

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи
здобувачам першого рівня вищої освіти
за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри
електричних систем і мереж
протокол № 9 від 23.04.2019 р.

Чернігів
2019

Інженерна та комп'ютерна графіка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи здобувачам першого рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузь знань 14 «Електрична інженерія»/Укл.: Т.В. Кулько, І.В. Діхтярук. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 51 с.

Укладачі: Кулько Тетяна Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри електричних систем і мереж;
Діхтярук Ігор Віталійович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електричних систем і мереж

Відповідальний за випуск: Скоробогатова Валентина Іванівна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електричних систем і мереж

Рецензент: Болотов Максим Геннадійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1 ОСНОВИ РОБОТИ В СЕРЕДОВИЩІ	
AUTOCAD.....	6
1.1 Алгоритм роботи.....	6
1.2 Теоретичні відомості	6
1.2.1 Головні елементи інтерфейсу	6
1.2.2 Контекстне меню	11
1.2.3 Робота з файлами	11
1.2.4 Друк креслеників	12
1.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки.....	12
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2 ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ.....	
2.1 Алгоритм роботи.....	13
2.2 Теоретичні відомості. Загальні правила оформлення креслеників.....	13
2.2.1 Стандарти.....	13
2.2.2 Лінії.....	13
2.2.3 Формати	15
2.2.4 Основний напис.....	16
2.2.5 Шрифти креслярські	17
2.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки.....	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3 КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ.....	
3.1 Алгоритм роботи.....	19
3.2 Теоретичні відомості	21
3.2.1 Масштаби.....	21
3.2.2 Симетрія.....	21
3.2.3 Нанесення розмірів	22
3.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки.....	24
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4 ПОБУДОВА ТРЬОХ ВИДІВ ПО	
АКСОНОМЕТРИЧНІЙ ПРОЕКЦІЇ ДЕТАЛІ	25
4.1 Алгоритм роботи.....	25
4.2 Теоретичні відомості	25
4.2.1 Аксонометрична проекція.....	25
4.2.2 Види.....	26

4.2.3 Розрізи	27
4.2.4 Перерізи	28
4.2.5 Графічні позначення матеріалів	28
4.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки.....	29
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	30
ДОДАТОК А ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА ДЕТАЛІ	31
ДОДАТОК Б ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ ВИДІВ ЗА АКСОНОМЕТРИЧНОЮ ПРОЕКЦІЄЮ ДЕТАЛІ	46

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Інженерна і комп'ютерна графіка» має за мету розвиток у майбутніх спеціалістів просторової уяви, інженерного мислення за допомогою геометричних образів; надання навичок алгоритмізації, наприклад, складання раціональної послідовності рішення графічних задач; формування знань, умінь і навичок, необхідних для викладення технічних думок за допомогою креслеників в системах комп'ютерного проектування, а також для розуміння по кресленику конструкції та принципу дії технічного виробу.

Завдання, які вирішуються в процесі вивчення дисципліни:

1) ознайомлення з основними положеннями єдиної системи конструкторської документації та системи проектної документації для будівництва;

2) ознайомлення студентів з сучасними графічними системами та системами автоматизованого проектування.

Комп'ютерна графіка (машинна графіка) – область діяльності, в якій комп'ютери використовуються як інструмент для синтезу (створення) зображень, так і для обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу. Також комп'ютерною графікою називають результат такої діяльності.

Для роботи з комп'ютерною графікою розроблено безліч програмного забезпечення, яке постійно оновлюється і поліпшується. У даний час як фактичний стандарт на програмне забезпечення для випуску конструкторських креслеників затверджено систему AutoCAD компанії Autodesk, яка є безперечним лідером на ринку програмного забезпечення для систем автоматизованого проектування. Сучасні автоматизовані робочі місця конструктора використовують систему AutoCAD.

Методичні вказівки складено з метою допомогти здобувачам вищої освіти освітнього ступеню «бакалавр» подолати труднощі, що виникають при оформленні конструкторської документації машинним способом (за допомогою комп'ютерної техніки).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ОСНОВИ РОБОТИ В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD

Мета: ознайомитись з інтерфейсом та робочим середовищем системи AutoCAD, засвоїти команди меню програми.

1.1 Алгоритм роботи

1. Запустити AutoCAD.
2. Змінити налаштування параметрів графічного екрану та режими малювання відповідно до вказівок викладача.
3. Зробити висновки.
4. Підготувати звіт по роботі.

1.2 Теоретичні відомості

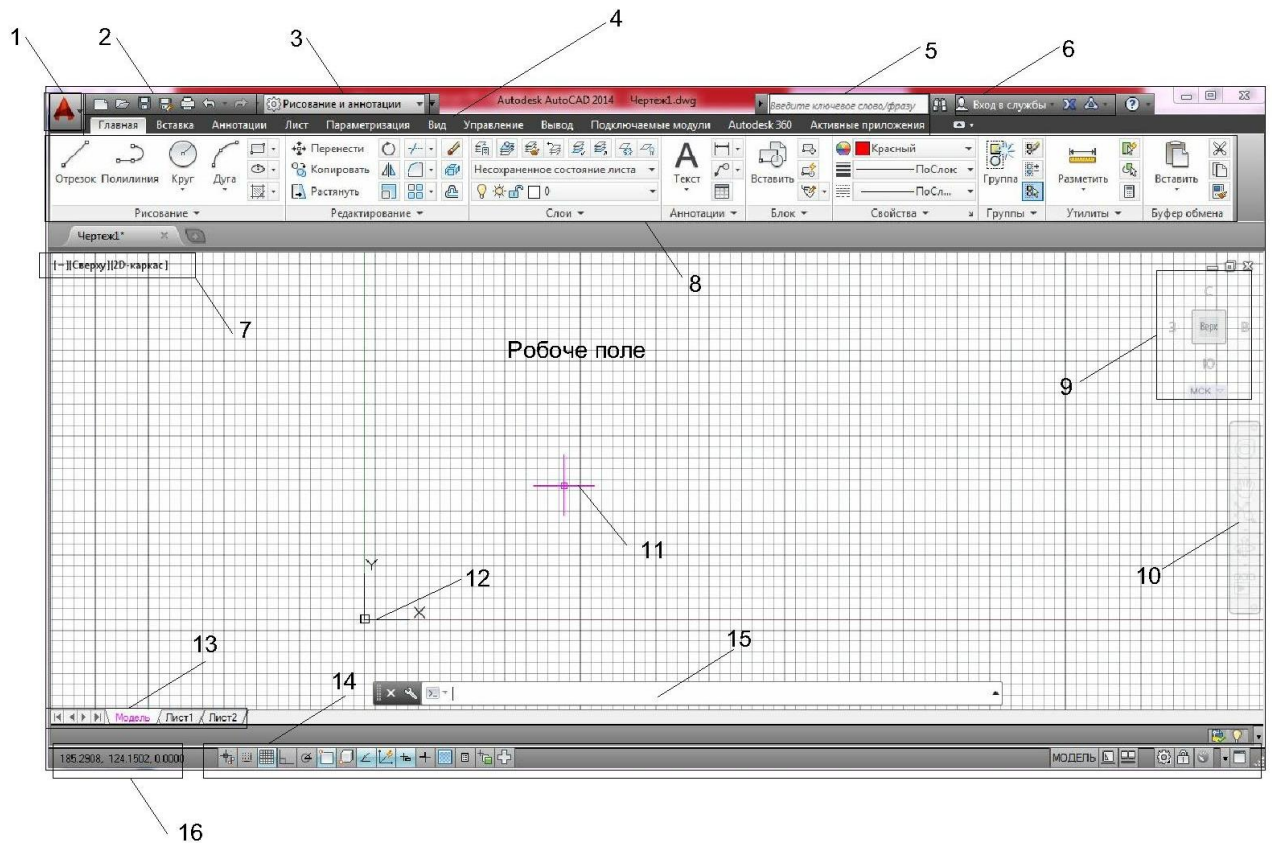
AutoCAD – дво- та тривимірна система автоматизованого проектування та креслення, розроблена компанією Autodesk. AutoCAD і спеціалізовані додатки на її основі широко застосовуються в машинобудуванні, будівництві, архітектурі, енергетиці та інших галузях промисловості.

AutoCAD відноситься до класу програм CAD (Computer Aided Design), які призначені для розробки конструкторської документації: креслеників, моделей, схем і т.п. Така система дозволяє будувати 2D- (кресленики) та 3D-моделі об'єктів проектування будь-якого призначення та складності з максимальною точністю.

1.2.1 Головні елементи інтерфейсу

Для запуску програми AutoCAD необхідно запустити ярлик програми на робочому столі або перейти в меню Пуск → Всі програми → Autodesk → AutoCAD операційної системи Microsoft Windows.

При першому запуску AutoCAD перед вами з'явиться робоче вікно (рис. 1.1).



1 – головне меню програми AutoCAD;
 2 – панель швидкого доступу;
 3 – панель вибору робочого простору;
 4 – вкладки стрічки AutoCAD;
 5 – панель швидкого пошуку;
 6 – вхід в онлайн служби AutoCAD;
 7 – кнопки управління видовими екранами;
 8 – стрічка AutoCAD;

9 – видовий куб;
 10 – панель навігації;
 11 – курсор;
 12 – початок координат;
 13 – панель перемикання між простором моделі та простором аркуша;
 14 – рядок стану;
 15 – командний рядок;
 16 – значення координат, в яких знаходиться курсор

Рисунок 1.1 – Робоче вікно AutoCAD

Якщо відкрити головне меню програми AutoCAD (рис. 1.2), то з'явиться вікно, яке містить команди, що дозволяють створювати, відкривати, зберігати та друкувати файли AutoCAD, а також дозволяють змінювати та налаштовувати інтерфейс і параметри програми AutoCAD.

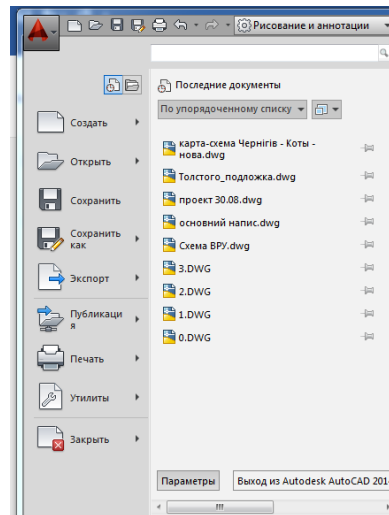


Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд головного меню програми AutoCAD

На панелі швидкого доступу розміщені команди, які часто використовуються користувачем для роботи з кресленнями, такі як «Зберегти», «Створити» та інші. На дану панель можна додати будь-яку команду за бажанням користувача.

В системі AutoCAD існує чотири види робочого простору:

- Малювання та анотації;
- Основни 3D;
- 3D-моделювання;
- Класичний AutoCAD.

Для зміни вигляду інтерфейсу програми AutoCAD необхідно на панелі вибору робочого простору обрати відповідний пункт (рис. 1.3).

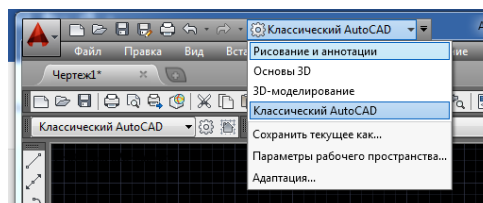


Рисунок 1.3 – Варіанти інтерфейсу робочого простору

Стрічка – головний інструмент інтерфейсу AutoCAD. Вона являє собою палітру, на якій згруповані за функціями вкладки. Кожна вкладка стрічки містить ряд панелей, команди яких згруповані в залежності від задач, що вирішуються. В будь-який момент часу активною може бути тільки одна вкладка з командами.

За замовчуванням стрічка знаходиться на верхній границі вікна програми AutoCAD, але її можна перемістити в будь-яку іншу частину екрану.

Панель швидкого пошуку дозволяє швидко знаходити необхідну інформацію за допомогою стандартної довідки AutoCAD.

Онлайн служби дозволяють використовувати онлайн додатки, які не входять до стандартного пакету AutoCAD.

В складних та великих креслениках на видових екранах відображаються різноманітні види моделі. Це дозволяє частково відмовитись від операцій масштабування, а також виключити помилки, непомітні на одному виді.

Видовий куб являє собою перемикач між видами та використовується при тривимірному моделюванні. Також для роботи з 3D та 2D моделями використовують панель навігації.

Центральна область робочого вікна (за замовчуванням вона чорного кольору) називається графічним екраном. Це основна робоча зона, в якій і виконуються всі графічні побудови. Курсор, що переміщується в даній зоні, за виглядом нагадує мішень (рис. 1.4).

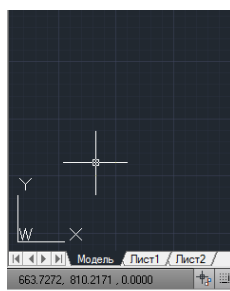


Рисунок 1.4 – Вигляд графічного курсора

Розмір перехрест'я уявної мішені та колір графічного екрану можна змінити в налаштуваннях (рис. 1.5).

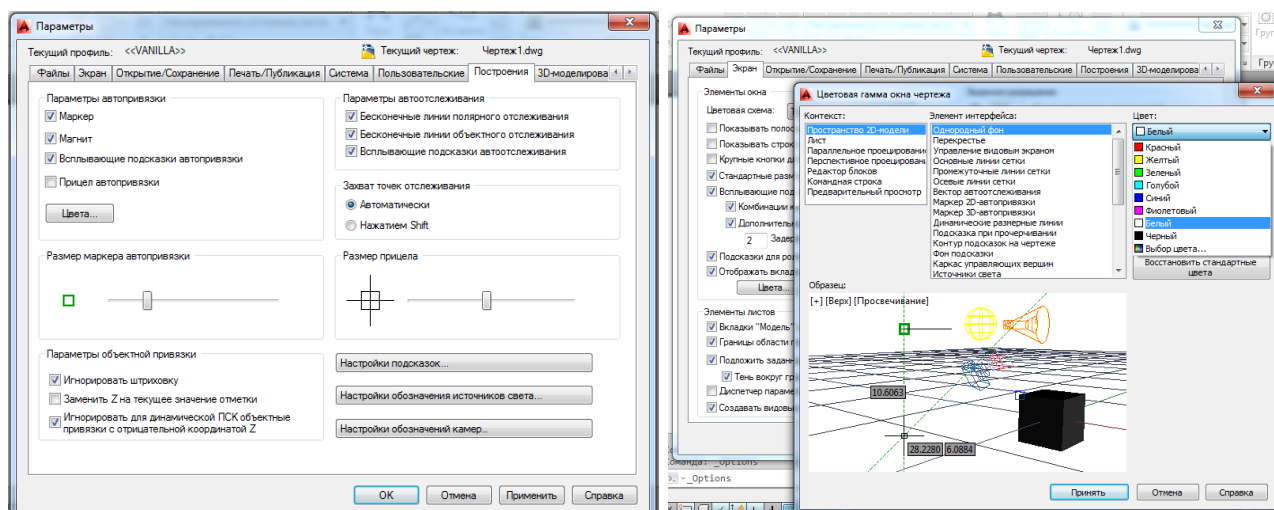


Рисунок 1.5 – Налаштування параметрів графічного екрану

У нижній частині графічного екрана розміщені вкладки Model (Модель), Layout1 (Аркуш1) і Layout2 (Аркуш2). За замовчуванням при першому запуску AutoCAD активна вкладка Model (Модель).

Простір моделі – це безкінечна область, в якій виконується креслення та моделювання об'єктів. З простору моделі також можна виконувати друк креслеників.

Простір аркуша – це область призначена для друку аркушів. Він є аналогом звичайного аркуша з визначеними розмірами та використовується для друку.

У лівому нижньому куті графічного екрана відображається піктограма початку осей координат та значення координат, в яких знаходиться курсор, що перебуває в області графічного екрана, і служить для орієнтації в полі креслення (див. рис. 1.1). В AutoCAD, як правило, застосовуються декартові координати. Включити/виключити лічильник можна, клацнувши на ньому кнопкою миші.

У нижній частині екрана розташоване вікно командного рядка (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Вікно командного рядка

У цій області відображаються команди для AutoCAD, які вводить користувач. У процесі роботи в середовищі AutoCAD ви будете постійно звертатися до командного рядка. Командний рядок є засобом діалогу користувача та програми. Коли користувач викликає команду (з головного меню програми або клацаючи на відповідних кнопках панелей інструментів), у командному рядку автоматично відображується назва викликаної команди. Практично в кожній команді є певні параметри або вона призначена для введення додаткової інформації (наприклад, координат точок). У цьому випадку користувач повинен прочитати запитання, що з'являється в командному рядку, і відповісти на нього. До цього моменту не можна починати виконувати нову команду й виходити з програми, інакше дана команда буде перервана. Введення інформації з клавіатури обов'язково повинно завершуватися натисканням клавіші ENTER. Щоб відмінити команду необхідно натиснути клавішу ESC.

З виходом версії AutoCAD 2006 необхідність постійної присутності командного рядка на екрані практично зникла. Це пов'язано з появою в цій версії такого революційного нововведення, як динамічне введення. Тепер повідомлення командного рядка дублюються прямо біля покажчика миші. При побудові об'єктів в області покажчика також відображаються динамічні розміри споруджуваного об'єкта, які можна там же редагувати (рис. 1.7).

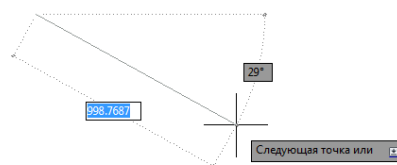


Рисунок 1.7 – Відображення динамічних розмірів

Унизу вікна програми, під командним рядком, розташований рядок стану (рис.1.8). В ньому включаються та відключаються об'єктні прив'язки та різні режими креслення і моделювання в AutoCAD.

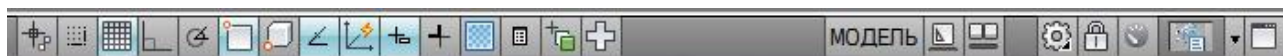


Рисунок 1.8 – Рядок стану

Режим вважається включеним, якщо натиснута відповідна йому кнопка. Для додаткових налаштувань цих режимів необхідно навести курсор на відповідну кнопку та викликати контекстне меню.

1.2.2 Контекстне меню

При роботі в пакеті AutoCAD широко використовуються контекстні меню. Багато починаючих користувачів не зовсім усвідомлюють всі переваги, які надають ці меню. Контекстне меню - це меню, що викликається правою кнопкою миші при знаходженні покажчика над яким-небудь об'єктом інтерфейсу або при виконанні команди під час побудови примітивів. Зміст меню може розрізнятися залежно від місця розташування в цей момент покажчика миші або від команди, яка виконується AutoCAD. При використанні контекстного меню необхідність постійної присутності на екрані цієї панелі інструментів практично відпадає.

1.2.3 Робота з файлами

Всі кресленики в системі AutoCAD - це файли, що мають розширення DWG. DWG (від англ. drawing – креслення) – бінарний формат файлу. Він використовується для зберігання двовимірних (2D) і тривимірних (3D) проектних даних і є основним форматом для деяких САПР-програм (наприклад, AutoCAD, nanoCAD, IntelliCAD і його варіацій, Caddie). Формат DWG підтримується багатьма САПР-додатками побічно, тобто дані з одного формату даних переміщуються в інший через функції імпорт-експорт. Формати DWS ("drawing standards" – стандарти креслення) та DWT ("drawing template" – шаблон креслення) також є форматом DWG. Сучасні програми, працюючі в DWG, часто створюють на диску тимчасові й резервні копії документів у форматі DWG у файлах з розширеннями .sv\$ ("temporary automatic save" – тимчасове автоматичне збереження) і .bak("backup" – резервна копія).

В одному такому файлі програма зберігає всю інформацію, що міститься на кресленику: сам кресленик, усілякі стилі, блоки й масу інших відомостей. До 2004 року компанія Autodesk з виходом нової версії AutoCAD змінювала й формат файлу DWG. Далі якийсь час формат залишався незмінним. Остання зміна формату була зроблена у версії 2007. Таким чином, кресленик, що зберігаються за замовчуванням в AutoCAD 2008, можуть бути вільно відкриті лише в поточній версії і в AutoCAD 2007.

1.2.4 Друк креслеників

Рекомендується друкувати кресленики після їх збереження в форматі .pdf. Для цього рекомендується в налаштуваннях друку обрати зі списку ім'я принтера, виділене на рисунку 1.9. Після цього обрати відповідний формат аркуша з переліку форматів «ISO без полей», в області друку обрати «Рамка» та виділити зовнішню рамку кресленика, встановити відмітку в полі «Центрировать» та обрати необхідну орієнтацію кресленика. Зберегти кресленик.

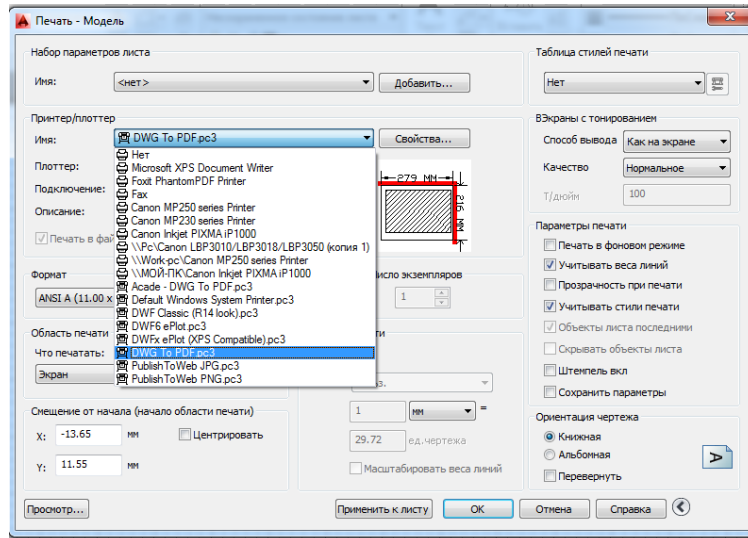


Рисунок 1.9 – Налаштування друку

1.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки

1. Які головні елементи інтерфейсу AutoCAD?
2. Як викликати панель інструментів AutoCAD?
3. Як користуватись командною стрічкою програми AutoCAD?
4. Для чого призначений лічильник координат AutoCAD?
5. Як очистити екран робочої області AutoCAD?
6. Що містить контекстне меню AutoCAD?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2 ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

Мета роботи: ознайомитися з позначеннями та параметрами форматів, стилями оформлення основних написів, шрифтами, порядком оформлення основного напису.

2.1 Алгоритм роботи

1. Запустити AutoCAD.
2. Оформити кресленик відповідно до вказівок викладача. Накреслити зовнішню та внутрішню рамки формату аркушу, таблицю основного напису.
3. Заповнити основний напис відповідно до вказівок викладача. Для стилю тексту Standard встановити шрифт GOST type A та зробити його поточним.
4. Зберегти кресленик в файл формату .pdf.
5. Зробити висновки.
6. Підготувати звіт по роботі. Кресленик розмістити в додатку до звіту.

2.2 Теоретичні відомості. Загальні правила оформлення креслеників

2.2.1 Стандарти

Щоб графічна інформація була зрозумілою для кожного спеціаліста, була вироблена єдина технічна мова, єдина термінологія, єдині вимоги, єдині умовні позначки. Все це об'єднали в собі документи, які отримали назву держаних стандартів.

На сьогоднішній день на території України, крім державних стандартів України (скорочено ДСТУ), виданих в роки Незалежності, діють ще й державні та галузеві стандарти колишнього СРСР (ГОСТ, ОСТ, ТУ тощо).

Стандарти, які регламентують (встановлюють) правила оформлення конструкторських документів, об'єднані в єдиний блок – ЄСКД (Єдина система конструкторської документації).

2.2.2 Лінії

Конфігурацію ліній, які використовуються при виконанні креслеників, регламентує ГОСТ 2.303 [1] (рис. 2.1).

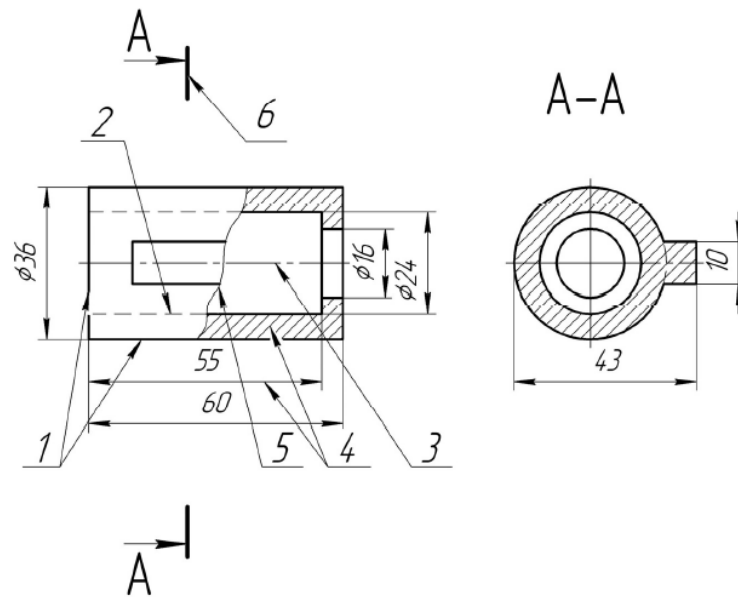


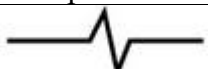
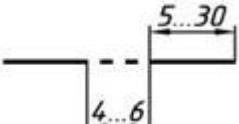
Рисунок 2.1 – Конфігурація ліній, які використовуються при виконанні креслеників

Усі лінії кресленника повинні бути чорного кольору. Товщина ліній різних типів на кресленні залежить від товщини суцільної основної лінії S , яка може бути завтовшки $0,5 \dots 1,4$ мм залежно від складності та розміру деталі, що зображується, а також від вибраного формату кресленника. Товщина ліній одного й того ж типу має бути однакою для всіх зображень на даному кресленнику. Параметри ліній та їх призначення наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри ліній та їх призначення

Найменування лінії	Накреслення	Товщина	Основне призначення
Суцільна товста основна		$S = 0,5 \dots 1,4$ мм	Лінії видимого контуру. Лінії переходу видимі.
Суцільна тонка		від $S/3$ до $S/2$	Розмірні та виносні лінії. Лінії штриховки.
Суцільна хвиляста		-	Лінії обриву. Лінії розмежування виду і розрізу.
Штрихова		-	Лінії невидимого контуру. Лінії переходу невидимі.
Штрихпунктирна тонка		від $S/3$ до $S/2$	Лінії центрові та осьові. Лінії симетрії.
Штрихпунктирна потовщена		від $S/3$ до $2S/3$	Лінії, які позначають поверхні, що підлягає термообробці або покриттю.
Розімкнена		від S до $1,5S$	Лінії перерізу.

Продовження табл. 2.1

Найменування лінії	Накреслення	Товщина	Призначення
Суцільна тонка зі зламами		від $S/3$ до $S/2$	Довгі лінії обриву.
Штрихпунктирна з двома крапками тонка		від $S/3$ до $S/2$	Лінії для зображення частини виробу в крайніх положеннях. Лінії згину на розгортках.

Суцільна товста основна. Товщина $S = 0,5...1,4$ мм. Призначення: лінії видимого контуру; видимі лінії переходу; лінії контуру винесеного перерізу або перерізу, що є складовою частиною розрізу.

Суцільна тонка. Товщина від $S/3$ до $S/2$. Призначення: лінії контуру накладеного перерізу; лінії штриховки; розмірні та виносні лінії; лінії-виноски та полички ліній-виносков.

Суцільна хвиляста. Призначення: лінії обриву; лінії розмежування виду і розрізу.

Штрихова. Призначення: лінія невидимого контуру; лінії переходу невидимі. Довжина штрихів $2...8$ мм, відстань між ними $1...2$ мм. Штрихові лінії повинні перетинатись та закінчуватись штрихами.

Штрихпунктирна тонка. Товщина від $S/3$ до $S/2$. Призначення: лінії осьові і центрові; лінії перерізів, що є осями симетрії для накладених або для винесених перерізів. Довжина штрихів $5...30$ мм, відстань між ними $3...5$ мм. Осьові і центрові лінії повинні закінчуватись штрихами і виходять за контур зображення на $2...5$ мм. Центрові лінії перетинаються на штрихах. Якщо діаметр кола на зображенні менший за 12 мм, то центрові лінії проводять суцільними тонкими.

Штрихпунктирна потовщена. Товщина від $S/3$ до $2S/3$. Призначення: лінії позначення поверхонь, що підлягатимуть термічній обробці або покриттю; лінії, що зображують елементи, розміщені перед січною площиною. Довжина штриха $3...8$ мм, відстань між ними $3...4$ мм.

Розімкнена. Товщина від S до $1,5S$. Призначення: лінії перерізів. Довжина штриха від 8 до 20 мм. Розімкнена лінія не перетинає лінії контуру. Розімкнена лінія супроводжується тонкою лінією із стрілкою, що показує напрям погляду.

Суцільна тонка із зламами. Товщина від $S/3$ до $S/2$. Призначення: довгі лінії обриву.

Штрихпунктирна з двома крапками тонка. Товщина від $S/3$ до $S/2$. Призначення: лінії згину на розгортках; лінії для зображення розгортки суміщених з видом; лінії для зображення частин виробів в крайніх або проміжних положеннях.

2.2.3 Формати

Інженерні кресленики прийнято виконувати на аркушах певного розміру, які отримали назву **форматів**. Формат аркуша визначається розмірами

зовнішньої рамки, виконаної тонкою лінією. Розміри форматів регламентує ГОСТ 2.301 [2].

За базовий формат прийнято аркуш розміром 1189 мм (ширина) і 841 мм (висота), який умовно позначають А0; читається: «формат а нульовий». Розміри всіх інших основних форматів отримують діленням навпіл довгих сторін більших форматів, починаючи з формату А0 (табл. 2.2).

Допускається використання додаткових форматів, довга сторона яких кратна короткій стороні основного формату. Наприклад, аркуш з розмірами (594×1261 мм) – це формат, ширина якого дорівнює трикратній ширині формату А2. Умовне позначення такого формату – А2×3.

Таблиця 2.2 – Позначення та розміри сторін основних форматів

Позначення формату	Розміри сторін, мм
А0	841×1189
А1	594×841
А2	420×594
А3	297×420
А4	210×297

2.2.4 Основний напис

На кожному форматі виконується рамка. Так називають лінії, які проводять на відстані 5 мм від нижнього, правого і верхнього краю та 20 мм – від лівого краю формату.

Компонувати формати можна як горизонтально, так і вертикально, за винятком формату А4, який компонують тільки вертикально.

У правому нижньому кутку формату розміщують *основний напис* (рис. 2.2). Так називають таблицю з графами, виконану відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.104 [3] (рис. 2.3).



Рисунок 2.2 – Розміщення основного напису

					①			
					②	Літера	Маса	Маштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		③	⑬	④
⑤	⑥	⑦	⑧			Аркуш ⑨	Аркушів ⑩	
					⑪	⑫		

Рисунок 2.3 – Основний напис (форма 1)

В графах основного напису вказують:

- 1 – позначка документа відповідно до ГОСТ 2.201 [4];
- 2 – найменування виробу;
- 3 – літера, присвоєна документу відповідно до ГОСТ 2.103 [5];
- 4 – масштаб зображення відповідно до ГОСТ 2.302 [6];
- 5 – характер роботи, що виконує особа, яка підписує документ;
- 6 – прізвища осіб, що підписали документ;
- 7 – підписи осіб, вказаних у графі «б»;
- 8 – дата підписання документа;
- 9 – порядковий номер аркуша документа (для документів, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);
- 10 – загальна кількість аркушів документа (графу заповнюють лише на першому аркуші);
- 11 – позначення матеріалу деталі (графу заповнюють лише на креслениках деталі);
- 12 – назва або код підприємства, що випустило документ.

2.2.5 Шрифти креслярські

Всі написи на креслениках виконуються креслярськими шрифтами відповідно до ГОСТ 2.304 [7]. Для учбових креслеників рекомендується шрифт типу А з нахилом близько 75° (рис. 2.4). В системі AutoCAD використовується шрифт GOST type A.



Рисунок 2.4 – Креслярський шрифт типу А

Шрифт визначається висотою великих літер та цифр – параметр h (рис. 2.4). Всі інші параметри шрифту (висота рядкових літер, ширина літер, відстань між літерами тощо) визначаються через відношення їх значень до параметра h .

Висота рядкових літер становить $0,7h$.

Висоту літери h (в мм) ще називають розміром шрифту.

Відповідно до ГОСТ 2.304 розмір шрифту вибирають з ряду 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

ГОСТ 2.304 встановлює також форму літер латинського і грецького алфавіту, римських цифр, математичних і розділових знаків.

2.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки

1. Як називають блок стандартів, які регламентують правила виконання інженерних креслеників?
2. Що таке формат аркуша? Який формат прийнято за базовий?
3. Де знаходиться основний напис?
4. Як увійти в режим редагування основного напису в AutoCAD?
5. Як видалити текст в AutoCAD?
6. Як змінити шрифт тексту в AutoCAD?
7. Як збільшити (зменшити) екранне зображення в AutoCAD?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3 КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ

Мета роботи: навчитися створювати кресленик деталі та наносити розміри.

3.1 Алгоритм роботи

1. Запустити AutoCAD та відкрити створений в попередній роботі кресленик.

2. Виконати поточні налаштування AutoCAD відповідно до вказівок викладача.

2.1. Включити об'єктну прив'язку (натиснувши F3 або відповідну кнопку в рядку стану).

2.2. Включити режим «Орто» (натиснувши F8 або відповідну кнопку в рядку стану).

2.3. Включити кнопку в рядку стану «Показать/Скрыть вес линии».

2.4. Всі елементи кресленика (лінії, текст) розмістити в шарі, який бажано назвати «Основний напис». Для цього в блоці «Слои» обрати «Свойства слоя» та «Создать слой». Потім виділити всі елементи кресленика та в блоці «Слои» в меню «Слой» обрати потрібний шар.

3. Накреслити контур деталі відповідно до варіанту завдання (додаток А) та розмістити його в шарі «Основний контур».

3.1. Вибрати стиль лінії – суцільна товста основна.

3.2. Обрати в блоці «Рисование» прямокутник, на полі графічного екрану клацнути ліву кнопку миші (ЛКМ), викликати контекстне меню та вибрати пункт розміри, після чого ввести довжину та ширину прямокутника, підтвердивши кожне введення натисканням клавіші Enter. Завершити введення натиснувши ЛКМ.

3.3. Провести осі симетрії, обравши стиль лінії – штрих-пунктирна тонка.

4. Виконати закруглення.

4.1. Обрати в блоці «Редактирование» команду «Сопряжение» та викликавши контекстне меню обрати пункт радіус і ввести відповідне значення підтвердивши натисканням клавіші Enter.

4.2. Викликати контекстне меню та обрати пункт «Несколько».

4.3. Попарно виділити суміжні сторони прямокутника натискаючи ЛКМ. Закінчити натиснувши клавішу ESC.

5. Накреслити пази.

5.1. Накреслити допоміжні лінії. В блоці «Редактирование» обрати команду «Сместить» та вказати відстань зміщення, що буде дорівнювати половині ширини пазу, підтвердивши натисканням клавіші Enter.

5.2. Обрати в якості об'єкту для зміщення відповідну осьову лінію.

5.3. Повторити команду вказавши відстань зміщення, що дорівнює половині відстані між пазами, та обравши в якості об'єкту для зміщення відповідну осьову лінію.

5.4. Навести контури пазу обравши стиль лінії суцільна товста основна.

5.5. Виконати закруглення.

5.6. Видалити зайву частину контуру деталі обравши в блоці «Редактирование» команду «Обрезать» та вказати лінії, що будуть служити контуром обрізки, натиснути клавішу Enter та вказати лінію, яку необхідно обрізати.

5.7. Видалити допоміжні лінії.

6. Зобразити отвори.

6.1. За допомогою допоміжних ліній вказати місця розташування отворів.

6.2. Обрати в блоці «Рисование» побудову кола за центральною точкою і діаметром, клацнути ЛКМ на перехресті допоміжних ліній, що відповідає центру отвору, та ввести величину діаметру кола, підтвердивши введення натисканням клавіші Enter.

7. Нанести розміри та розмістити їх в шарі «Розміри».

7.1. Обрати стиль лінії – суцільна тонка. Для нанесення лінійних розмірів в блоці «Аннотации» обрати «Линейный» та вказати точки, між якими потрібно поставити розмір клацнувши по черзі на них ЛКМ. Для усунення розташування розмірних чисел колонкою клацнути ЛКМ на відповідному розмірному числі та в контекстному меню обрати пункт «Перенести только текст» та перемістити розмірне число у відповідне місце (попередньо можна відключити об'єкту прив'язку). Натиснути клавішу ESC.

7.2. Для нанесення радіальних розмірів в блоці «Аннотации» обрати «Радиус» та навести графічний курсор на закруглення і клацнути ЛКМ.

7.3. Для нанесення діаметральних розмірів в блоці «Аннотации» обрати «Диаметр» та навести графічний курсор на коло і клацнути ЛКМ. Якщо два рази клацнути ЛКМ на розмірному числі то можна змінити текст, наприклад, ввести перед розмірним числом «4 отв.». Для отворів малого діаметру рекомендується вказувати діаметр без зображення стрілок, для чого необхідно клацнути ЛКМ на розмірній лінії та викликати контекстне меню. Обрати пункт властивості та в пункті «Линии и стрелки» в підпунктах «Стрелка 1» та «Стрелка 2» вибрати «Нет».

8. Заповнити основний напис відповідно до вказівок викладача.

9. Зберегти кресленик в файл формату .pdf.

10. Зробити висновки.

11. Підготувати звіт по роботі. Кресленик розмістити в додатку до звіту.

3.2 Теоретичні відомості

3.2.1 Масштаби

При зображенні великих об'єктів, які не можуть розміститися на стандартних форматах в натуральну величину, чи занадто дрібних предметів, елементи яких недоцільно або неможливо зображувати методами інженерної графіки, використовують їх зменшення або збільшення.

Міра зміни натуральних розмірів предметів в сторону збільшення чи зменшення називається *масштабом*.

Відповідно до ГОСТ 2.302 [6] масштаб позначають комбінацією цифр, наприклад, «1:2» (читається: «ем один до двох»). Такий запис означає, що одному міліметру зображення на кресленнику відповідають два міліметри реальних розмірів об'єкта. Це – масштаб зменшення. Масштаб збільшення має вигляд типу «2:1». Очевидно, що зображення предмету в натуральному величину має масштаб «1:1».

Масштаб зображення на креслениках вказують в графі «б» основного напису.

ГОСТ 2.302 рекомендує такі масштаби:

- зменшення: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- збільшення: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

3.2.2 Симетрія

Симетрія – це розташування елементів деталі на однаковій відстані від умовної лінії, яку називають віссю симетрії. Елементи деталі, які розташовані по одну сторону осі симетрії, є дзеркальним відображенням тієї частини деталі, яка знаходиться по іншу сторону осі.

Деталь може бути симетричною відносно двох взаємно перпендикулярних осей. Прикладом такої симетрії є коло, овал, еліпс тощо.

При зображенні симетричних елементів обов'язково проводять осі симетрії – рис. 3.1.

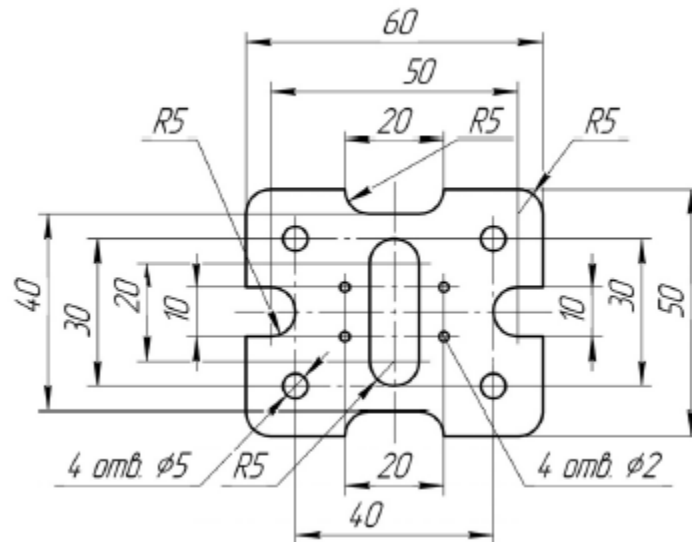


Рисунок 3.1 – Симетрична деталь

3.2.3 Нанесення розмірів

Для визначення величини виробу в цілому та його елементів зокрема на креслениках вказують розміри. Основні правила нанесення розмірів на креслениках регламентує ДСТУ ГОСТ 2.307 [8].

Розміри бувають *лінійні, радіальні, діаметральні* та *кутові*. Розміри наносяться за допомогою *виносних і розмірних ліній* та *розмірних чисел*.

При нанесенні лінійних розмірів виносна лінія є продовженням контуру деталі чи осьової лінії (рис. 3.1). Розмірну лінію проводять перпендикулярно виносним лініям на відстані 1...5 мм до їх кінця.

Розмірна лінія, як правило, обмежується стрілками. Форма та розміри стрілок вказані на рис. 3.2.

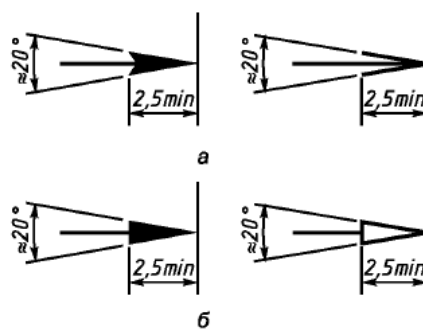


Рисунок 3.2 – Форма та розміри стрілок

Розмірні числа проставляють у міліметрах, одиниці виміру при цьому не вказуються.

Розмірні числа розташовують над розмірною лінією якомога ближче до середини. При нанесенні кількох паралельних розмірних ліній розмірні числа над ними розташовують у шаховому порядку (рис. 3.1).

Мінімальна відстань від лінії контуру до першої розмірної лінії має бути 10 мм, відстань між сусідніми паралельними розмірними лініями – 7 мм.

Якщо місця для розміщення стрілок та розмірного числа недостатньо, то розмірну лінію продовжують за виносні лінії, а стрілки наносять зовні, розмірне число ставляють на полиці лінії-виноски (рис. 3.3).

Дозволяється розміри дрібних елементів виробу розташовувати вздовж однієї лінії, відокремивши їх один від одного засічками, проведеними під кутом 45° , або чіткими крапками (рис. 3.3).

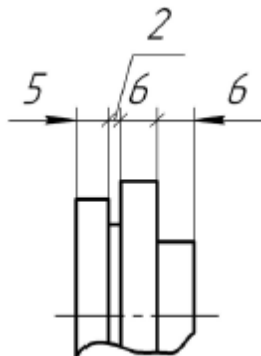


Рисунок 3.3 – Розміщення розмірних чисел

Рекомендується наносити розмірні лінії поза контуром зображення.

Слід уникати перетину розмірних та виносних ліній. Це означає, що, паралельні розмірні лінії розташовують каскадом – ближче до лінії контуру менші розміри, далі – більші розміри.

Лінійні розміри бувають *горизонтальні*, *вертикальні* та *похилі*.

При нанесенні *горизонтальних* розмірів розмірне число пишуть над розмірною лінією (рис. 3.1).

При нанесенні *вертикальних* розмірів розмірне число пишуть паралельно розмірній лінії зліва від неї (рис. 3.1).

При нанесенні *похилих* розмірів розмірне число розташовують як показано на рис. 3.4.

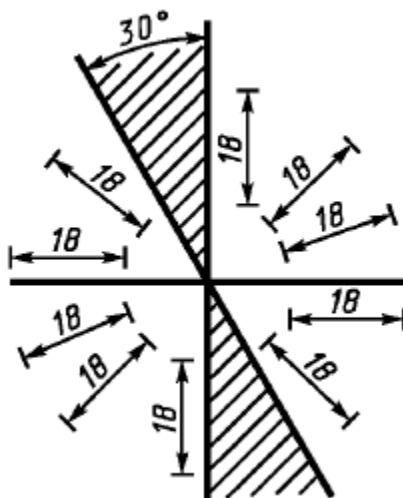


Рисунок 3.4 – Розташування розмірних чисел похилих розмірів

При нанесенні розмірів циліндричних поверхонь використовують знак діаметра, який ставлять перед розмірним числом (рис. 3.1, 3.5).

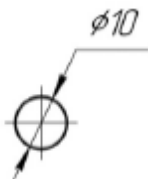


Рисунок 3.5 – Нанесення розміру діаметру

Розміри кількох однакових елементів виробу, як правило, вказують один раз із зазначенням кількості цих елементів, наприклад: «4 отв. $\phi 5$ » (рис. 3.1).

При нанесенні розмірів скруглень використовують літеру R, яку ставлять перед розмірним числом (рис. 3.1).

Число розмірів на зображеннях виробів повинно бути мінімальним, але достатнім для його виготовлення.

Розміри елементів виробу вказують на тих зображеннях, де цей елемент видно найкраще. Не дозволяється повторювати розміри одного і того ж елемента на різних зображеннях.

3.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки

1. Які операції можна виконувати з шаром в AutoCAD?
2. В яких одиницях вказують лінійні розміри?
3. В яких випадках використовують знак « ϕ »?
4. Як виконати закруглення одночасно всіх вершин прямокутника із заданим радіусом в AutoCAD?
5. Як побудувати коло заданого радіусу з осями симетрії в AutoCAD?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

ПОБУДОВА ТРЬОХ ВИДІВ ПО АКСОНОМЕТРИЧНІЙ ПРОЕКЦІЇ ДЕТАЛІ

Мета роботи: навчитися креслити головний вид, вид зверху та вид зліва по аксонометричній проекції деталі, виконувати корисні розрізи.

4.1 Алгоритм роботи

1. Запустити AutoCAD та відкрити створений в другій лабораторній роботі кресленик.
2. Виконати поточні налаштування відповідно до вказівок викладача.
 - 2.1. Включити об'єктну прив'язку (натиснувши F3 або відповідну кнопку в рядку стану).
 - 2.2. Включити режим «Орто» (натиснувши F8 або відповідну кнопку в рядку стану).
 - 2.3. Включити кнопку в рядку стану «Показать/Скрыть вес линии».
 - 2.4. Всі елементи кресленика (лінії, текст) розмістити в шарі «Основний напис».
3. Накреслити три основні види деталі відповідно до варіанту завдання (додаток Б), вибравши стиль лінії – суцільна товста основна, та розмістити їх в шарі «Основний контур»
4. Виконати корисні розрізи. Для штриховки вибрати стиль ANSI31.
5. Нанести розміри та розмістити їх в шарі «Розміри».
6. Заповнити основний напис відповідно до вказівок викладача.
7. Зберегти кресленик в файл формату .pdf.
8. Зробити висновки.
9. Підготувати звіт по роботі. Кресленик розмістити в додатку до звіту.

4.2 Теоретичні відомості

4.2.1 Аксонометрична проекція

Аксонометрична проекція – проекція на площину за допомогою паралельних променів, що йдуть з центру проєціювання (який віддалений в нескінченність) крізь кожну точку об'єкту до перетину з площиною, на яку проєціюється об'єкт [9].

В залежності від напрямку проєціювання по відношенню до площини проекцій аксонометричні проекції поділяють на *прямокутні* та *косокутні* [9].

4.2.2 Види

Вид предмета – це результат суміщення його зображення на одній з граней порожнистого куба, всередині якого уявно розташовано предмет, із площиною кресленика (рис. 4.1) [10].

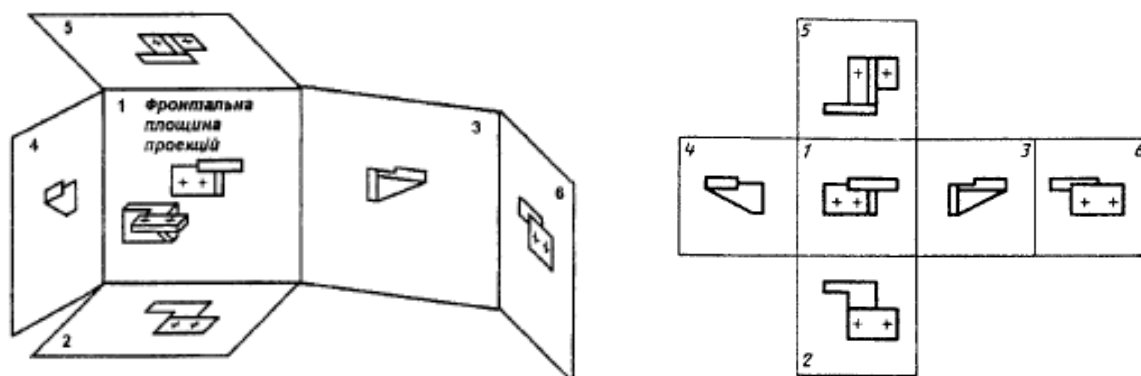


Рисунок 4.1 – Види предмета

В залежності від вибраної взаємної розташованості спостерігача і предмета основні види такі [10]:

- 1 – вид спереду (головний вид) (це зображення на фронтальній площині проєкції);
- 2 – вид зверху (на горизонтальній площині проєкції);
- 3 – вид зліва (на профільній площині проєкції);
- 4 – вид справа;
- 5 – вид знизу;
- 6 – вид ззаду.

Перед зображенням об'єкту його орієнтують так, щоб головне зображення (головний вид) давало найбільш повну уяву про його форму і розміри.

На головному виді наносять, як правило, максимальну кількість розмірів.

Вид – це зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні об'єкта [11].

Шість видів, зображених на рис. 4.1, називають основними. Їх назви відповідають напрямку проєкціювальних променів. Основні види не надписуються за умови, якщо вони знаходяться в прямому проєкційному зв'язку. Для зменшення кількості зображень допускається на видах показувати необхідні невидимі частини поверхні предмета за допомогою штрихових ліній (рис. 4.2).

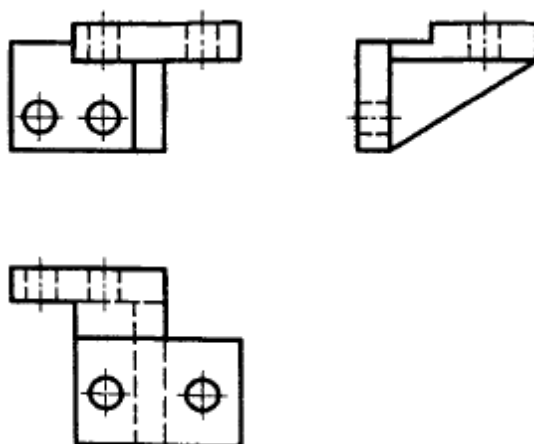


Рисунок 4.2 – Зображення невидимих частин поверхні предмета

4.2.3 Розрізи

Для зображення внутрішніх елементів предмету, невидимих на видах, використовують *розрізи*.

Розрізом називають зображення предмету, уявно розітненого однією або декількома площинами [11]. На розрізі показують все, що знаходиться в січній площині та за нею.

Положення січної площини розрізу показують розімкненою лінією, під прямим кутом до якої проводять стрілки (рис. 4.3). Стрілки проводять на відстані 2...3 мм від зовнішніх кінців розімкненої лінії. Січну площину позначають двома однаковими великими літерами українського алфавіту. Літери розташовують із зовнішньої сторони стрілок. Над зображенням розрізу вказують ці ж літери, написані через дефіс. Зображення розрізу повертають в напрямку стрілок.

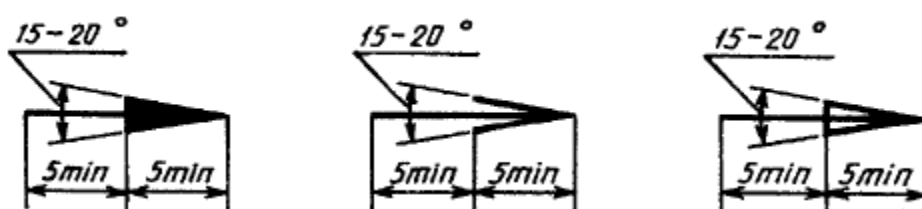


Рисунок 4.3 – Зображення стрілки, що вказує напрямок погляду

Уявно розізані поверхні на розрізах штрихують.

В залежності від кількості січних площин розрізи бувають *прості* (утворені однією січною площиною – розріз Б-Б) та *складні* (утворені двома і більше січними площинами – розріз А-А) – рис. 4.4. Лінію перепаду січних площин на складному розрізі не показують.

Частину виду та частину відповідного розрізу можна з'єднувати, розділивши їх суцільною хвилястою лінією. Якщо при цьому поєднується половина виду та половина розрізу, кожен з яких є симетричною фігурою, то лінією розмежування є вісь симетрії.

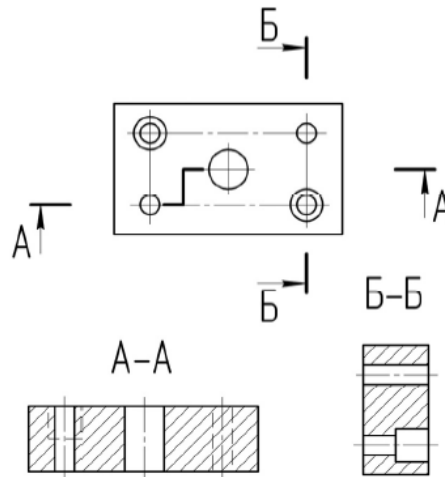


Рисунок 4.4 – Простий та складний розрізи

4.2.4 Перерізи

Переріз – зображення предмету, яке утворилось в результаті його уявного розітнення однією або кількома площинами [11]. На перерізі показують тільки те, що знаходиться безпосередньо в січній площині.

4.2.5 Графічні позначення матеріалів

Позначання матеріалів на креслениках здійснюють відповідно до ГОСТ 2.306 [12].

Загальне графічне позначення на розрізах залежно від виду матеріалу має вид похилих паралельних суцільних тонких ліній. Похилі паралельні лінії штриховки проводять під кутом 45° до лінії контуру зображення, або до його осі чи рамки формату. Якщо напрямок ліній штриховки збігається з напрямком осі, контурних ліній або ліній рамки, то кут 45° замінюють кутами 30° або 60° .

Штриховка всіх елементів розрізу однієї деталі повинна бути однаковою за напрямком і відстанню між лініями. Відстань між паралельними лініями штриховки вибирається залежно від площі штриховки і має бути в межах 1...10 мм.

Штриховка розрізів суміжних деталей здійснюють в різні боки з різним інтервалом між лініями, або в один бік, але з різними інтервалами (рис. 4.5).

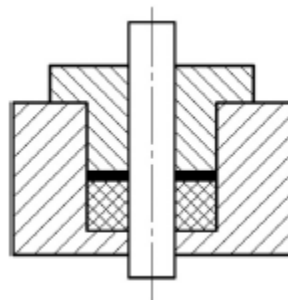






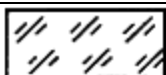
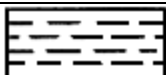
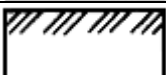


Рисунок 4.5 – Штриховка суміжних деталей

Вузькі площі розрізів (менше 2 мм) затушовують або не штрихують зовсім.

Графічні позначення деяких матеріалів наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Графічні позначення деяких матеріалів

Матеріал	Позначення
Метали, тверді сплави	
Неметалеві матеріали, крім наведених нижче	
Деревина	
Каміння природне	
Кераміка та силікатні матеріали для мурування	
Бетон	
Скло та інші прозорі матеріали	
Рідина	
Ґрунт природний	

4.3 Питання для самоконтролю та самоперевірки

1. Яке зображення називають аксонометричним?
2. Для чого використовують розрізи?
3. Який розріз називають складним?
4. Який стиль лінії використовують при позначенні січних площин розрізів?
5. Що вказують на зображеннях розрізів?
6. Під яким кутом проводять лінії штриховки?

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии. Москва, 2000. 6 с.
2. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы. Москва, 2001. 4 с.
3. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 ЄСКД. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, ІДТ). Київ, 2007. 23 с.
4. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов. Москва, 1988. 14 с.
5. ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки. Москва, 1971. 6 с.
6. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы. Москва, 2002. 5 с.
7. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные. Москва, 2000. 23 с.
8. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 ЄСКД. Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, ІДТ). Київ, 2014. 40 с.
9. ДСТУ ГОСТ 2.317:2014 ЄСКД. Аксонометричні проєкції (ГОСТ 2.317-2011, ІДТ). Київ, 2015. 12 с.
10. ДСТУ 3321:2003 СКД. Терміни та визначення основних понять. Київ, 2004. 55 с.
11. ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения. Москва, 2000. 16 с.
12. ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. Москва, 2001. 12 с.

ДОДАТОК А
ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА ДЕТАЛІ

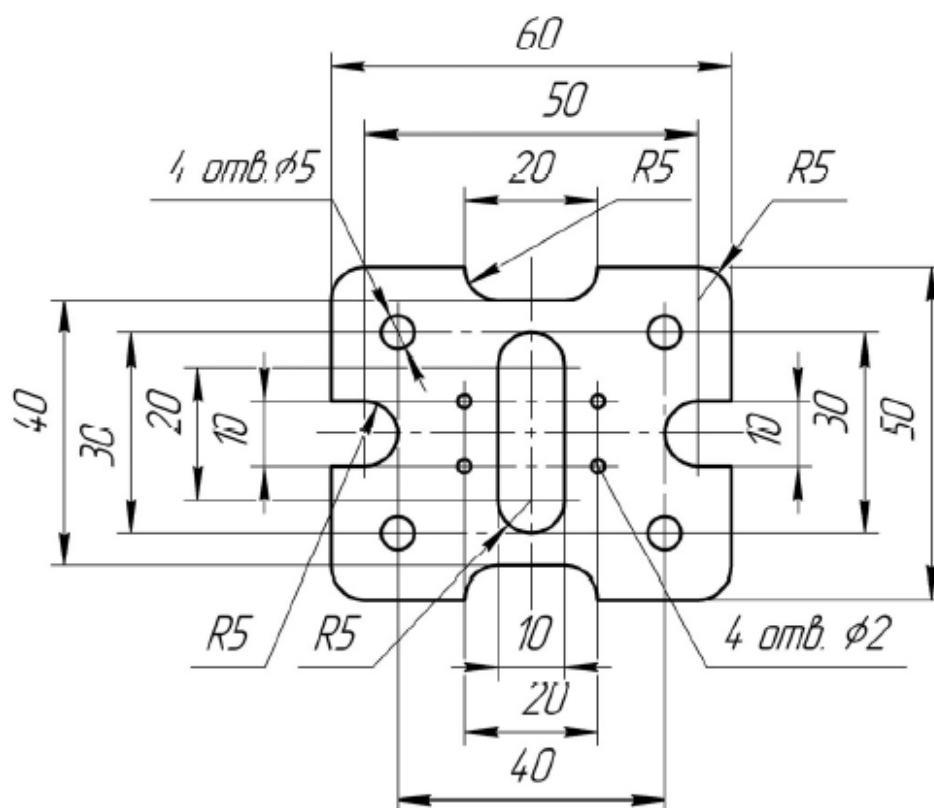


Рисунок А.1 – Варіант 1

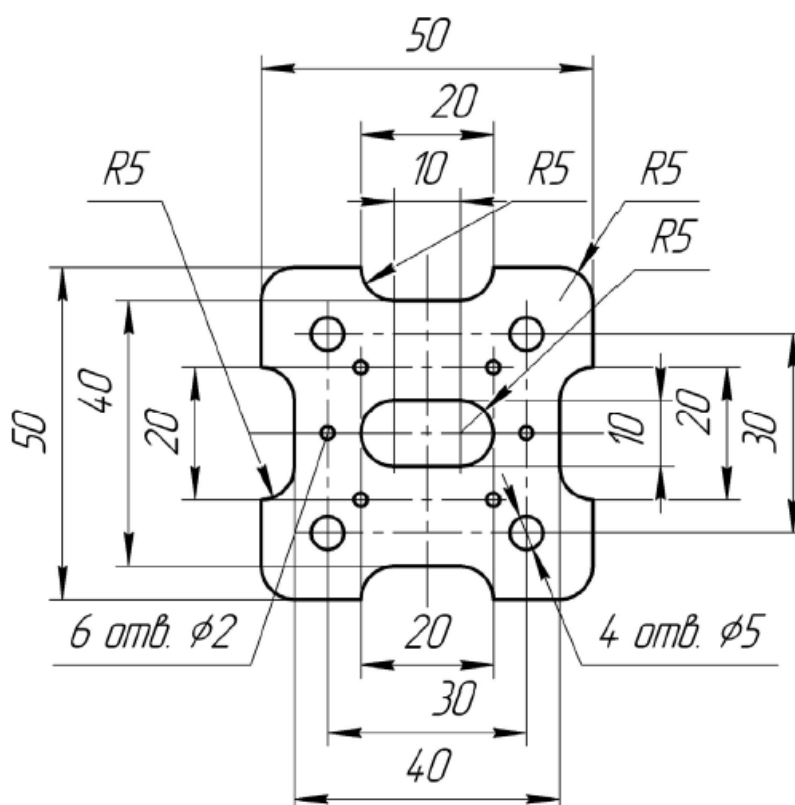


Рисунок А.2 – Варіант 2

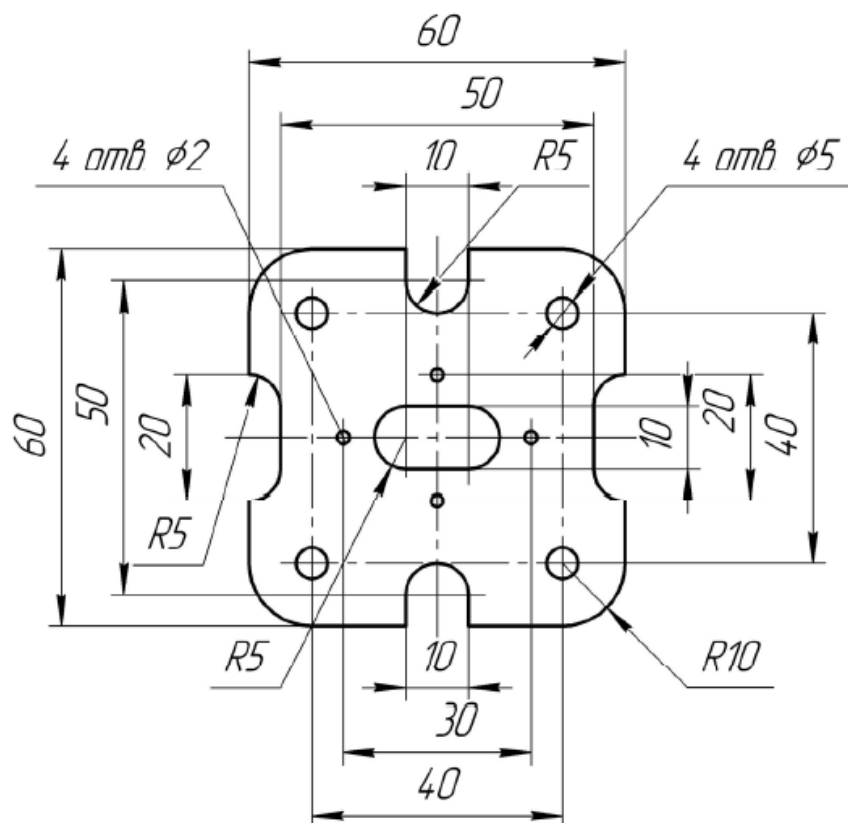


Рисунок А.3 – Варіант 3

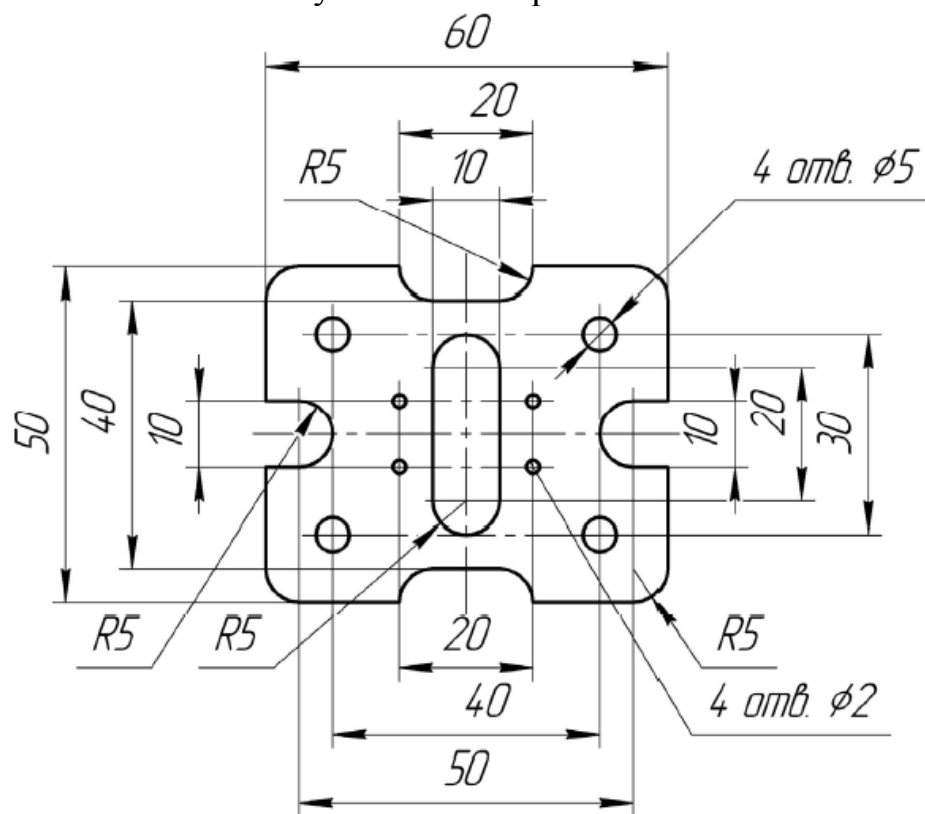


Рисунок А.4 – Варіант 4

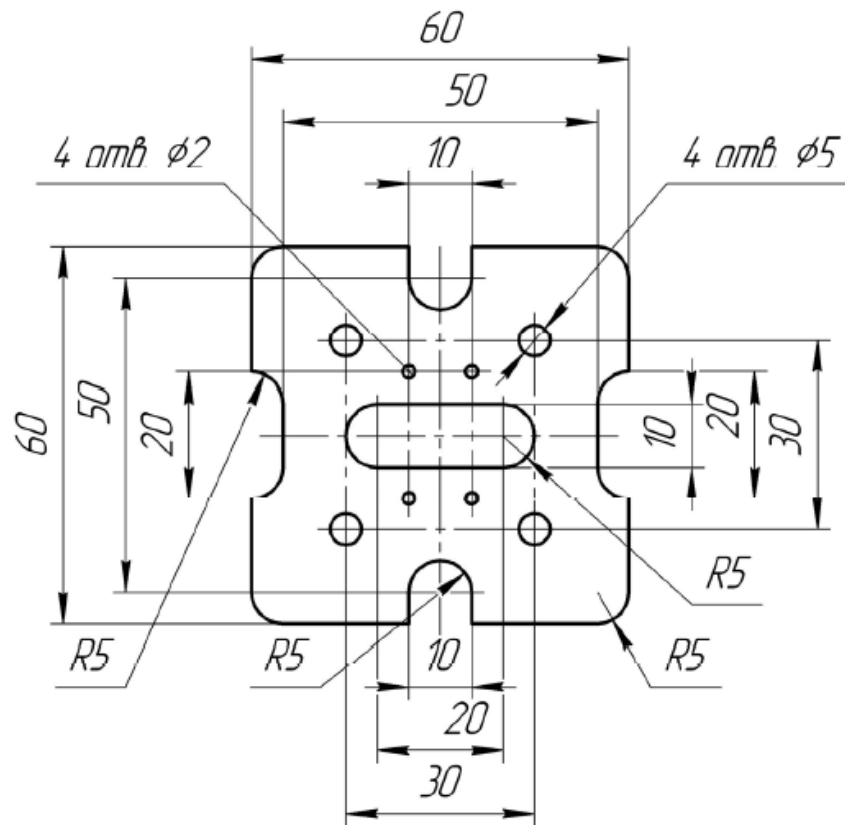


Рисунок А.5 – Варіант 5

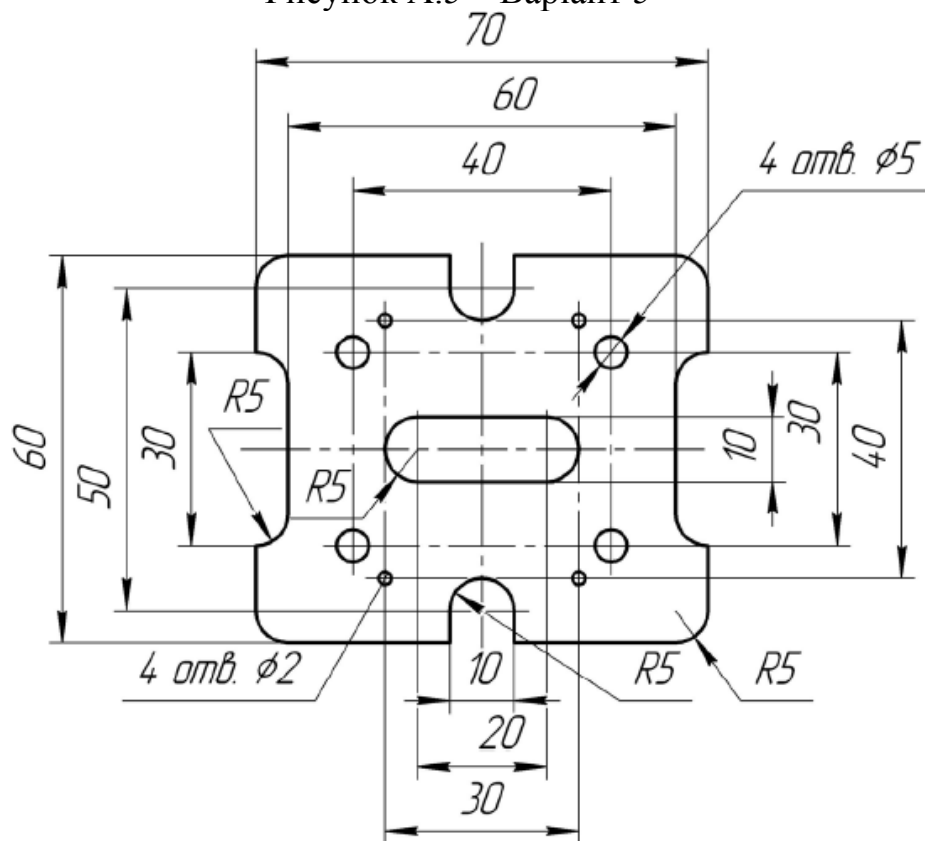


Рисунок А.6 – Варіант 6

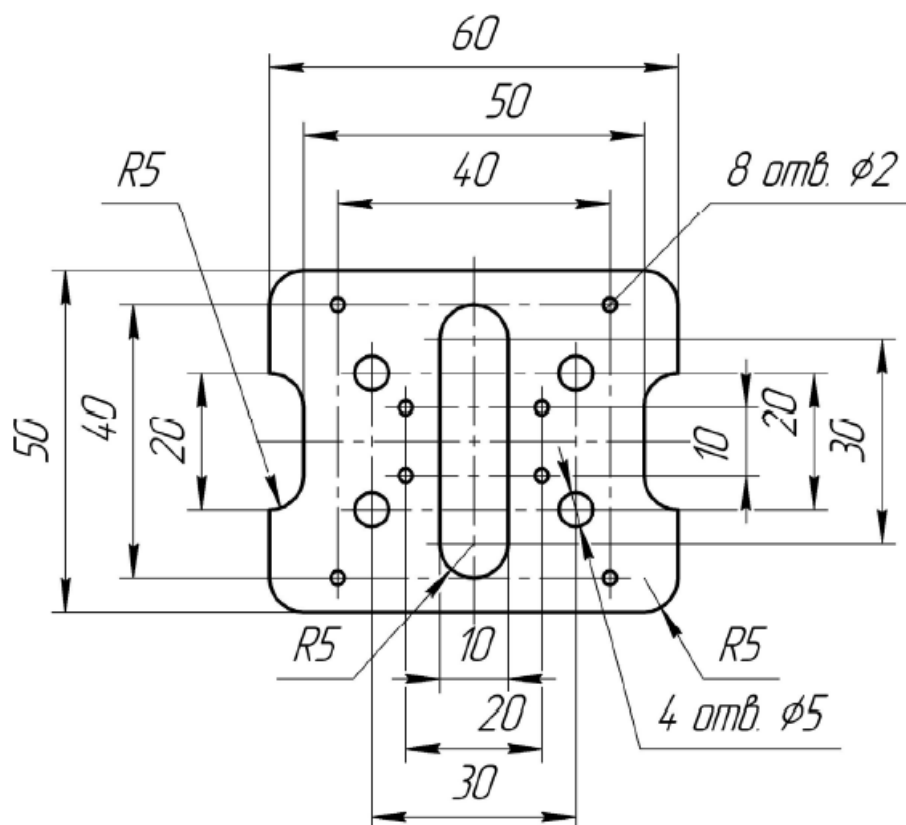


Рисунок А.7 – Варіант 7

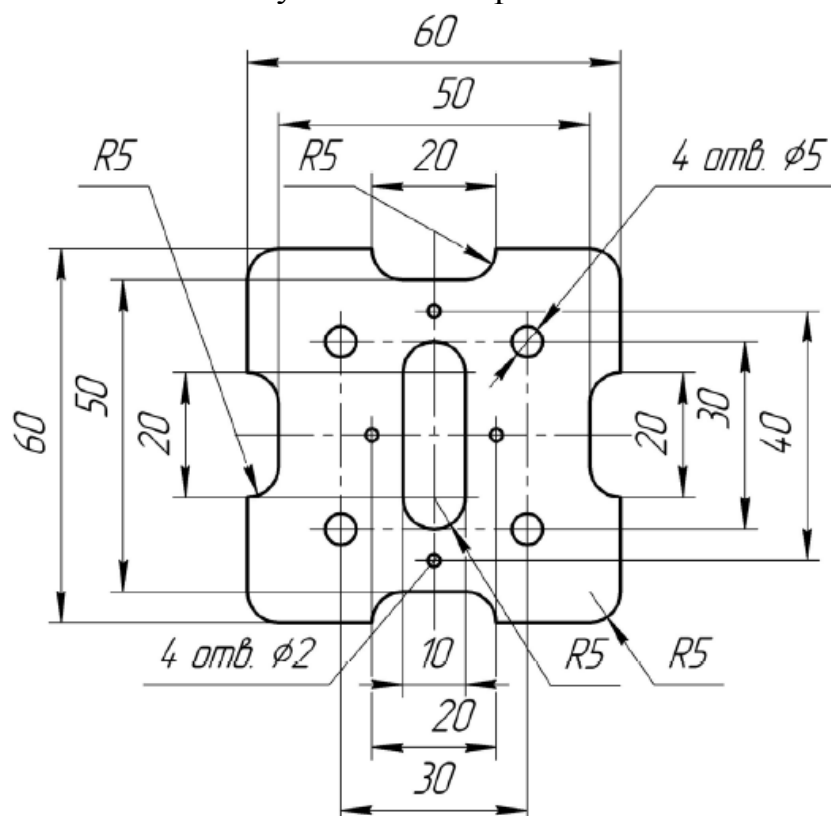


Рисунок А.8 – Варіант 8

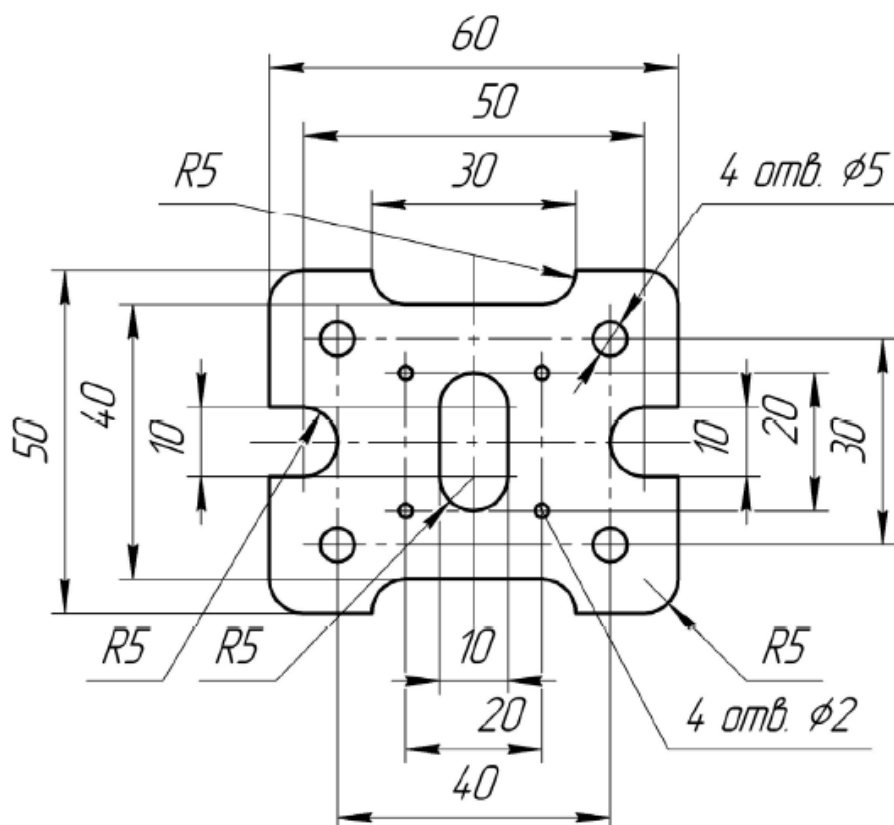


Рисунок А.9 – Вариант 9

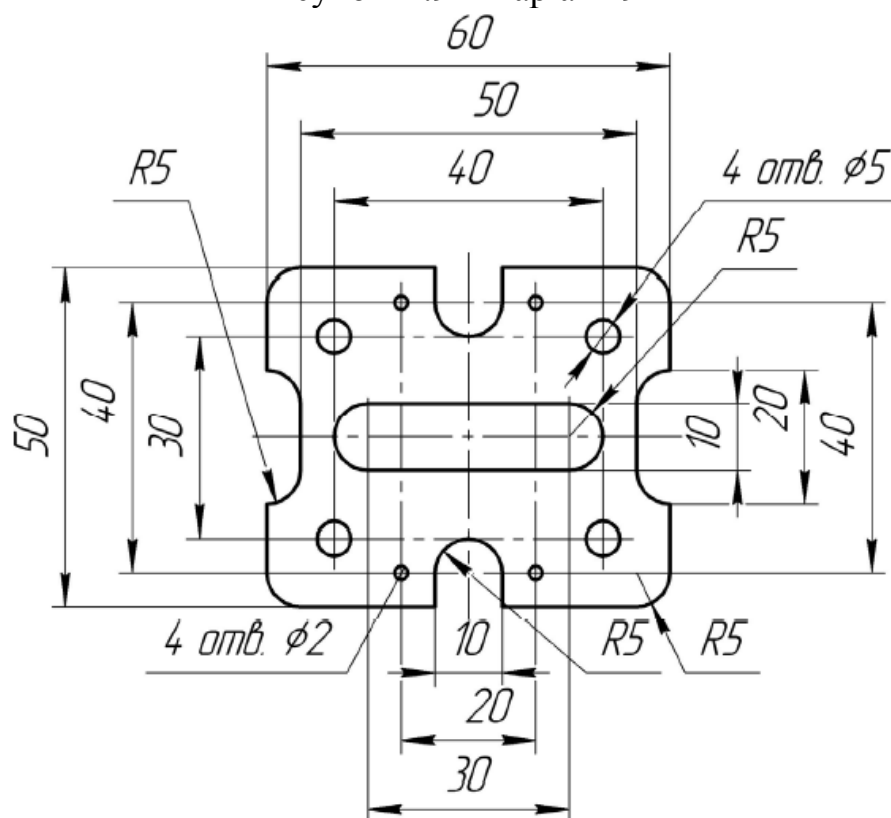


Рисунок А.10 – Вариант 10

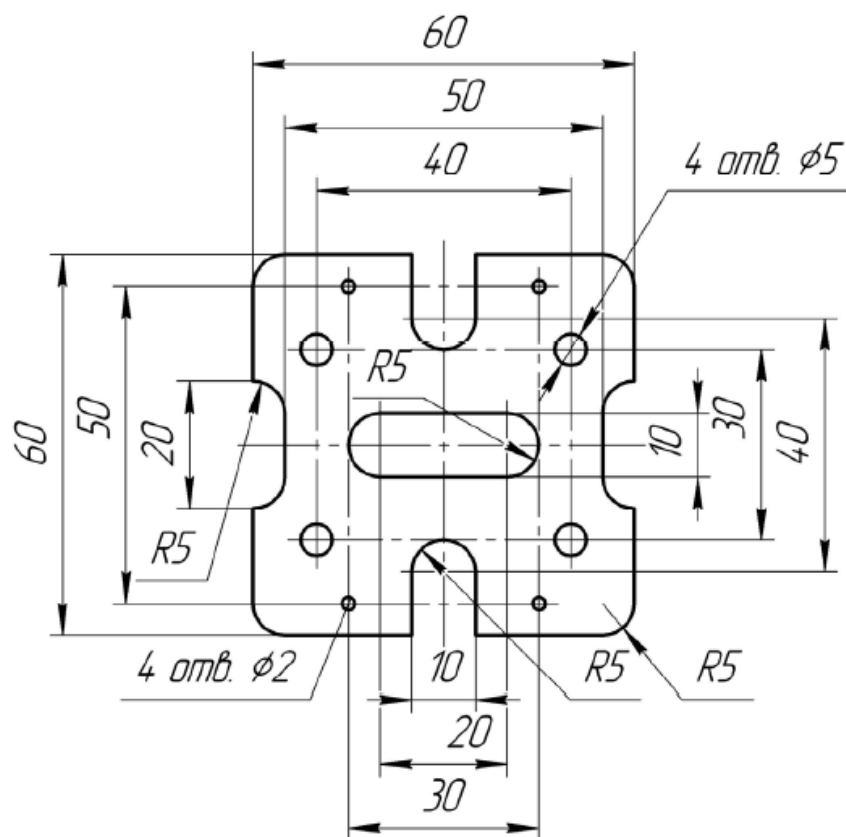


Рисунок А.11 – Варіант 11

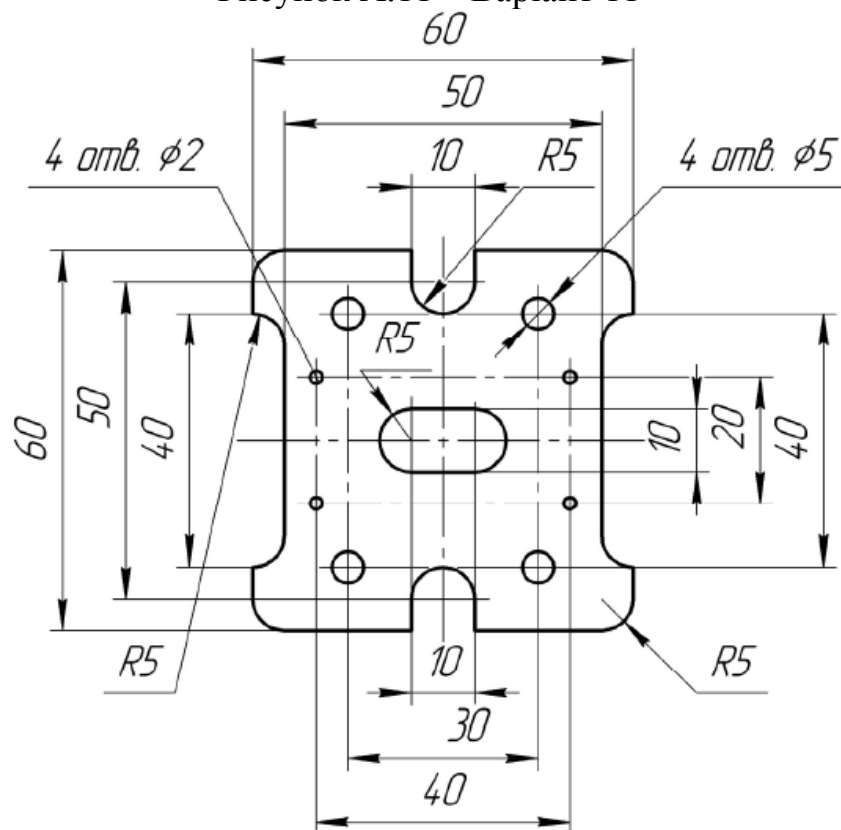


Рисунок А.12 – Варіант 12

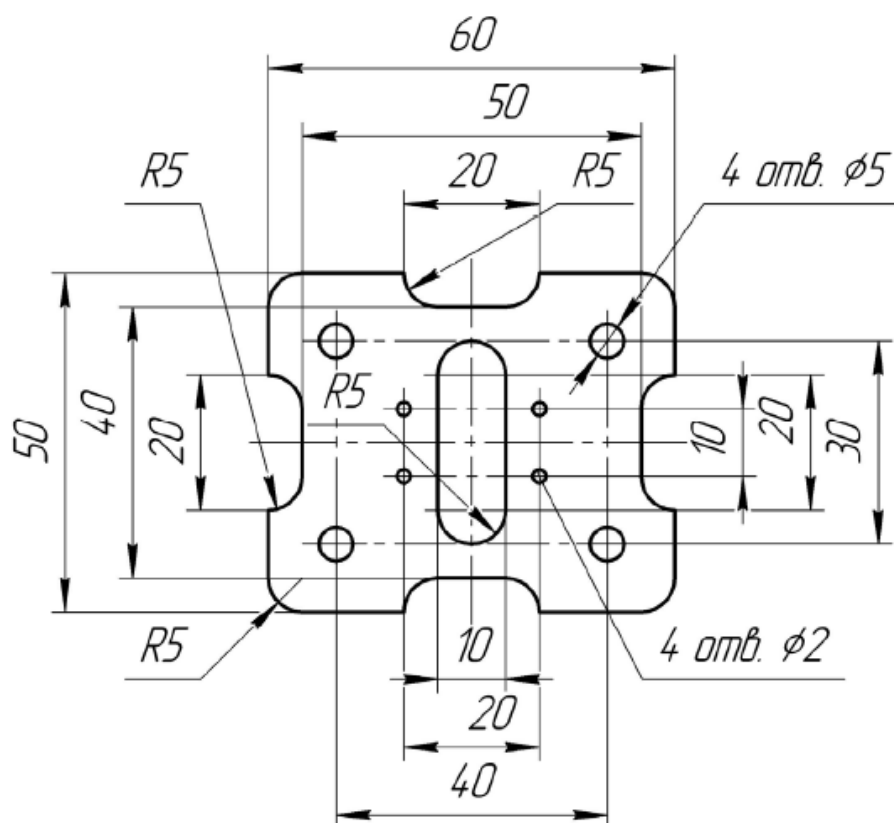


Рисунок А.13 – Варіант 13

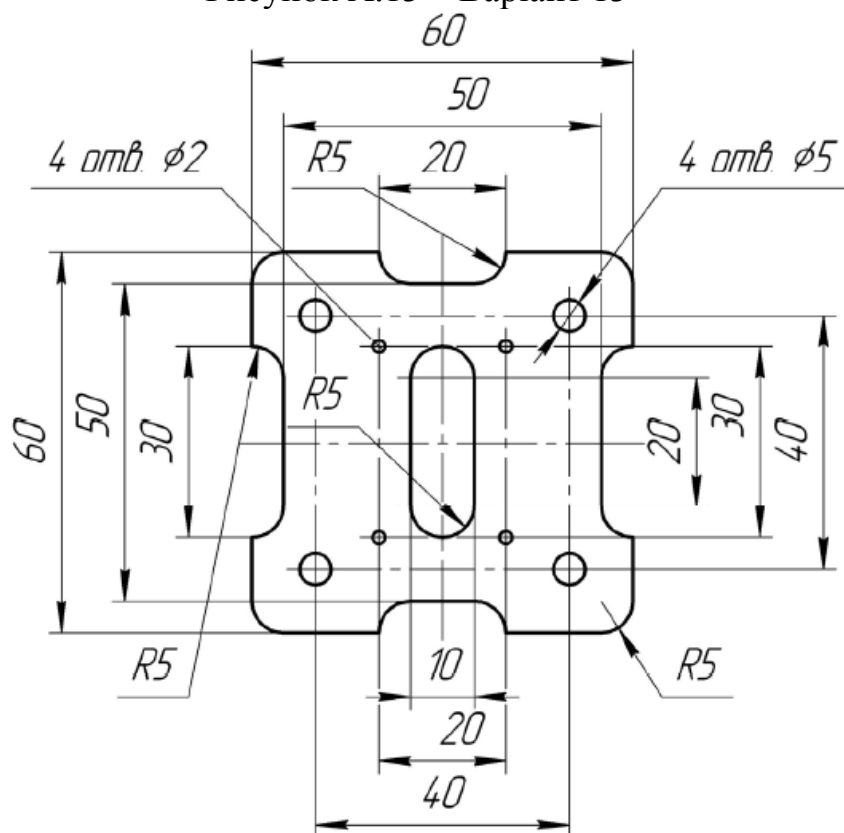


Рисунок А.14 – Варіант 14

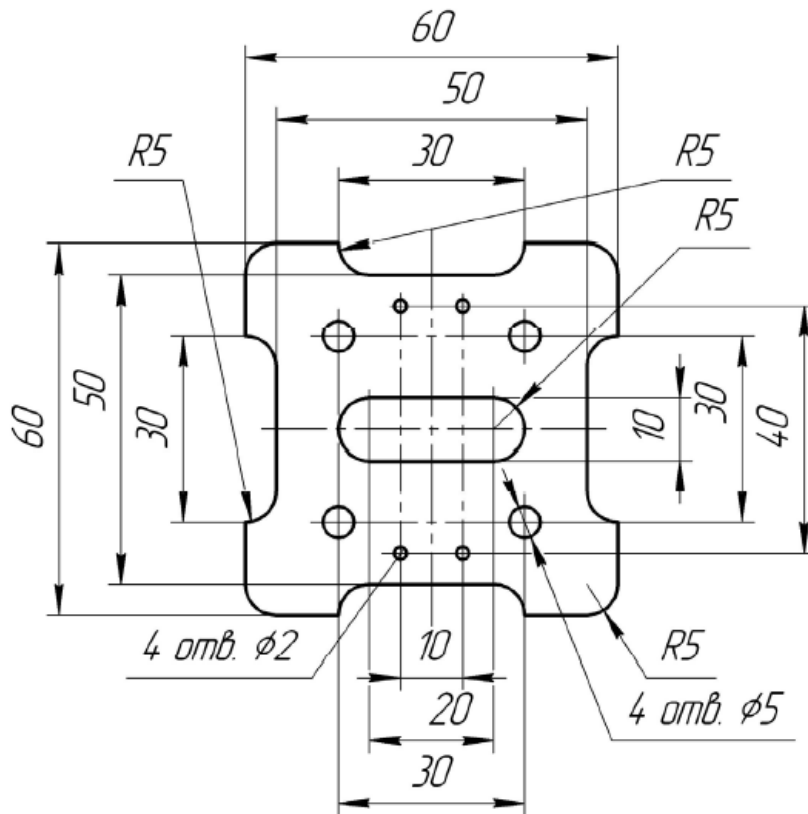


Рисунок А.15 – Варіант 15

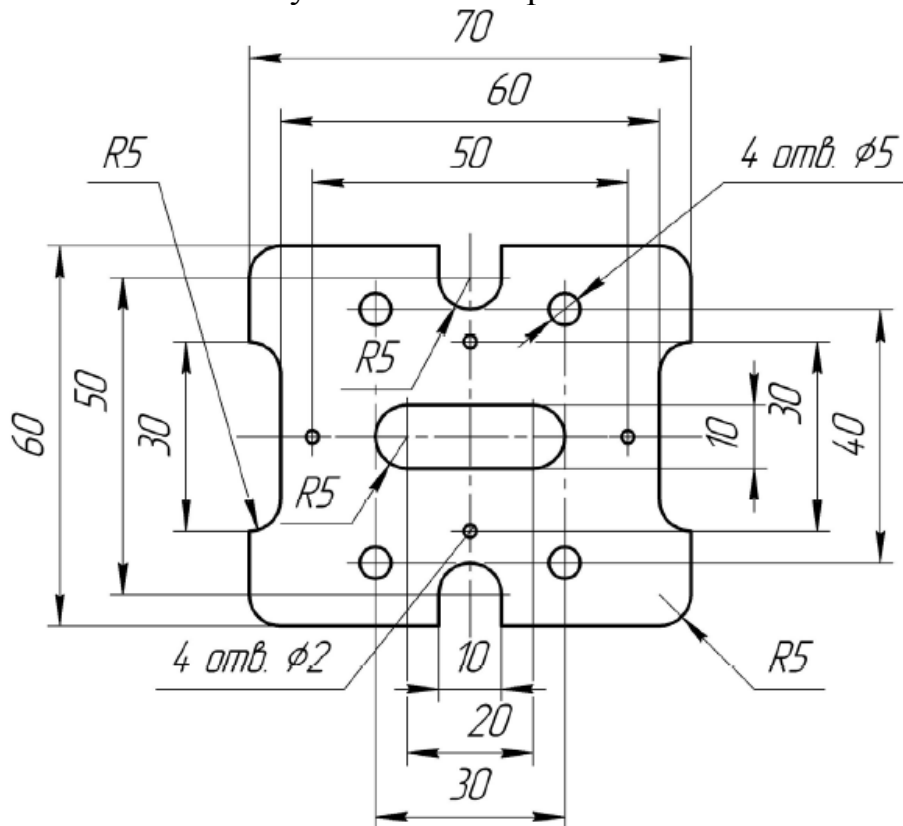


Рисунок А.16 – Варіант 16

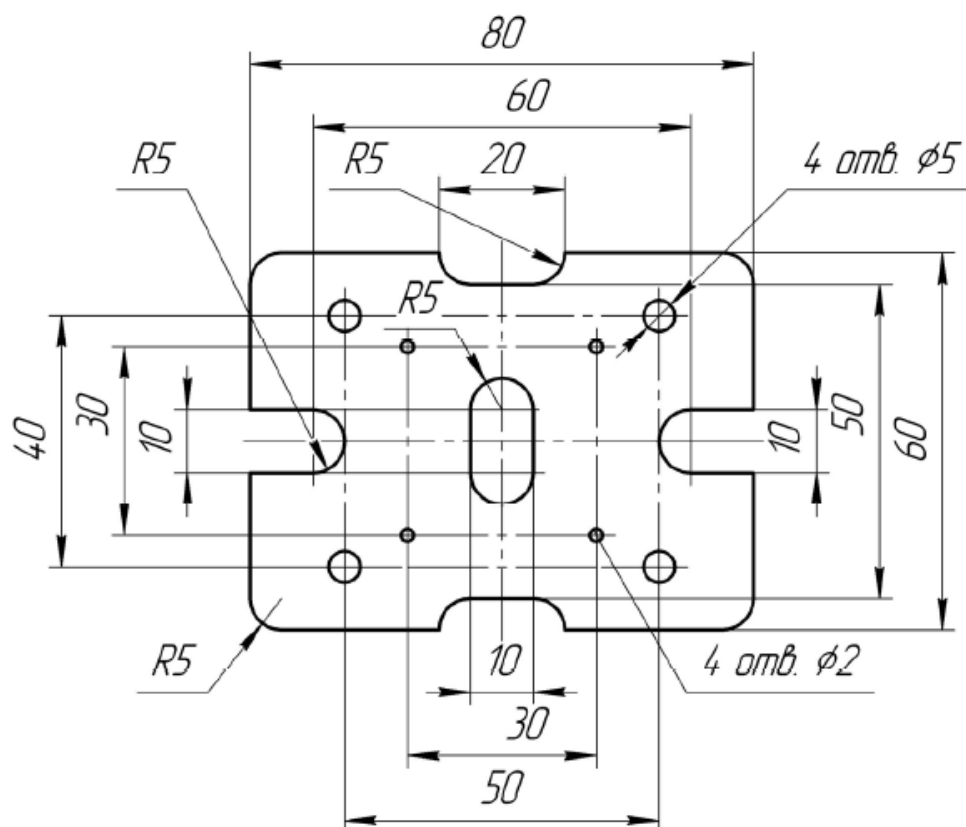


Рисунок А.17 – Варіант 17

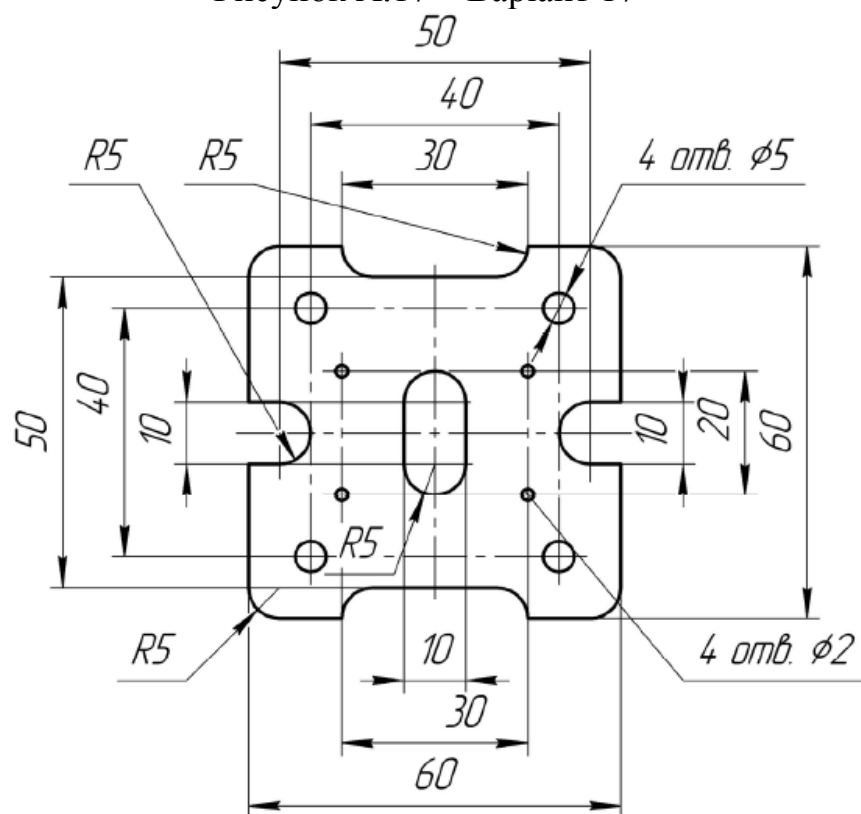


Рисунок А.18 – Варіант 18

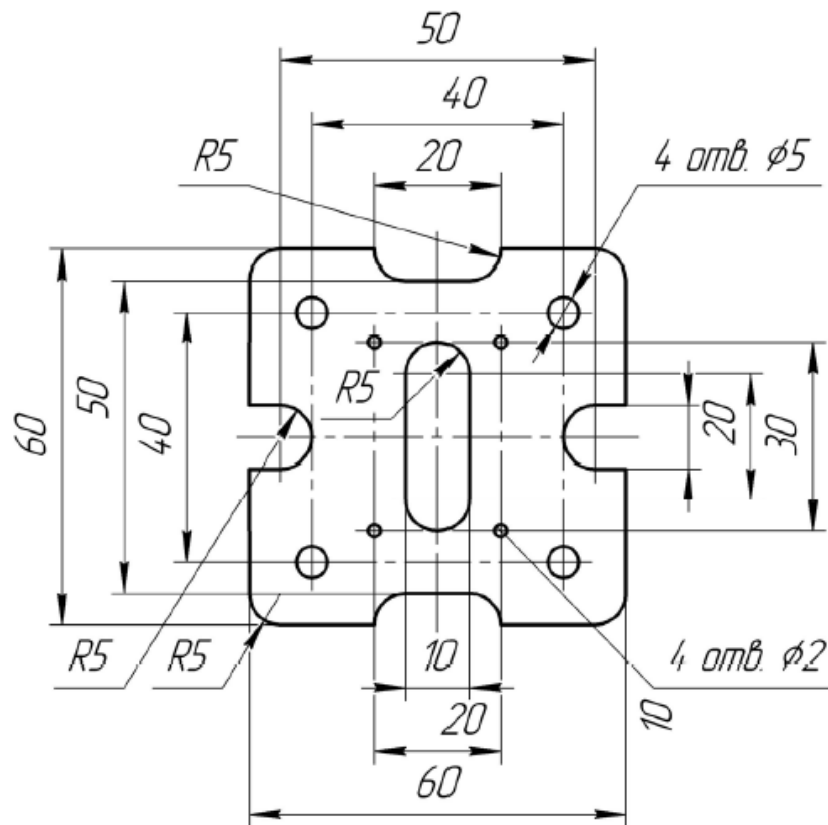


Рисунок А.19 – Варіант 19

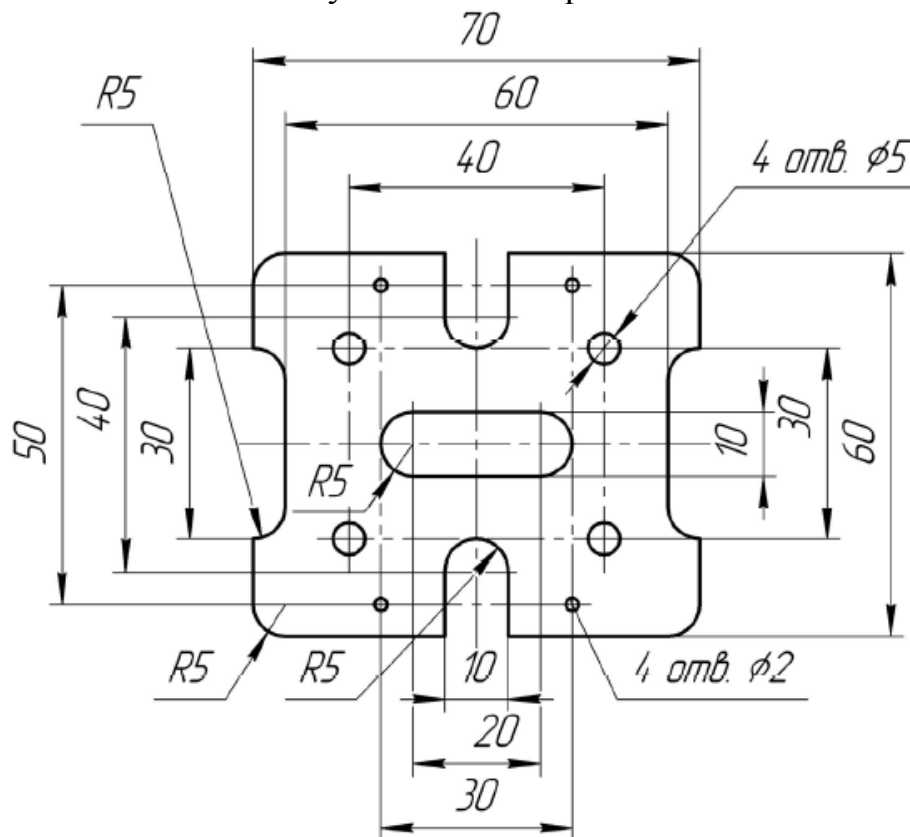


Рисунок А.20 – Варіант 20

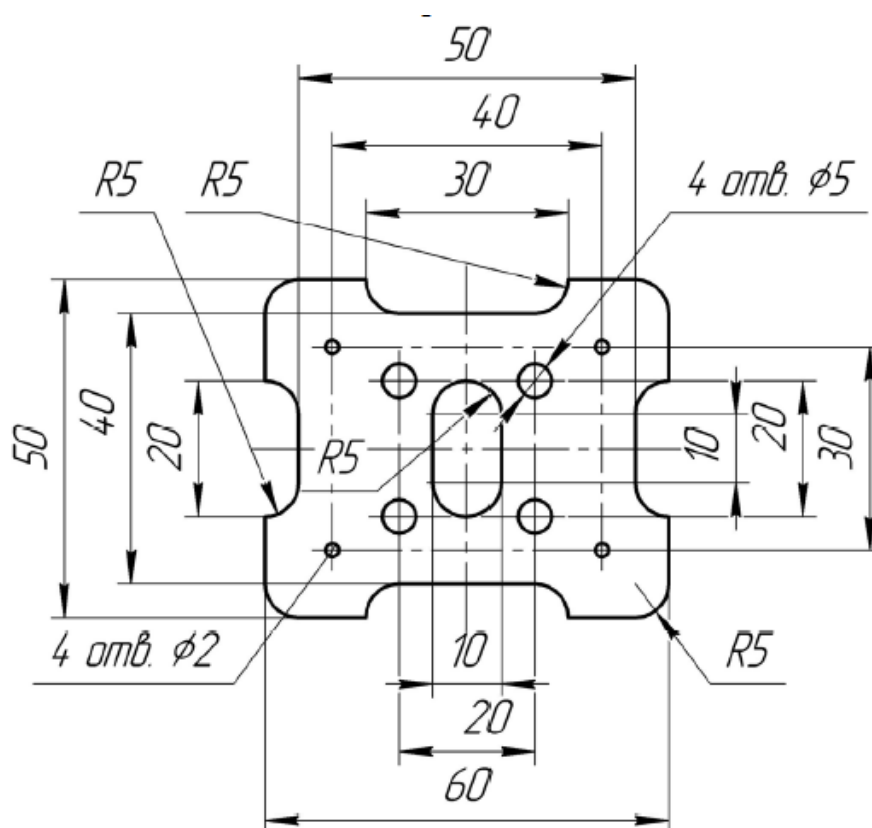


Рисунок А.21 – Варіант 21

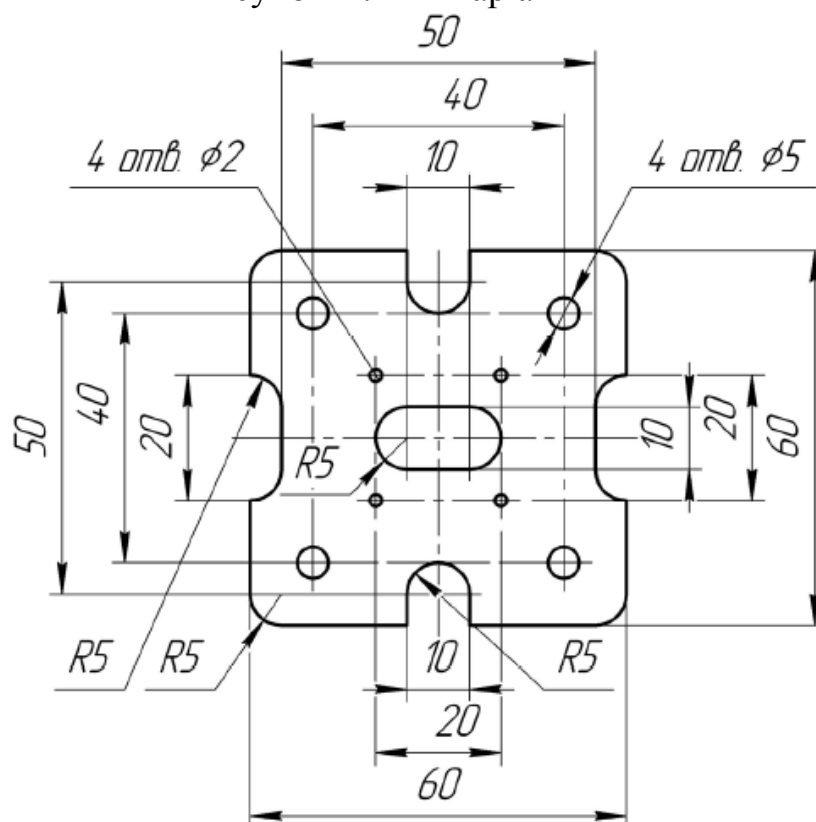


Рисунок А.22 – Варіант 22

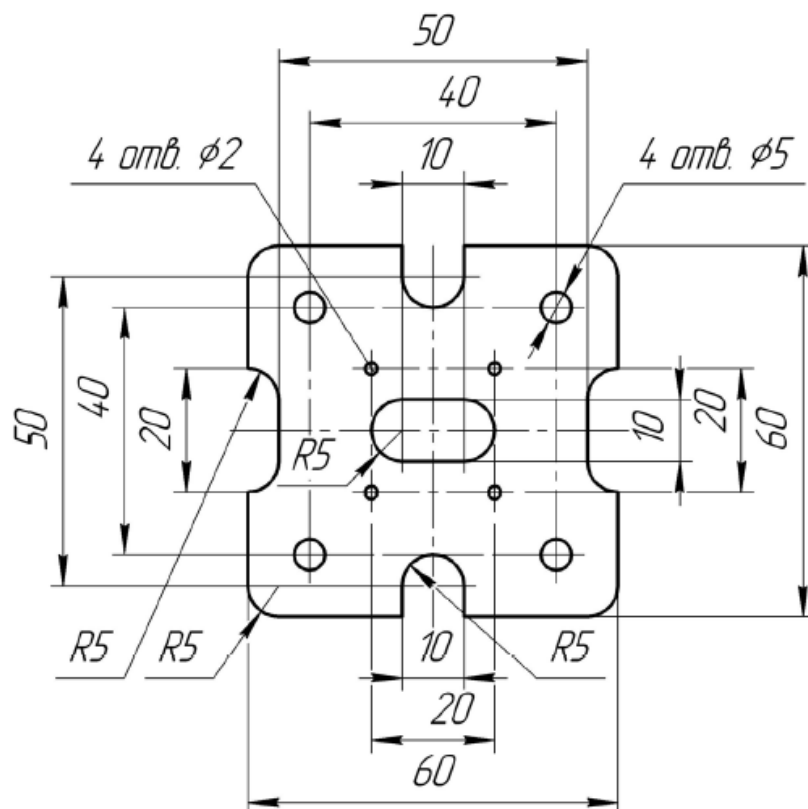


Рисунок А.23 – Варіант 23

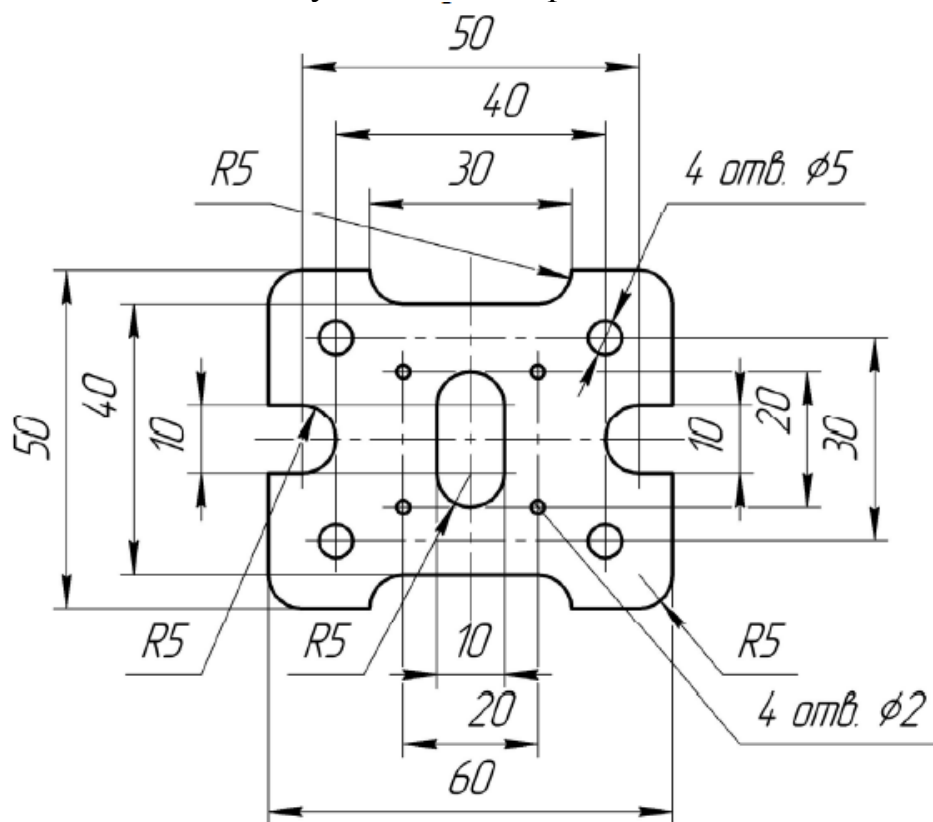


Рисунок А.24 – Варіант 24

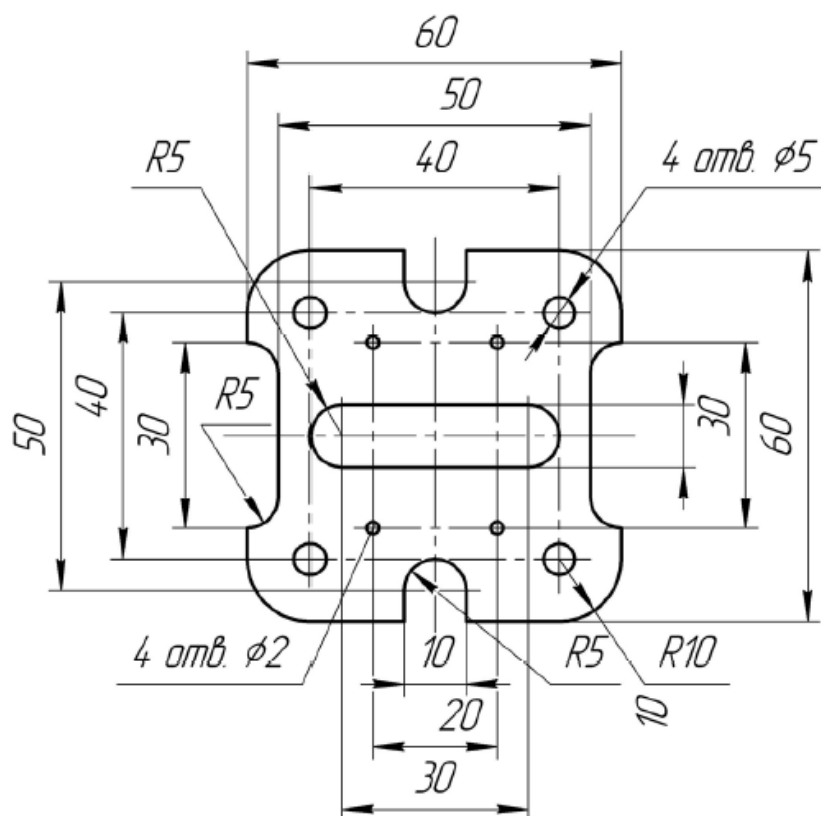


Рисунок А.25 – Вариант 25

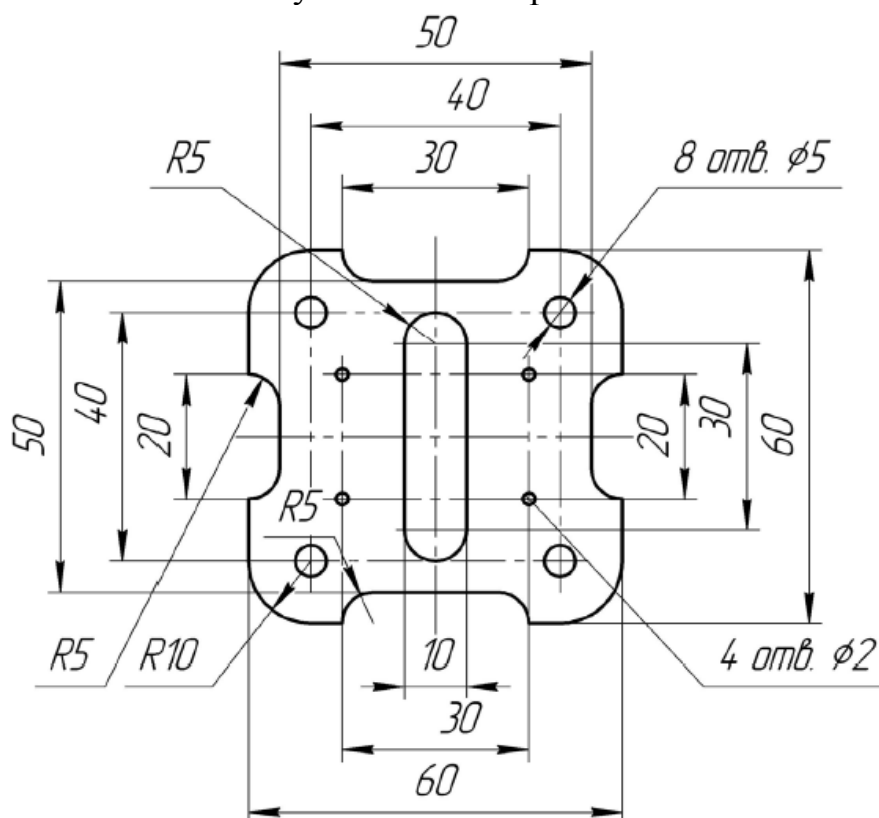


Рисунок А.26 – Вариант 26

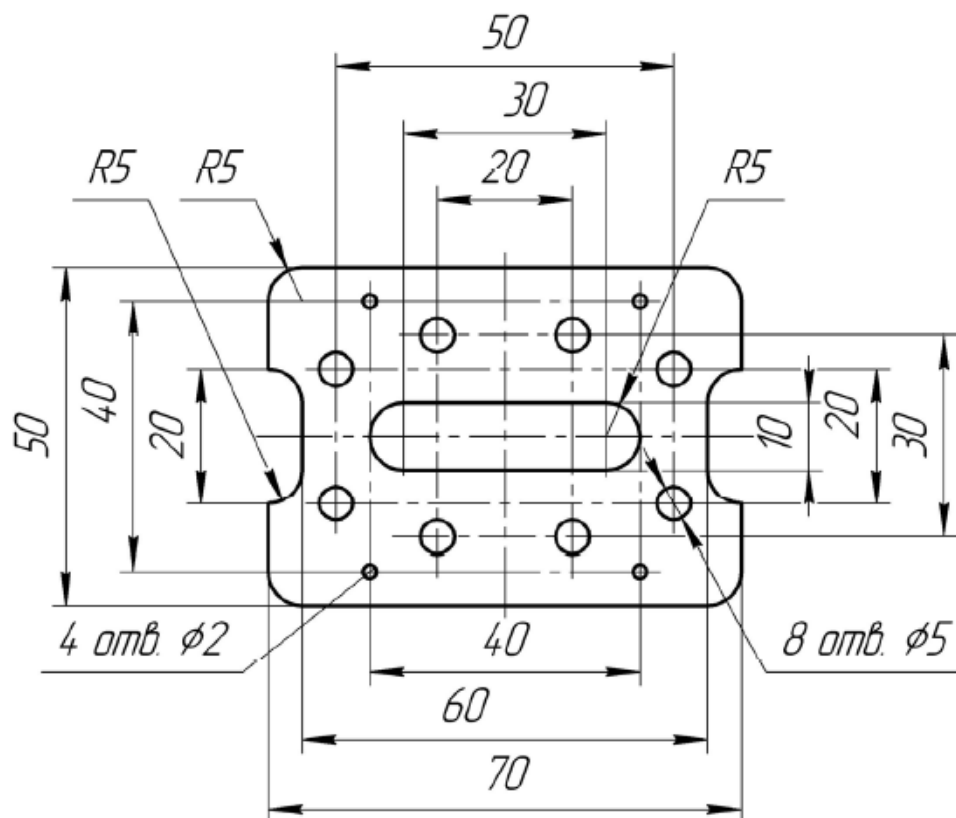


Рисунок А.27 – Варіант 27

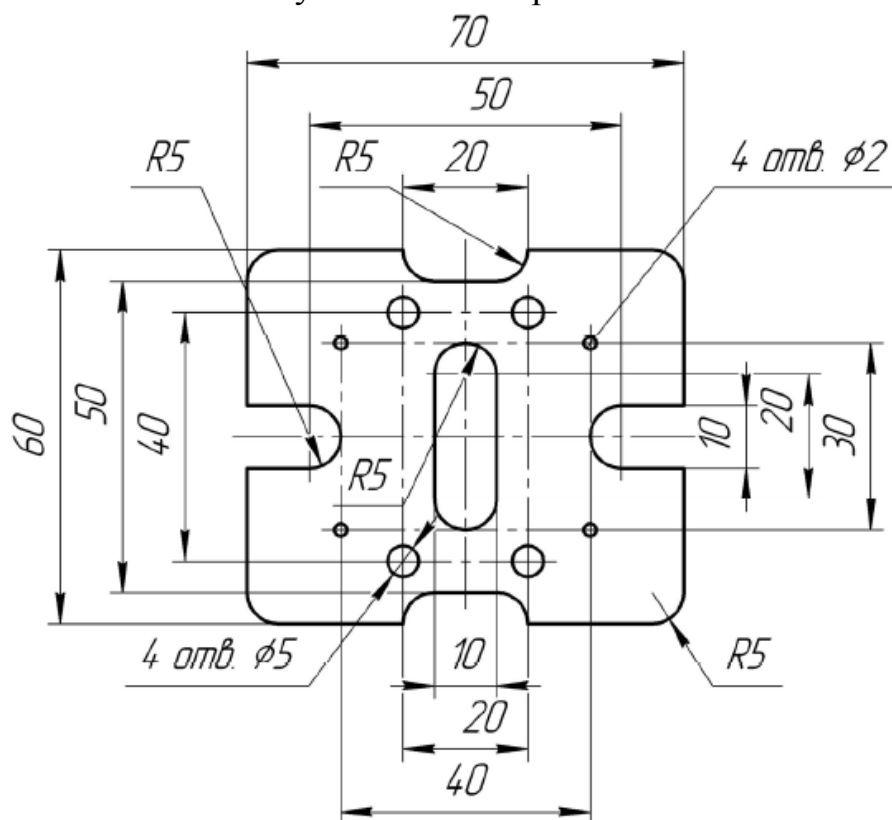


Рисунок А.28 – Варіант 28

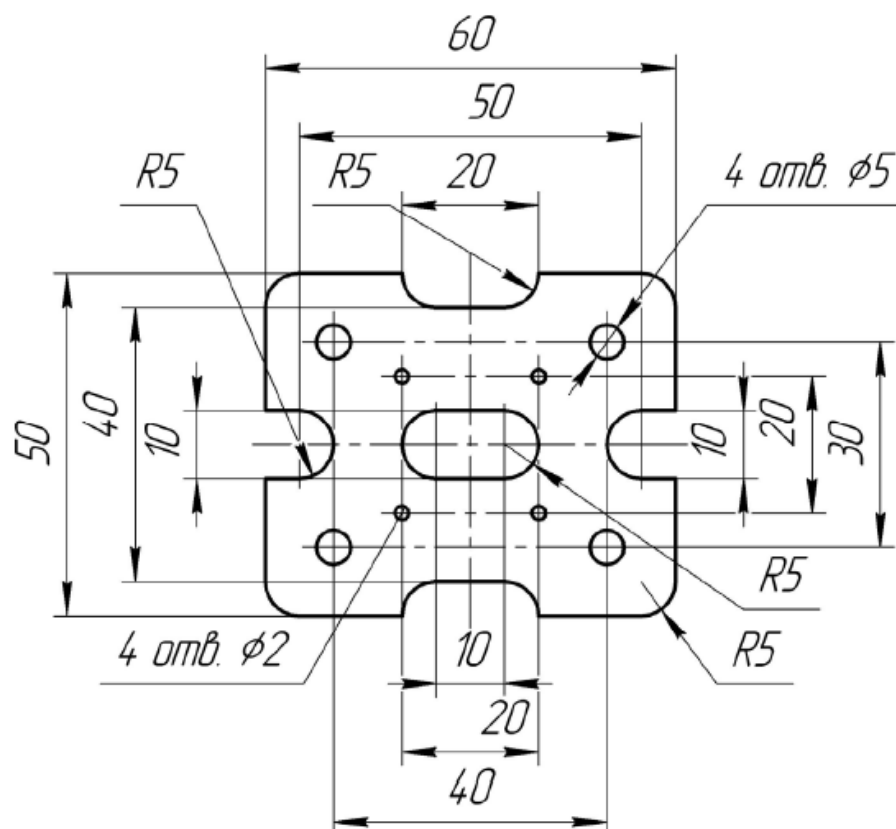


Рисунок А.29 – Варіант 29

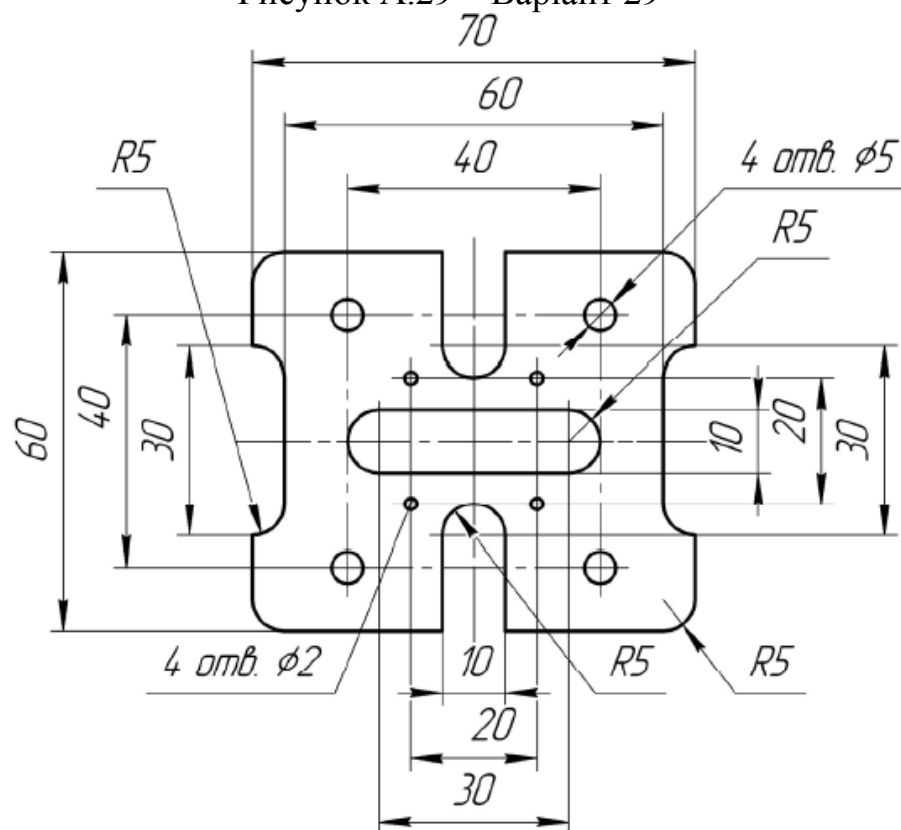


Рисунок А.30 – Варіант 30

ДОДАТОК Б
ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ ВИДІВ ЗА
АКСОНОМЕТРИЧНОЮ ПРОЕКЦІЄЮ ДЕТАЛІ

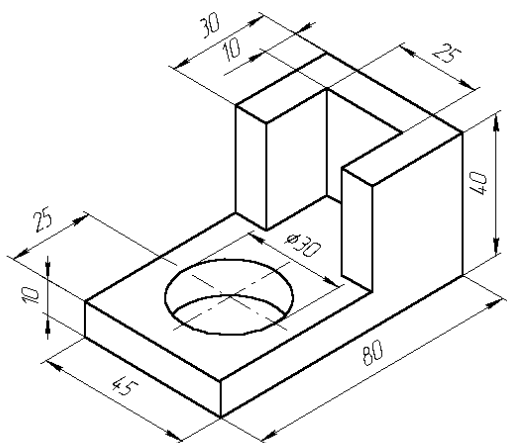


Рисунок Б.1 – Варіант 1

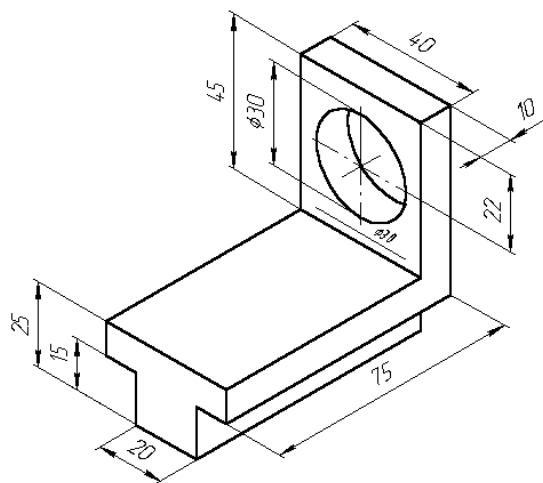


Рисунок Б.2 – Варіант 2

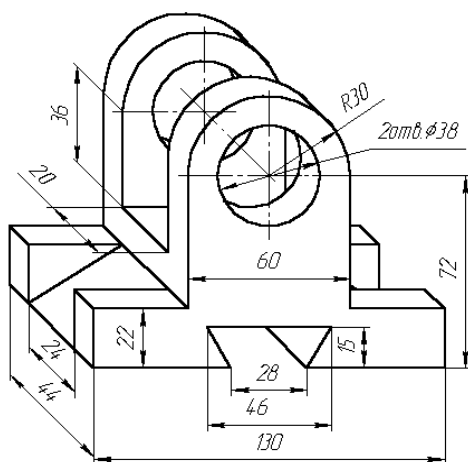


Рисунок Б.3 – Варіант 3

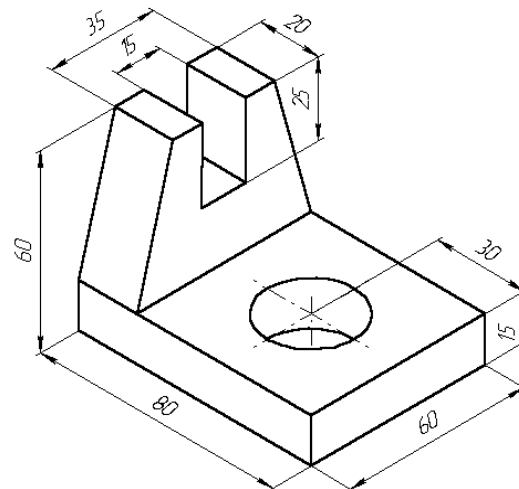


Рисунок Б.4 – Варіант 4

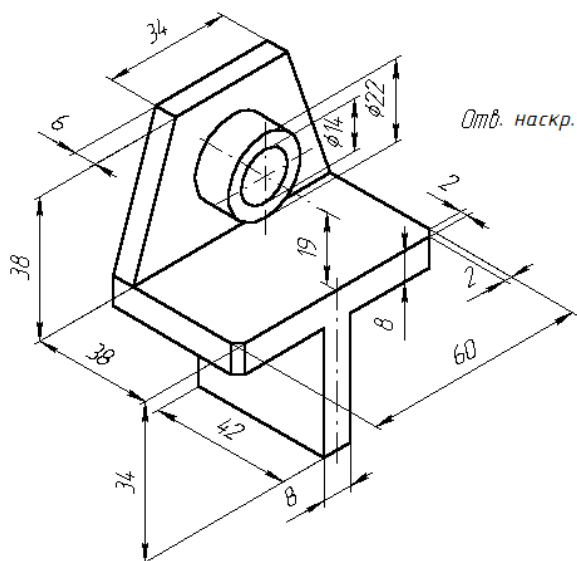


Рисунок Б.5 – Варіант 5

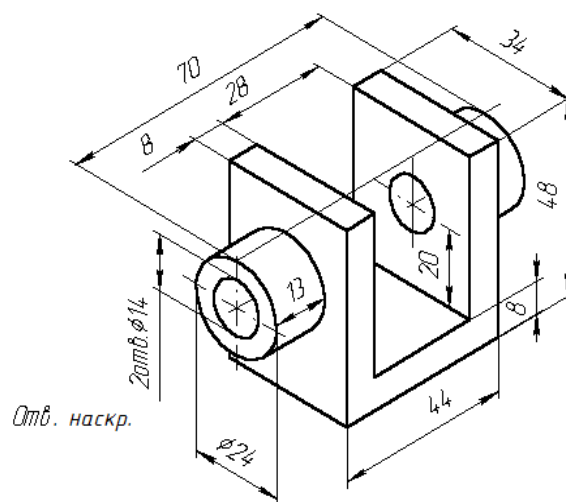


Рисунок Б.6 – Варіант 6

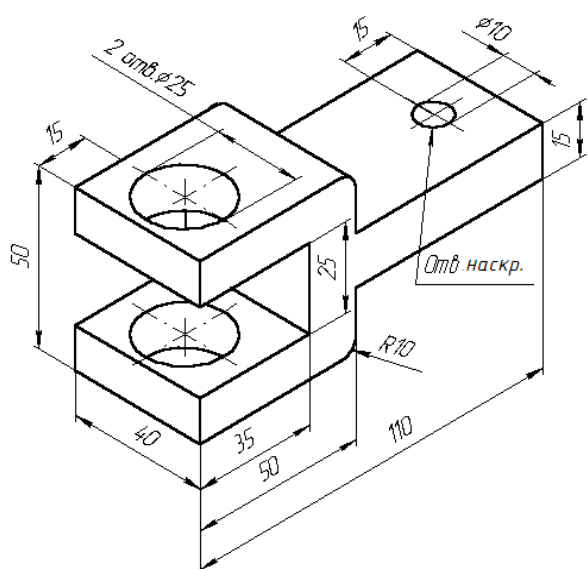


Рисунок Б.7 – Вариант 7

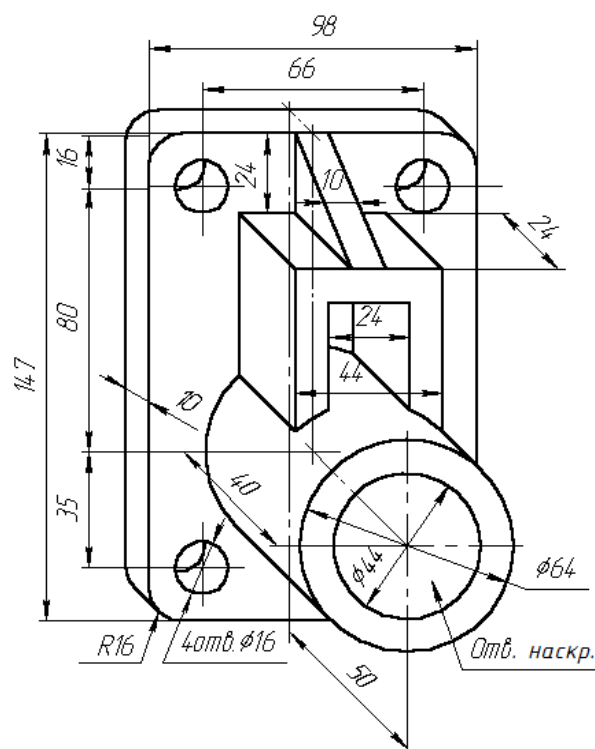


Рисунок Б.8 – Вариант 8

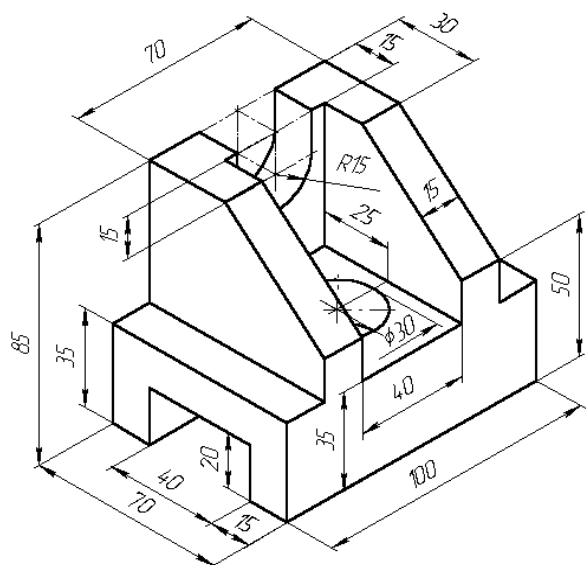


Рисунок Б.9 – Вариант 9

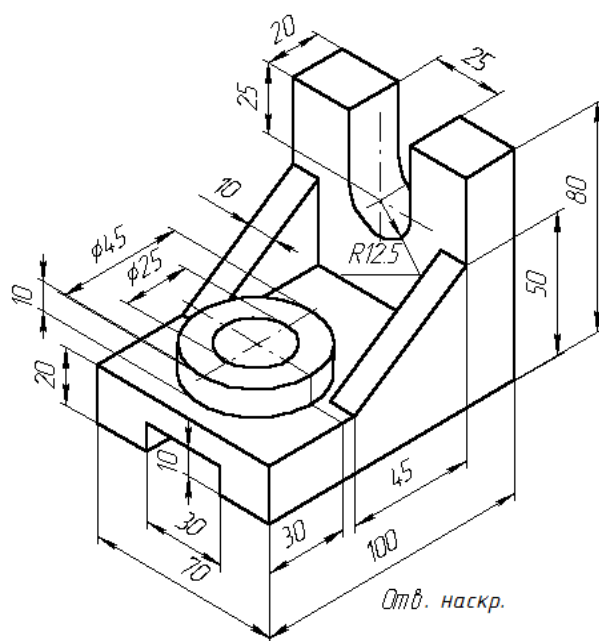


Рисунок Б.10 – Вариант 10

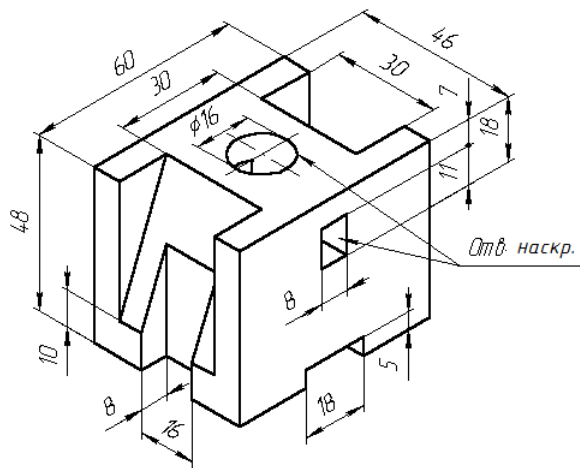


Рисунок Б.11 – Вариант 11

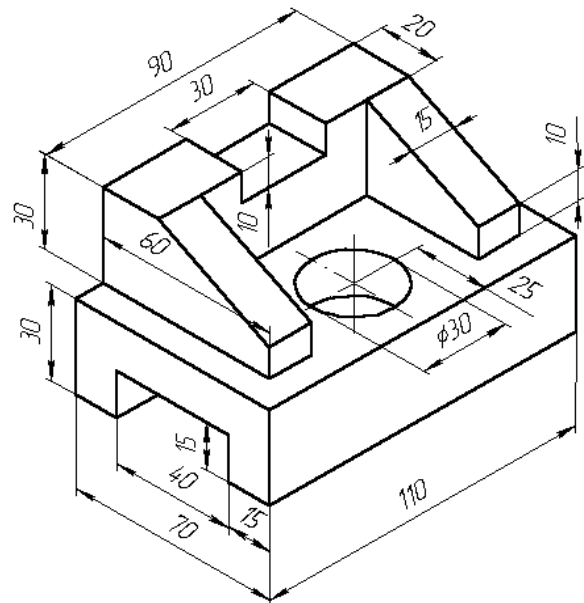


Рисунок Б.12 – Вариант 12

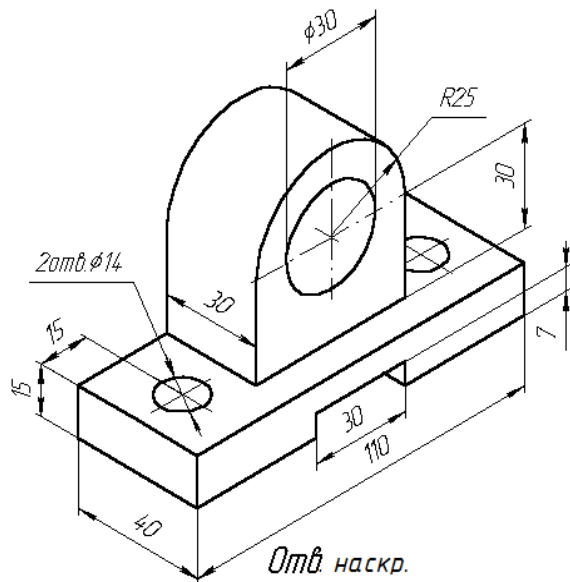


Рисунок Б.13 – Вариант 13

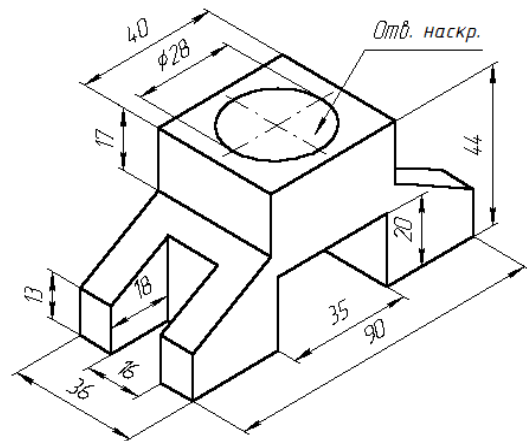


Рисунок Б.14 – Вариант 14

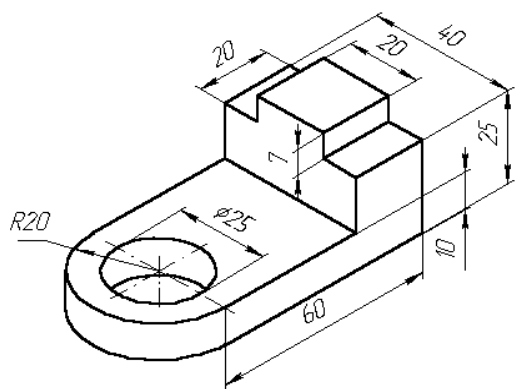


Рисунок Б.15 – Вариант 15

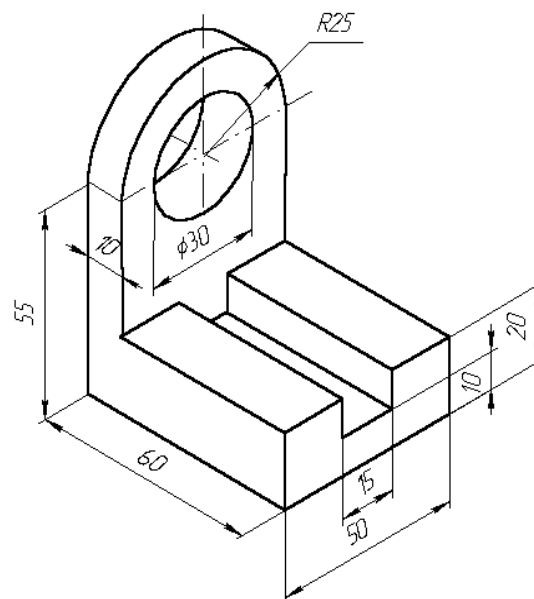


Рисунок Б.16 – Вариант 16

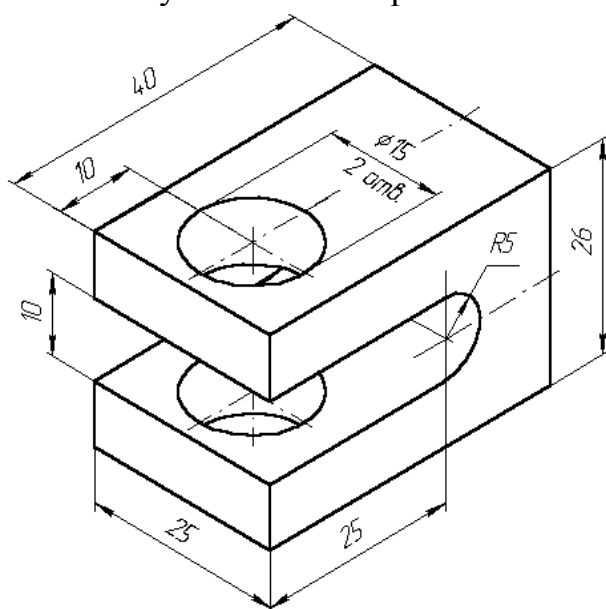


Рисунок Б.17 – Вариант 17

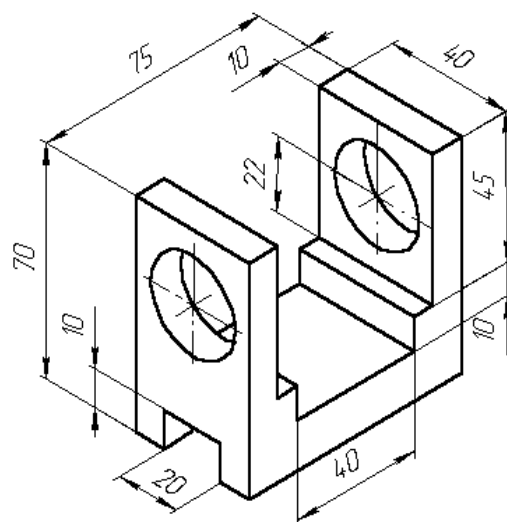


Рисунок Б.18 – Вариант 18

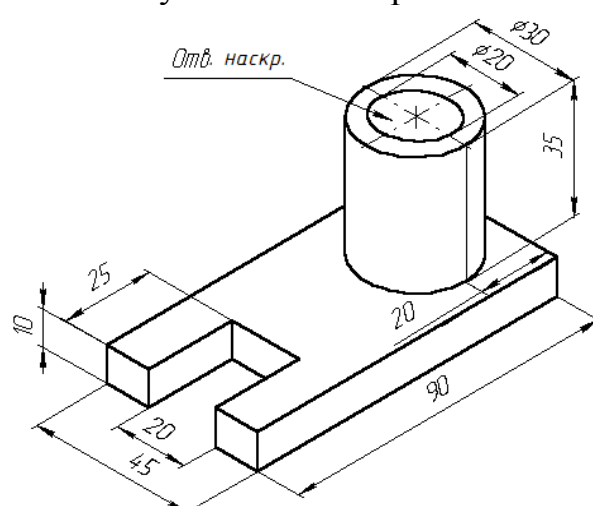
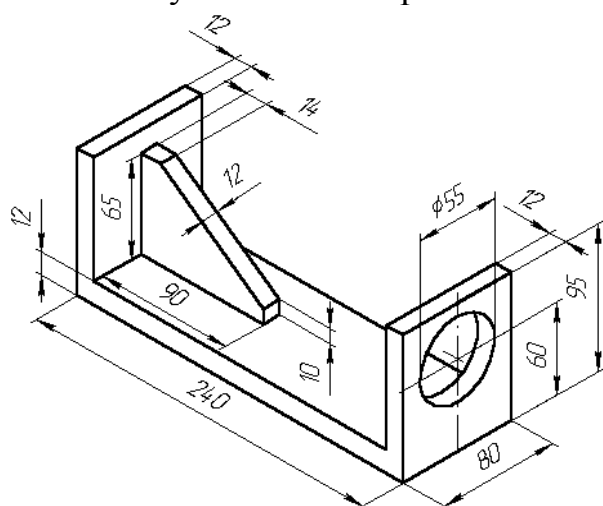


Рисунок Б.19 – Вариант 19

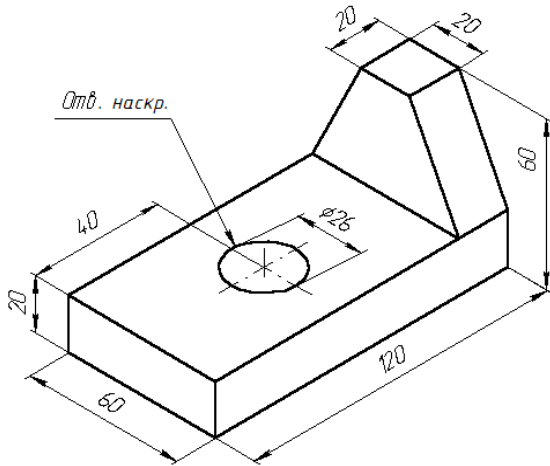


Рисунок Б.21 – Вариант 21

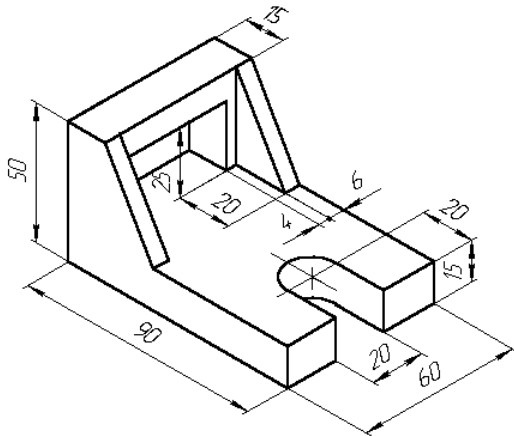


Рисунок Б.23 – Вариант 23

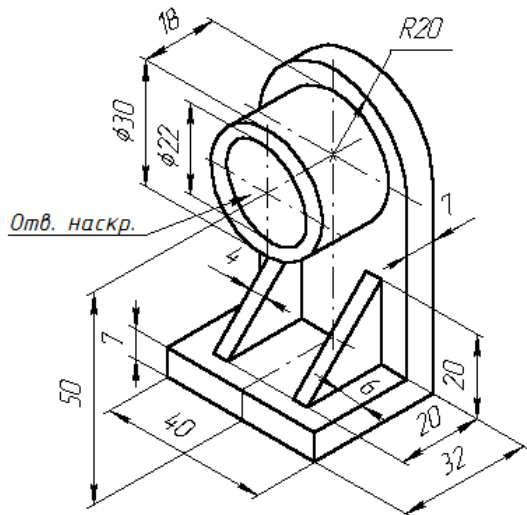


Рисунок Б.25 – Вариант 25

Рисунок Б.20 – Вариант 20

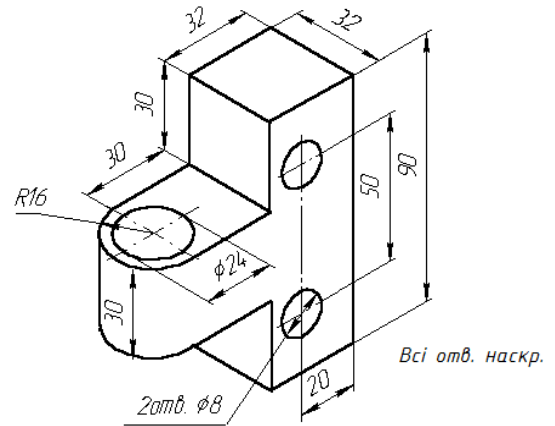


Рисунок Б.22 – Вариант 22

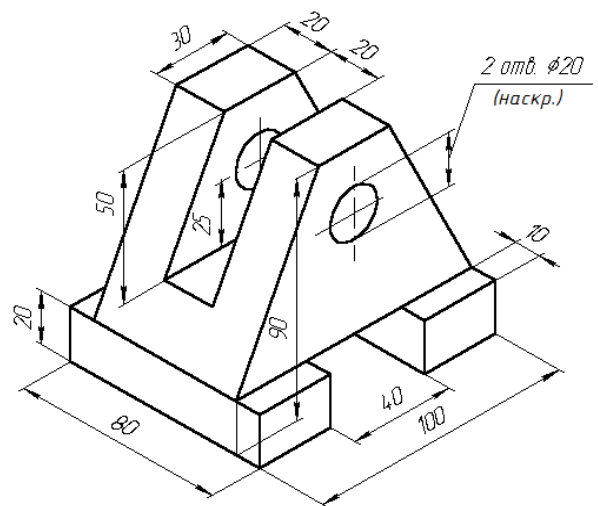


Рисунок Б.24 – Вариант 24

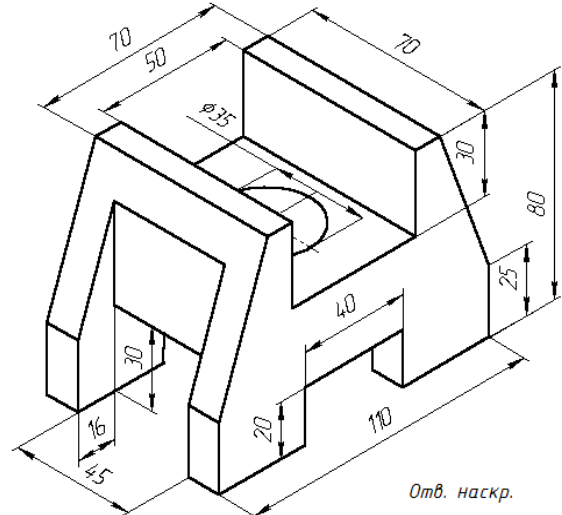


Рисунок Б.26 – Вариант 26

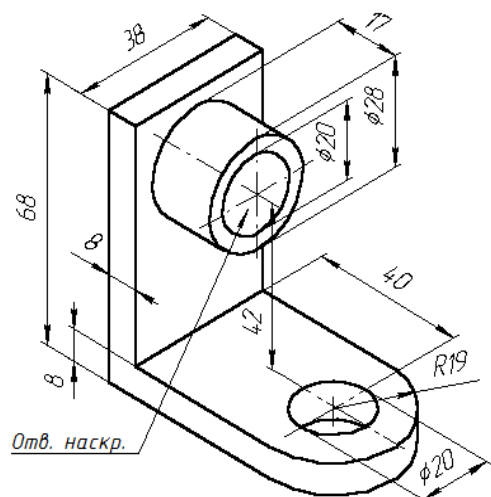


Рисунок Б.27 – Вариант 27

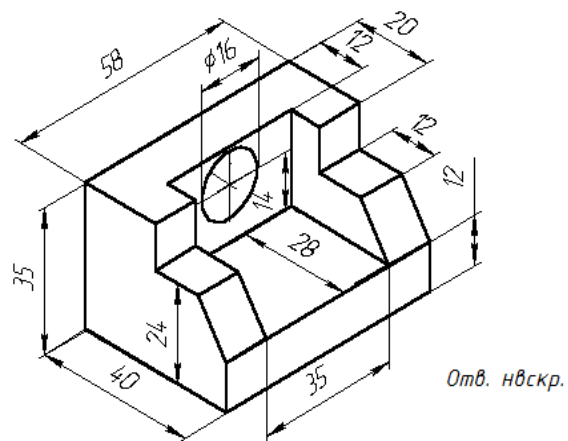


Рисунок Б.28 – Вариант 28

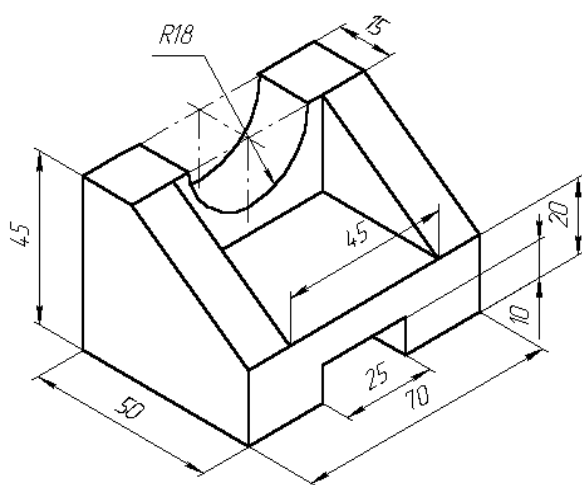


Рисунок Б.29 – Вариант 29

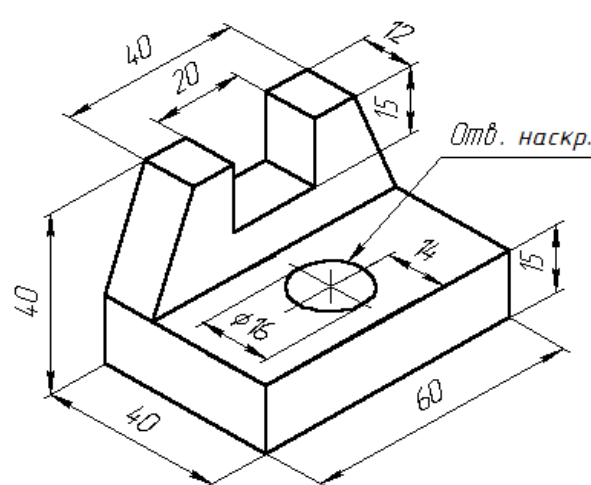


Рисунок Б.30 – Вариант 30