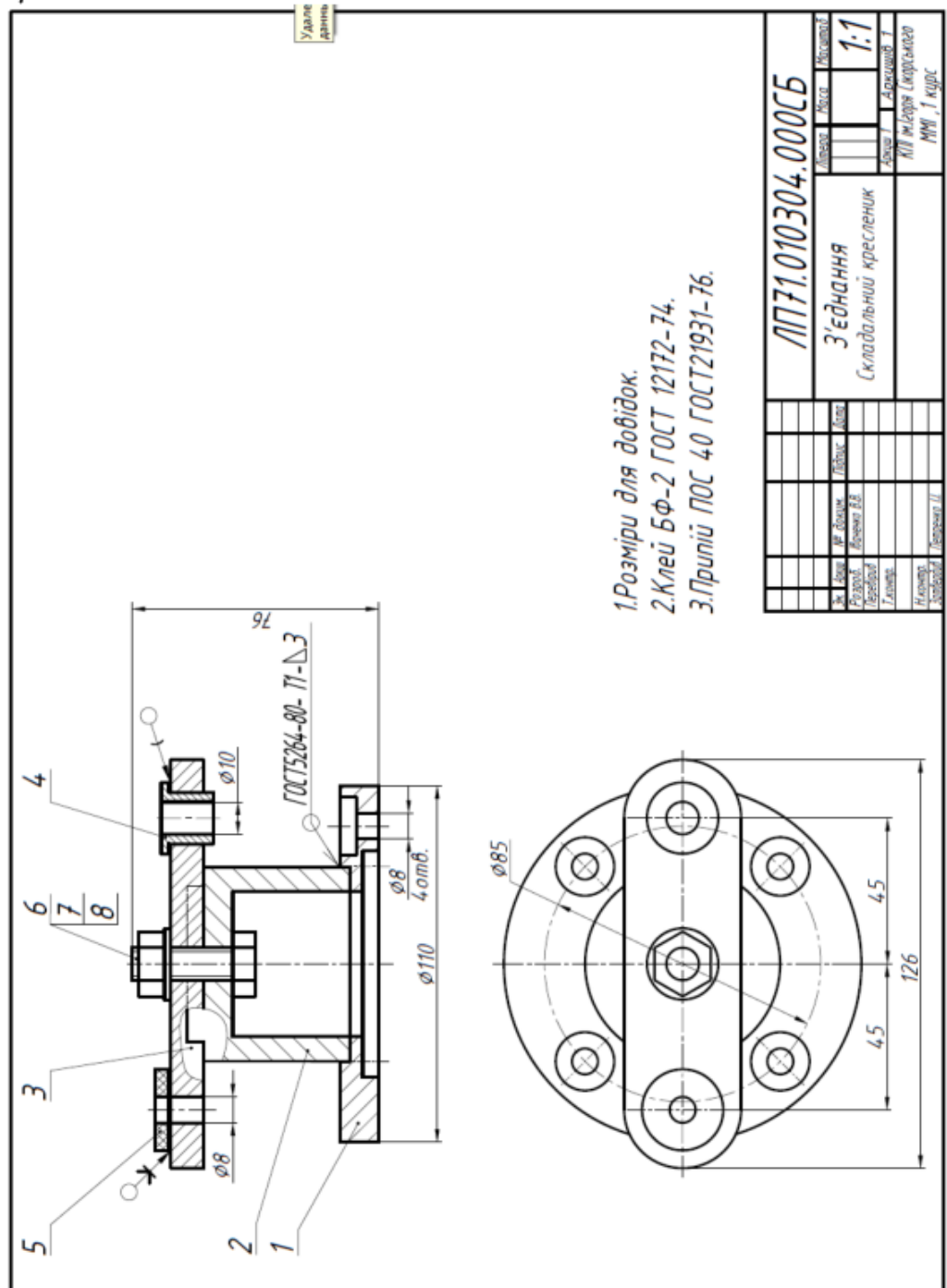
Таблиця 6

Знак	Значення допоміжного знаку	Розташування	
		Лицьовий бік	Зворотній бік
	Шов виконати під час монтажу		
	Шов по замкненій лінії. Діаметр знаку 5мм		
	Шов по незамкненому контуру		
	Шов переривчастий (точковий), з ланцюговим розташуванням ділянок		
	Шов переривчастий, з шаховим розташуванням ділянок		
	Опуклість шва зняти		
	Нерівності шва обробити		

Зразок 1

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			ЛП71.XX0304.000СБ	Складальний кресленик		
				<u>Деталі</u>		
A4	1		ЛП71.XX0304.001	Фланець	1	
A4	2		ЛП71.XX0304.002	Стакан	1	
A4	3		ЛП71.XX0304.003	Планка	1	
A4	4		ЛП71.XX0304.004	Втулка	1	
БК	5		ЛП71.XX0304.005	Прокладка $\phi 25/\phi 8 \times 4$ Гума ГОСТ 7338-90	1	D/dxS
				<u>Стандартні вироби</u>		
	6			Болт М8х25. 58. 053 ДСТУ ГОСТ 7798:2008	1	
	7			Гайка М8.5.053 ДСТУ ГОСТ 5915:2008	1	
	8			Шайба 8.03.053 ГОСТ 11371-78	1	
			ЛП71.XX0304.000			
Зм.	Архц	№ док-м.	Підпис	Дата	З'єднання	
Розроб.		Іваненко В.В.				
Перевірив						
Н.контр.						
Затвердив		Петренко І.І.			КПІ ім.Ігоря Сікорського ІХФ, 1 курс	

Зразок 2



Запитання до теми

1. Які з'єднання називають рознімними?
4. Що таке спрощене зображення кріпильного виробу?
3. Які спрощення допускають при зображенні нарізових з'єднань?
4. Як виконують з'єднання шпилькою? Від чого залежить довжина посадочного кінця шпильки?
5. Які з'єднання називають нерознімними?
6. Як зображають на креслениках паяні та клеєні з'єднання?
7. Що називають зварним швом? Як зображають та позначають зварні шви?
8. Які кресленики називають складальними?
9. Чим керуються, вибираючи кількість та зміст зображень на складальному кресленику?
10. Які основні вимоги до вибору головного виду складального кресленика?
11. Які умовності та спрощення допускаються на складальних креслениках?
12. Які розміри проставляються на складальному кресленику?
13. Яких правил слід дотримуватися при нанесенні номерів позицій окремих деталей?
14. Коли використовується загальна лінія-виноска позицій деталей на складальному кресленику?

Основні зауваження до виконання складального кресленика:

- штриховка різних деталей відрізняється або напрямом (кут на прямому 45°), або відстанню між штрихами;
- розташування номерів позицій на одному рівні горизонтально або вертикально;
- висота шрифту номерів позицій 7 мм або 10 мм;
- зображення паяних, клеєних швів (товщина ліній шва 2s) та їх позначок (товщина ліній s);

- позначення зварних швів (однобічна стрілка);
- звернути увагу на розташування на головному виді отвору під кріпильні вироби;
- звернути увагу на співвідношення розмірів кріпильних виробів на спрощеному зображенні нарізових з'єднань;
- виконання зображень нарізового з'єднання в проєкційному зв'язку, тобто зображення кріпильних виробів на головному виді та виді зверху;
- записати технічні вимоги над основним написом на відстані min 12мм;
- найменування складального кресленика в основному написі записується різними номерами шрифту (меншим - напис «Складальний кресленик»);
- всі розміри деталей не наносять;
- на складальному кресленнику наносять розміри відповідно стандарту ГОСТ 2.109 – 73 (габаритні, установчі, приєднувальні тощо).

Запитання до теми

1. Що таке специфікація? З яких розділів вона складається?
2. Які графи містить специфікація?
3. Як здійснюється запис у розділі «Стандартні вироби»?
4. В яких випадках можна суміщати специфікацію з креслеником СБ? Як тоді позначають документ?

Основні зауваження до складання специфікації:

- залишати вільні рядки між розділами;
- формат та позначення не вказують для стандартних виробів;
- кріпильні вироби записують у алфавітному порядку найменувань;

- умовна познака кріпильних виробів відповідно до стандартів (для одного з'єднання кріпильними виробами їх діаметри однакові, тобто однакові діаметри болта, гайки, шайби або шпильки, гайки, шайби);
- специфікації надають позначення та найменування складального кресленника, а код «СБ» не записують;
- для деталей без кресленника формат не вказують, але позначення вказують (замість формату записують «БЧ»).

Завдання з деталювання креслеників загального виду полягає у виконанні робочих креслеників від двох до чотирьох (залежно від навчальної програми курсу) нестандартних деталей за варіантами, наведеними у навчальному посібнику [5].

Запитання до теми

1. Що таке кресленик загального виду та яку інформацію він має містити?
2. Яким чином на кресленнику загального виду виділяються контури окремої деталі?
3. Якої послідовності дій треба дотримуватись при деталюванні кресленика загального виду?
4. Як визначають розміри елементів при деталюванні та які їхні значення наносять на робочому кресленнику деталі?
5. Як визначають шорсткість поверхонь при деталюванні?

Основні зауваження до читання кресленика загального виду:

- головний вид деталі може не співпадати з її зображенням на головному виді кресленика загального виду, тобто зображення повернуто таким чином, щоб показати або лиску, або найбільшу кількість граней призматичної поверхні, або форму паза тощо;
- видалити всі лінії зображень спряжених деталей з зображення деталі на її робочому кресленнику;
- визначені за допомогою штриховки контури перерізу деталі перетворити у розріз сполученням його складових лініями виду за перерізом;
- виконати половину виду та половину розрізу, якщо симетричне зображення деталі;

- звернути увагу на технологічні та конструктивні елементи, форма і розміри яких надаються відповідними стандартами;
- шорсткість поверхонь визначається за функціональним призначенням деталі та її елементів, рекомендаціями відповідних стандартів.

Список літератури

1. Методичні вказівки з геометричного та проекційного креслення Укладач Г.М. Коваль.- К.: НТУУ "КПІ", 2014- 36 с.
http://ng-kg.kpi.ua/files/metod_kovalj.pdf
2. Михайленко В. Є. Інженерна графіка. [Текст] / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін , С. М. Ковальов.– К.: Каравела; Львів: Новий Світ –2002. – 336 с.
3. Ванін В. В. Інженерна графіка. [Текст]/ В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. М. Надкернична, Г. Г. Власюк. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 400 с.
4. Ванін В.В. Інженерна графіка. Розробка ескізів та робочих креслеників деталей: навчальний посібник/ В.В. Ванін, О.М. Воробйов, А.Є. Изволенська, Н.А. Парахіна. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 106 с.
5. Гетьман О. Г. Виконання робочих креслеників деталей за креслеником загального виду: навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету усіх форм навчання/ О. Г. Гетьман, Н. В. Білицька, Г. В. Баскова. – К.: НТУУ КПІ ім. І. Сікорського, 2016. – 144 с.
6. Крот О.М. Навчальні завдання з нарисної геометрії для програмованого навчання/ О.М. Крот, Л.В. Петіна, М.С. Гумен.-К.: КПІ, 1991. – 88 с.
7. Виткуп Н.К. Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки для програмованого навчання/ Н.К. Виткуп, В.В. Ванін, Н.Д. Бевз, С.М. Горбань, В.Й. Залевський.- К.: КПІ, 2007. – 58 с.

ЗМІСТ

	Загальні вимоги.....	3
	Умовні позначення.....	3
Заняття 1.	Моделювання точки. Комплексний рисунок точки.....	4
Заняття 2.	Моделювання прямої. Комплексний рисунок прямої.....	8
Заняття 3.	Моделювання площини. Комплексний рисунок площини.....	12
Заняття 4.	Поверхні.....	16
Заняття 5.	АксонOMETричні проєкції.....	19
Заняття 6.	Перетин поверхонь з площиною. Побудова розгортки.....	21
Заняття 7.	Перетин поверхонь.....	26
Заняття 8.	Перетин поверхонь.....	33
Заняття 9.	Перетин поверхонь.....	38
	Завдання.....	43