

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства

02-05-172М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання графічних робіт з навчальної дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньою програмою «Біотехнології, біоробототехніка та
біоенергетика» спеціальності
G21 «Біотехнології та біоінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБАД НУВГП
Протокол №6 від 17 лютого 2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання графічних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньою програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Козяр М. М., Сасюк З. К. Рівне : НУВГП. 2026. 38 с.

Укладачі: Козяр М. М., доктор педагогічних наук, професор кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства; Сасюк З. К., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

Відповідальний за випуск: Козяр М. М., доктор педагогічних наук, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

Керівник (гарант) ОПІ: Бедункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Попередня версія методичних вказівок 02-05-137М.

© М. М. Козяр, З. К. Сасюк, 2026

© НУВГП, 2026

Вступ

Курс «Інженерна та комп'ютерна графіка» є важливою складовою підготовки здобувачів вищої освіти технічного та біоінженерного профілю. Він формує базу знань і практичних умінь, необхідних для створення, читання та коректного оформлення технічних креслень. Кожна тема курсу логічно продовжує попередню, поступово ускладнюючи матеріал та розширюючи компетентності студентів у сфері графічного відображення об'єктів.

Методичні вказівки містять комплекс практичних графічних робіт та поетапні рекомендації щодо їх виконання. Кожен студент виконує завдання відповідно до індивідуального варіанта, що відповідає його порядковому номеру в журналі. Роботи виконуються у встановленому форматі (A4 або A3) та масштабі (1:1 або 1:2), що сприяє формуванню навичок точного дотримання стандартів графічної документації.

Запропоновані матеріали спрямовані на формування професійних компетентностей та досягнення програмних результатів навчання, передбачених дисципліною. Вони допомагають здобувачам освіти оволодіти інструментами інженерної та комп'ютерної графіки, необхідними для подальшої професійної діяльності в галузі біоінженерії.

Графічна робота 1. КРЕСЛЕННЯ МЕМБРАНИ

Цільове призначення

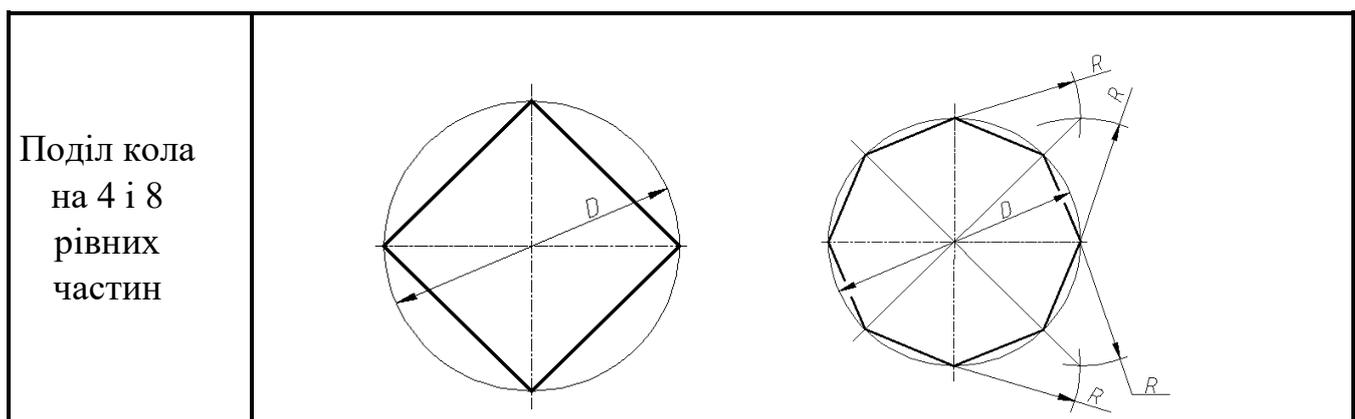
Закріплення знань з поділу кола на n рівних частин (табл. 1) та проставлення розмірів у відповідності зі стандартом СКД.

Методичні рекомендації до виконання завдання

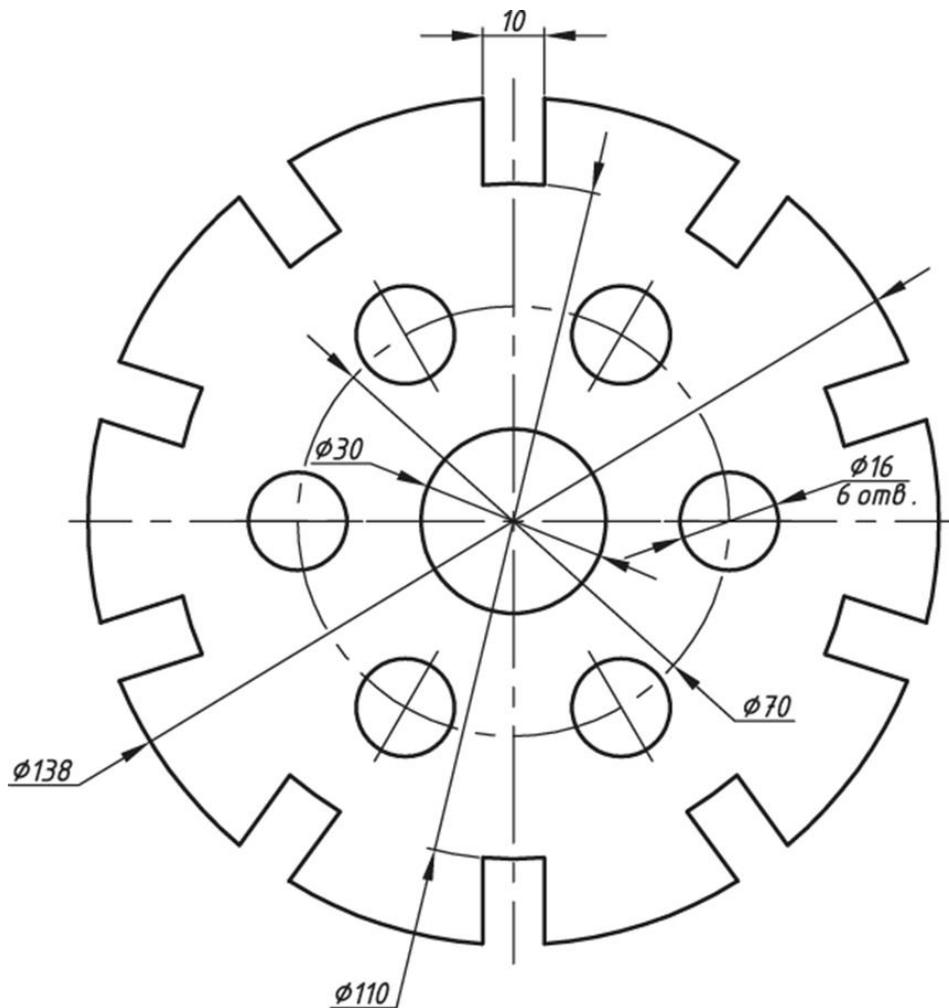
Виходячи зі свого варіанту викреслити кресленик мембрани. Завдання виконується згідно індивідуального варіанту табл. 2 на форматі A4 (A3).

Таблиця 1

Поділ кола на рівні частини за допомогою циркуля



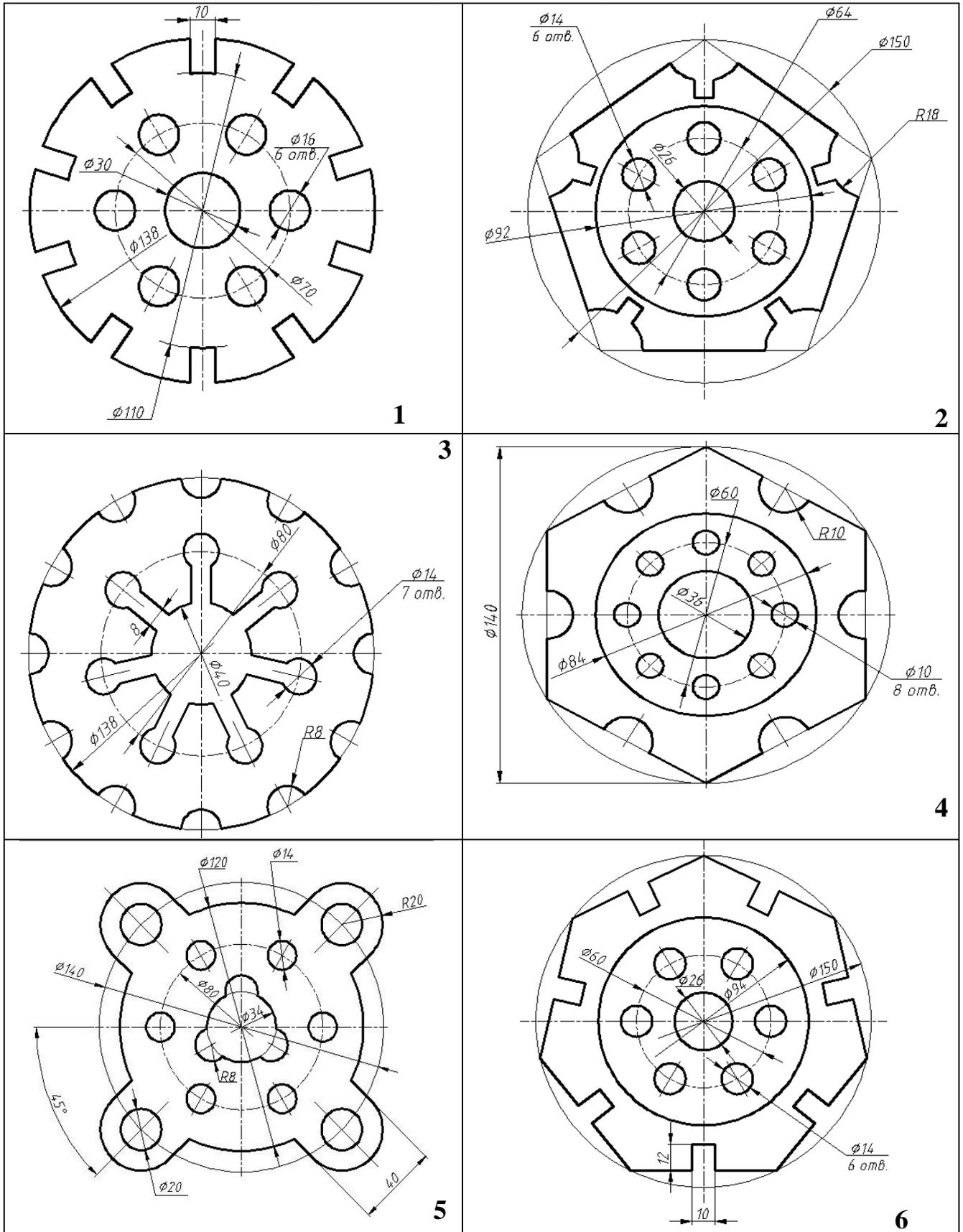
<p>Поділ кола на 3 і 6 рівних частин</p>	
<p>Поділ кола на 5 рівних частин</p>	
<p>Поділ кола на 7 рівних частин</p>	

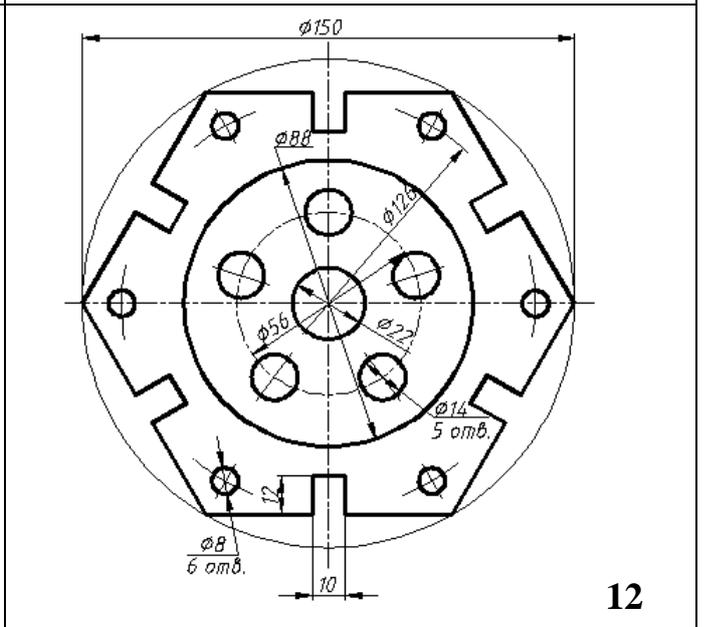
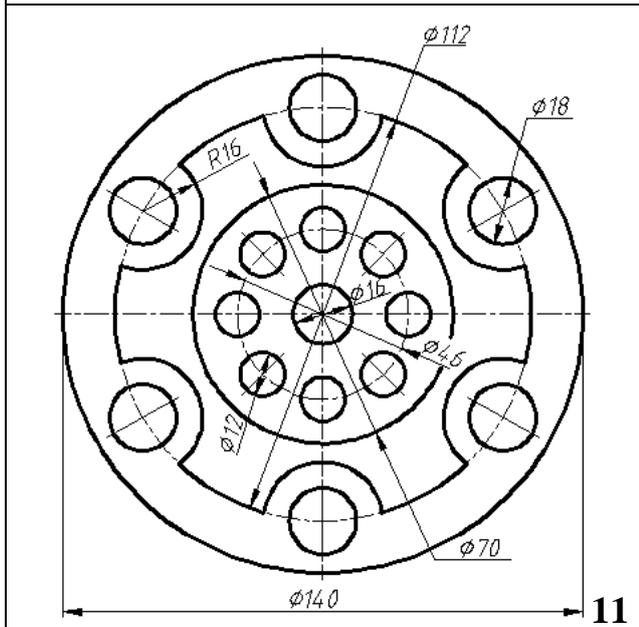
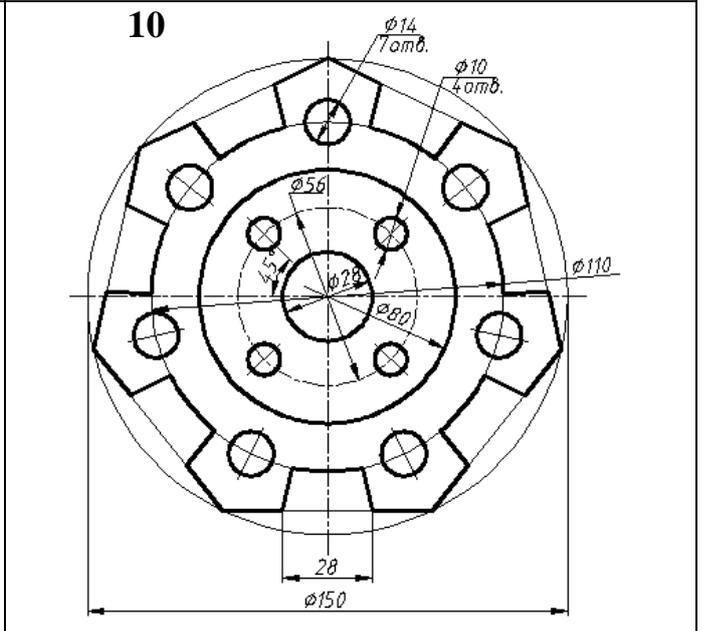
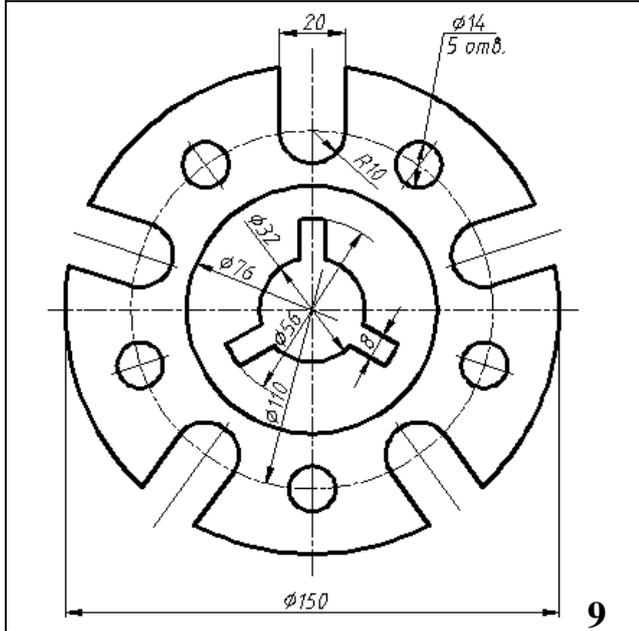
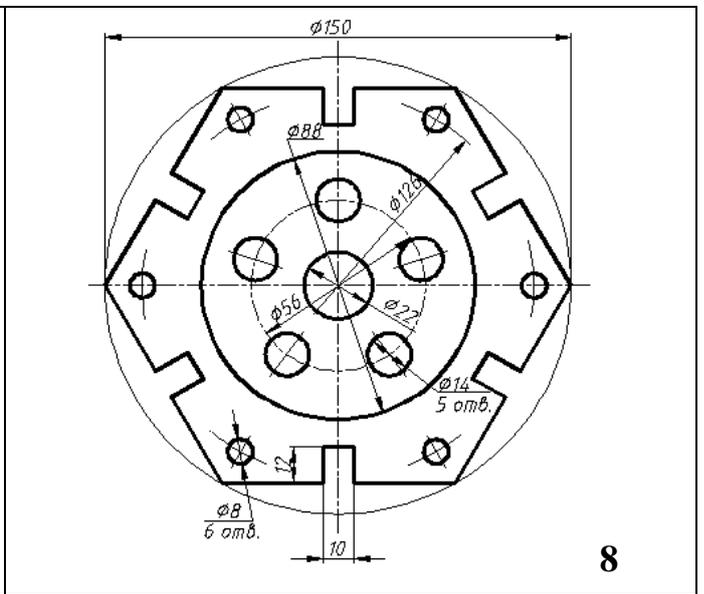
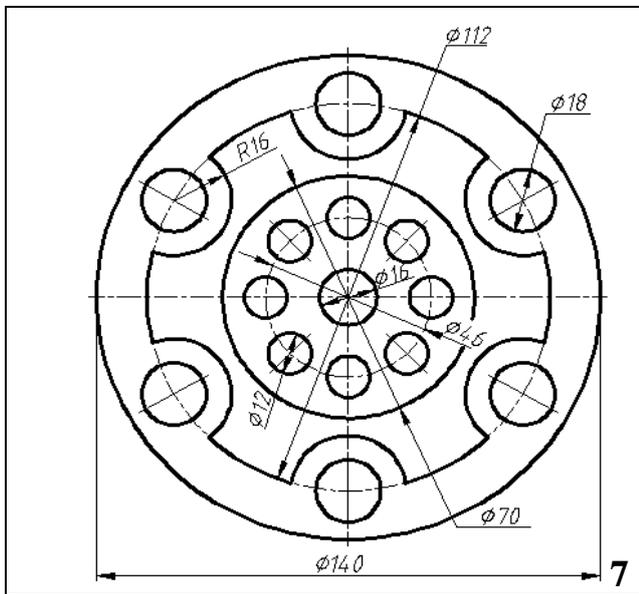


					НУВГП.050133.004		
					Графічна робота №4		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			1 : 1
Розробив		Возняк І.М.					
Перевірів		Фешук Ю.В.					
Т. Контр.					Арк.	1	Аркунів 2
Н. Контр.					ННІБА, БІО-11		
Затв.							

Рис. 1. Приклад виконання графічної роботи «Мембрана»

Варіанти до креслення мембрани





Графічна робота 2. ВИГЛЯДИ.

Цільове призначення

Закріплення знань з побудови видів предметів та виконання розрізів для розкриття їх внутрішньої будови; проставлення розмірів у відповідності зі стандартом СКД; побудова аксонометрії моделі з вирізом четверті.

Проекційне креслення – це розділ інженерної графіки, який вивчає зображення просторових геометричних об'єктів на площині виконане методом проєціювання. Цей метод базується на теорії проєкцій, що викладається в курсі нарисної геометрії, і розглядає питання, які необхідно знати при виконанні технічних креслеників.

Правила проєціювання на декілька взаємоперпендикулярних площин проєкцій встановлює ГОСТ 2.305-2008 [5] та (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 [6, 7].

Основним методом проєціювання є метод першого кута (рис. 2.1), який відображає прямокутне паралельне проєціювання на взаємоперпендикулярні площини проєкцій, при якому зображуваний предмет знаходиться між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій. Розміщення окремих зображень (виглядів) відносно основного вигляду (вигляду спереду) визначається розгортанням площин проєкцій в одну площину (всі площини суміщаються з фронтальною площиною) [1] (рис. 2.2).

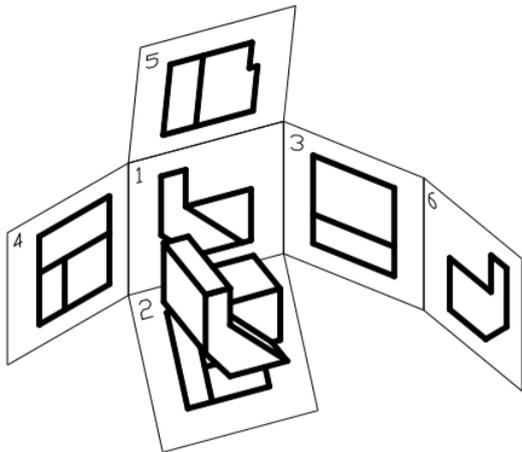


Рис. 2.1.

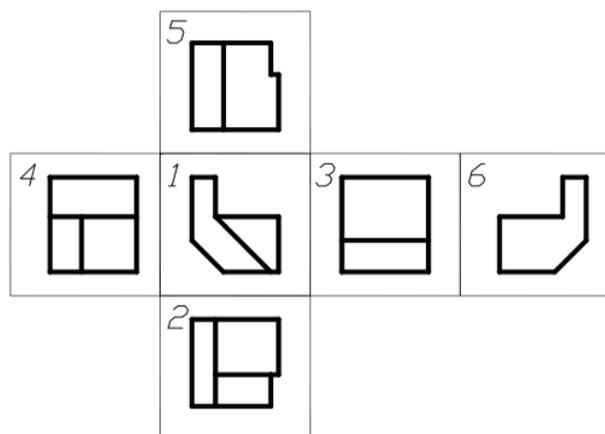


Рис. 2.2.

Методичні рекомендації до виконання завдання

Вигляд – зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. На вигляді дозволяється за допомогою штрихових ліній показувати невидимі частини поверхні предмета.

Вигляди поділяються на *основні, допоміжні та місцеві*. Основних виглядів (рис.4.2) існує шість : вигляд спереду або головний (1), зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), та ззаду (6). Якщо основні вигляди розташовані в проєкційному зв'язку за схемою, наведеною на рис.2.2, вони не позначаються. Основні вигляди позначаються в таких випадках:

- якщо вони не мають безпосереднього проєкційного зв'язку з головним виглядом;
- якщо вони відділені від головного вигляду іншими зображеннями;
- якщо вони розташовані на іншому аркуші.

Мета завдання: Завдання призначене на закріплення знань по застосуванню методу прямокутного паралельного проєціювання. Студент набуває навиків застосування ортогонального проєціювання на технічних креслениках у відповідності з ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД та (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34:2005.

Завдання: Вивчити стандарти ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД розділ «Вигляди», (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 та ГОСТ 2.317-69 «Аксонетричні проєкції». Побудувати три основні вигляди (спереду, зверху, зліва) деталі за даним наочним зображенням в аксонометричній проєкції (таблиця 3). Побудувати аксонометричну проєкцію (прямокутну ізометрію) деталі.

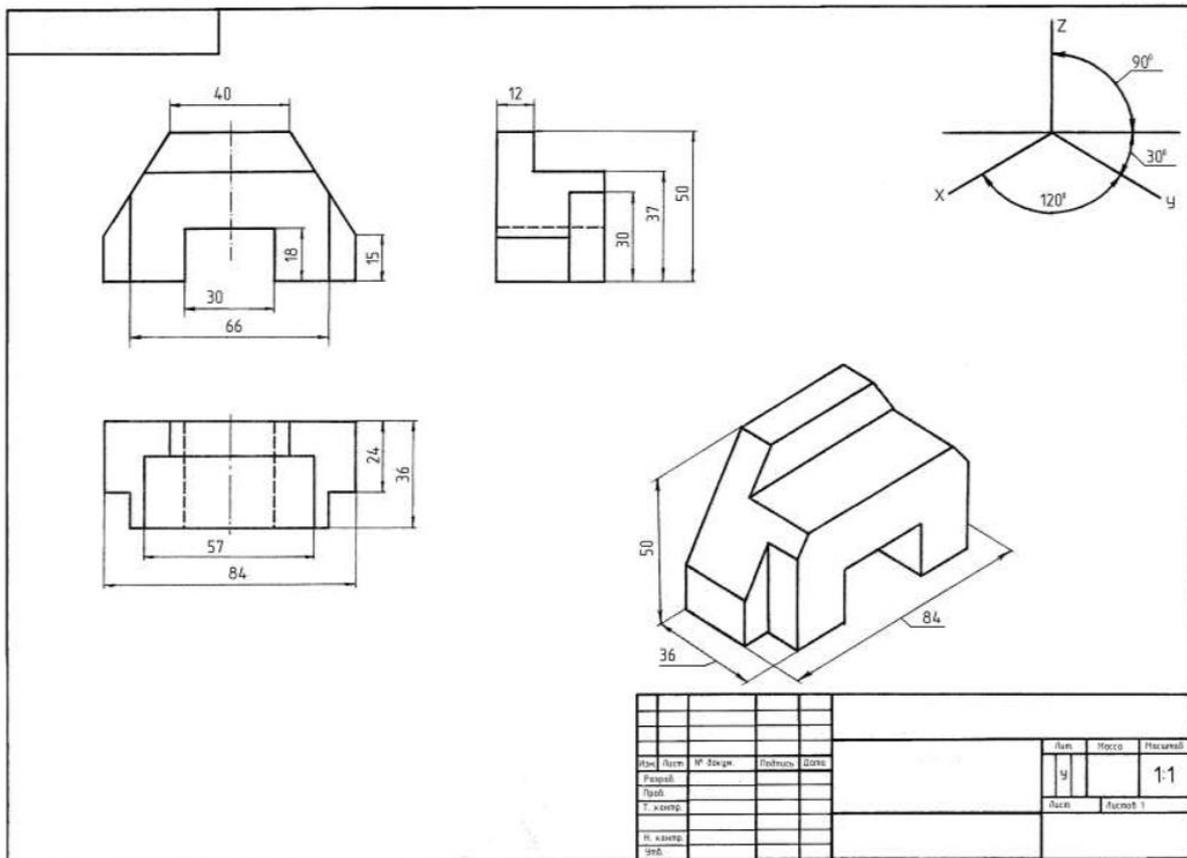


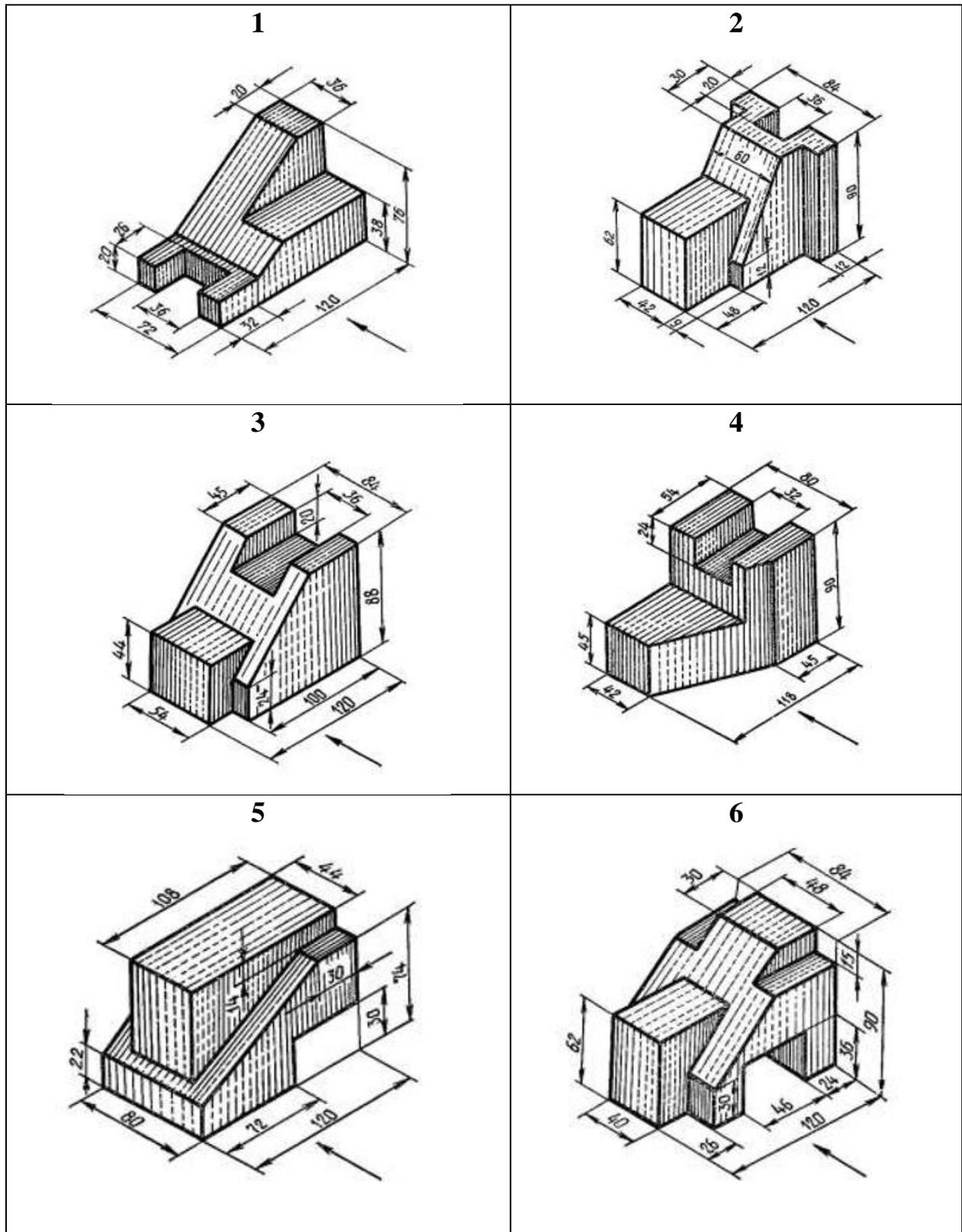
Рис. 2.3. Приклад виконання графічної роботи «Вигляди. Ізометрія»

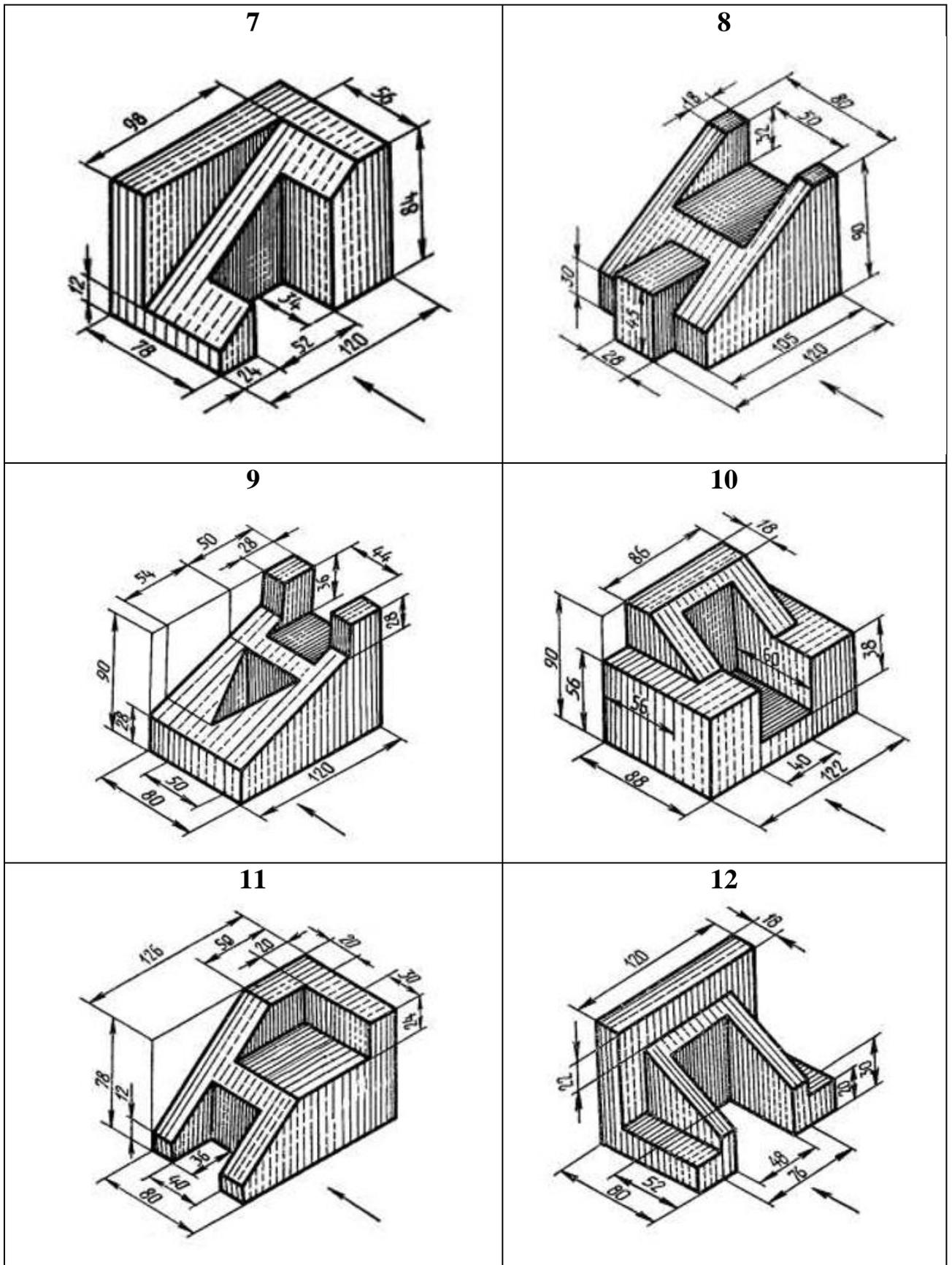
Робота виконується на аркуші формату А3. Приклад виконання роботи на рисунку 2.3. Варіанти завдань містяться в таблиці 3. Стрілка на аксонометричному зображенні вказує напрямок погляду на головний вигляд деталі.

Порядок виконання:

1. Ознайомитися з конструкцією деталі за її наочним зображенням (таблиця 3) і визначити основні геометричні тіла, з яких вона складається.
2. Виділити на аркуші формату А3 відповідну площу для кожного вигляду деталі та її прямокутної ізометрії.
3. Нанести тонко олівцем всі лінії видимого і невидимого контурів деталі.
4. Нанести всі потрібні виносні та розмірні лінії і проставити розміри.
5. Побудувати прямокутну ізометрію деталі.

Варіанти завдань до графічної роботи «Вигляди»





Графічна робота 3. РОЗРІЗИ.

Методичні рекомендації до виконання завдання

Розріз – зображення предмета, умовно розрізаного однією або кількома площинами. На розрізі показують те, що лежить в січній площині та за нею. Те, що попало безпосередньо в січну площину (крім порожнин), виділяється на кресленні штриховкою. Розрізи, які виконуються на різних зображеннях предмета, ніяк не пов'язані між собою і не змінюють інші зображення (рис. 3.1)

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на горизонтальні, вертикальні (в тому числі фронтальні та профільні) та нахилені. Залежно від кількості площин розрізи поділяються на *прості* (одна січна площина, рис. 3) та *складні* (кілька січних площин), які в свою чергу поділяються на *ступінчасті* (січні площини паралельні) та *ламани* (січні площини перетинаються).

Дозволяється з'єднувати на одному зображенні частину вигляду та частину розрізу, відокремлюючи їх суцільною хвилястою лінією. Якщо з'єднують половину виду з половиною розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, лінією їх розділу є вісь симетрії. При ламаних розрізах січні площини умовно розвертають до суміщення в одну площину, при цьому напрямок повороту не залежить від напрямку погляду. Частини предмету, розташовані за січною площиною, креслять так, як вони проєктуються на площину, з якою виконується суміщення, тобто без повороту. Застосовуються також розрізи, які виявляють внутрішню будову предмета в обмеженому місці – *місцеві розрізи*.

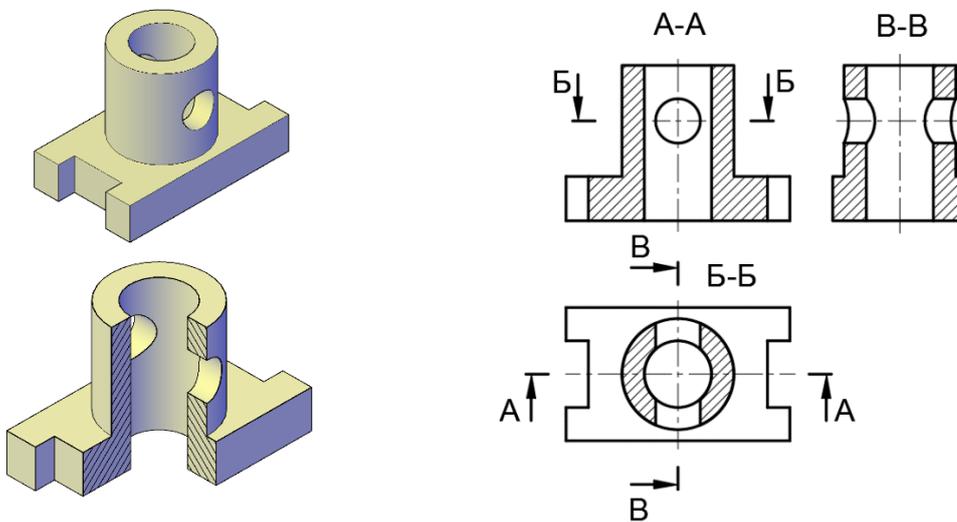
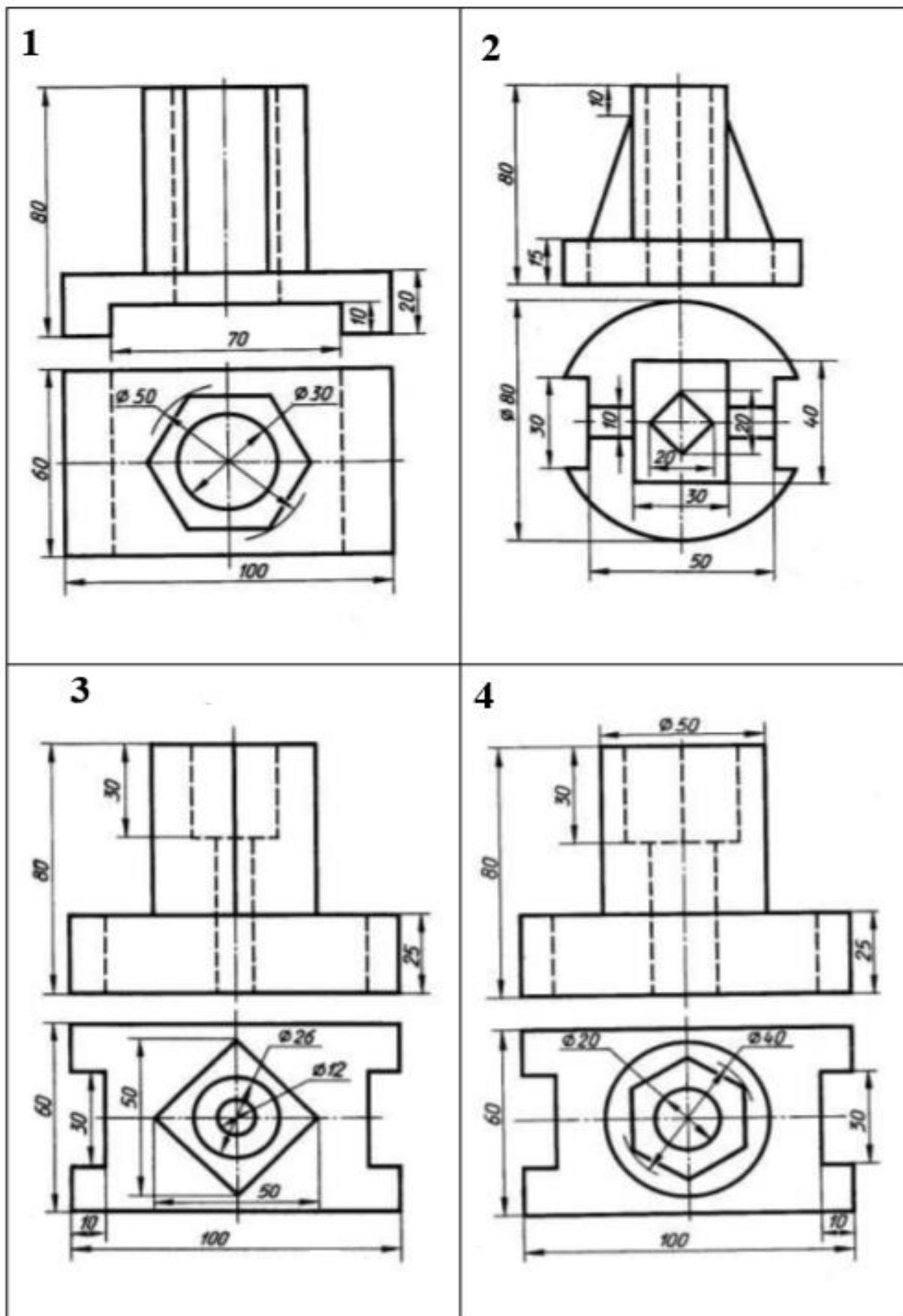


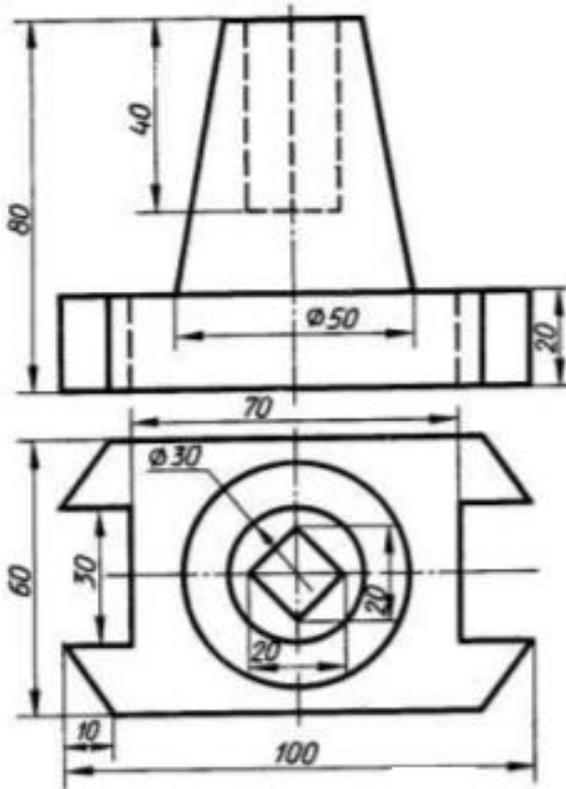
Рис. 3.1.

Завдання: Вивчити стандарти ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД розділ «Розрізи та перерізи», (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 та ГОСТ 2.317-69 «Аксонетричні проєкції». Побудувати вигляд зліва деталі за двома даними виглядами (спереду та зверху) (таблиця 4). Виконати на вигляді спереду поєднання із фронтальним розрізом, а на вигляді зліва – із профільним розрізом. Побудувати аксонетричну проєкцію (прямокутну ізометрію) деталі з вирізом її частини (чверті).

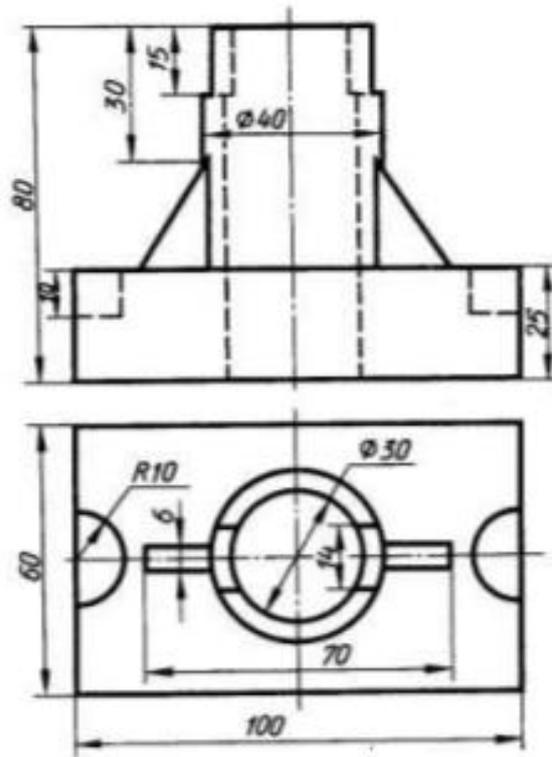
Варіанти завдань до графічної роботи «Розрізи»



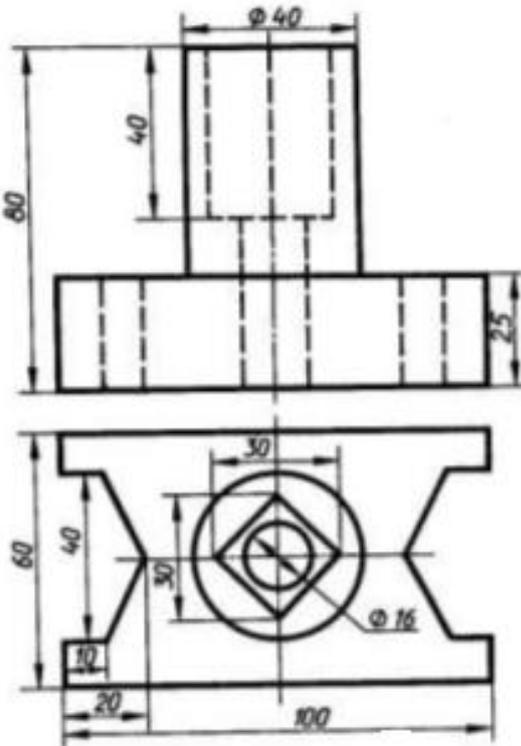
5



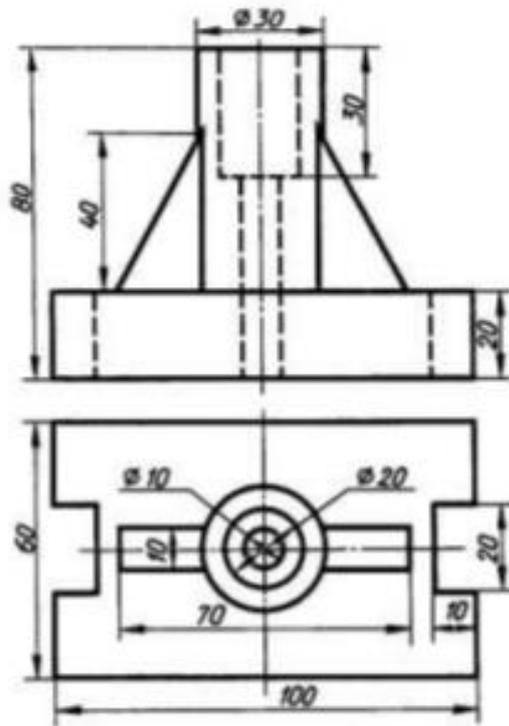
6

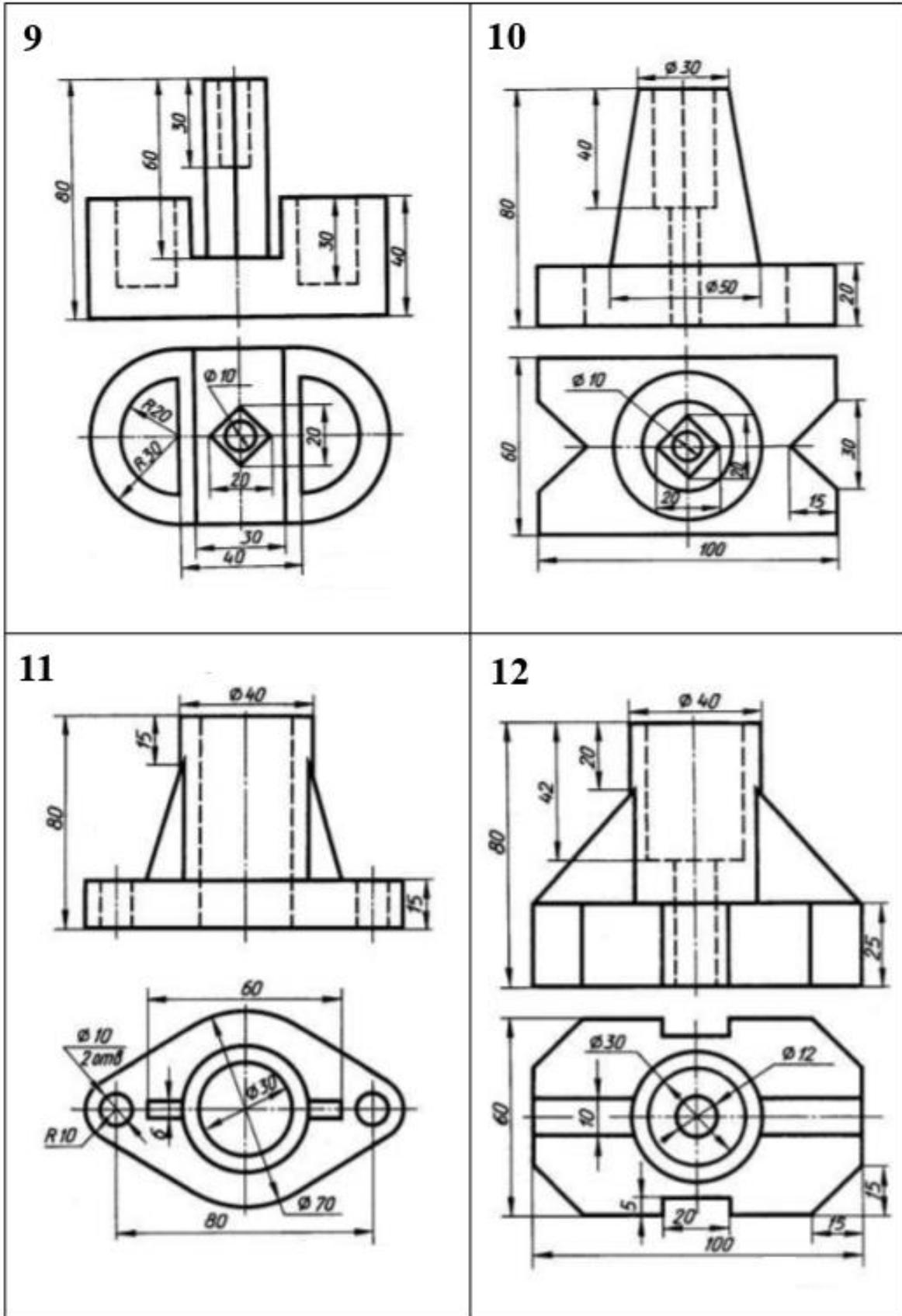


7



8





Методичні рекомендації до виконання аксонометричної проєкції

Суть аксонометричного проєкціювання полягає в тому, що предмет разом з системою ортогональних координат, до якої він віднесений, паралельно проєкціюється на площину аксонометричних проєкцій. Напрямок проєкціювання при цьому не збігається з жодною з осей координат і може бути перпендикулярним або не перпендикулярним до площини Π' (прямокутна і косокутна аксонометрія відповідно). Рисунок 5 містить схему проєкціювання точки A на площину Π' . Точка A' є аксонометричною проєкцією точки A , точка A'' – вторинна її проєкція. Для кожної з осей встановлюються коефіцієнти спотворення $p = O'A'x / OA_x = x'/x$, $q = O'A'y / OA_y = y'/y$, $r = O'A'z / OA_z = z'/z$. Коефіцієнти спотворення зв'язані співвідношенням: $p^2 + r^2 + q^2 = 2 + \text{ctg}^2 \varphi$, де φ – кут між напрямком проєкціювання та площиною Π' .

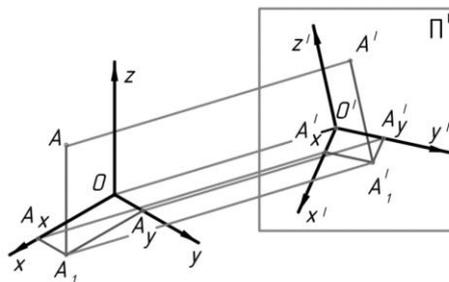


Рис. 3.3

Для прямокутної аксонометрії маємо: $p^2 + r^2 + q^2 = 2$.

Прямокутна ізометрія (рис. 3.4). Коефіцієнти спотворення рівні і становлять $p = q = r = 0,82$. Для спрощення користуються так званими приведеними коефіцієнтами: $p = q = r = 1$,

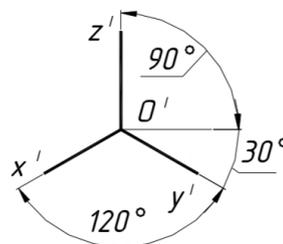
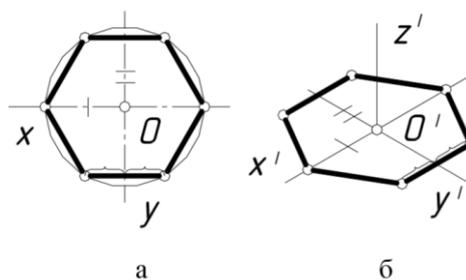


Рис. 3.4

На рис. 3.5. зображений правильний шестикутник, розташований в горизонтальній площині, центр якого співпадає з початком координат, а дві вершини



належать осі x (рис. 3.5)

Рис. 3.5

АксонOMETричною проекцією кола є еліпс. Якщо коло лежить в площині, яка паралельна одній з площин проєкцій, тоді мала вісь еліпса паралельна до координатної осі, яка відсутня в площині кола, велика – перпендикулярна до неї (рис.3.6).

Для приведеної прямокутної ізометрії для всіх площин проєкцій мала вісь дорівнює $0,71d$, велика – $1,22d$, де d – діаметр кола. Для спрощення побудови замість еліпсів дозволяється будувати овали. На рис. 3.7 наведено побудову ізометричного овалу, яким приблизно замінено еліпс – проєкцію кола радіуса R , яке розташоване в площині $x'O'y'$. Величини R_1 та R_2 визначаються за побудовою.

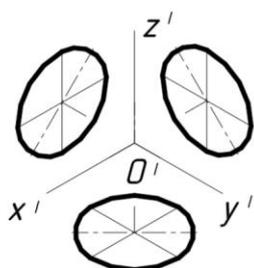


Рис. 3.6

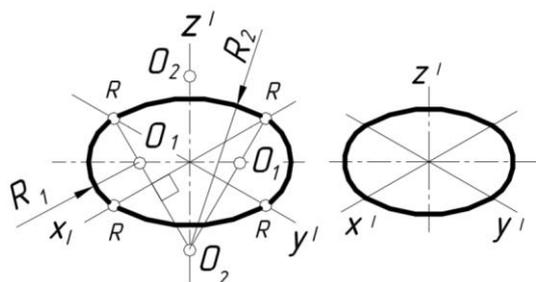


Рис. 3.7

Штриховка перерізів в аксонометрії виконується паралельно до однієї з діагоналей проєкцій квадратів, які розташовані в відповідних координатних площинах і мають сторони, паралельні до аксонометричних осей. На рис. 3.8 показано обидва способи виконання штриховки в прямокутній ізометрії. На рис. 3.9 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

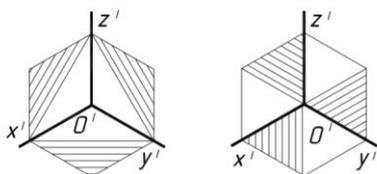


Рис. 3.8

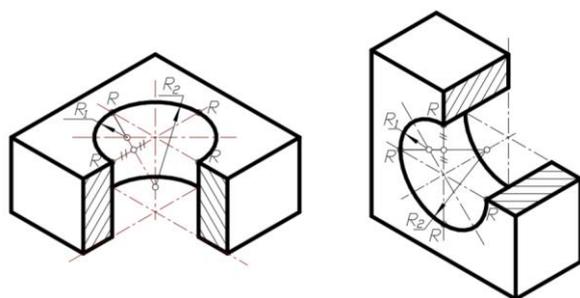


Рис. 3.9

Моделі в аксонометрії найчастіше зображують з вирізом її передньої частини. Січні площини при цьому рекомендується проводити через вісь.

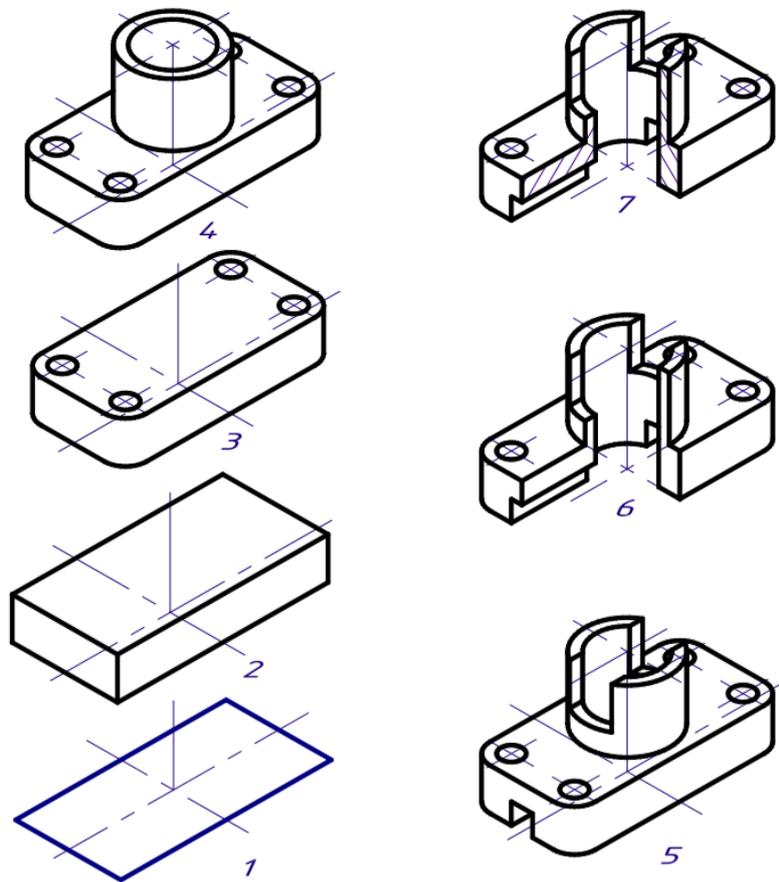


Рис. 3.10

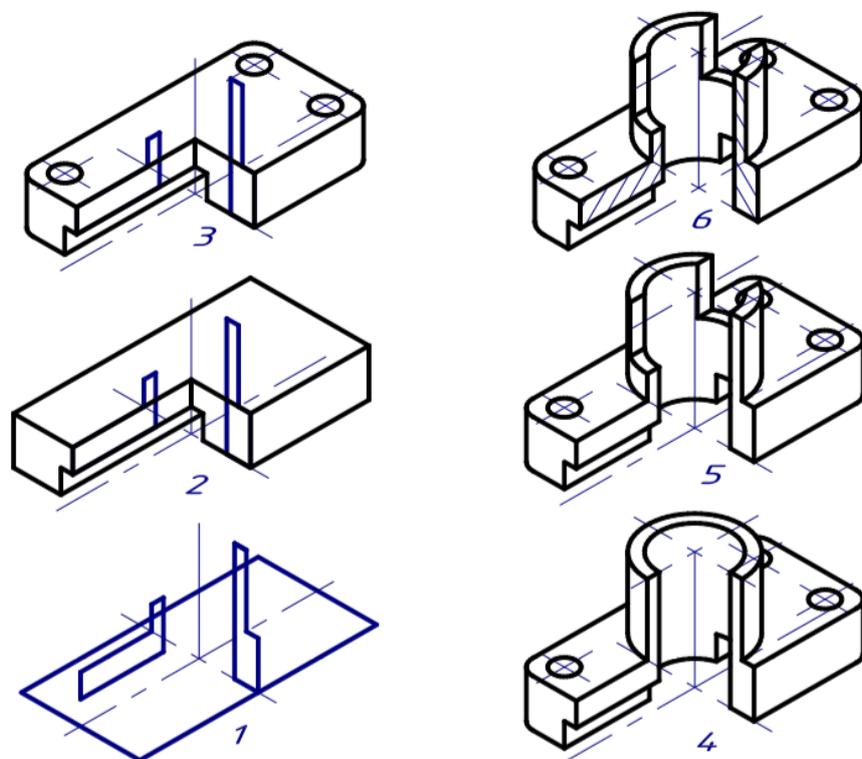


Рис. 3.11

найбільшого отвору моделі. Побудову аксонометрії можна виконувати в такій послідовності, як зображено на рис. 3.10 (спочатку виконується аксонометричне зображення всієї моделі, потім частина зображення видаляється), або так, як

зображено на рис. 3.11 (побудова аксонометрії моделі починається з побудови перерізів).

Графічна робота 4. ПЕРЕРІЗИ.

Завдання: Згідно з варіантом завдання (табл. 5) побудувати ортогональні проєкції (вигляд спереду та три перерізи площинами А, Б, В) вала (рис. 4).

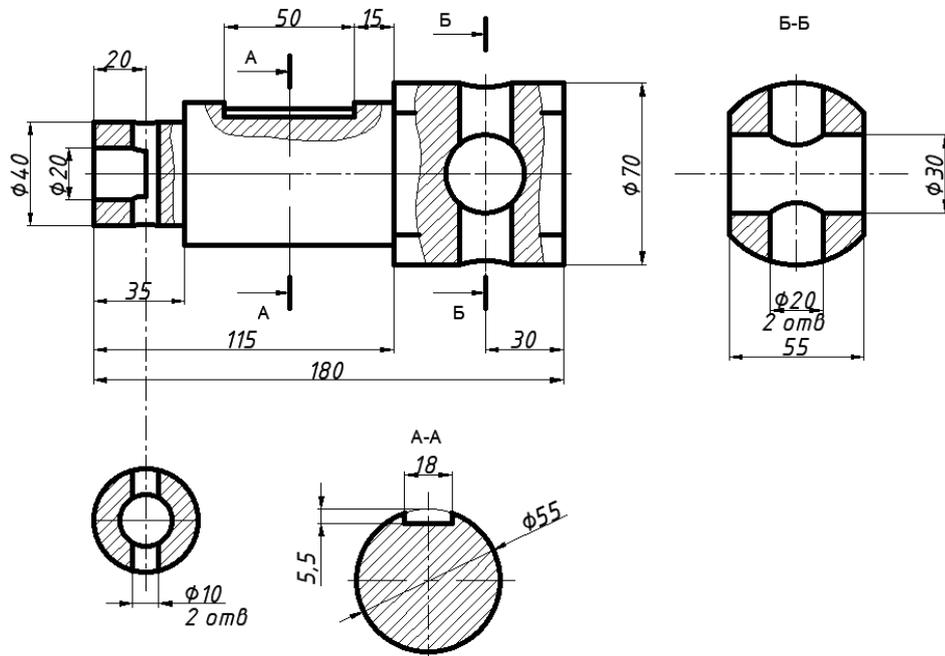
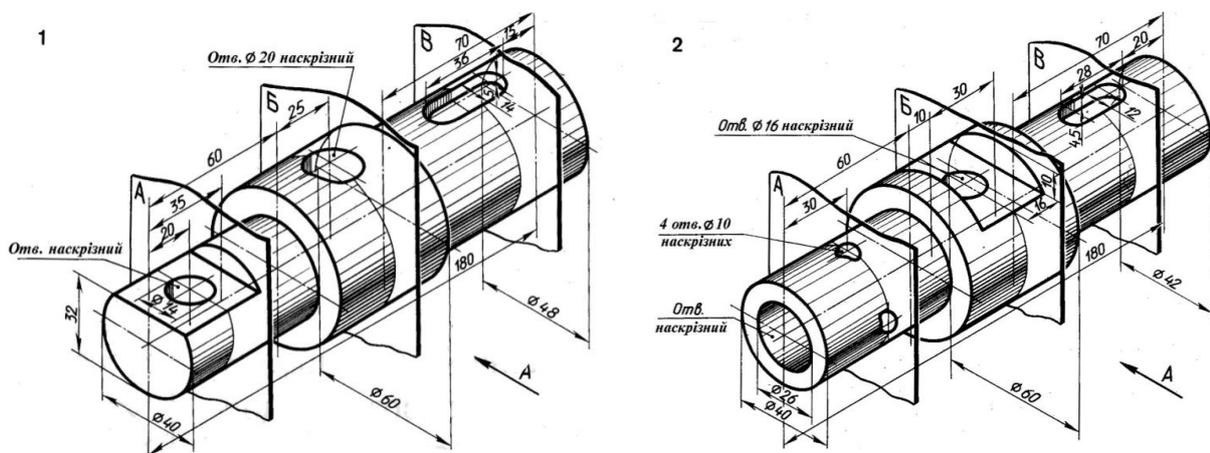
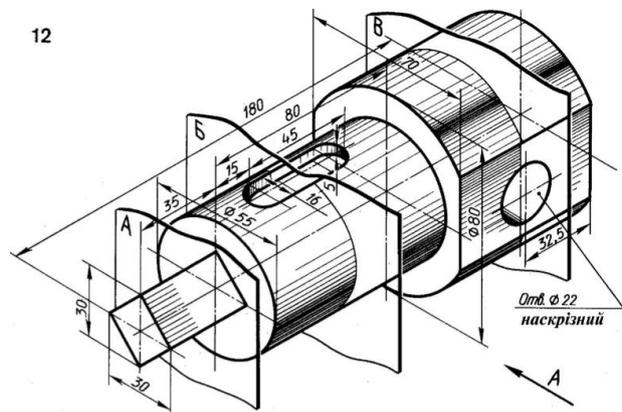
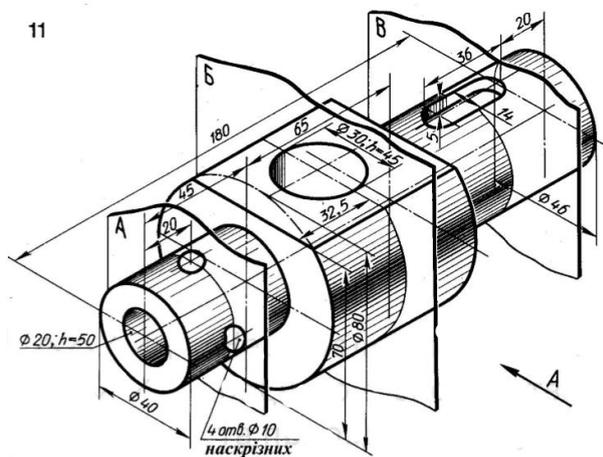


Рис. 4. Приклад виконання завдання «Перерізи»

Таблиця 5

Варіанти завдань для виконання графічної роботи «Перерізи»





Графічна робота 5. БОЛТОВЕ З'ЄДНАННЯ

Цільове призначення

Закріплення знань з умовного зображення та позначення різьб, вивчення способів зображення та позначення кріпильних з'єднань та виробів – болтів, гайок, шайб.

Болтове з'єднання відбувається за допомогою болта, гайки та шайби. Болт має стержень з головкою на одному кінці та різьбі під гайку – на іншому. Загвинчуючи гайку, стискають з'єднуючі деталі між головкою болта та гайкою.

Дане з'єднання може бути виконане за допомогою різних типів болтів та гайок. Частіше за все використовується болт з шестигранною головкою нормальної або підвищеної точності. Кожний тип болта має три види виконання: I-ше – під звичайну гайку; II-ге – під корончасту гайку або прорізну; III-тє – з отвором в головці болта для стопоріння його від прокручування.

Гайки бувають шестигранні, квадратні, корончасті, прорізні, циліндричні та ін. По конструкції шестигранні гайки поділяються на виконання: I – двохфасочне та II – однофасочне і корончасті.

Шайба підкладається під гайку для збереження поверхні деталі від пошкоджень і для більш рівномірного розповсюдження тиску від гайки на поверхню деталі. Стандартні шайби мають чотири види: шайби звичайні; збільшені; пружинні та стопорні.

Болт, гайку і шайбу на складальних кресленнях викреслюють по відносним наближеним розмірам, в залежності від розміру зовнішнього діаметра нарізи d . Зрізи конічної фаски на головці болта та гайки, котрі утворюють лекальні криві (гіперболи), на кресленнях замінюють циркулярними кривими з радіусами R , $R1$ та r . Дані співвідношення відносних розмірів використовують також і при зображенні деталей, котрі мають елементи шестигранних призм (нарізеві пробки, корпуса вентилів і ін.).

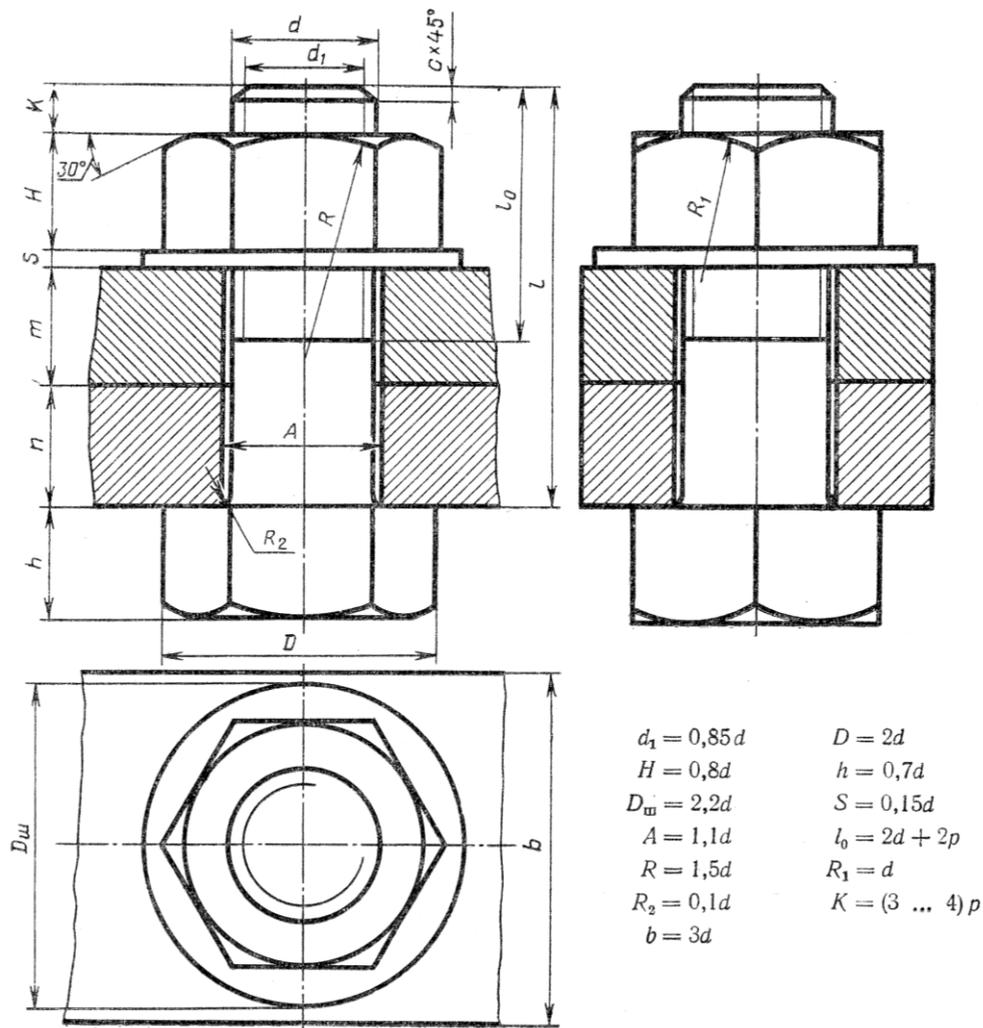


Рис.5.1. Конструктивні розміри з'єднання болтом

Таблиця 6

Вихідні дані до виконання завдання "Болтове з'єднання"

№ варі-анга	d	n	m	c	№ варі-анга	d	n	m	c
1	16	25	50	2	7	20	15	35	2,5
2	20	18	30	2,5	8	16	25	50	2
3	16	25	50	2	9	24	24	30	2,5
4	24	16	40	2,5	10	20	30	25	2,5
5	30	20	30	2,5	11	24	30	20	2,5
6	24	20	40	2,5	12	30	30	30	2,5
№ варі-анга	d	n	m	c	№ варі-анга	d	n	m	c
13	20	15	40	2,5	19	24	20	30	2,5
14	24	30	20	2,5	20	16	20	45	2
15	30	10	40	2,5	21	20	25	25	2,5
16	20	15	25	2,5	22	24	15	40	2,5
17	30	20	30	2,5	23	30	18	35	2,5
18	20	30	20	2,5	24	24	10	40	2,5

№ варі-анга	d	n	m	c
25	30	20	35	2,5
26	20	15	25	2,5
27	24	15	30	2,5
28	16	15	25	2
29	24	20	25	2,5
30	20	10	30	2,5

Таблиця 7

Діаметри та кроки метричної нарізі

Розміри, мм		
Діаметр, d	Крок, p	
1-ий ряд	великий	дрібний
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	3	2; 1,5; 1; 0,75
30	3,5	2; 1,5; 1; 0,75

Болт М12х45 ГОСТ 7798:2008 – болт з шестигранною головкою, різьба – метрична, зовнішній діаметр нарізі 12 мм, довжина болта 45 мм. Виконання І в позначенні не вказують.

Гайка М12 ГОСТ 5915:2008 – гайка шестигранна з метричною нарізю, діаметр нарізі 12 мм.

Шайба 12 ГОСТ 6958-78 – шайба під болт діаметра 12 мм.

Довжина болта L складається із висоти гайки і шайби, товщини з'єднувальних деталей та довжини кінця болта над гайкою $(0.25 \dots 0.3)d$.

Методичні рекомендації до виконання завдання

Виходячи з діаметра болта і товщини з'єднаних деталей розрахувати та викреслити болтове з'єднання (рис. 5.1). Завдання виконується згідно індивідуального варіанту (табл. 6) на аркуші формату А4. Діаметри та кроки метричної різьби наведено у таблиці 7. Приклад виконання графічної роботи наведено на рис. 5.2.

В таблиці 6 наведено величини діаметра різьби болта **d** та товщина двох з'єднувальних деталей **n** і **m**, необхідних для виконання за варіантами графічної роботи.

Спочатку за формулою розраховують розрахункову довжину болта L_p (рис. 5.2):

$$L_p = n + m + S + H + K = n + m + 1.3 d,$$

де: **n** і **m** – товщина скріплюваних деталей, **S** – товщина шайби, **H** – висота гайки, **K** – запас нарізі на виході із гайки, **d** – діаметр болта.

Знайдену довжину болта порівнюють із стандартним значенням і округлюють до найближчого стандартного розміру. Стандартний ряд довжин болтів: 30, 32, 35, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

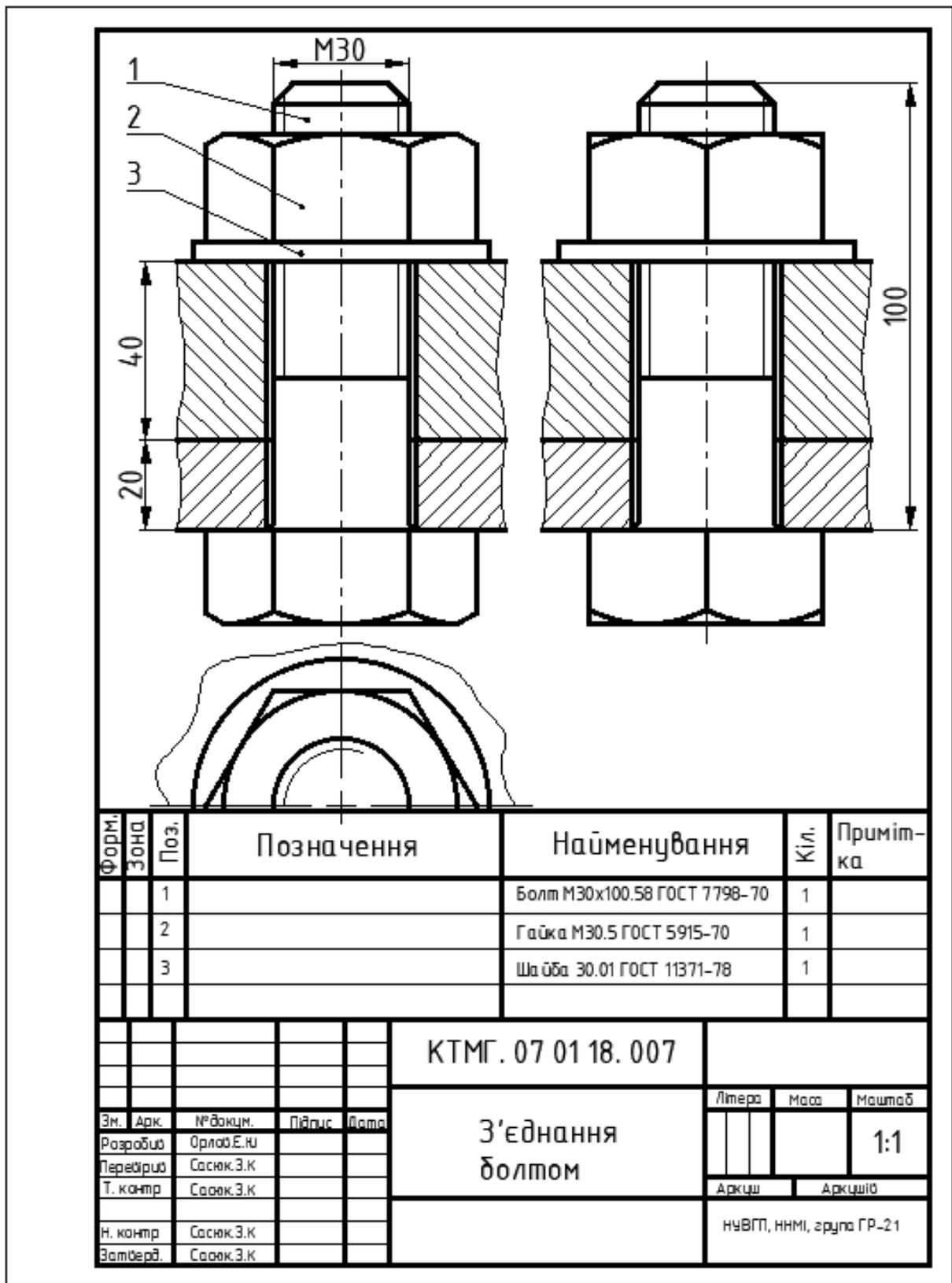


Рис. 5.2. Приклад виконання завдання «Болтове з'єднання»

Графічна робота 6. СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА

Схема — це графічний конструкторський документ, на якому за допомогою умовних позначень і зображень показано складові частини виробу і зв'язки між ними. Терміни та визначення основних понять, що стосуються схем, подано в ДСТУ 3323:2003.

Правила оформлення схем електричних принципівих:

1. На схемах зображують усі електричні елементи або пристрої, всі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи, якими закінчуються вхідні та вихідні кола (див. рис. 6.1).

2. Кожен елемент повинен мати позиційне позначення за ГОСТ 2.710-84. Вона складається з двох частин: перша (літерна) — код елемента, що визначає його вид (R — резистор, DD — інтегральна цифрова мікросхема, VT — транзистор, тощо); друга — порядковий номер елемента, починаючи з одиниці. Для кожної групи (з однаковим літерним кодом) застосовується своя нумерація (R1, R2, R3, VT1, VT2, ...).

3. При нанесенні номерів слід брати до уваги послідовність розташування елементів на схемі. Порядкові номери привласнюються елементам, починаючи з одиниці, і далі згідно з послідовністю розташування елементів на схемі — зліва праворуч і зверху донизу. Позиційне позначення має бути зверху або праворуч елемента на схемі. Інформація про елементи схеми міститься в переліку елементів.

4. На схемі бажано вказувати характеристики вхідних та вихідних кіл (напругу, силу струму, частоту та інші.). Якщо ці характеристики, а також адреси їх зовнішніх під'єднань записати в таблицю, то умовні графічні позначки вихідних та вхідних кіл можуть бути відсутні. В цьому випадку таблиці присвоюють позиційне позначення елемента замість умовної графічної позначки (див. рис.6.1). Саму таблицю орієнтують тільки горизонтально, можна її виконувати дзеркально повернутою. Таких таблиць може бути декілька.

Коло	Конт.	
-12.6В	9	8-10
Вихід	13	
Земля	7	
+6,3В	6	
Вхід	1	
-27В	5	
40	15	

Рис. 6.1.

5. Перелік елементів оформляють у вигляді встановленої стандартом таблиці. Заповнюють її зверху вниз. Перелік можна виконувати як самостійний документ на окремому форматі А4. Його також можна розміщувати на першому аркуші схеми на відстані не менше 12 мм над основним написом, продовження таблиці розміщують зліва від основного напису. Таблицю виконують за розмірами відповідно до стандарту (рис.6.2).

Поз. позн.	Найменування	Кіл.	Примітка	
				15
				8
20	110	10		
				185

Рис. 6.2.

Мета графічної роботи – ознайомити студентів з основними графічними та позиційними позначками елементів схем, навчити правил оформлення схеми електричної принципової та переліку елементів.

Послідовність виконання роботи:

1. Ознайомитися з вимогами відповідних стандартів.
2. Виконати електричну принципову схему згідно з варіантом (табл. 9).

3. Записати на схемі літеро-цифрові позиційні позначки усіх її елементів та заповнити таблицю виводів (рис. 6.1).

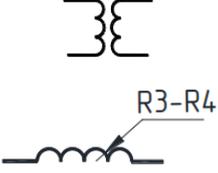
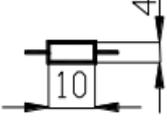
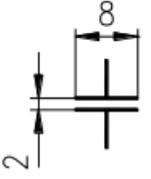
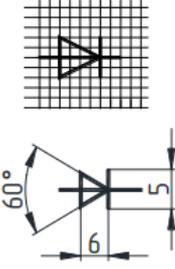
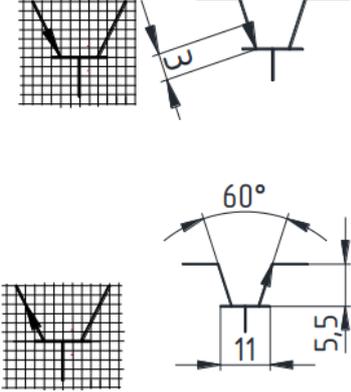
4. Оформити кресленик (рис. 6.3), тобто заповнити основний напис, якщо потрібно записати необхідні технічні умови, тощо.

5. Оформити перелік елементів до цієї схеми (рис. 6.2).

Робота виконується на аркушах формату А4 або А3.

Таблиця 8

Умовні графічні зображення електропристроїв

Трансформатор		TV
Резистор		R
Конденсатор		C
Діод		VD
Транзистор: -типу PNP -типу NPN		VT

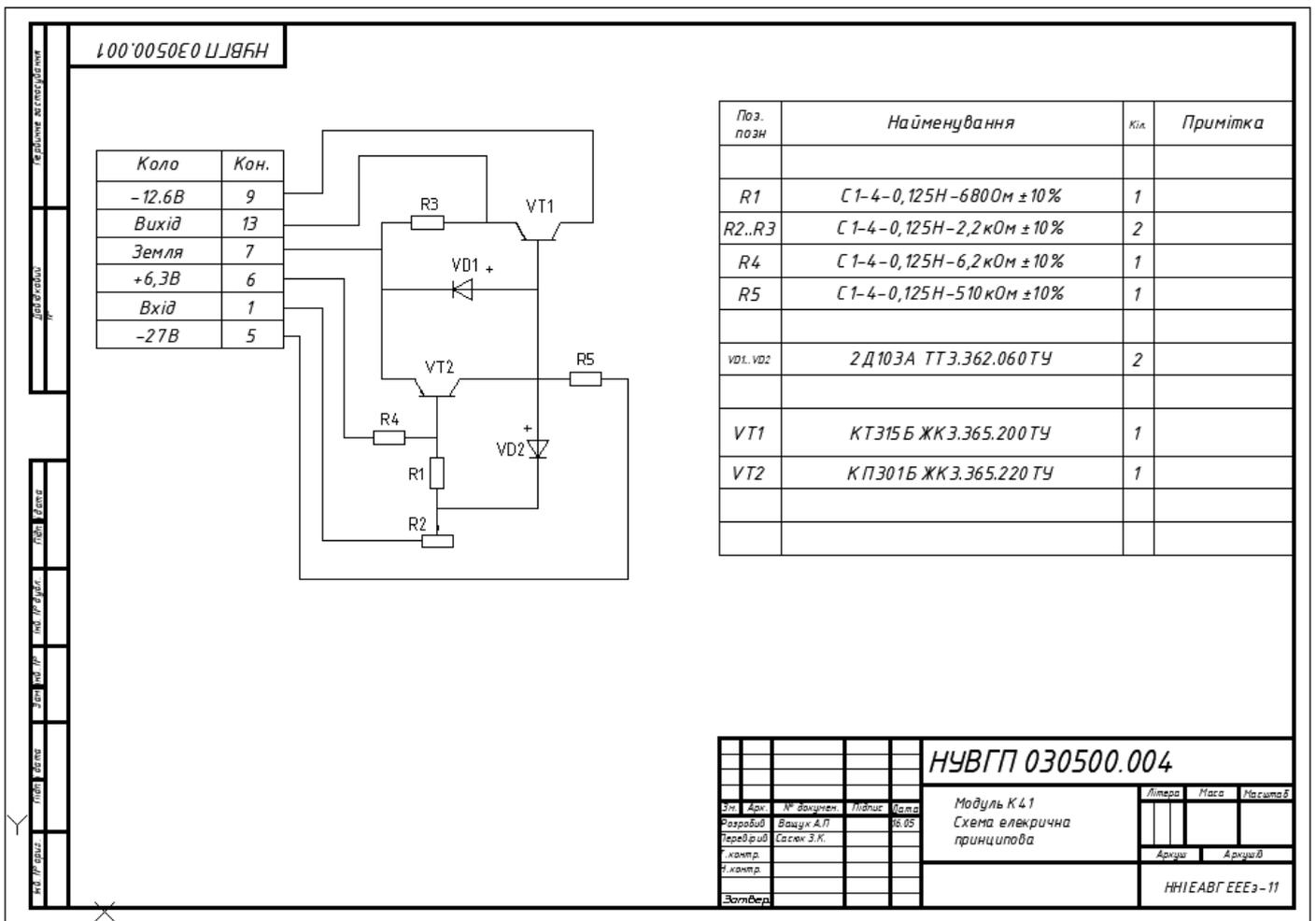


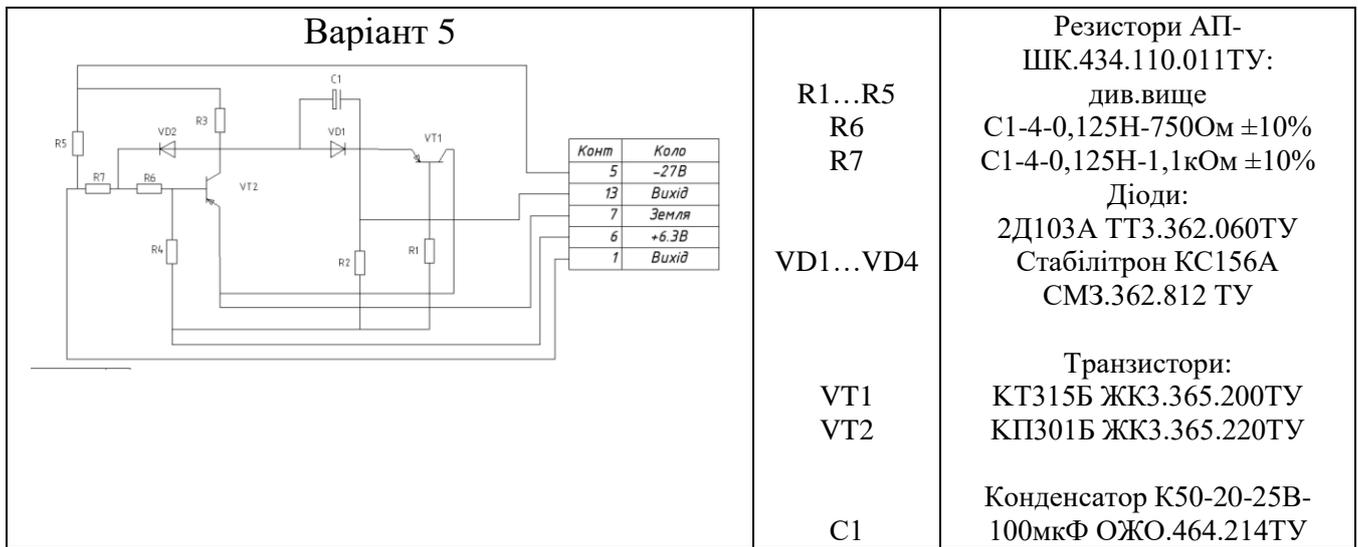
Рис. 6.3. Приклад оформлення графічної роботи «Схема електрична принципова»

Таблиця 9

Варіанти завдань

Схема електрична принципова	Умовне літерно-цифрове позначення пристрою	Найменування пристрою
1	2	3
<p>Варіант 1</p> <p>Модуль К7</p>	<p>R1 R2 R3 R4 R5</p> <p>VD1...VD4</p> <p>C1</p>	<p>Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ: R1 C1-4-0,125Н-160Ом ±10% R2 C1-4-0,125Н-300Ом ±10% R3 C1-4-0,125Н-360Ом ±10% R4 C1-4-0,125Н-430Ом ±10% R5 C1-4-0,125Н-680Ом ±10%</p> <p>Діоди: VD1...VD4 2Д103А ТТ3.362.060ТУ Стабілітрон КС156А СМ3.362.812 ТУ</p> <p>Конденсатор К50-20-25В-100мкФ ОЖО.464.214ТУ</p>

<p style="text-align: center;">Варіант 2</p> <table border="1" style="float: left; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th>Коло</th> <th>Конт.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Вхід</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-6,3В</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Земля</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Вихід</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>-6,3В</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>-27В</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Коло	Конт.	Вхід	1	-6,3В	6	Земля	7	Вихід	13	-6,3В	8	-27В	5	<p>R1...R5</p> <p>VD1...VD4</p> <p>VT1 VT2</p>	<p>Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ: див.вище</p> <p>Діоди: 2Д103А ТТ3.362.060ТУ Стабілітрон КС156А СМ3.362.812 ТУ</p> <p>Транзистори: КТ315Б ЖК3.365.200ТУ КП301Б ЖК3.365.220ТУ</p>
Коло	Конт.															
Вхід	1															
-6,3В	6															
Земля	7															
Вихід	13															
-6,3В	8															
-27В	5															
<p style="text-align: center;">Варіант 3</p> <table border="1" style="float: left; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th>Коло</th> <th>Кон.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-12.6В</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Вихід</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Земля</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>+6,3В</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Вхід</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-27В</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">Модуль К41</p>	Коло	Кон.	-12.6В	9	Вихід	13	Земля	7	+6,3В	6	Вхід	1	-27В	5	<p>R1...R5</p> <p>VD1...VD4</p> <p>VT1 VT2</p>	<p>Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ: див.вище</p> <p>Діоди: 2Д103А ТТ3.362.060ТУ Стабілітрон КС156А СМ3.362.812 ТУ</p> <p>Транзистори: КТ315Б ЖК3.365.200ТУ КП301Б ЖК3.365.220ТУ</p>
Коло	Кон.															
-12.6В	9															
Вихід	13															
Земля	7															
+6,3В	6															
Вхід	1															
-27В	5															
<p style="text-align: center;">Варіант 4</p> <table border="1" style="float: left; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th>Коло</th> <th>Конт</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Вихід1</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Вихід2</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Вихід3</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Вхід</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>6,3В</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>27В</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">Модуль К25</p>	Коло	Конт	Вихід1	12	Вихід2	9	Вихід3	13	Вхід	1	6,3В	8	27В	5	<p>R1...R3</p> <p>VD1...VD4</p> <p>VT1 VT2</p> <p>TV</p>	<p>Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ: див.вище</p> <p>Діоди: 2Д103А ТТ3.362.060ТУ Стабілітрон КС156А СМ3.362.812 ТУ</p> <p>Транзистори: КТ315Б ЖК3.365.200ТУ КП301Б ЖК3.365.220ТУ</p> <p>Трансформатор ТИМ12-127/220-50 ОЮО.472.026 ТУ</p>
Коло	Конт															
Вихід1	12															
Вихід2	9															
Вихід3	13															
Вхід	1															
6,3В	8															
27В	5															



Графічна робота 7. МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАСТИНИ

Цільове призначення

Здобути навички з виконання кресленика пластини засобами комп'ютерної графіки та вивчення команд графічних примітивів та редагування креслення.

Завдання: 1. Виконати кресленник пластини згідно зі зразком рис. 7.1 в системі AutoCAD.

2. Створити тривимірну модель пластини. Товщина пластини складає 10 мм.

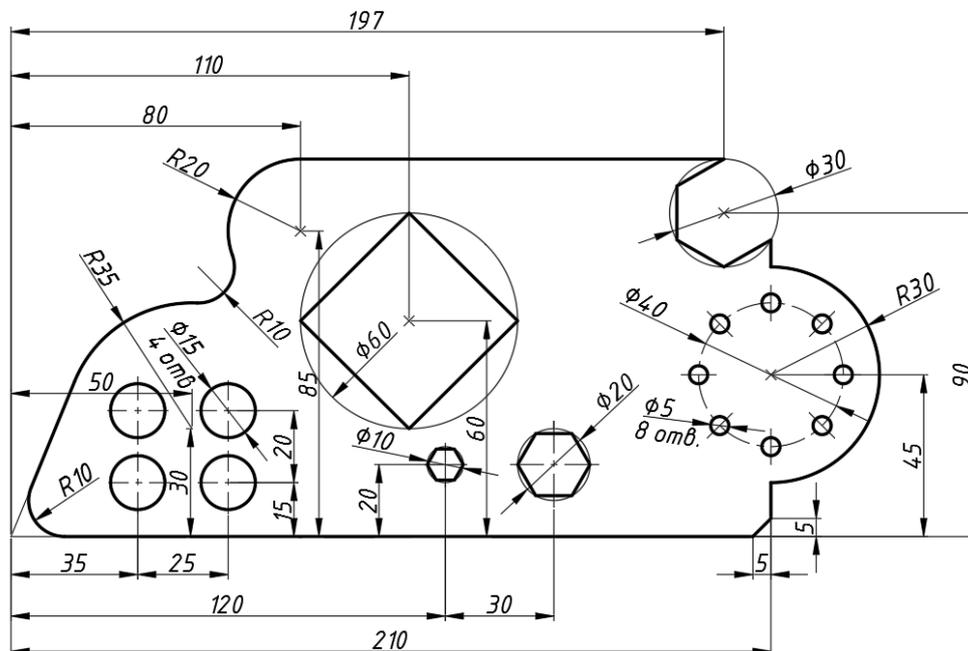


Рис. 7.1. Кресленник пластини

Хід роботи : практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції пластини.

Методичні рекомендації до виконання практичної роботи

Вивчити панелі інструментів, рядок стану, вікно командних рядків; контекстне меню; налагоджування робочого середовища; відкриття, створення та зберігання креслень; вихід з системи. Декартові та полярні координати. Введення тривимірних координат в системі. Поділ креслення за прошарками. Управління видимістю прошарків. Команди оформлення та редагування двовимірних креслень.

Налаштувати робоче середовище. Згідно із завдання побудувати кресленик пластини (рис. 7.1). Проставити необхідні розміри.

Під робочим середовищем розуміють:

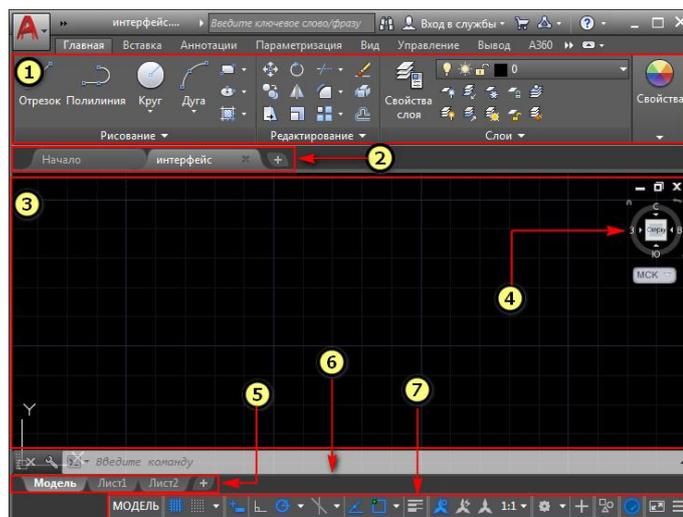
- Набір і організацію вкладок меню (стрічки) і панелей інструментів;
- Стиль і вид простору моделі;
- Положення і вид командного рядка;
- Налаштування рядка стану і т.д.

На рис. 7.2 наведено інтерфейс програми AutoCAD.

У програмі передбачені ще декілька встановлених робочих просторів :

1. Основи 3D.
2. 3D моделювання.
3. Класичний AutoCAD.

Кнопка зміни робочого простору знаходиться в рядку стану в правому нижньому кутку вікна програми.



- 1 - Стрічка-палітра (меню AutoCAD).
- 2 - Вкладки файлів.
- 3 - Робочий простір Автокад.
- 4 - Видовий куб.
- 5 - Вкладки Листів AutoCAD.
- 6 - Командний рядок Автокад.
- 7 – Рядок стану (підкл./відкл. режимів креслення в программе).

Рис. 7.2. Інтерфейс програми AutoCAD

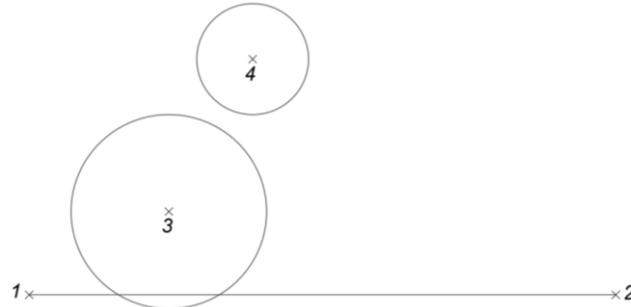
Сценарій створення пластини

Створимо креслення пластини зображеної на рис. 7.1. Товщина пластини складає 10 мм. Хід дій проводимо в наступній послідовності:

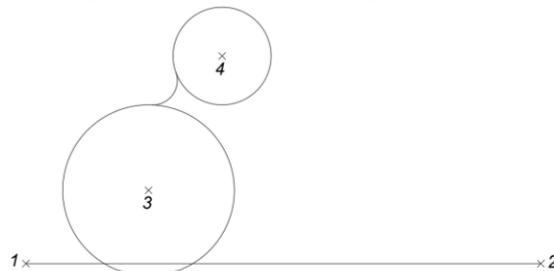
1. Ключові елементи зображення пронумеруємо точками 1-16. Викреслимо горизонтальну лінію 1-2 командою LINE (ВІДРІЗОК) із використанням абсолютної системи координат: 1(0, 0); 2 (210, 0).



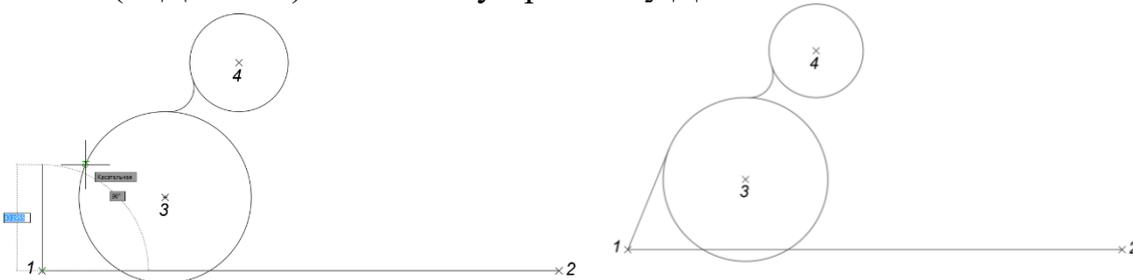
2. Командою CIRCLE (КОЛО) будуємо коло з радіусом 35 і 20 одиниць за координатами центра точок 3 (50, 30) і 4 (80,85).



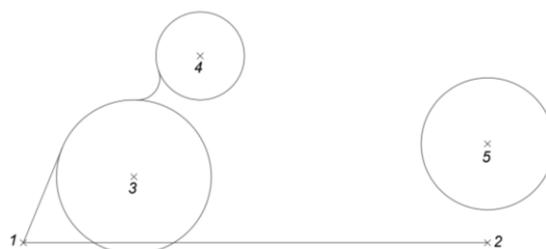
3. Для виконання зовнішнього спряження двох кіл радіусів $R=35$ і $R=20$ одиниць дугою заданого радіуса $R=10$ одиниць використовуємо команду FILLET (СПРЯЖЕННЯ). Виберемо у командному рядку опцію РАДІУС і вказуємо величину 10 одиниць та вказуємо точки дотику до заданих кіл.



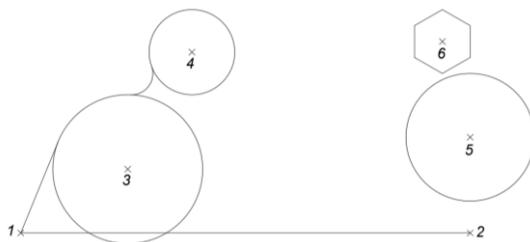
4. До побудови зовнішньої дотичної прямої до кола використовуємо команду LINE (ВІДРІЗОК) та об'єкту прив'язку ДОТИЧНА.



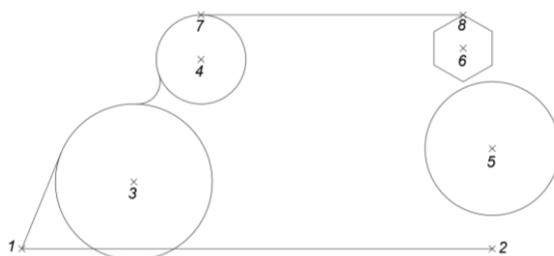
5. Командою CIRCLE (КОЛО) побудуємо коло радіуса $R=30$ одиниць за координатами центра точки 5 (210, 45).



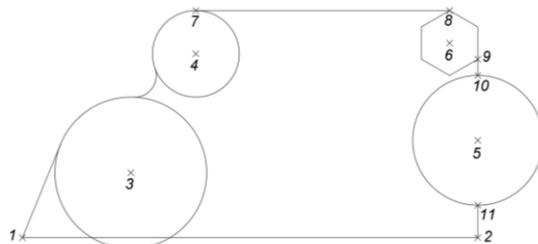
6. Побудуємо POLYGON (БАГАТОКУТНИК) із центром у точці 6 (197, 90). У командному рядку вказуємо кількість 6 кутів багатокутника та радіус R=10 одиниць, а також у командному рядку обираємо опцію «вписаний в коло», яка передбачена за замовчуванням. Отриманий шестикутник повернемо на кут 30° відносно точки 6 командою ROTATE (ПОВОРОТ).



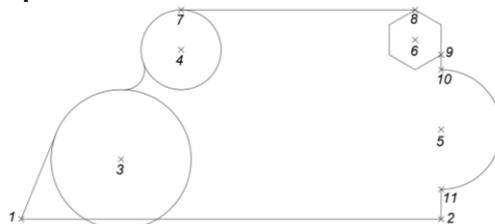
7. Командою LINE (ВІДРІЗОК) побудуємо відрізок 7-8, використовуючи об'єктні прив'язки КІНЕЦЬ відрізка та ДОТИЧНА до кола.



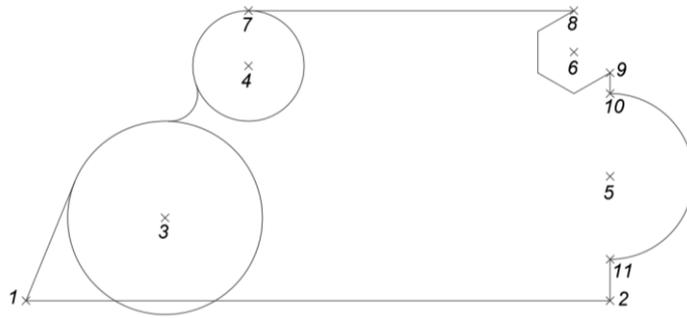
8. Командою LINE (ВІДРІЗОК) та за допомогою об'єктних прив'язок до кінцевих точок та квадрантів кола з'єднаємо точки 9-10 та 11-2.



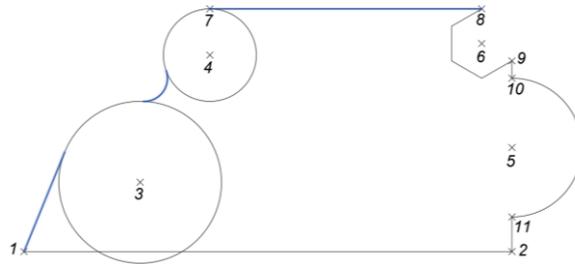
9. Командою TRIM (ОБРІЗАТИ) стираємо частково фрагмент кола з центром в точці 5. Спочатку вказуємо відрізки 9-10 та 11-2, які будуть ріжучими кромками, а потім потрібну частину кола стираємо.



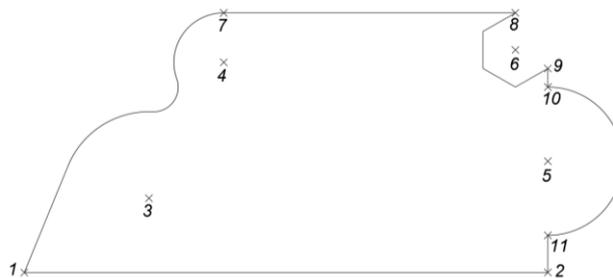
10. Також командою TRIM (ОБРІЗАТИ) стираємо частково фрагмент 8-9 шестикутника. Ріжучою кромкою будуть відрізки 7-8 і 9-10.



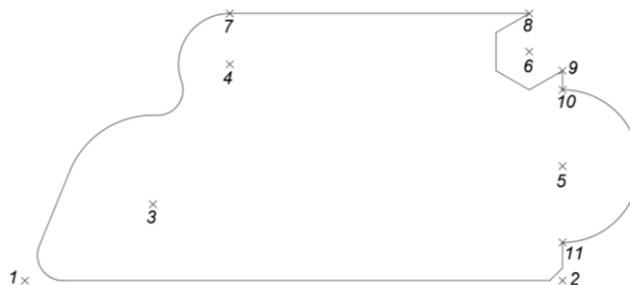
11. Командою TRIM (ОБРИЗАТИ) стираємо фрагменти кіл із центрами 3 і 4. Ріжучою кромкою обираємо відрізок 7-8, дотичну до кола пряму та дугу спряження радіуса R=10.



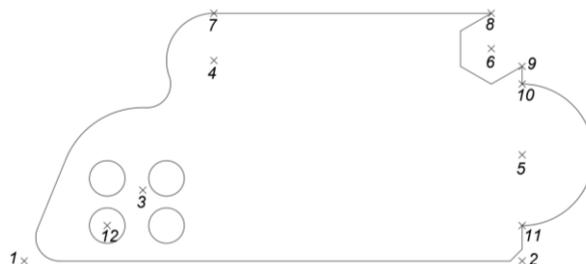
В результаті отримаємо таке зображення :



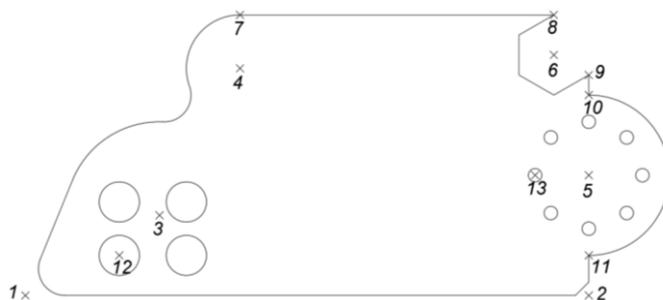
12. У нижній частині пластини в точках 1 і 2 виконаємо фаску командою CHAMFER (ФАСКА) з параметрами 5x5 одиниць довжини. Команда CHAMFER (ФАСКА) дозволяє підрізати два відрізки, які перетинаються на заданій відстані від точки перетину та з'єднує кінці відрізка новим лінійним сегментом. Спочатку задаємо нове значення підрізання 5 одиниць, бо за замовчуванням стоїть «0» і вказуємо курсором по чергово обидва відрізки 1-2 та 2-11. Командою FILLET (СПРЯЖЕННЯ) радіусом 10 одиниць виконаємо дугу між прямими, що перетинаються в точці 1.



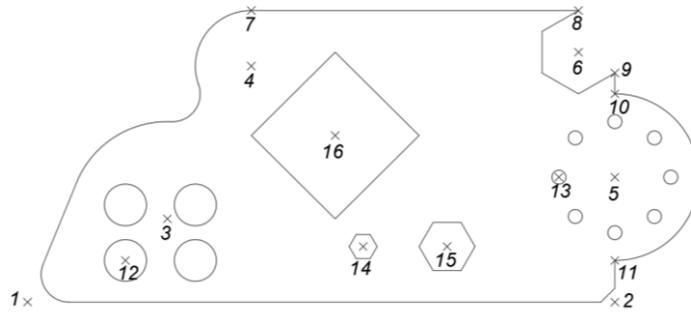
13. Командою CIRCLE (КОЛО) будуємо коло з радіусом 7,5 одиниць за координатами центра точки 12 (35, 15). Командою ARRAY (МАСИВ) створимо множину копій об'єкта розміщеного у вигляді прямокутного масиву. У командному рядку обираємо опцію «інтервал» і вказуємо віддаль між стовпцями 25 одиниць, між рядками – 20 одиниць. Тоді обираємо опцію «кількість» і вказуємо кількість стовпців - 2, кількість рядків - 2.



14. Командою CIRCLE (КОЛО) будуємо коло з діаметром 5 одиниць за координатами центра точки 13 (190, 45). При активній команді CIRCLE (КОЛО) у командному рядку обираємо опцію «діаметр» і вказуємо величину діаметра – 5 одиниць. Командою ARRAY (МАСИВ) створимо множину копій об'єкта розміщеного у вигляді полярного (колового) масиву. Для цього при активній команді МАСИВ ми обираємо опцію «кількість» і вказуємо – 8. Центральною точкою масиву обираємо точку 5.

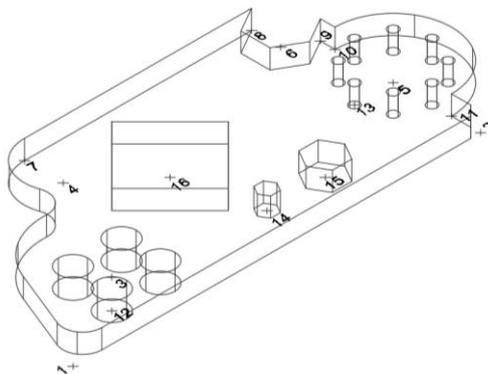


15. Побудуємо вписаний в коло шестикутник з використанням параметра Center (точка 14). Для цього скористаємося командою POLIGON (БАГАТОКУТНИК) із центром у точці 14 (120, 20), радіус кола дорівнює 5 одиниць. Вказуємо кількість сторін – 6, обираємо опцію «вписаний», яка є активною за замовчуванням. Після цього створимо копію об'єкта (шестикутника) зі зміщенням 30 одиниць. Для цього обираємо об'єкт, задаємо величину зміщення у відносних координатах @30, 0, і натискаємо ENTER. Отримане зображення шестикутника збільшуємо у два рази командою SCALE (МАСШТАБ), коефіцієнт рівний 2. За базову точку беремо точку 15 з координатами (150, 20). Далі за центром точки 16 (110, 60) командою POLIGON (БАГАТОКУТНИК) побудуємо чотирикутник вписаний в коло радіуса R=30 одиниць. Отримане зображення чотирикутника повертаємо командою ROTATE (ПОВОРОТ) на кут 45° відносно базової точки 16. Кінцевий вигляд деталі буде наступним:

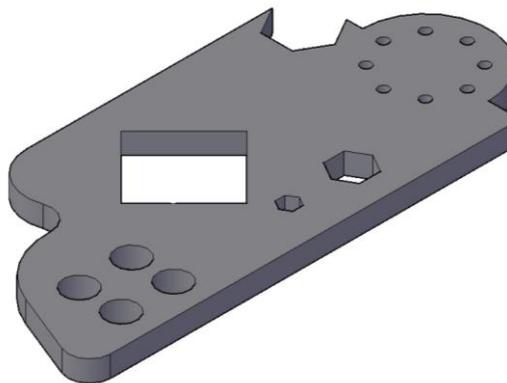


16. Нанесемо на зображенні лінійні розміри командами DIMLINEAR, DIMALIGNED, DIMDIAMETER, DIMRADIUS.

17. Створимо трьохвимірне зображення пластини. Спочатку командою ОБЛАСТЬ (на панелі редагування) створимо замкнутий зовнішній контур, вказавши курсором кожен елемент контуру. Потім командою ВИТІСНИТИ (панель моделювання) витискаємо всі елементи пластини на висоту 10 одиниць.



18. Тоді командою ВИРАХУВАННЯ (панель редагування тіл) виконаємо вирахування призматичних та циліндричних елементів для створення отворів різної форми. Завершене концептуальне зображення пластини буде наступним:



Графічна робота 8. МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОГРАННОЇ ДЕТАЛІ

Цільове призначення

Здобути навички з виконання тривимірного моделювання засобами комп'ютерної графіки та вивчення команд графічних примітивів та редагування креслення.

Завдання: Створити тривимірну модель багатогранної деталі згідно з варіантом табл. 3 (графічна робота 2) в системі AutoCAD.

Методичні вказівки до виконання завдання

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) використовуючи ортогональні проекції деталі та інструменти для створення тіл виконуємо тривимірне зображення деталі;
- 4) виконуємо візуалізацію тривимірного зображення (рис.8);
- 5) зберігаємо модель.

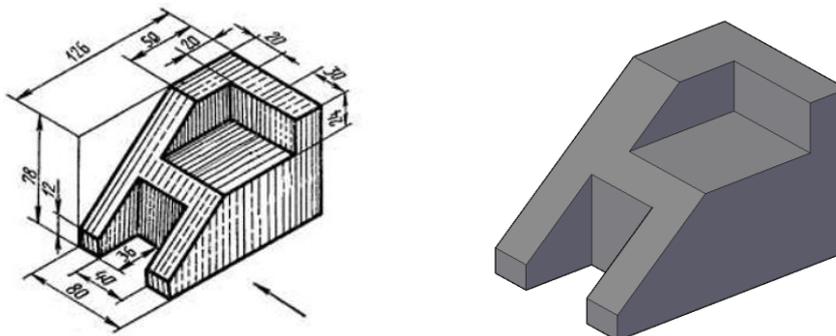


Рис. 8

Графічна робота 8. МОДЕЛЮВАННЯ КОРПУСНОЇ ДЕТАЛІ

Цільове призначення

Здобути навички з виконання тривимірного моделювання засобами комп'ютерної графіки та вивчення команд графічних примітивів та редагування креслення.

Завдання: Створити тривимірну модель корпусної деталі згідно з варіантом табл. 4 (графічна робота 3) в системі AutoCAD.

Методичні вказівки до виконання завдання

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) використовуючи ортогональні проекції деталі та інструменти для створення тіл виконуємо тривимірне зображення корпусної деталі;
- 4) виконуємо візуалізацію тривимірного зображення (рис.9);
- 5) зберігаємо модель.

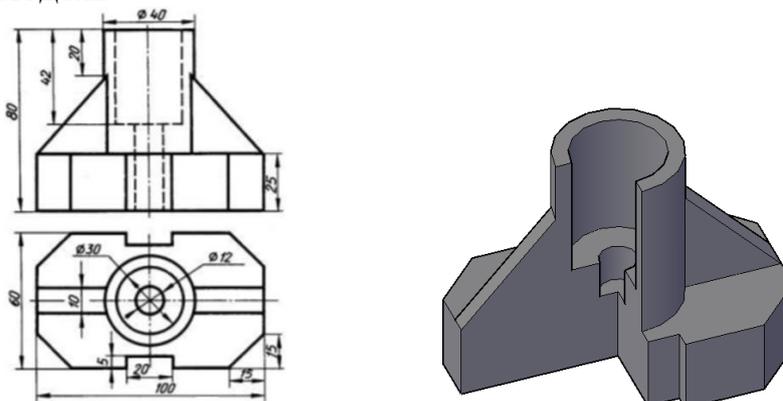


Рис. 9

Графічна робота 8. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВАЛ»

Цільове призначення

Здобути навички з виконання тривимірного моделювання засобами комп'ютерної графіки та вивчення команд графічних примітивів та редагування креслення.

Завдання: Створити тривимірну модель триступеневого вала з конструктивними елементами згідно з варіантом табл. 5 (графічна робота 4) в системі AutoCAD.

Методичні вказівки до виконання завдання

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) використовуючи ортогональні проекції деталі та інструменти для створення тіл виконуємо тривимірне зображення корпусної деталі;
- 4) виконуємо візуалізацію тривимірного зображення (рис.10);
- 5) зберігаємо модель.



Рис. 10. Тривимірна модель вала

Література

1. Інженерна графіка. Перерізи та розрізи деталей : навч. посібник / Сасюк З.К., Козяр М. М. Рівне : НУВГП. 2021. 135 с.
2. Інженерна графіка в системі графічного пакету AutoCAD: Лабораторний практикум : навч. посіб. / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, З. К. Сасюк. Рівне : НУВГП, 2011. 204 с.
3. 02-05-137М. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання [Електронне видання] / Козяр М. М., Сасюк З. К. Рівне : НУВГП, 2021. 56 с.