

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства

02-05-173М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціальності G3 «Електрична інженерія»
галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІЕАВГ
Протокол № 11 від 23.06.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності G3 «Електрична інженерія» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Сасюк З. К. Рівне : НУВГП, 2026. 28 с.

Укладач: 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) ОПП: Літковець Сергій Петрович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Попередня версія методичних вказівок 02-05-128.

© З. К. Сасюк, 2026

© НУВГП, 2026

Вступ

Методичні вказівки з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» розроблені з урахуванням сучасних вимог підготовки фахівців у галузі електричної інженерії та повністю спрямовані на формування визначених освітньою програмою компетентностей і програмних результатів навчання.

Зміст і структура матеріалу забезпечують розвиток здатності розв'язувати інженерні задачі в умовах практичної діяльності, застосовувати знання у реальних ситуаціях, ефективно використовувати системи автоматизованого проектування та виконувати розроблення технічної документації відповідно до чинних стандартів.

Опрацювання матеріалів методичних вказівок сприяє досягненню необхідного рівня професійної підготовки, формує навички самостійного навчання, роботи з сучасним програмним забезпеченням і забезпечує готовність до виконання інжинірингових завдань у сфері електротехніки.

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 (А4 або А3) та масштабі (1:1 або 1:2), що сприяє формуванню навичок точного дотримання стандартів графічної документації.

Графічна робота 1. СТВОРЕННЯ ШАБЛОНІВ ФОРМАТІВ КРЕСЛЕННЯ

Цільове призначення графічного завдання зі створення шаблонів форматів А3 та А4 креслення є формування у здобувачів освіти практичних навичок оформлення технічної документації відповідно до вимог стандартів (ДСТУ, ЄСКД).

Методичні рекомендації до виконання завдання

Виконання цього завдання спрямоване на: засвоєння правил побудови та оформлення креслень різних форматів; набуття вмінь створювати стандартні рамки, основні написи та робочі поля креслення; розвиток навичок роботи в системах автоматизованого проектування (САПР); забезпечення готовності до виконання інженерно-графічної документації у професійній діяльності.

У результаті виконання завдання студенти оволодівають базовими елементами створення уніфікованих шаблонів креслень, що є необхідною умовою для подальшої роботи з проектною документацією в галузі електричної інженерії.

Завдання: налаштувати робоче середовище AutoCAD. Створити шаблони форматів А4, А3 та таблиці специфікації.

Створення і налаштування шаблонів в AutoCAD.

При створенні нового кресленника заходимо в «Меню» – «Створити» – «Кресленик» відкривається вікно вибору шаблонів (рис. 1), які зберігаються в папці Template. Шаблони мають розширення *.dwt.

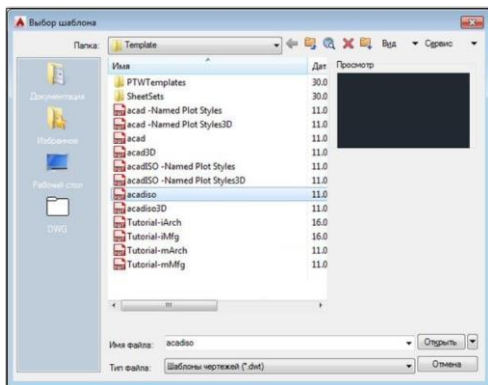


Рис.1. Вікно вибору шаблонів.

Для створення креслень, де використовуються британські одиниці виміру - дюйми, потрібно використовувати файли acad.dwt, acadlt.dwt. Якщо креслення має бути виконане в метричних одиницях – міліметрах, використовуйте шаблони acadiso.dwt або acadltiso.dwt. В нашому випадку користуватимемося шаблоном acadiso.dwt. Налаштування файлу повністю підходять для реалізації наших проектів.

Створення шаблонів креслярських форматів А4 (210x297 мм), А3 (397x420 мм) та таблиці специфікації елементів.

Спочатку налаштуємо робоче середовище. Для цього створимо необхідну кількість прошарків та їх властивостей для шаблонів (рис. 2).

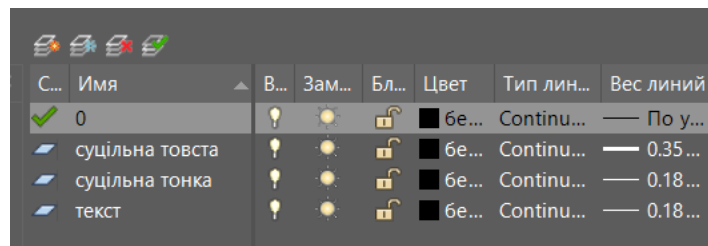


Рис. 2. Створення властивостей прошарків для шаблонів форматів А4, А3 креслення та таблиці специфікації елементів.

Наступним кроком є налаштування параметрів тексту, який входить до основного напису та специфікації (рис. 3).

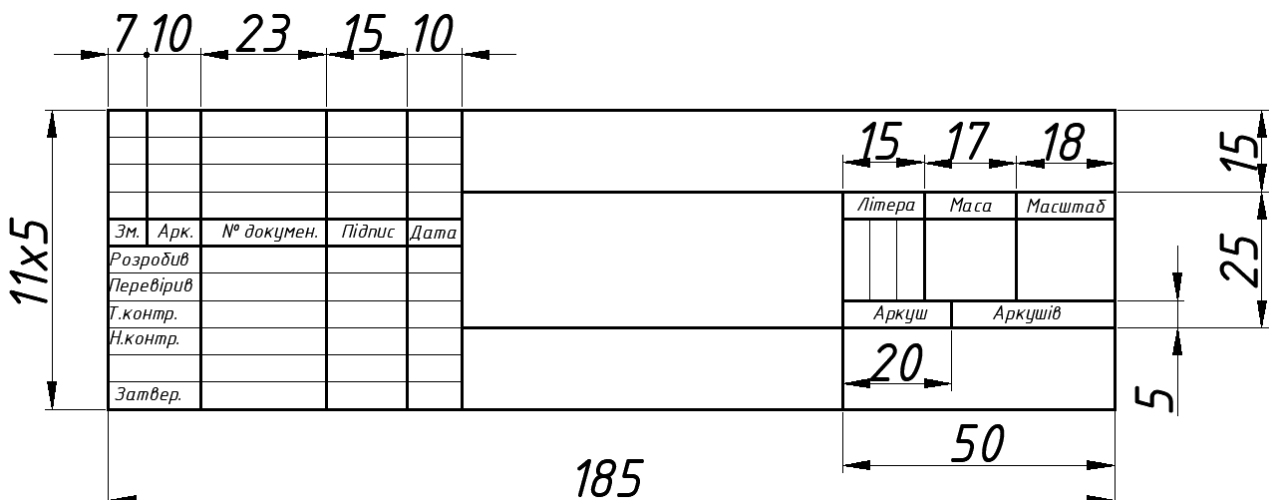


Рис. 3. Параметри створення основного напису на шаблонах форматів А4, А3.

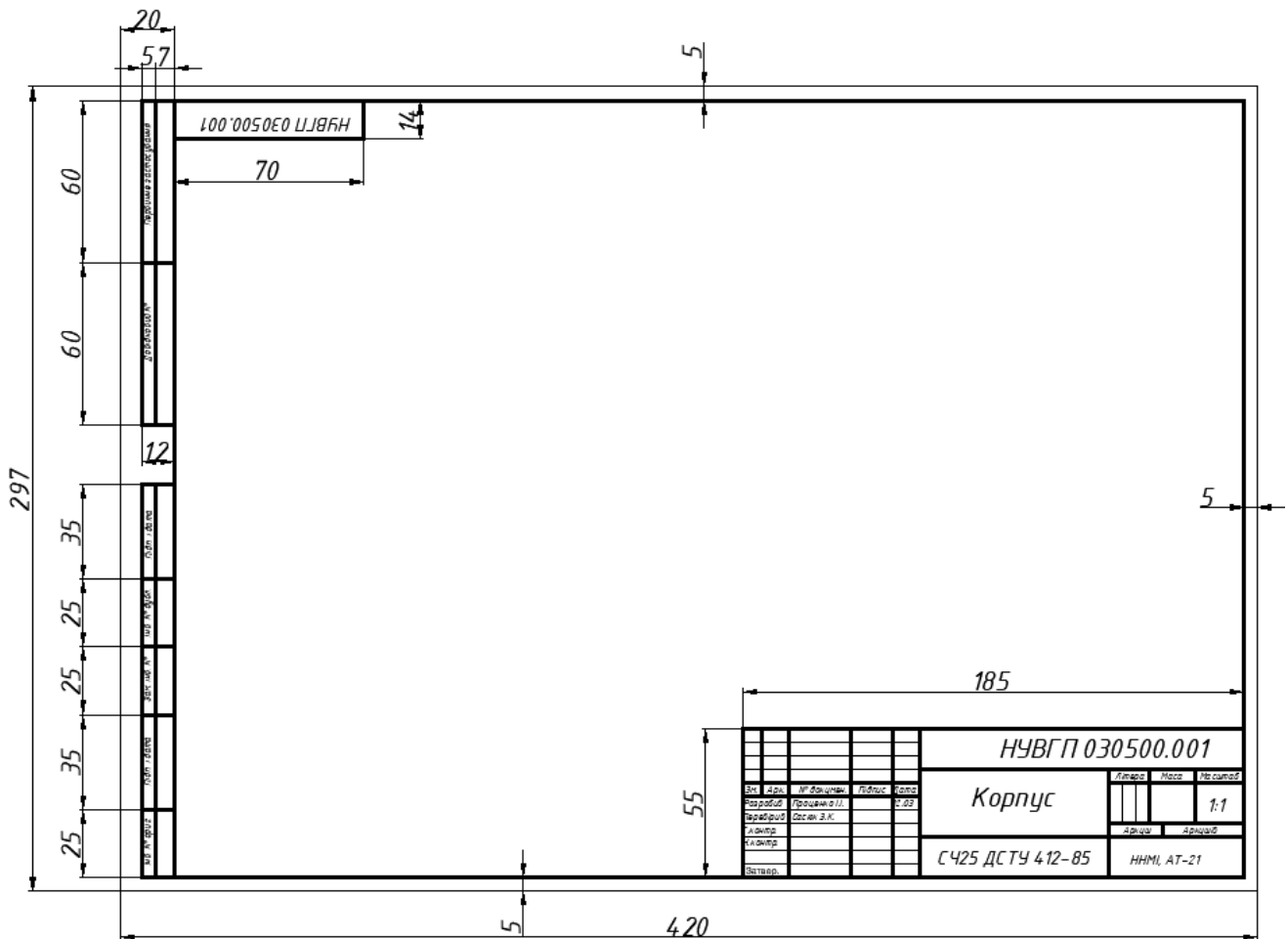


Рис. 6. Приклад створення шаблону формату А3 з основним написом.

Код	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
		Деталі:		
4.3	НУВГП 030500.001	Складальне креслення		
4.3	НУВГП 030500.001	Стержень	1	
4.4	НУВГП 030500.002	Кришка	1	
4.4	НУВГП 030500.003	Полукладки лівий	1	
4.4	НУВГП 030500.004	Полукладки правий	1	
4.4	НУВГП 030500.005	Втулка	1	
		Стандартні вироби:		
6	Болт М5x60.58 ГОСТ 7798-70		4	
7	Гвіздіт М5x8.58 ГОСТ 1491-80		2	
8	Гайка М5.5 ГОСТ 5915-70		4	
9	Шайба 5.0x05 ГОСТ 11371-78		4	
10	Штифт 5x8x10 ГОСТ 3128-70		1	

Рис. 7. Приклад створення шаблону специфікації з основним написом.

Графічна робота 2. СПРЯЖЕННЯ.

Цільове призначення є формування у студентів знань і практичних навичок побудови плавних переходів між геометричними елементами (лініями, дугами, колами) відповідно до вимог інженерної графіки та стандартів.

Виконання цієї роботи спрямоване на засвоєння принципів геометричних побудов спряжень різних типів; розвиток просторового мислення та точності графічного відтворення; набуття практичних навичок роботи з креслярськими інструментами або засобами САПР; формування вмінь застосовувати отримані знання під час створення технічних креслень та конструкторської документації.

Завдання: На аркуші паперу формату А4 виконати побудову контуру деталі з елементами спряження. За варіантом (номер студента по списку в журналі викладача) в таблиці 1 виконати побудову деталі з елементами спряження. Нанести розміри на кресленику згідно зі стандартом ЄСКД «Нанесення розмірів та граничних відхилень», ДСТУ ISO 5457:2006.

Приклад виконаної роботи наведено на рис. 8.

Методичні рекомендації до виконання завдання

Спряженням називається плавний перехід від однієї прямої лінії до іншої або від однієї дуги кола до іншої дуги за допомогою елемента спряження. Спряження може виконуватися в площині чи в просторі, елементом спряження може бути пряма, дуга кола або будь-яка інша крива другого і вищого порядків.

Точка, в якій одна лінія плавно переходить в другу, називається *точкою спряження*. Дуги, за допомогою яких здійснюється плавний перехід однієї лінії в іншу, називається *дугами спряження*. *Дотичною* називається пряма, яка має із замкнутою кривою тільки одну спільну точку. Це граничне положення січної, точки перетину якої з кривою зливаються в одну точку – *точку дотику*.

Спряження часто зустрічаються в технічних обрисах. Тому побудова спряжень представляє великий інтерес.

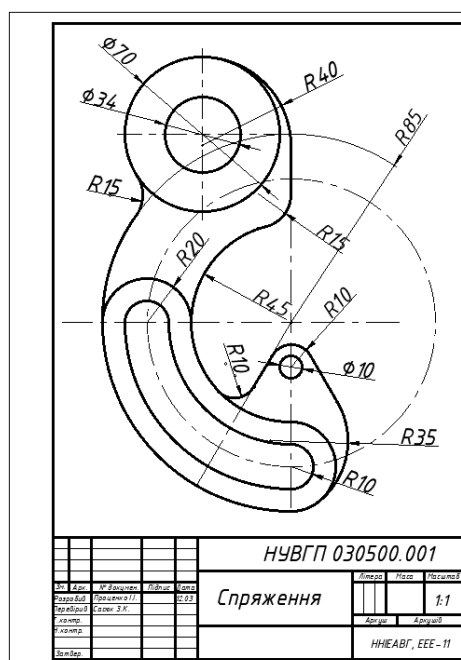
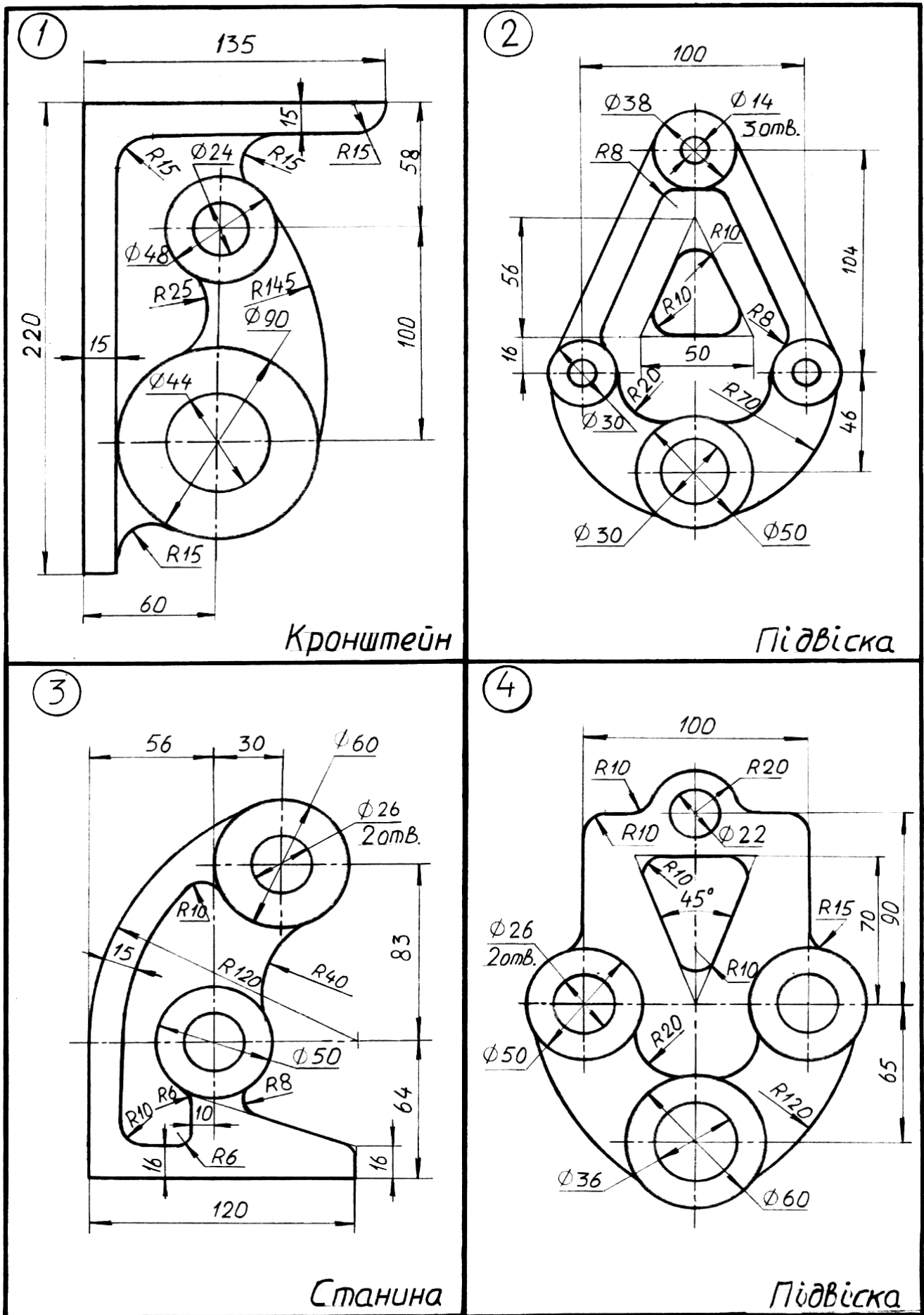
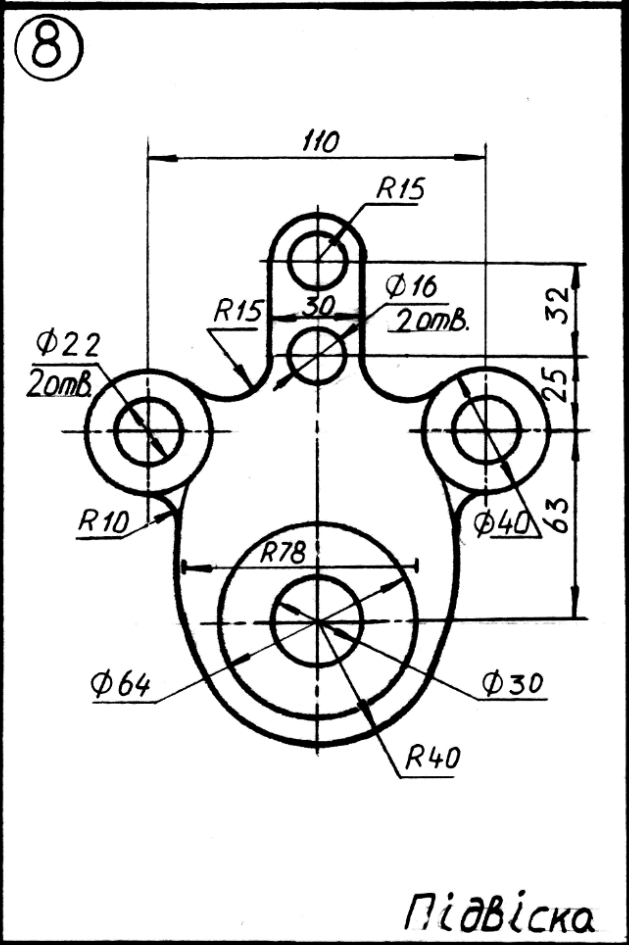
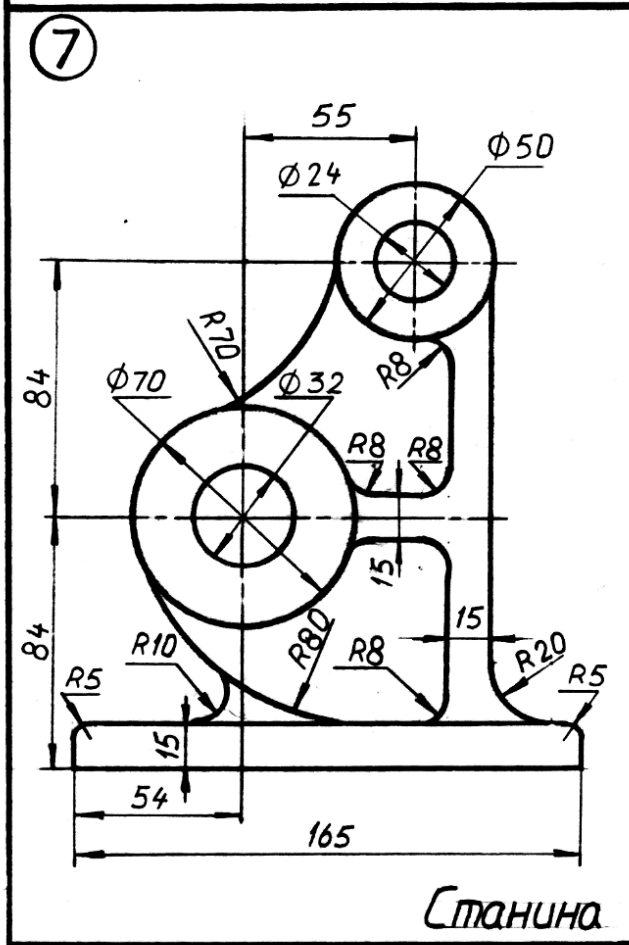
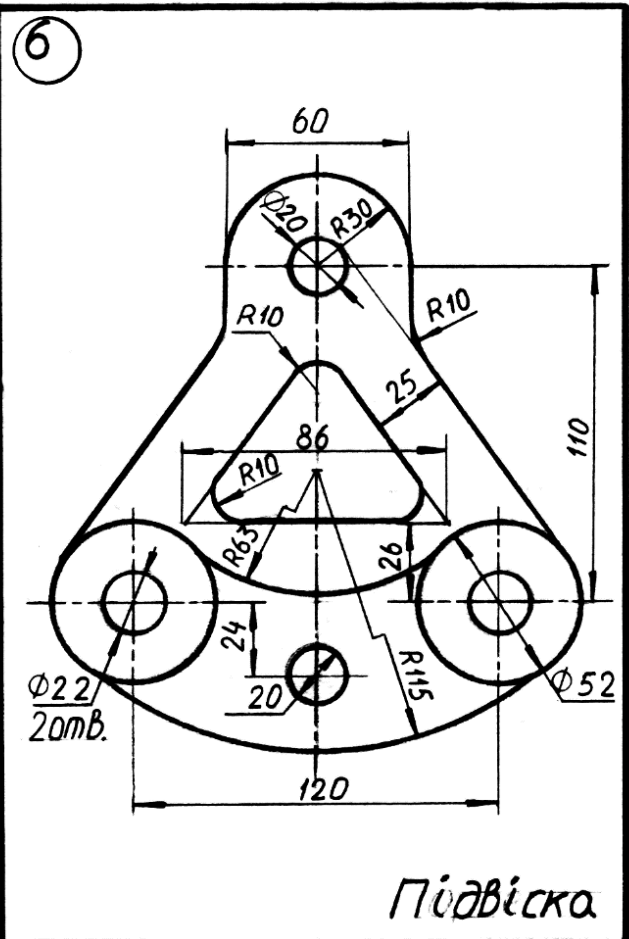
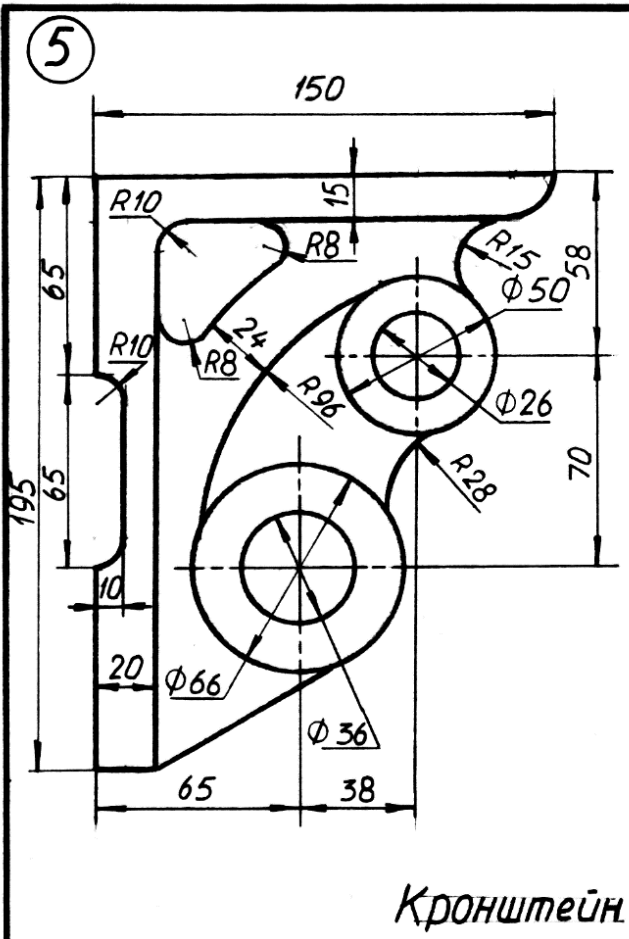


Рис. 8. Приклад для виконання графічної роботи «Спряження»

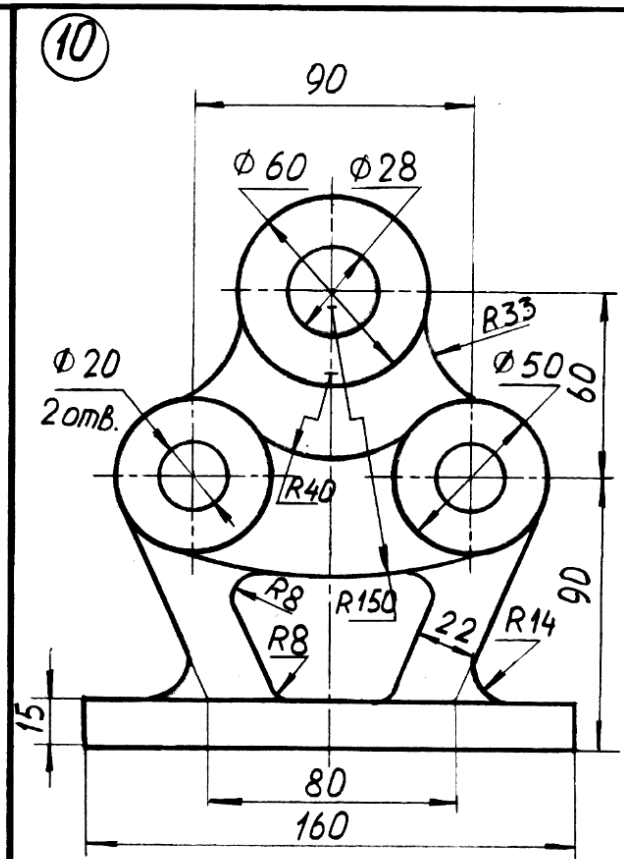
Варіанти завдань до графічної роботи «Спряження»



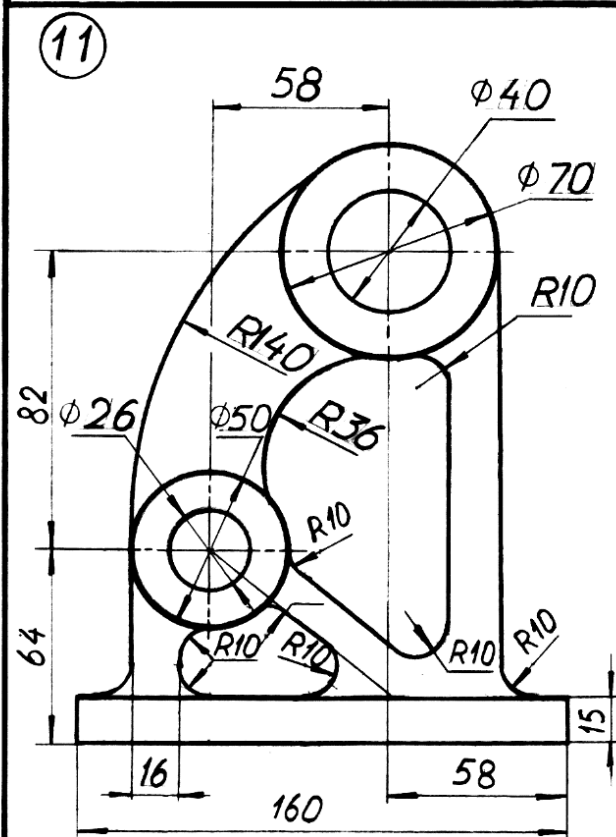




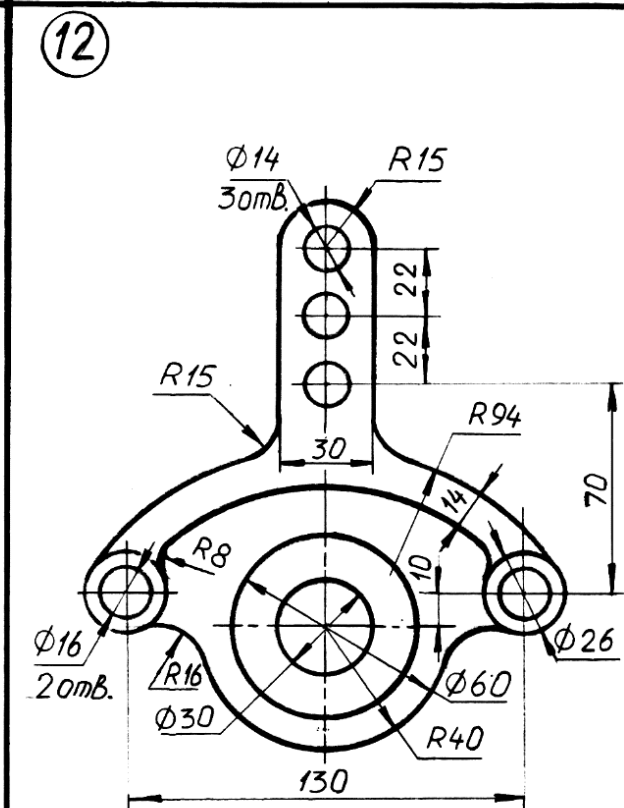
Кронштейн



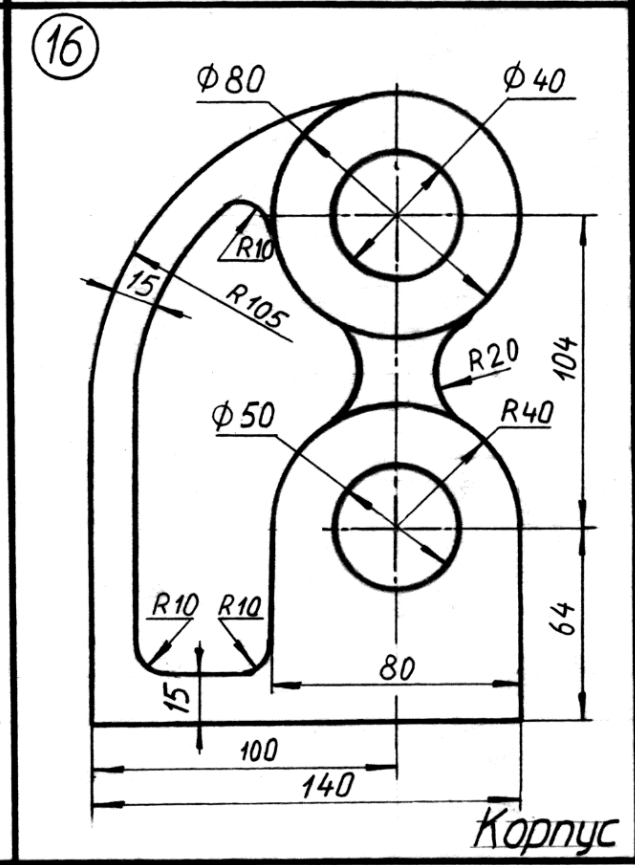
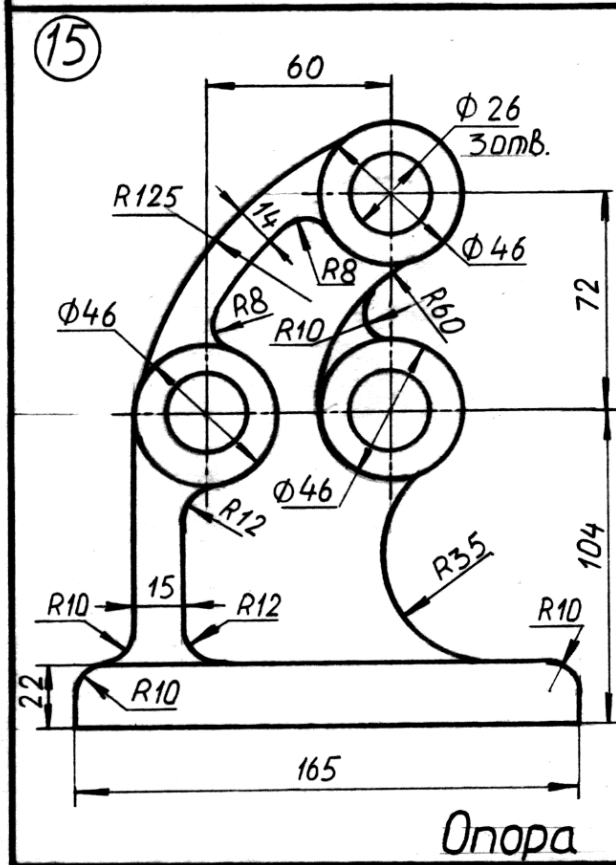
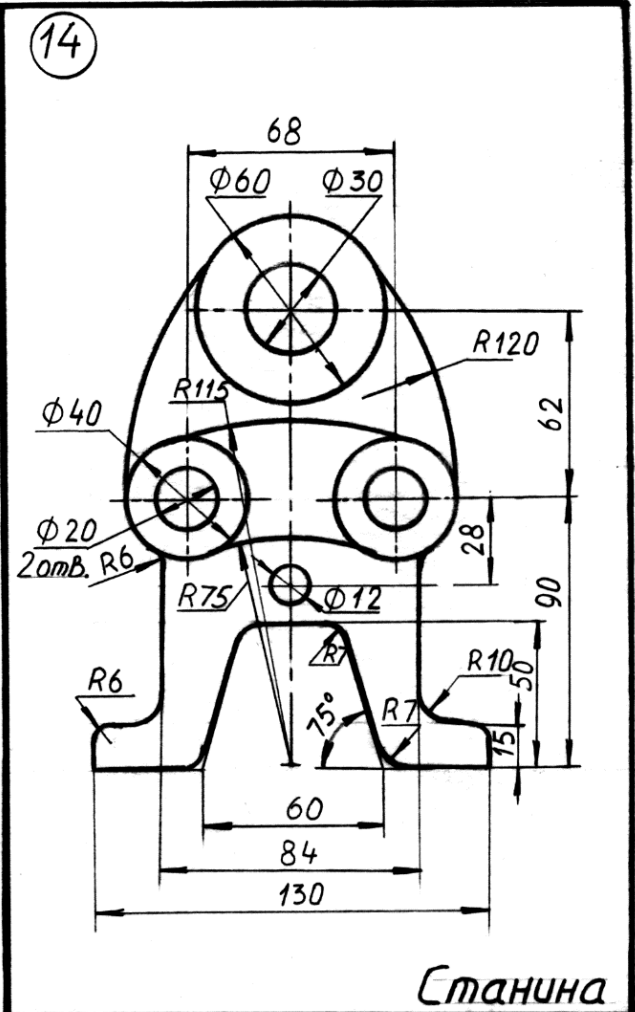
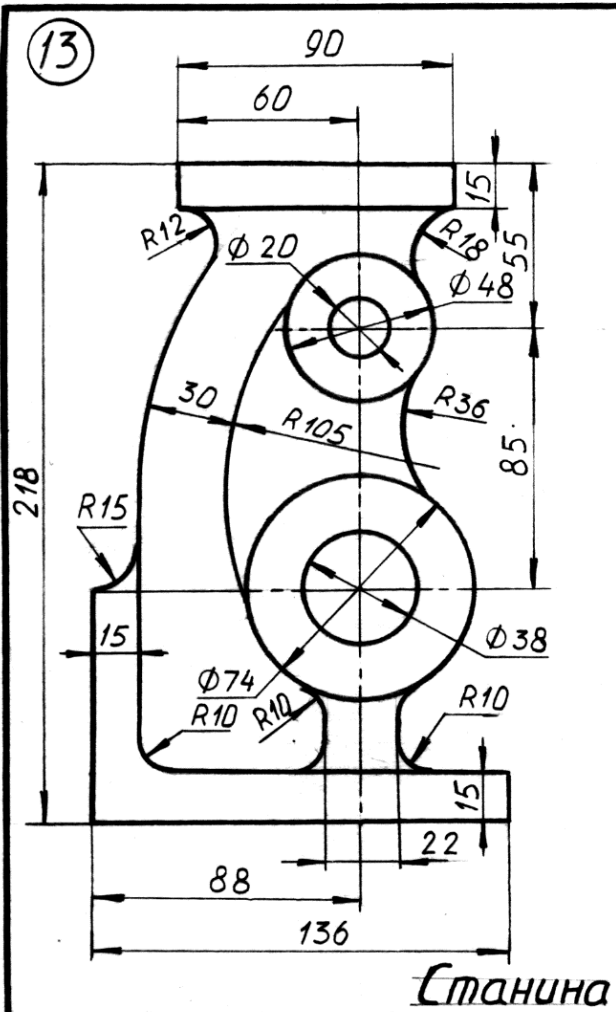
Станина



Станина



Підвіска



3. Побудувати всі лінії видимого і невидимого контурів деталі. Нанести всі потрібні виносні та розмірні лінії і проставити розміри.

4. Побудувати прямокутну ізометрію деталі (рис.10).

Методичні рекомендації до виконання завдання

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. 9.1), 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. 9.2).

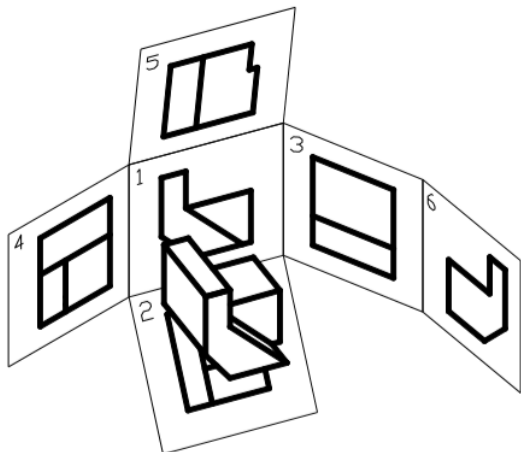


Рис. 9.1

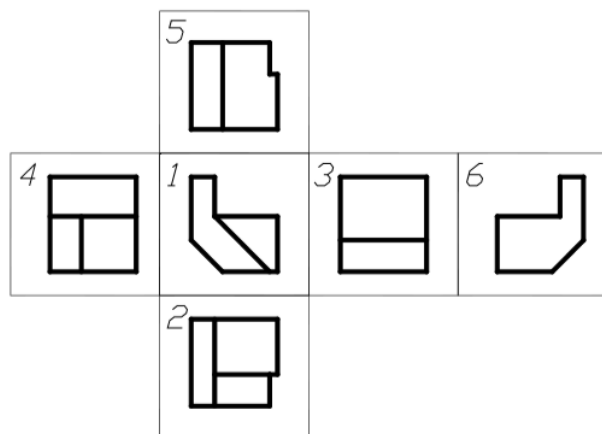


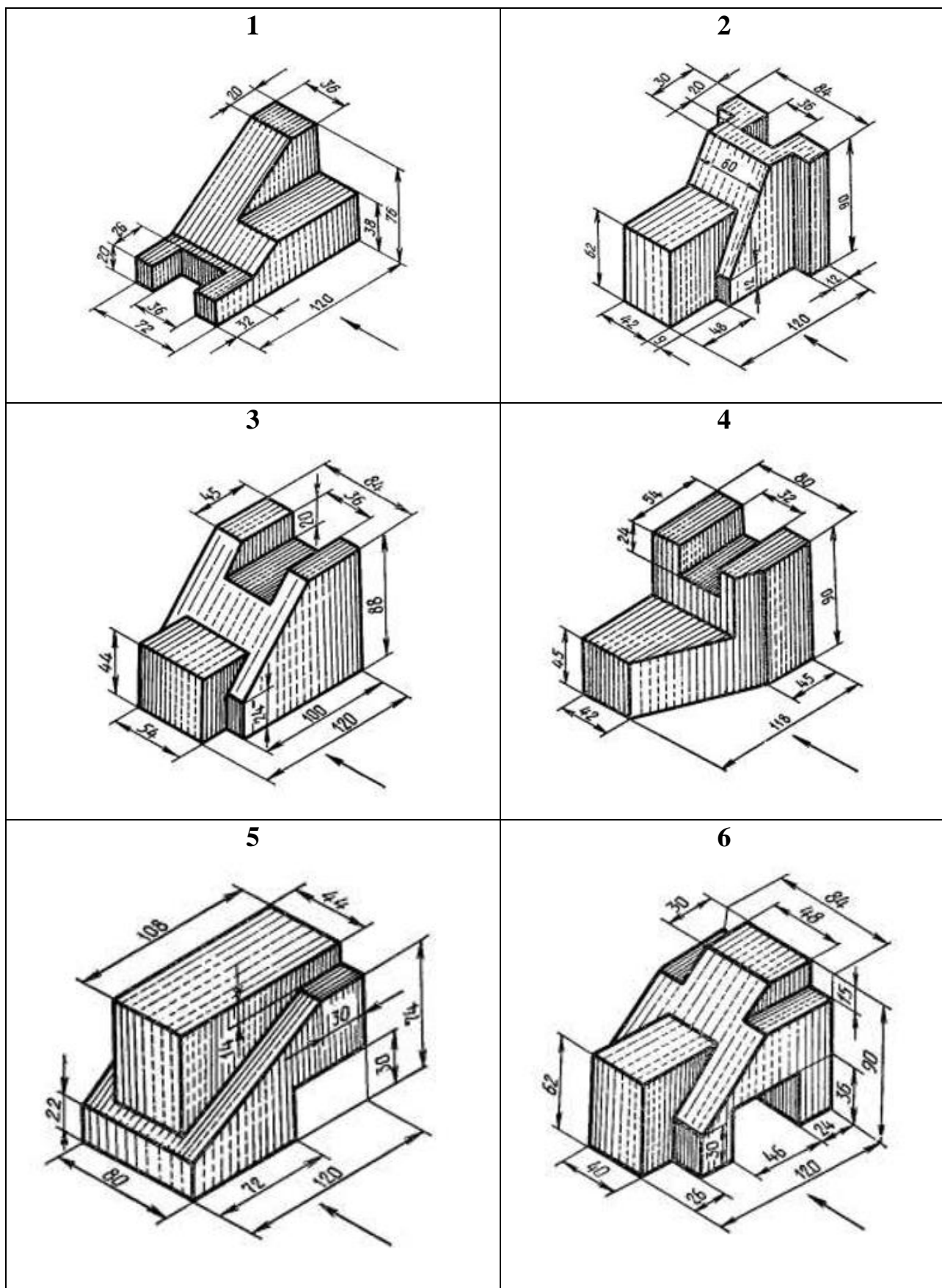
Рис. 9.2.

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

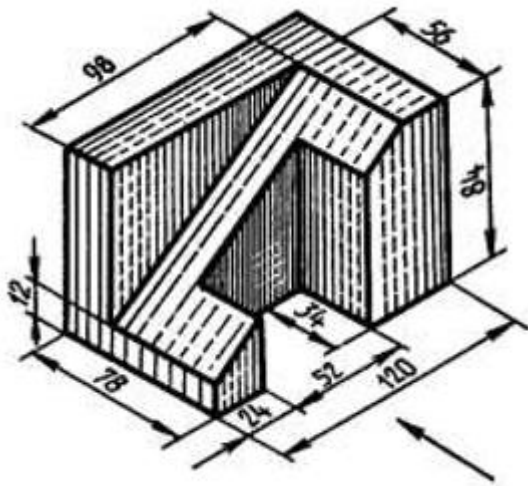
Вигляди поділяються на *основні, допоміжні та місцеві*. Основних виглядів (рис.4.2) існує шість : вигляд спереду або головний (1), зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), та ззаду (6). Якщо основні вигляди розташовані в проєкційному зв'язку за схемою, наведеною на рис.2.2, вони не позначаються.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

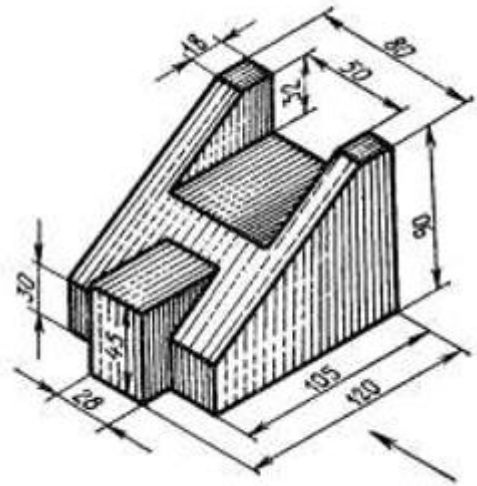
Варіанти завдань до графічної роботи «Вигляди»



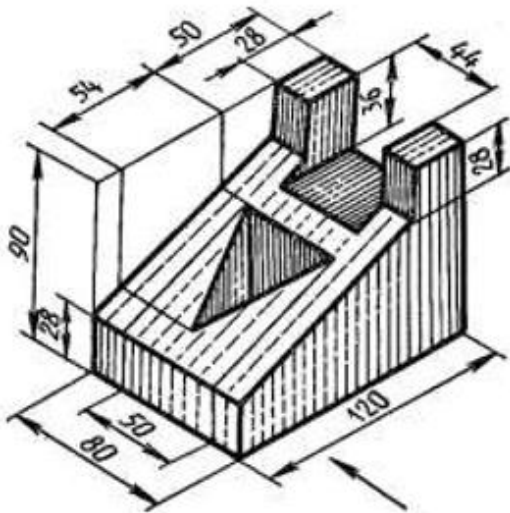
7



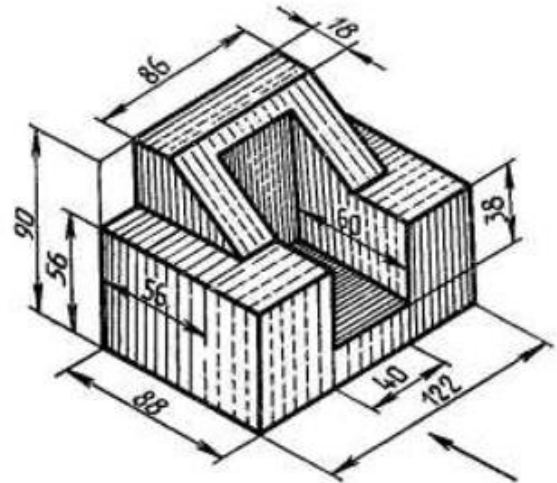
8



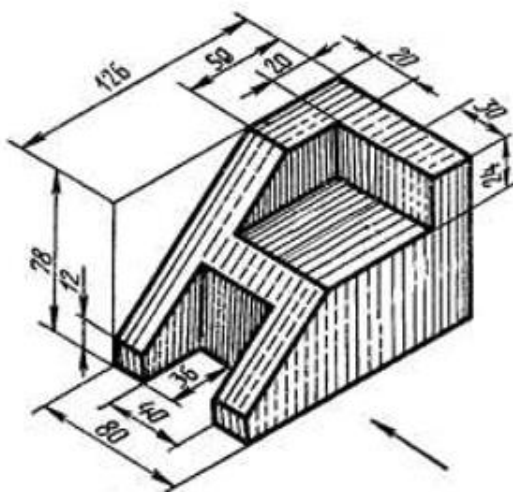
9



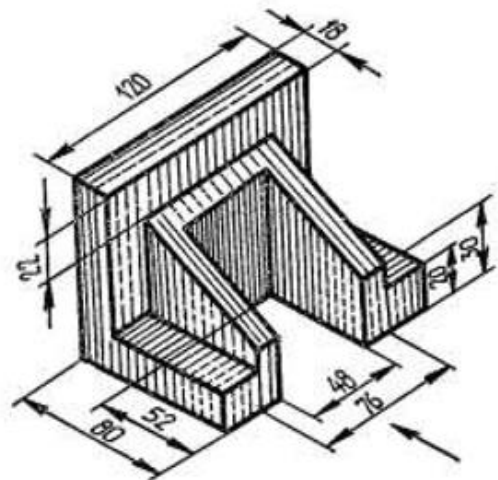
10



11



12



Графічна робота 4. РОЗРІЗИ.

Цільовим призначенням графічної роботи «Розрізи» є формування у студентів знань і практичних навичок зображення внутрішньої будови об'єктів та їх просторового представлення відповідно до вимог стандартів інженерної графіки.

Виконання роботи спрямоване на засвоєння правил побудови розрізів (простих і складних) та їх правильного оформлення; набуття навичок читання і створення креслень із відображенням внутрішніх елементів деталей; оволодіння методами аксонометричних проєкцій для наочного зображення об'єктів у просторі; розвиток просторового мислення та точності виконання графічних побудов; формування вмінь застосовувати САПР для створення двовимірних і тривимірних моделей.

У результаті виконання роботи студенти набувають умінь коректно відображати форму і конструкцію виробів, що є необхідною умовою для розроблення та оформлення інженерної документації у подальшій професійній діяльності.

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 3). Виконати на вигляді спереду поєднання із фронтальним розрізом, а на вигляді зліва – із профільним розрізом. Побудувати аксонометричну проєкцію (прямокутну ізометрію) деталі з вирізом її частини (чверті).

Робота виконується на аркуші формату А3. Варіанти завдань взяті з таблиці 3.

Приклад виконання завдання приведений на рис. 12.

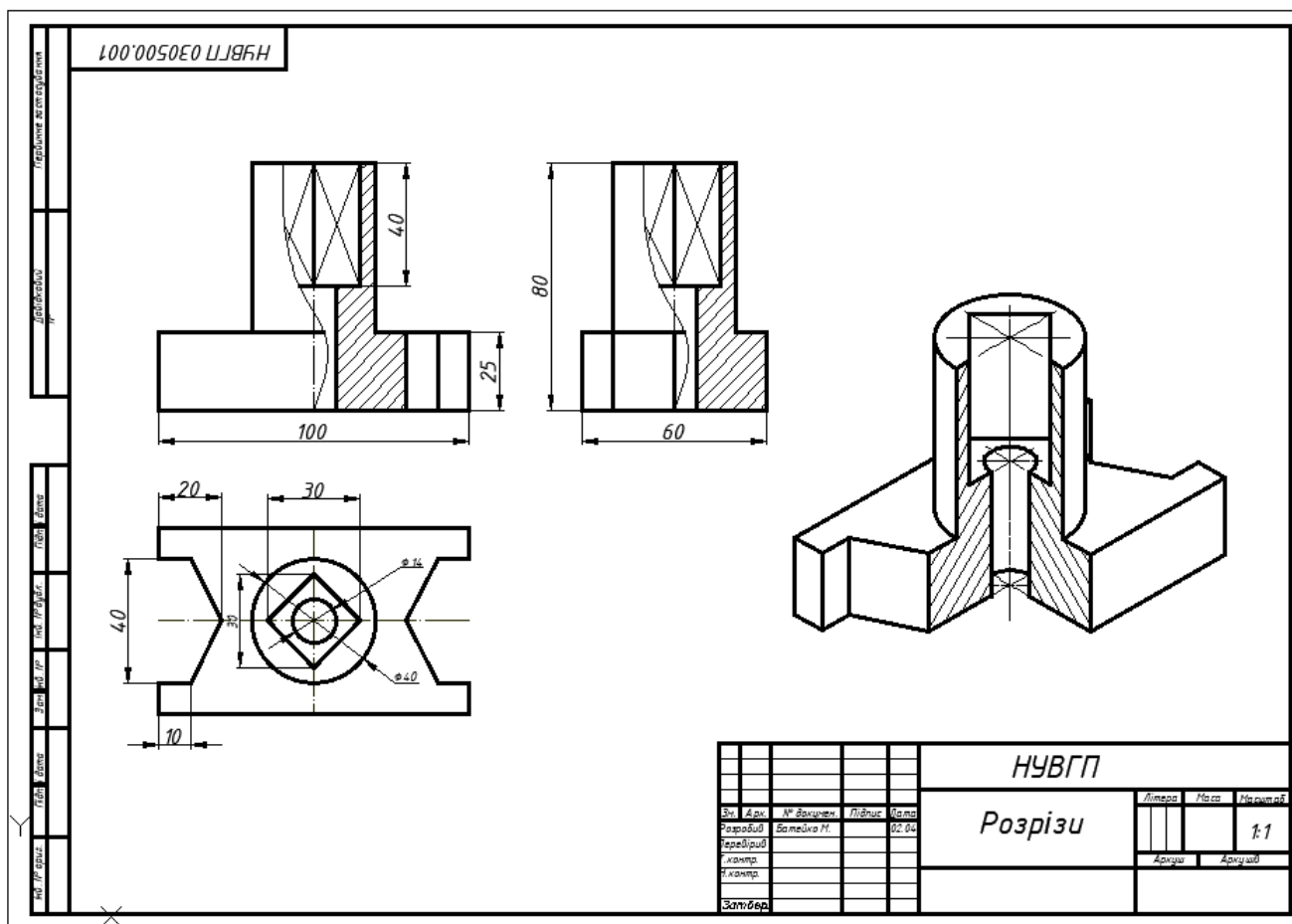


Рис. 12. Приклад оформлення графічної роботи «Розрізи»

Порядок виконання:

1. Спочатку за вказаними розмірами побудувати два задані вигляди: спереду та зверху (таблиця 3).
2. Потім за двома готовими видами по проекційному зв'язку побудувати вигляд зліва.
3. На вигляді спереду виконати фронтальний розріз, який буде поєднуватися із виглядом спереду. На вигляді зліва виконати профільний розріз, який буде поєднуватися із виглядом зліва.
4. Виконати штриховку перерізів на розрізах. Якщо січна площина проходить уздовж ребра жорсткості – ребро не штрихується.
5. Нанести всі потрібні виносні та розмірні лінії і проставити розміри.
6. Побудувати прямокутну ізометрію деталі.

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. 11)

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. 11) 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*.

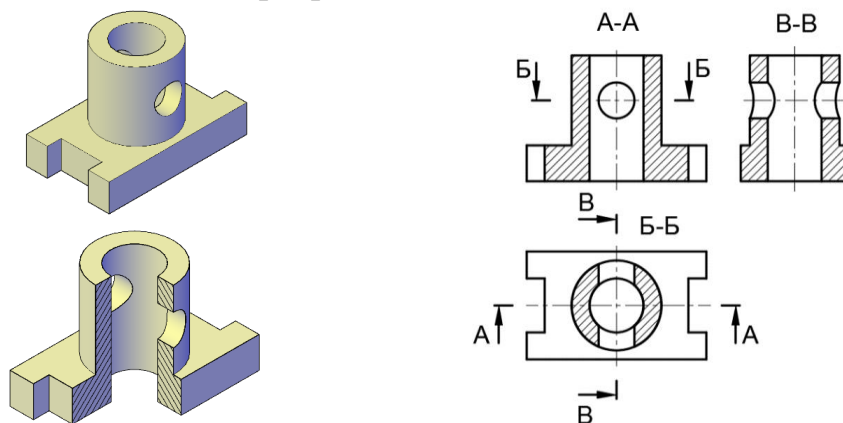
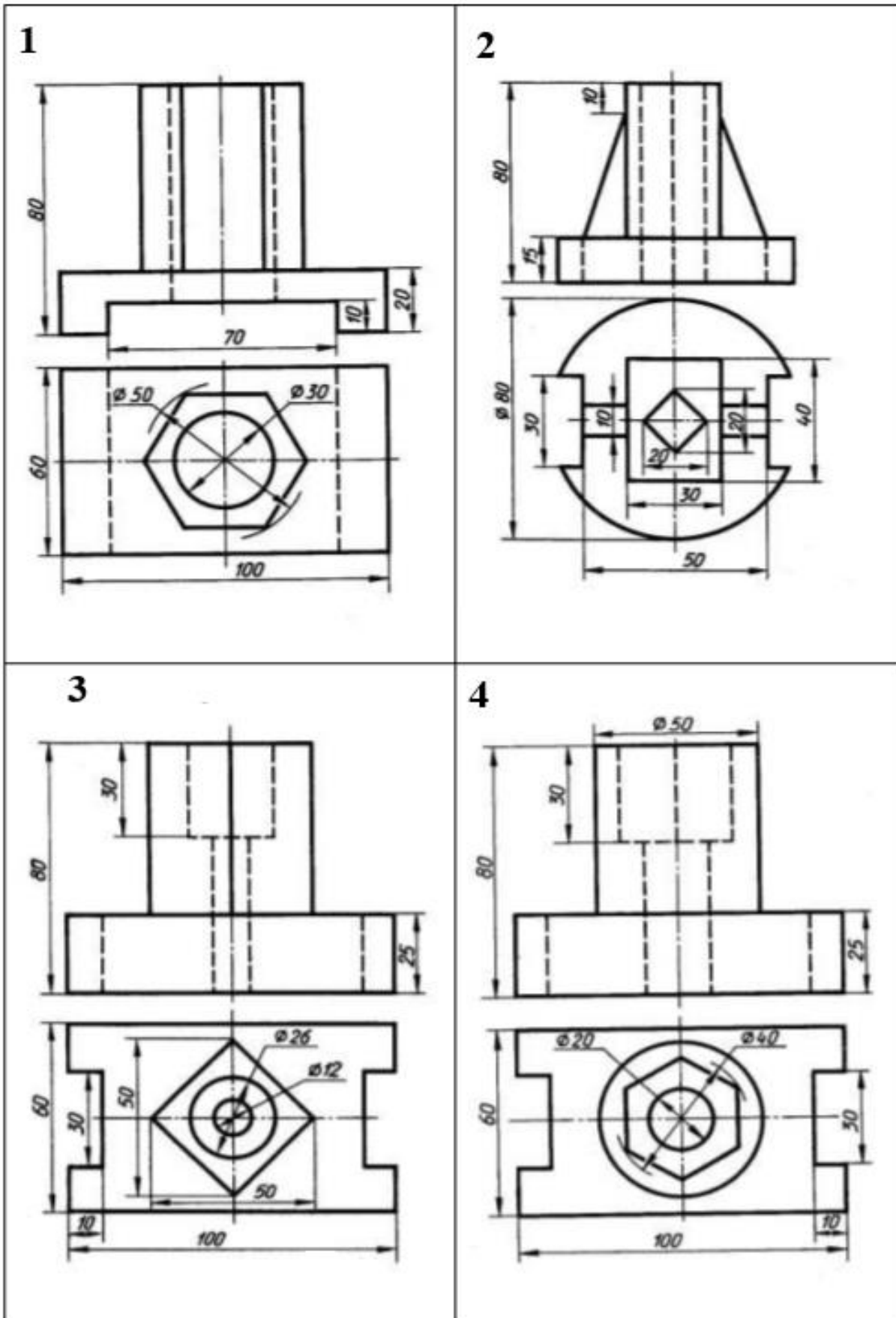
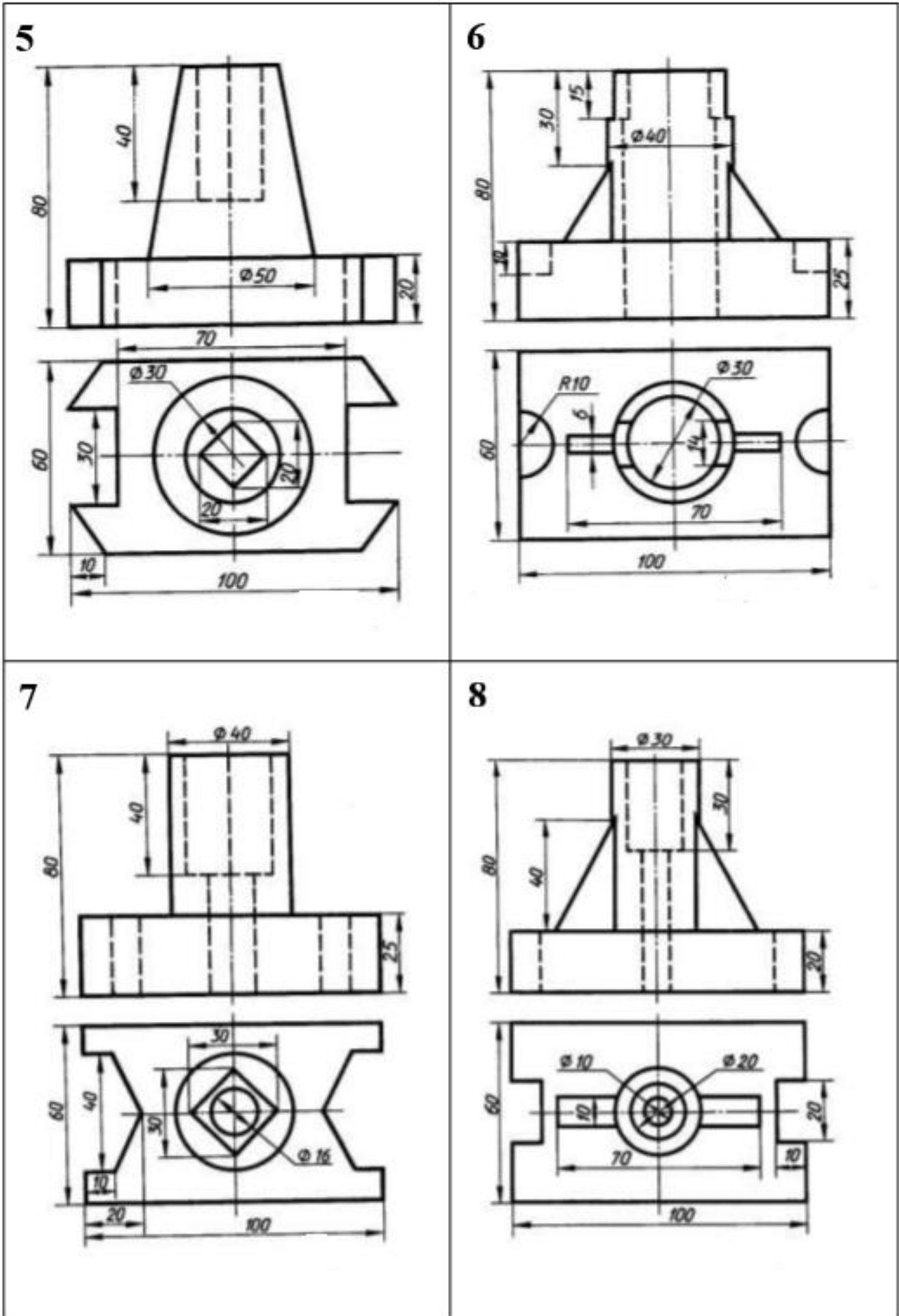


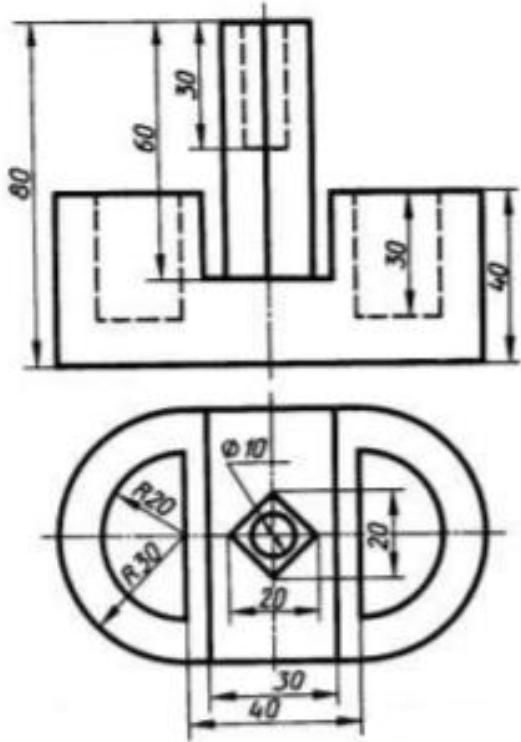
Рис. 11.

Варіанти завдань до графічної роботи «Розрізи»

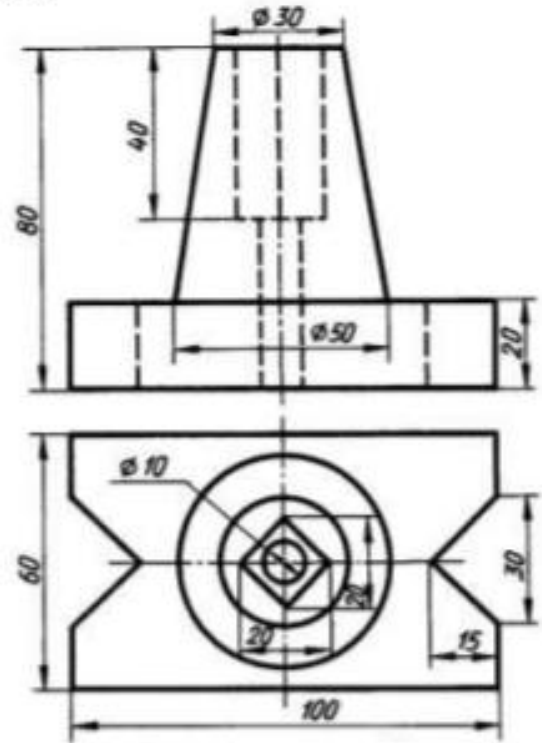




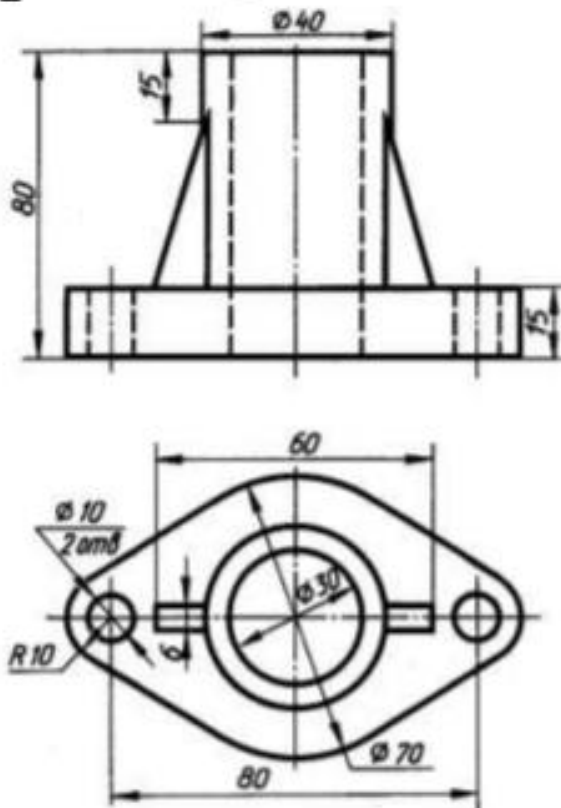
9



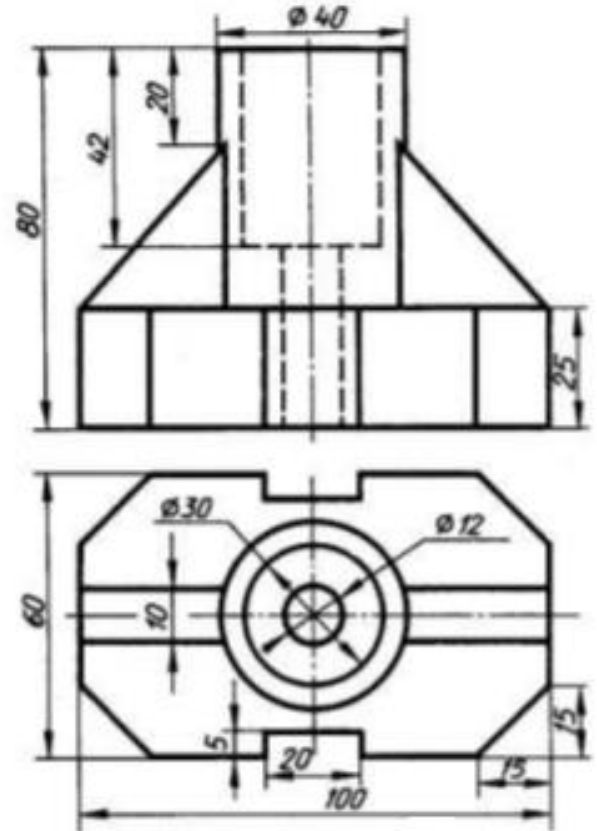
10



11



12



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 13 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' .

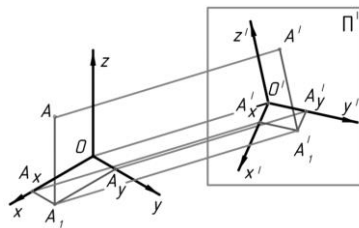


Рис. 13

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

Прямокутна ізометрія (рис. 14). Коефіцієнти спотворення рівні і становлять $p = q = r = 0,82$. Для спрощення користуються так званими приведеними коефіцієнтами: $p = q = r = 1$,

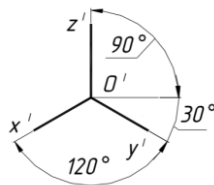


Рис. 14

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. 15 показано обидва способи виконання штриховки в прямокутній ізометрії. На рис. 16 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

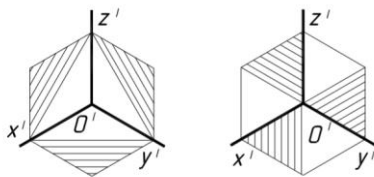


Рис. 15

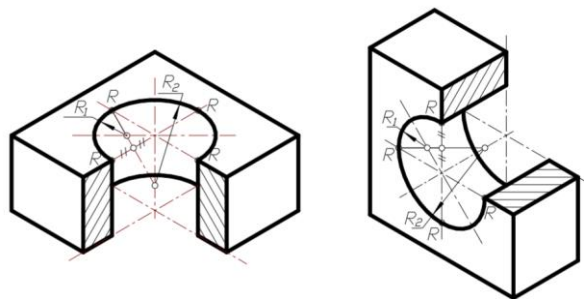


Рис. 16

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

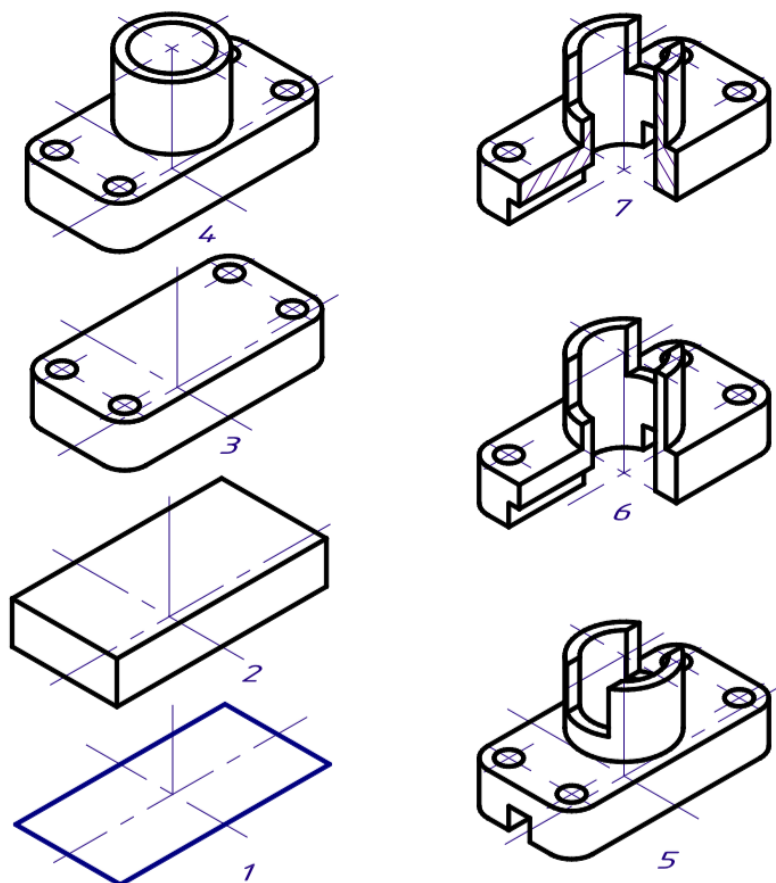


Рис. 17

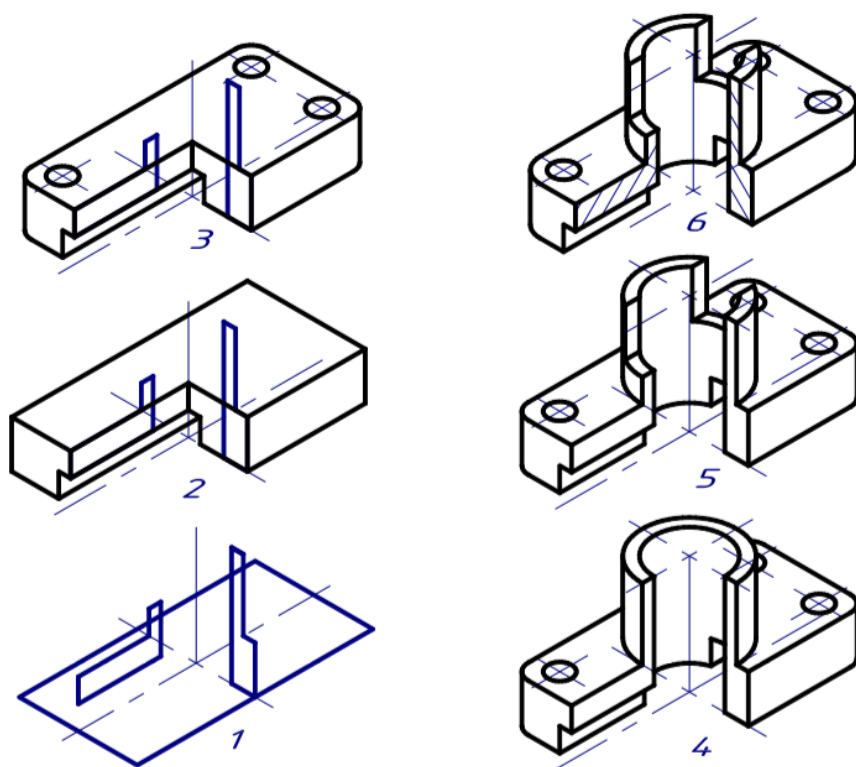


Рис. 18

найбільшого отвору моделі. Побудову аксонометрії можна виконувати в такій послідовності, як зображено на рис. 17 (спочатку виконується аксонометричне зображення всієї моделі, потім частина зображення видаляється), або так, як зображено на рис. 18 (побудова аксонометрії моделі починається з побудови перерізів).

Графічна робота 5. СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА

Цільовим призначенням графічної роботи є формування у студентів знань і практичних навичок розроблення, читання та оформлення електричних схем відповідно до чинних стандартів (ДСТУ, ЄСКД).

Виконання даної роботи спрямоване на засвоєння умовних графічних позначень елементів електричних кіл; набуття навичок складання принципових електричних схем із урахуванням логіки роботи електротехнічних пристроїв; формування вмінь правильно оформлювати схеми згідно з нормативними вимогами; розвиток здатності аналізувати роботу електричних кіл за їх схемними зображеннями; оволодіння практичними навичками використання систем автоматизованого проєктування (САПР) для створення схем.

У результаті виконання графічної роботи студенти набувають умінь створювати та інтерпретувати електричні принципові схеми, що є необхідною складовою професійної діяльності інженера-електрика та основою для подальшого виконання інжинірингових і проєктних завдань.

Завдання: вивчити стандарт ЄСКД ГОСТ 2.701-2008 Схеми. Види і типи; ДСТУ ІЕС 60617:2018 Графічні символи для схем. За варіантом завдання (табл. 6) викреслити схему електричну принципову та скласти до неї таблицю переліку елементів. Приклад виконання роботи на рис. 19.

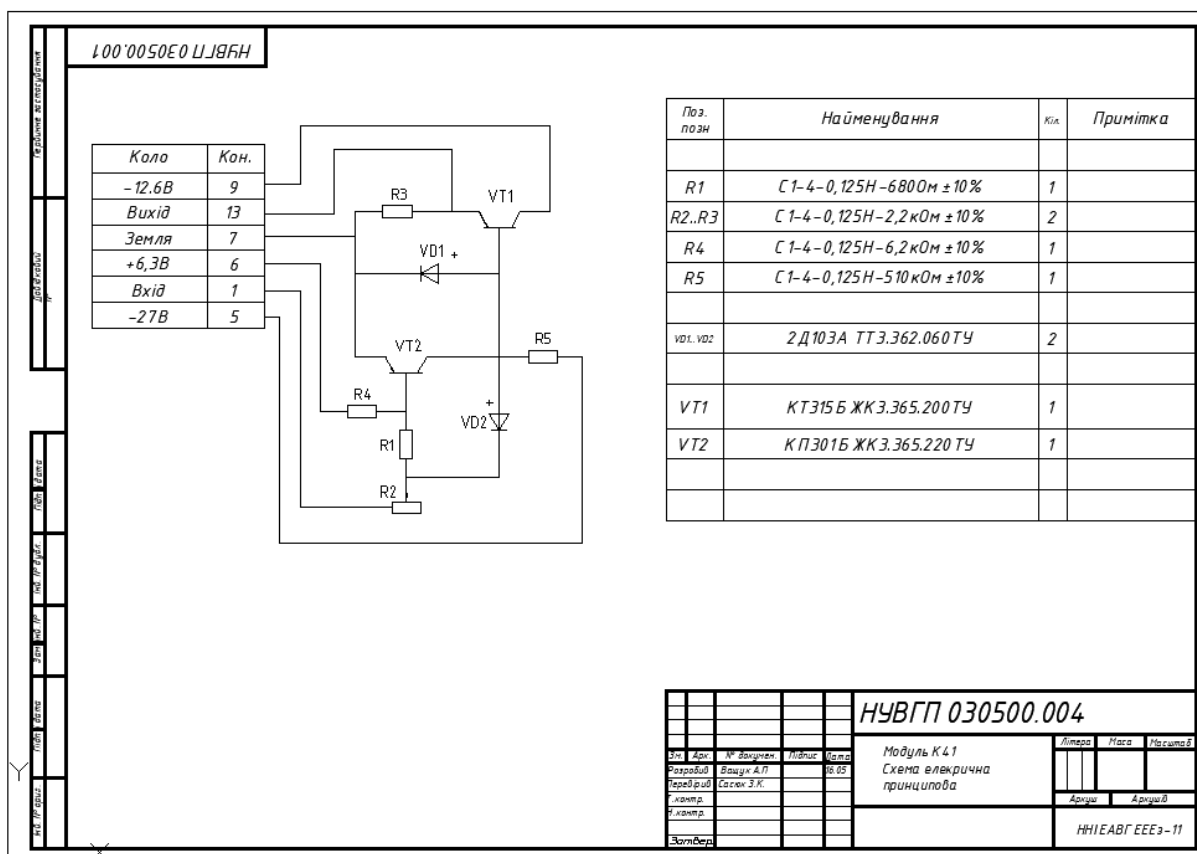


Рис. 19. Приклад оформлення графічної роботи «Схема електрична принципова»

Послідовність виконання роботи:

1. Ознайомитися з вимогами стандартів ЄСКД ГОСТ 2.701-2008 Схеми. Види і типи; ДСТУ ІЕС 60617:2018 Графічні символи для схем.
 2. Виконати електричну принципову схему згідно з варіантом (табл. 6).
 3. Записати на схемі літеро-цифрові позиційні позначки усіх її елементів (табл. 5) та заповнити таблицю виводів (рис. 20).
 4. Оформити кресленик (рис. 19), тобто заповнити основний напис, якщо потрібно записати необхідні технічні умови, тощо.
 5. Оформити перелік елементів до цієї схеми (рис. 21).
- Робота виконується на аркушах формату А4 або А3.

Методичні рекомендації до виконання аксонометричної проекції

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 принципових:

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. 20).

2. Кожен елемент повинен мати позиційне позначення ГОСТ 2.701-2008 Схеми. Види і типи; ДСТУ ІЕС 60617:2018 Графічні символи для схем. 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. 20). Саму таблицю орієнтують тільки горизонтально, можна її виконувати дзеркально повернутою. Таких таблиць може бути декілька.

Коло	Конт.	8, 10
-12,6В	9	
Вихід	13	
Земля	7	
+6,3В	6	
Вхід	1	
-27В	5	
40	15	

Рис. 20.

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.21).

Варіанти схем електричних принципів

Схема електрична принципова	Умовне літерно-цифрове позначення пристрою	Найменування пристрою														
1	2	3														
<p style="text-align: center;">Варіант 1</p> <table border="1" style="float: left; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th>Коло</th> <th>Конт.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12В+</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Вхід</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Вихід</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Земля</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Модуль К7</p>	Коло	Конт.	12В+	1	Вхід	5	Вихід	13	Земля	6	<p style="text-align: center;">R1 R2 R3 R4 R5</p> <p style="text-align: center;">VD1...VD4</p> <p style="text-align: center;">C1</p>	<p style="text-align: center;">Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ:</p> <p>R1 C1-4-0,125Н-160Ом ±10%</p> <p>R2 C1-4-0,125Н-300Ом ±10%</p> <p>R3 C1-4-0,125Н-360Ом ±10%</p> <p>R4 C1-4-0,125Н-430Ом ±10%</p> <p>R5 C1-4-0,125Н-680Ом ±10%</p> <p style="text-align: center;">Діоди:</p> <p>2Д103А ТТ3.362.060ТУ</p> <p>Стабілітрон КС156А</p> <p>СМ3.362.812 ТУ</p> <p style="text-align: center;">C1</p> <p>Конденсатор К50-20-25В-100мкФ ОЖО.464.214ТУ</p>				
Коло	Конт.															
12В+	1															
Вхід	5															
Вихід	13															
Земля	6															
<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 style="text-align: center;">R1...R5</p> <p style="text-align: center;">VD1...VD4</p> <p style="text-align: center;">VT1 VT2</p>	<p style="text-align: center;">Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ:</p> <p style="text-align: center;">див.вище</p> <p style="text-align: center;">Діоди:</p> <p>2Д103А ТТ3.362.060ТУ</p> <p>Стабілітрон КС156А</p> <p>СМ3.362.812 ТУ</p> <p style="text-align: center;">Транзистори:</p> <p>КТ315Б ЖК3.365.200ТУ</p> <p>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="text-align: center;">Модуль К41</p>	Коло	Кон.	-12,6В	9	Вихід	13	Земля	7	+6,3В	6	Вхід	1	-27В	5	<p style="text-align: center;">R1...R5</p> <p style="text-align: center;">VD1...VD4</p> <p style="text-align: center;">VT1 VT2</p>	<p style="text-align: center;">Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ:</p> <p style="text-align: center;">див.вище</p> <p style="text-align: center;">Діоди:</p> <p>2Д103А ТТ3.362.060ТУ</p> <p>Стабілітрон КС156А</p> <p>СМ3.362.812 ТУ</p> <p style="text-align: center;">Транзистори:</p> <p>КТ315Б ЖК3.365.200ТУ</p> <p>КП301Б ЖК3.365.220ТУ</p>
Коло	Кон.															
-12,6В	9															
Вихід	13															
Земля	7															
+6,3В	6															
Вхід	1															
-27В	5															

Варіант 4																
<table border="1"> <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>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															
<p>Варіант 5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Конт</th> <th>Коло</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>-27В</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Вихід</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Земля</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>+6.3В</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Вихід</td> </tr> </tbody> </table>	Конт	Коло	5	-27В	13	Вихід	7	Земля	6	+6.3В	1	Вихід	<p>R1...R5 R6 R7</p> <p>VD1...VD4</p> <p>VT1 VT2</p> <p>C1</p>	<p>Резистори АП-ШК.434.110.011ТУ: див.вище</p> <p>С1-4-0,125Н-750Ом ±10% С1-4-0,125Н-1,1кОм ±10%</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>Конденсатор К50-20-25В-100мкФ ОЖО.464.214ТУ</p>		
Конт	Коло															
5	-27В															
13	Вихід															
7	Земля															
6	+6.3В															
1	Вихід															

Графічна робота 6. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Цільове призначення

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

Завдання 1: Створити тривимірну модель багатогранної деталі згідно з варіантом табл. 2 (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.22, рис. 23);
- 5) зберігаємо модель.

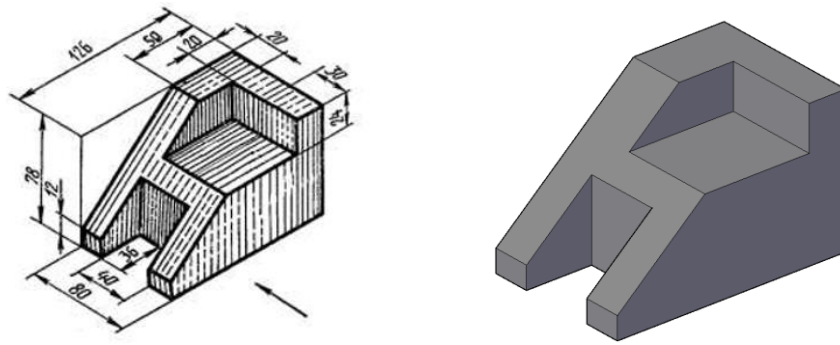


Рис. 22.

Завдання 2: Створити тривимірну модель корпусної деталі згідно з варіантом табл. 3 (графічна робота 4) в системі AutoCAD.

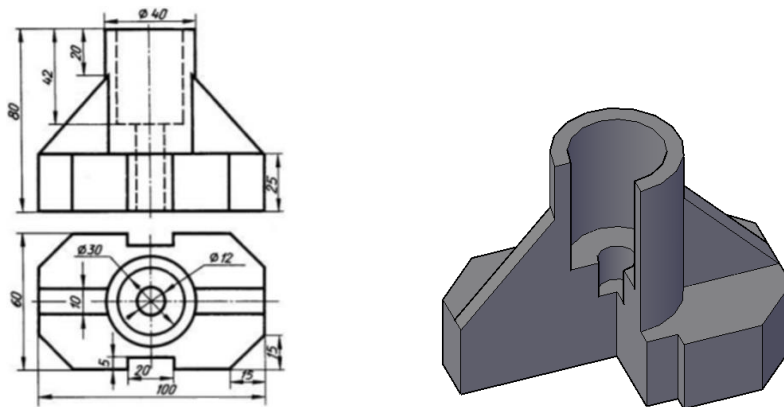


Рис. 23.

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. 02-05-172М. Методичні вказівки до виконання графічних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за освітньою програмою спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / М. М. Козяр, З. К. Сасюк. Рівне : НУВГП. 2026. 38 с.
4. 02-05-128. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми навчання [Електронне видання] / Сасюк З. К. Рівне : НУВГП, 2020. 35 с.