

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до циклу лабораторних робіт
2D–КРЕСЛЕННЯ У СЕРЕДОВИЩІ AutoCAD
з дисциплін: **"Комп'ютерна графіка",**
"Основи геометричного та графічного моделювання"
для студентів спеціальностей
151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології",
172 "Телекомунікації та радіотехніка" усіх форм навчання

Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт "2D-креслення у середовищі AutoCAD" з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" для студентів спеціальностей 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 172 "Телекомунікації та радіотехніка" усіх форм навчання / Уклад.: Ірина ПОСПЕЄВА, Тетяна КУЛЯБА-ХАРИТОНОВА – Запоріжжя: НУЗП, 2023. – 93 с.

Укладачі: Ірина ПОСПЕЄВА, ст. викл.,
Тетяна КУЛЯБА-ХАРИТОНОВА, ст. викл.,

Рецензент: Наталія ФУРМАНОВА, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: Микола ЄФИМЕНКО, д.т.н, зав. каф.
ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 31.08.22 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
протокол № 1 від 10.10.22 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. СЕРЕДОВИЩЕ AUTOCAD ТА ЙОГО НАЛАШТУВАННЯ	7
1.1 Підготовка до роботи	7
1.2 Порядок виконання роботи	7
1.2.1 Створення та зберігання файлів	7
1.2.2 Налаштування системних параметрів	8
1.2.3 Налаштування одиниць вимірів	11
1.2.4 Налаштування панелі швидкого доступу.....	12
1.2.5 Налаштування стрічки	12
1.2.6 Налаштування робочого простору.....	12
1.2.7 Налаштування рядку стану.....	13
1.2.8 Налаштування властивостей ліній.....	14
1.2.9 Збереження файлу у форматі шаблону.....	15
1.3 Зміст звіту	15
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. СТВОРЕННЯ ШАБЛОНУ ДЛЯ РОБОТИ У ПРОСТОРИ MODEL (МОДЕЛЬ)	16
2.1 Підготовка до роботи	16
2.2 Порядок виконання роботи	16
2.2.1 Створення нового файлу.....	16
2.2.2 Налаштування інтерфейсу.....	16
2.2.3 Налаштування шарів	16
2.2.4 Налаштування текстових стилів	17
2.2.5 Налаштування розмірних стилів.....	17
2.2.6 Налаштування стилю мультивиноски	19
2.2.7 Налаштування стилю таблиць.....	21
2.2.8 Збереження файлу у форматі шаблону.....	21
2.3 Зміст звіту	22
3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ У ПРОСТОРИ MODEL (МОДЕЛЬ)	23
3.1 Підготовка до роботи	23
3.2 Порядок виконання роботи	23
3.3 Приклад 1. Створення креслення плоскої деталі	24
3.3.1 Створення зображення деталі за допомогою команд креслення та редагування.....	24
3.3.2 Проставлення розмірів плоскої деталі.....	29
3.4 Приклад 2. Створення креслення валу	32
3.4.1 Створення зображення валу за допомогою команд креслення та редагування.....	32

3.4.2 Проставлення розмірів валу та створення таблиці змінних даних	37
.....	37
3.5 Зміст звіту	39
4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. РОБОТА З БЛОКАМИ	40
4.1 Підготовка до роботи	40
4.2 Порядок виконання роботи	40
4.3 Приклад роботи з блоками	41
4.3.1 Створення блоку з зображення валу	41
4.3.2 Імпорт блоку Вал у новий файл	42
4.4 Зміст звіту	45
5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5. НАЛАШТУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО	
ПРОСТОРУ Layout (Лист)	46
5.1 Підготовка до роботи	46
5.2 Порядок виконання роботи	46
5.3 Приклад створення шаблону для роботи у віртуальному просторі	
Layout (Лист)	47
5.3.1 Налаштування параметрів листів	47
5.3.2 Формування рамки формату та рамки креслення	48
5.3.3 Формування основного напису	49
5.3.4 Створення додаткової графі для позначення документа	55
5.4 Зміст звіту	58
6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6. СТВОРЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ	
ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	59
6.1 Підготовка до роботи	59
6.2 Порядок виконання роботи	59
6.2.1 Створення головного виду друкованої плати	59
6.2.1.1 Налаштування середовища AutoCAD	59
6.2.1.2 Створення контуру плати	60
6.2.1.3 Нанесення ліній сітки	61
6.2.1.4 Нумерація ліній сітки	62
6.2.1.5 Створення монтажних отворів	63
6.2.1.6 Створення групи отворів для установки з'єднувача	64
6.2.1.7 Створення провідникового шару	66
6.2.1.8 Маркування	66
6.2.2 Створення виносного елемента	68
6.2.3 Вставка графічних зображень друкованої плати у простір Layout	
(Лист)	70
6.2.4 Остаточне оформлення креслення	73
6.2.4.1 Проставлення розмірів	73
6.2.4.2 Проставлення шорсткості	74
6.2.4.3 Створення таблиць	75

6.2.4.4 Позначення виносного елемента	77
6.2.4.5 Нанесення технічних вимог	79
6.2.4.6 Заповнення основного напису.....	79
6.3 Зміст звіту	82
ЛІТЕРАТУРА	83
Додаток А Завдання до лабораторної роботи 3.....	84
А.1 Варіанти завдань для створення плоскої деталі	84
А.2 Варіанти завдань для створення креслення валу.....	91

ВСТУП

Цикл лабораторних робіт "Основні прийоми роботи у середовищі AutoCAD" є першим з трьох циклів робіт, спрямованих на вивчення системи автоматизованого проєктування **AutoCAD** і використання її для створення графічних моделей технічних об'єктів та технічної документації на них.

Мета циклу робіт – ознайомитись з середовищем AutoCAD та засвоїти основні прийоми його використання для створення 2D-зображень.

У процесі виконання робіт студенти повинні навчитися:

- налаштовувати середовище програми і креслення;
- створювати 2D-зображення у просторі **Model** (Модель) за допомогою команд креслення та редагування;
- проставляти розміри та додавати до креслень текстову інформацію: текст, таблиці, виноски;
- оформлювати робочі креслення у просторі **Layout** (Лист).

Слід відмітити, що інтерфейс AutoCAD може значно відрізнятись в залежності від обраної версії самої програми. Сучасні версії AutoCAD (починаючи з AutoCAD 2013) використовують **стрічковий інтерфейс**, який максимально збігається з інтерфейсом останніх версій Windows.

У методичних вказівках розглядатиметься інтерфейс однієї з версій **AutoCAD 2019**, хоча для виконання лабораторних робіт можна користуватися будь-якою версією AutoCAD пізніше 2013.

У методичних вказівках назви панелей, кнопок та самих команд наводяться *англійською мовою*. Але, враховуючи на те, що на території України досить поширеними є версії, у яких ці назви перекладені на українську або російську мову, в дужках наводиться переклад на *українську мову*, а на деяких рисунках присутні назви *російською мовою*.

У методичних вказівках використовуються наступні символи та позначення:

- → перехід від однієї команди до наступної;
- ← команда введення (**Enter**);
- ЛКМ ліва клавіша миші;
- ПКМ права клавіша миші.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. СЕРЕДОВИЩЕ AutoCAD ТА ЙОГО НАЛАШТУВАННЯ

Мета роботи: ознайомитися з середовищем AutoCAD та засвоїти основні прийоми його налаштування.

1.1 Підготовка до роботи


Перед початком виконання роботи слід ознайомитися з теоретичними відомостями, наведеними у розділах **1, 2** конспекту лекцій з дисциплін з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" [1].

1.2 Порядок виконання роботи

1.2.1 Створення та зберігання файлів


1.2.1.1 Запустити AutoCAD.


1.2.1.2 За допомогою вкладки **Start** (Початок) створити новий файл на основі шаблону *acad.dwt*. На екрані повинна з'явитися нова вкладка **Drawing 1** (Креслення 1).

За допомогою кнопки  зайти у головне меню, обрати опцію **Drawing Utilites** (Утиліти) та відкрити діалогове вікно **Units** (Одиниці). Впевнитися, що у файлі на основі даного шаблону одиницями вимірів є дюйми.

1.2.1.3 Додати ще один файл **Drawing 2** (Креслення 2) за допомогою кнопки +. Впевнитися, що новий файл має такі ж самі налаштування, після чого закрити обидва файли без збереження.

1.2.1.4 За допомогою вкладки **Start** (Початок) створити новий файл на основі шаблону *acadiso.dwt*. На екрані повинна з'явитися нова вкладка **Drawing 3** (Креслення 3).

1.2.1.5 За допомогою кнопки  зайти у головне меню, обрати опцію **Drawing Utilites** (Утиліти) та відкрити діалогове вікно **Units** (Одиниці). Впевнитися, що у файлі на основі даного шаблону одиницями вимірів є міліметри.

1.2.1.6 За допомогою кнопки  зайти у головне меню, відкрити діалогове вікно **Options** (Параметри) та обрати вкладку **Open and Save** (Відкриття/Збереження). Для забезпечення можливості роботи з даним

файлом у попередніх версіях AutoCAD у вікні **Save as** (Зберегти як) обрати **AutoCAD 2013/LT 2013 Drawing (*.dwg)** (рис. 1.1).

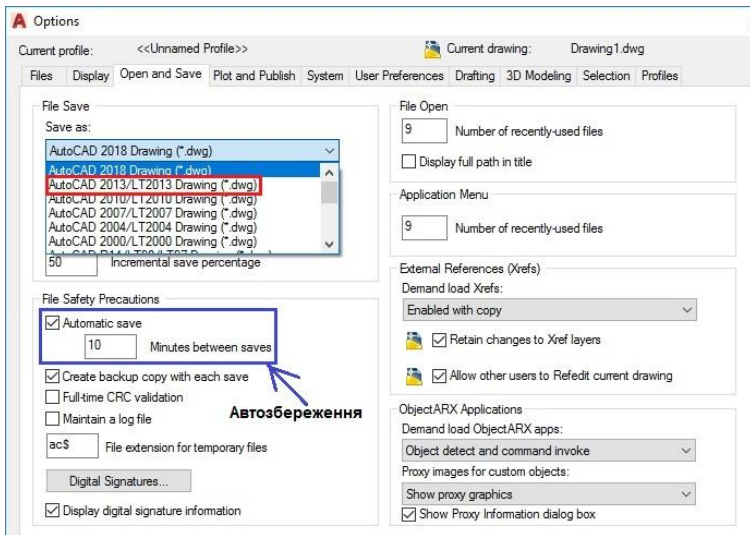



Рисунок 1.1 – Вибір формату збереження

Спробувати зберегти файл за допомогою кнопки . Впевнитися, що файл зберігається у форматі **AutoCAD 2013/LT 2013 Drawing**.

Знов зайти до вкладки **Open and Save** (Відкриття/Збереження) й у вікні **Save as** (Зберегти як) повернутися до формату збереження за замовчанням.

На вкладці **Open and Save** (Відкриття/Збереження) можна також включити режим автозбереження та встановити його інтервал. Встановити інтервал автозбереження **10 хв**.

1.2.1.7 Зробити висновки.

1.2.2 Налаштування системних параметрів

1.2.2.1 Одним з відомих способів відкрити діалогове вікно налаштування системних параметрів **Options** (Параметри).

1.2.2.2 Перейти на вкладку **Display** (Екран).

У області **Window Elements** (Елементи вікна) увімкнути прапорці:

- **Display Scroll Bars in Drawing Window** (Показувати полоси прокрутки у вікні);

- **Resize ribbon icons to standard sizes** (Стандартні розміри для позначок стрічки);

- **Show Shortcut Keys in Tooltips** (Спливаючі підказки);

- **Show extended ToolTips** (Відображувати вкладки файлів).

Обрати фон елементів вікна *світлий*, а кольорову гаму області креслення – *світло-сіру*.

Примітка. Колір фону елементів вікна та кольорову гаму креслення можна обирати довільно.

У області **Layout Elements** (Елементи листа) включити прапорці:

- **Display Layout and Model Tabs** (Вкладки Модель та Лист);

- **Display Paper Background** (Підкласти заданий формат);

- **Show Page Setup Manager for new layouts** (Диспетчер параметрів для нових листів);

- **Create Viewport in new layouts** (Створювати видові екрани на нових листах).

У області **Display Resolution** (Екранне розрішення) встановити параметри: сегментів у дугах поліліній та твірних у поверхнях **24**.

Збільшити розмір перехрестя курсору **Crosshair Size** (Розмір перехрестя) до **50%**. Впевнитися, що розмір змінився, повернутися знов до вікна налаштування та повернути попередній розмір (**5%**).

1.2.2.3 Перейти на вкладку **User Preferences** (Користувальницькі) та увімкнути прапорці:

- **Double click editing** (Редагування за подвійним натисканням)

– подвійне натискання ЛКМ на графічний примітив викликає вікно його редагування;

- **Shortcut menus in drawing area** (Контекстні меню в області рисування) – натискання ПКМ у області креслення викликає контекстне меню.

Натиснути кнопку **Lineweight Settings** (Вага ліній) та у діалоговому вікні, що відкриється, за допомогою ковзної шкали встановити відображення ваг ліній так, щоб на дисплеї товстою відображалася лінія з товщиною від **0,6 мм** до **0,8 мм** (рис. 1.2).

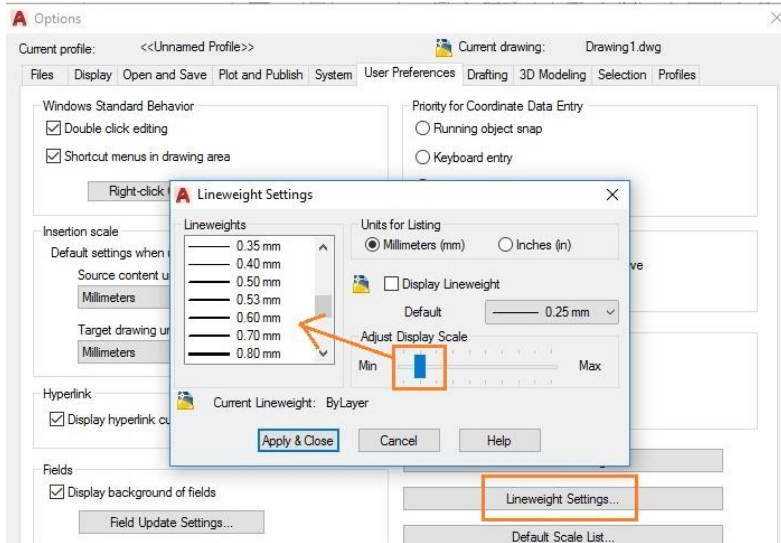


Рисунок 1.2 – Налаштування ваг ліній

1.2.2.4 Перейти на вкладку **Drafting** (Побудови) та налаштувати інструменти побудови відповідно до рис. 1.3.

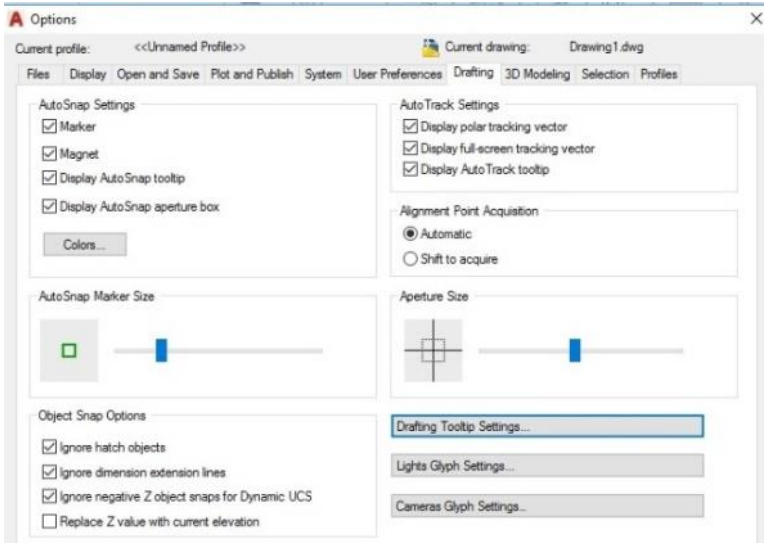


Рисунок 1.3 – Налаштування інструментів побудови

1.2.2.5 Перейти на вкладку **Selection** (Вибір) та встановити прапорець для динамічної рамки для об'єкта **Allow press and drag on object** (Динамічна рамка для об'єкта), відключивши динамічну рамку для ласо **Allow press and drag for Lasso** (Динамічна рамка для ласо) (рис. 1.4).

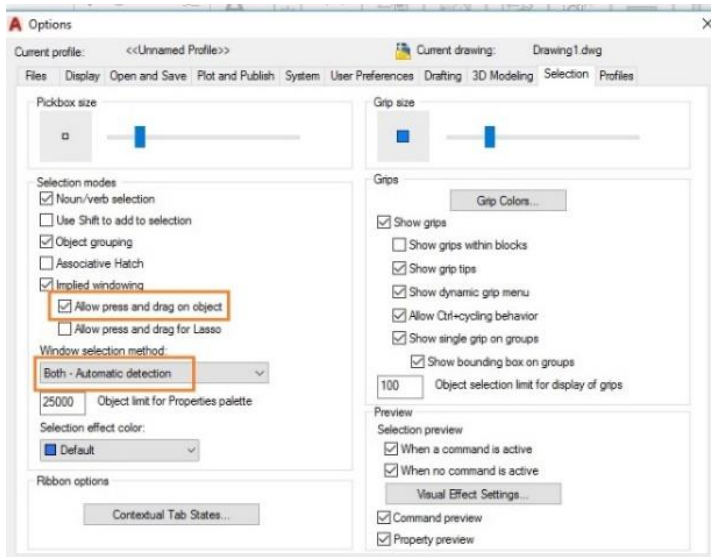



Рисунок 1.4 – Налаштування режиму динамічного вибору

1.2.2.6 Закрити діалогове вікно **Options** (Параметри).

1.2.2.7 Зробити висновки.

1.2.3 Налаштування одиниць вимірів

1.2.3.1 За допомогою кнопки  зайти у головне меню, обрати опцію **Drawing Utilites** (Утиліти) та відкрити діалогове вікно **Units** (Одиниці).

1.2.3.2 Додати до рядку стану кнопку **Coordinates** (Координати) та відмітити, з якою точністю (кількістю знаків після коми) відображаються координати положення курсору.

1.2.3.3 У діалоговому вікні **Drawing Units** (Одиниці) встановити точність **0,0**. Відмітити, як змінилася точність відображення координат курсору у рядку стану.

1.2.3.4 Зробити висновки.

1.2.4 Налаштування панелі швидкого доступу

1.2.4.1 Відкрити діалогове вікно налаштування панелі швидкого доступу та вимкнути команди **Открыть в интернете и на мобильных устройствах** та **Сохранить в интернете и на мобильных устройствах**

1.2.4.2 Увімкнути команду **Workspace** (Перемикання робочого простору).

1.2.4.3 Додати до панелі швидкого доступу команду **Mline** (Мультилінія) з діалогового вікна **Customize Quick Access Toolbar** (Адаптація панелі швидкого доступу). Зберегти зміни.

1.2.4.4 Перенести панель швидкого доступу нижче стрічки за допомогою команди **Show Below the Ribbon** (Показати нижче стрічки).

Спробувати додати до панелі швидкого доступу команду **Mlstyle** (Стилі мультилінії). Впевнитися, що це неможливо.

Повернути панель швидкого доступу вище стрічки за допомогою команди **Show Above the Ribbon** (Показати вище стрічки) та знов спробувати додати команду **Mlstyle** (Стилі мультилінії). Зберегти зміни.


1.2.4.5 Зробити висновки.

1.2.5 Налаштування стрічки

1.2.5.1 За допомогою панелі **Workspace** (Перемикання робочого простору) у рядку заголовку або відповідної кнопки у рядку стану перейти до інших робочих просторів. Впевнитися, що стрічка змінюється для кожного з робочих просторів.

1.2.5.2 Мінімізувати стрічку до **вкладок, назв панелей та кнопок панелей**.

Порівняти вигляд стрічки для кожного з режимів.

Повернути вихідний вигляд стрічки за допомогою кнопки 

1.2.5.3 Видалити зі стрічки вкладку **Параметризація**.

1.2.5.4 Зробити висновки.

1.2.6 Налаштування робочого простору

1.2.6.1 Перейти на вкладку стрічки **View (Вид)** і вимкнути **View Cube (Видовий куб)**.


1.2.6.2 За допомогою контекстного меню **Viewport Controls** (Керування видовими екранами) створити три видових екрани з активним праворуч. Впевнитися, що область креслення змінюється для

кожного з робочих просторів.

Повернутися до одного видового екрану.

1.2.6.3 За допомогою команди **Line** (Відрізок) з панелі **Draw** (Рисування) накреслити у області креслення довільний відрізок.

У рядку стану зайти у налаштування прив'язок та впевнитися, що прив'язка **Endpoint** (Кінцева точка) увімкнена. Якщо ні – увімкнути її.

Викликати контекстне меню **UCS** (ПСК), клацнувши ПКМ на , обрати команду **Origin** (Початок) та перенести початок координат, сумістивши його з одним з кінців відрізка. Підвести курсор до цього кінця та впевнитися, що його координати змінилися на **0, 0, 0**.

1.2.6.4 На панелі навігації вибрати панорамування **Pan** (Панорамування) та перемістити зображення на екрані.

1.2.6.5 На панелі навігації відкрити спливаюче меню зумування **Zoom** (Зумування), обрати **Zoom Window** (Показати рамкою) та виділити зображення відрізка, наблизивши його та збільшивши.

1.2.6.6 Перейти у віртуальний простір **Layout** (Лист) та відмітити зміни на екрані. Повернутися до віртуального простору **Model** (Модель).

1.2.6.7 Зробити висновки.

1.2.7 Налаштування рядку стану

1.2.7.1 Додати до рядку стану кнопки **Dynamic Input** (Динамічне введення) та **Show/Hide Lineweight** (Відображення ліній відповідно до їхньої ваги).

1.2.7.2 Видалити з рядку стану кнопки **Annotation Monitor** (Монітор аотацій) та **Clean screen** (Очистити екран).

1.2.7.3 Увімкнути кнопки **Snap** (Крок) та **Grid** (Сітка), попередньо задавши їх крок **10 мм**. Наблизити зображення, обрати команду **Line** (Відрізок) та спробувати попасти курсором у будь-яку точку поза сіткою. Впевнитися, що це неможливо. Відключити крок та впевнитися, що тепер можна попасти курсором у будь-яку точку на екрані.

1.2.7.4 Увімкнути режим **Dynamic Input** (Динамічне введення) та налаштувати його параметри:

а) увімкнути режим **Enable Pointer Input** (Введення за допомогою миші);

б) вимкнути режим **Enable Dimension Input where possible** (Увімкнути введення розмірів де це можливо);

в) для режиму **Enable Pointer Input** (Введення за допомогою миші) увімкнути:

1) формат координат **Cartesian format** (Декартовий формат);

2) тип координат **Relative coordinates** (Відносні координати).

1.2.7.5 Увімкнути режим **Restrict cursor orthogonally** / (ОПТО). Обрати команду **Line** (Відрізок) та спробувати накреслити похилий відрізок. Впевнитися, що це неможливо. Вимкнути режим **Restrict cursor orthogonally** / (ОПТО).

1.2.7.6 Зайти у налаштування об'єктних прив'язок **Snap cursor 2D reference point** / (Об'єктна прив'язка), вимкнути усі, крім **Endpoint** (Кінцева точка), обрати команду **Line** (Відрізок) та спробувати попасти курсором у будь-яку точку раніш створеного відрізка. Впевнитися, що це можливо тільки для кінцевих точок раніш створеного відрізка.

1.2.7.7 Вимкнути прив'язку **Endpoint** (Кінцева точка), увімкнути прив'язку **Midpoint** (Середина), обрати команду **Line** (Відрізок) та спробувати попасти курсором у будь-яку точку раніш створеного відрізка. Впевнитися, що це можливо тільки для середини раніш створеного відрізка.

1.2.7.8 Вимкнути прив'язку **Midpoint** (Середина), увімкнути прив'язку найближча точка **Nearest** (Найближча), обрати команду **Line** (Відрізок) та спробувати попасти курсором у будь-яку точку раніш створеного відрізка. Впевнитися, що це можливо для кожної довільної точки раніш створеного відрізка.

1.2.7.9 Зробити висновки.

1.2.8 Налаштування властивостей ліній

1.2.8.1 Створити нові шари з налаштуванням:

– шар 1: ім'я "**Основна**", колір **червоний**, лип лінії **continuous**, вага лінії **0,8 мм**;

– шар 2: ім'я "**Допоміжна**", колір **помаранчевий**, лип лінії **continuous**, вага лінії **0,25 мм**;

– шар 3: ім'я "**Осьова**", колір **зелений**, лип лінії **CENTER 2**, вага лінії **0,25 мм**.

Примітка. Кольори ліній для шарів можна обирати довільно.

1.2.8.2 Виділити раніш створений відрізок та змінити його шар

на **Основна**. Впевнитися, що тип лінії відрізка змінився відповідно до властивостей шару.

1.2.8.3 Натиснути ПКМ **Show/Hide Lineweight** (Відображення ліній відповідно до їхньої ваги) та у діалоговому вікні, що відкриється, за допомогою ковзної шкали встановити відображення ваг ліній так, щоб на дисплеї лінія з товщиною **0,8 мм** відображалася потовщеною (рис. 1.5).

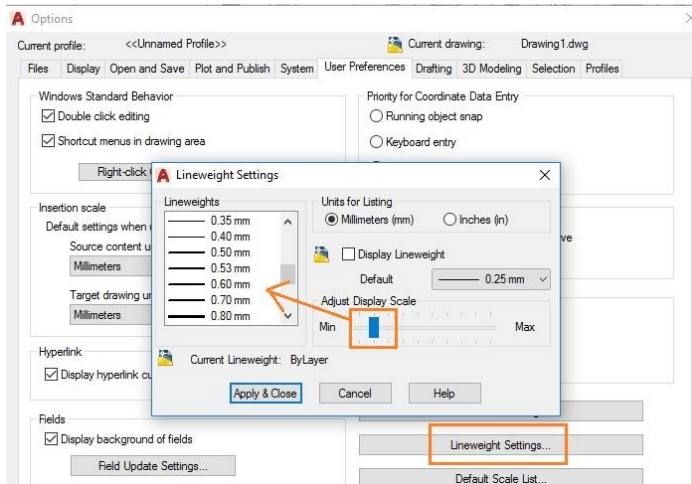


Рисунок 1.5 – Налаштування ваг ліній

Відмітити, як при цьому змінилося зображення відрізка.

1.2.8.4 Зробити висновки.

1.2.9 Збереження файлу у форматі шаблону

Зберегти файл з виконаними налаштуваннями у форматі ***.dwt**, надавши йому ім'я **Мій шаблон**.

1.3 Зміст звіту

1.3.1 Тема та мета роботи.

1.3.2 Скріншоти екрану з результатами виконаних вправ.

1.3.3 Висновки до кожної вправи.

1.3.4 Загальні висновки з роботи.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. СТВОРЕННЯ ШАБЛОНУ ДЛЯ РОБОТИ У ПРОСТОРИ MODEL (МОДЕЛЬ)

Мета роботи: отримати практичні навички підготовки середовища AutoCAD для 2D-креслення у просторі **Model** (Модель) та створення на його основі універсального шаблону.

2.1 Підготовка до роботи

Перед початком виконання роботи слід ознайомитися з теоретичними відомостями, наведеними у розділах **5, 6** конспекту лекцій з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" [1].

2.2 Порядок виконання роботи

2.2.1 Створення нового файлу

Створити новий файл креслення на основі шаблону *Мій шаблон.dwt*.

2.2.2 Налаштування інтерфейсу

Налаштувати рядок стану:

- увімкнути сітку;
- вимкнути крок;
- вимкнути режими динамічного введення, **ОРТО**, полярного відстеження та відстеження об'єктної прив'язки;
- увімкнути прив'язки: **Endpoint** (Кінцева точка), **Center** (Центр), **Intersection** (Перетин) та **Nearest** (Найближча); при цьому кнопка **Object Snap** (Об'єктна прив'язка) повинна бути увімкнена.

2.2.3 Налаштування шарів

Створити нові шари з налаштуваннями:

- шар "*Розмірна*", колір *синій*, тип лінії *Continuous*, вага лінії *0,25 мм*;
- шар "*Таблиця*", колір *бузковий*, тип лінії *Continuous*, вага лінії *0,30 мм*;
- шар "*Штрихування*", колір *світло-бузковий*, тип лінії *Continuous*, вага лінії *0,25 мм*.

Примітка. Кольори ліній для шарів можна обирати довільно.

2.2.4 Налаштування текстових стилів

Створити нові стилі тексту:

– ім'я *GOST 2.304*, ім'я шрифту *GOST Common*, накреслення *Звичайний*;

– ім'я *GOST 2.304 курсив*, ім'я шрифту *GOST Common*, накреслення *Курсив*.

2.2.5 Налаштування розмірних стилів

2.2.5.1 Створити новий розмірний стиль з ім'ям *A3* та налаштуваннями відповідно до рис. 2.1 – 2.3.

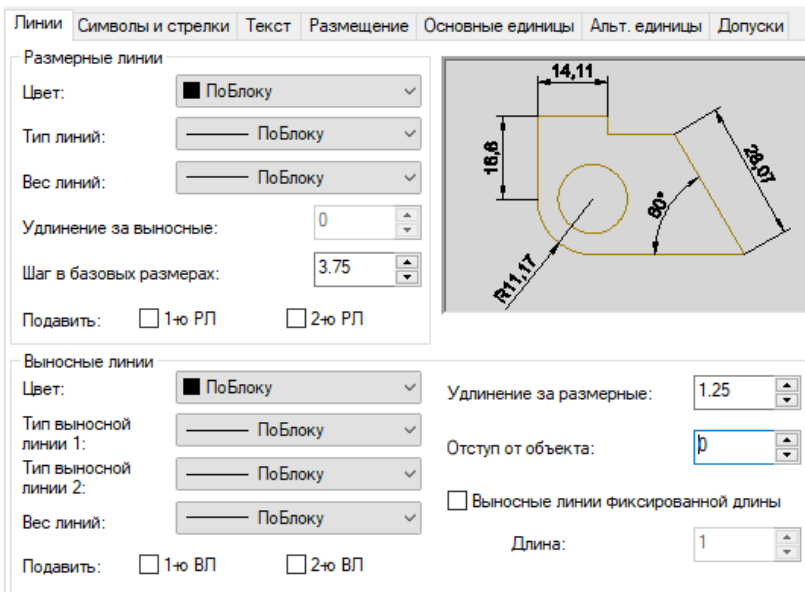


Рисунок 2.1 – Налаштування розмірного стилю *A3*, вкладка **Line** (Лінії)

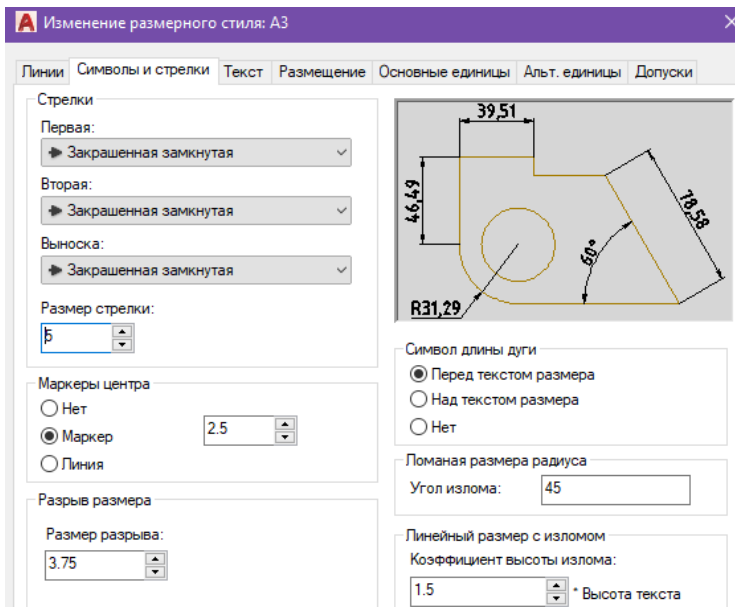


Рисунок 2.2 – Налаштування розмірного стилю A3, вкладка Символи та стрілки

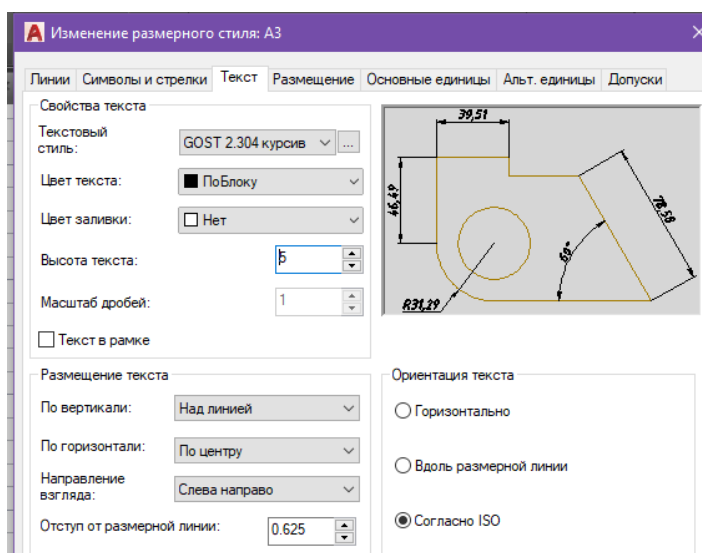


Рисунок 2.3 – Налаштування розмірного стилю A3, вкладка Текст

2.2.5.2 На основі розмірного стилю *A3* створити новий розмірний стиль з ім'ям *A3 допуск* та налаштуванням відповідно до рис. 2.4.

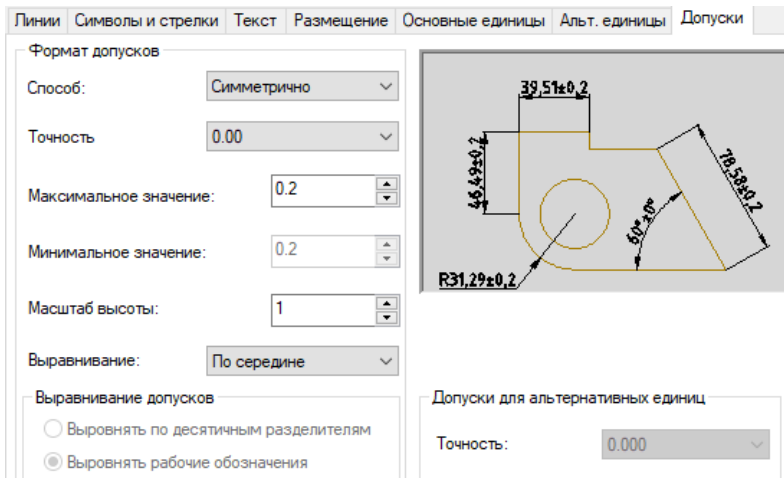


Рисунок 2.4 – Налаштування розмірного стилю *A3 допуск*, вкладка **Допуски**

2.2.5.3 На основі розмірного стилю *A3* створити новий розмірний стиль з ім'ям *A4*, змінивши розмір стрілки та висоту тексту на **2,5 мм**.

2.2.5.4 На основі розмірного стилю *A3 допуск* створити новий розмірний стиль з ім'ям *A4 допуск*, змінивши розмір стрілки та висоту тексту на **2,5 мм**.

2.2.6 Налаштування стилю мультывиноски

Створити новий стиль мультывиноски з ім'ям *Товщина* та налаштуваннями відповідно рис. 2.5 – 2.7.

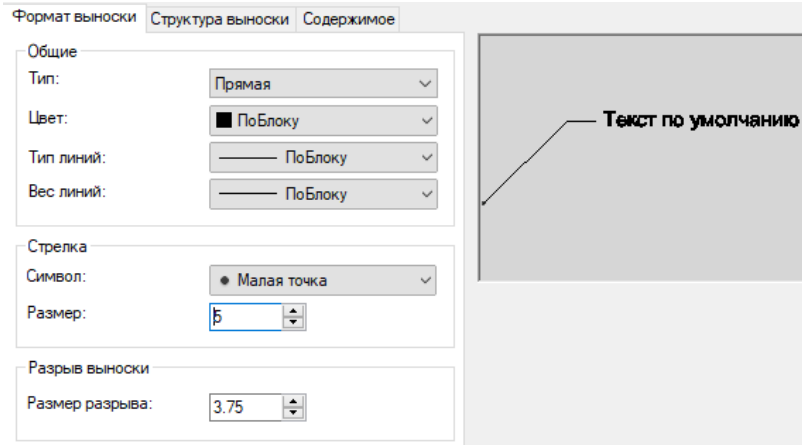


Рисунок 2.5 – Налаштування стилю мультивиноски, вкладка **Формат выноски**

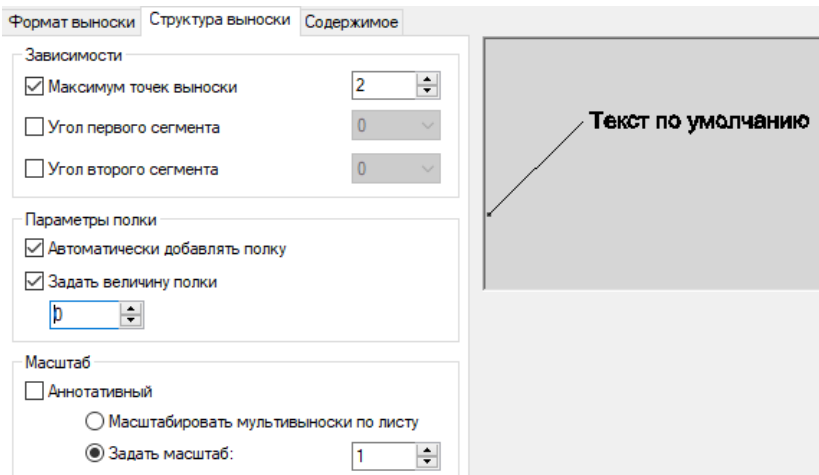


Рисунок 2.6 – Налаштування стилю мультивиноски, вкладка **Структура выноски**

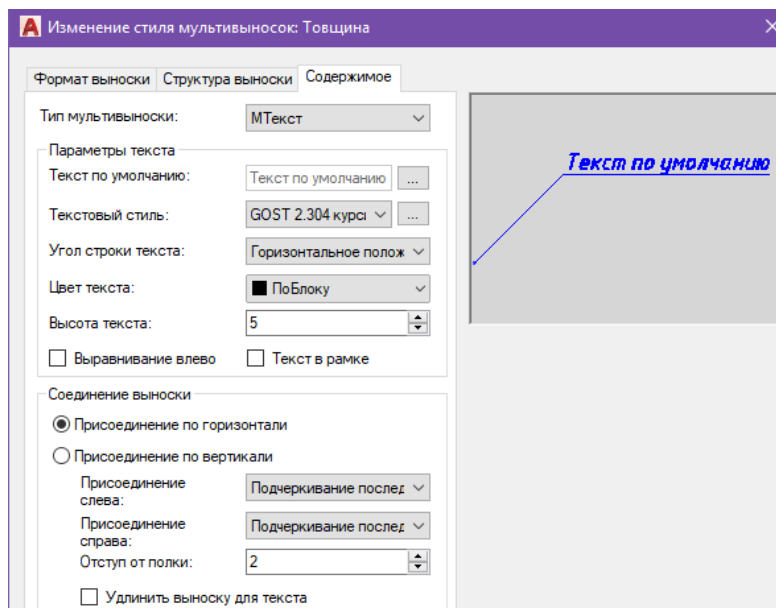


Рисунок 2.7 – Налаштування стилю мультивиноски, вкладка **Вміст**

2.2.7 Налаштування стилю таблиць

Створити новий стиль таблиць з ім'ям *Моя таблиця* та налаштуваннями:

– для комірок **Назва**: вирівнювання *Середина ліворуч*; висота тексту **6**; межі: *Нижня межа*;

– для комірок **Заголовок**: вирівнювання *Середина за центром*; висота тексту **5**; межі: *Усі межі*;

– для комірок **Дані**: вирівнювання *Середина за центром*; висота тексту **3,5**; межі: *Усі межі*.

2.2.8 Збереження файлу у форматі шаблону

Зберегти файл з виконаними налаштуваннями у форматі **.dwt*, надавши йому ім'я *Мій шаблон_Модель*.

2.3 Зміст звіту

2.3.1 Тема та мета роботи.

2.3.2 Скріншоти екрану з результатами виконаних вправ.

2.3.3 Висновки з роботи.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ У ПРОСТОРИ MODEL (МОДЕЛЬ)

Мета роботи: отримати практичні навички створення 2D-зображень деталей (або їхніх проєкцій) у просторі **Model** (Модель).

3.1 Підготовка до роботи

Перед початком виконання роботи слід ознайомитися з теоретичними відомостями, наведеними у розділах **3 – 6** конспекту лекцій з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" [1].

3.2 Порядок виконання роботи

3.2.1 Створити новий файл на основі шаблону *Мій шаблон Модель*.

3.2.2 За допомогою команд **Draw** (Рисування) та **Modify** (Редагування) створити зображення плоскої деталі у просторі **Model** (Модель). Завдання обрати з **Додатку А**, рис. А1 – А13 відповідно до варіанту. Лінії основного контуру створювати у шарі *Основна*, осі – у шарі *Осьова*.

3.2.3 Зробити поточним шар *Розмірна*.

Зробити поточним розмірний стиль **A3** та за допомогою команд **Dimension** (Розміри) проставити розміри без вказівки допусків.

Зробити поточним розмірний стиль **A3 допуск** та за допомогою команд **Dimension** (Розміри) проставити розміри з вказівкою допуску $\pm 0,2$.

3.2.4 Зробити поточним стиль мультивиноски *Товщина* та за допомогою команди **Mleader** (Мвиноска) проставити товщину деталі *s4**.

3.2.5 Повторити пункти 3.2.2 – 3.2.4 для валу. Креслення валу наведене на рис. А.14 **Додатку А**, розміри елементів валу відповідно до варіантів – у табл. А1, А2. Розмір **L** повинен відповідати значенню *виконання 00*.

Після проставлення розмірів відредагувати значення змінного розміру для виконання, замінивши його на літеру **L**.

3.2.6 Зробити поточними шар *Таблиця* та стиль таблиць *Моя таблиця*. Створити для валу таблицю зі змінними даними для виконання та заповнити її, вказавши змінні значення розміру **L**.

3.2.7 Закрити файл, зберігши його з ім'ям *Деталь N*, де **N** –

номер варіанту.

При виконанні роботи рекомендується користуватися наведеними нижче прикладами.

3.3 Приклад 1. Створення креслення плоскої деталі

3.3.1 Створення зображення деталі за допомогою команд креслення та редагування

3.3.1.1 Створити новий файл креслення на основі шаблону *Шаблон 1.dwt*.

3.3.1.2 Зробити поточним шар *Осьова*, увімкнути режим **ОРТО** та за допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити горизонтальну та вертикальну осі деталі довжиною від *120 мм* до *150 мм* з перетином приблизно за центром.

3.3.1.3 За допомогою команди **Xline** (Пряма) накреслити осі:

- вертикальну на дистанції *80 мм* праворуч від центральної;
- горизонтальну на дистанції *55 мм* угору від центральної.

Результат наведений на рис. 3.1.

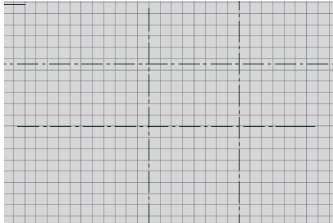


Рисунок 3.1 – Створення осей деталі

3.3.1.4 Зробити поточним шар *Основна*. За допомогою команди **Circle** (Коло) накреслити два кола радіусами *10 мм* та *20 мм* відповідно, з прив'язкою їх центрів за перетином (рис. 3.2).

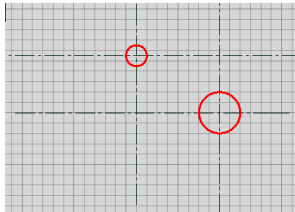


Рисунок 3.2 – Створення зображення деталі (частина 1)

3.3.1.5 За допомогою команди **Offset** (Змістити) накреслити концентричні кола:

- на дистанції **5 мм** назовні кола радіусом **10 мм**;
- на дистанції **8 мм** назовні кола радіусом **20 мм** (рис. 3.3).

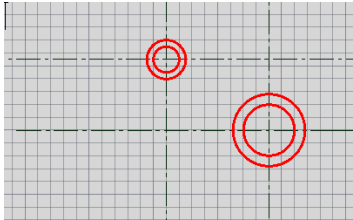


Рисунок 3.3 – Створення зображення деталі (частина 2)

3.3.1.6 Вимкнути усі прив'язки та увімкнути прив'язку **Tangent** (Дотична). За допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити відрізок, дотичний до кіл радіусами **15 мм** та **28 мм** (рис. 3.4).

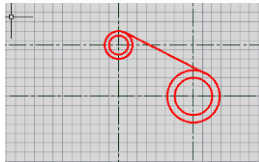


Рисунок 3.4 – Створення зображення деталі (частина 3)

3.3.1.7 Вимкнути прив'язку **Tangent** (Дотична) та увімкнути прив'язки **Endpoint** (Кінцева точка), **Center** (Центр), **Intersection** (Перетин) та **Nearest** (Найближча).

3.3.1.8 Обрізати зайві частини осей кіл. Для цього накреслити навколо кіл допоміжні прямокутники та, використовуючи їх як межі обрізання, за допомогою команди **Trim** (Відрізати) видалити зайві частини осей (рис. 3.5). По закінченні процедури допоміжні прямокутники видалити (рис. 3.6).

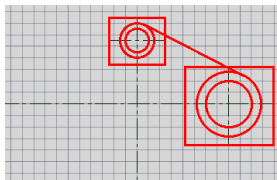


Рисунок 3.5 – Обрізка осей (частина 1)

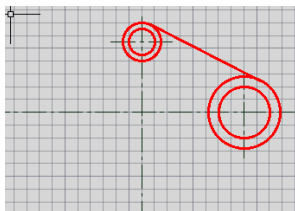


Рисунок 3.6 – Обрізка осей (частина 2)

3.3.1.9 За допомогою команди **Mirror** (Відобразити дзеркально) відобразити дзеркально униз верхні концентричні кола та дотичний відрізок, обравши за вісь симетрії горизонтальну вісь (рис. 3.7).

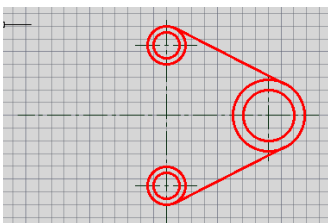


Рисунок 3.7 – Створення зображення деталі (частина 4)

3.3.1.10 Повторити аналогічну процедуру для правих концентричних кіл та дотичних відрізків, відобразивши їх дзеркально ліворуч (рис. 3.8). Вісь симетрії – центральна вертикальна вісь.

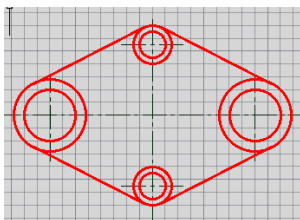


Рисунок 3.8 – Створення зображення деталі (частина 5)

3.3.1.11 Використовуючи дотичні відрізки у якості меж обрізання, за допомогою команди **Trim** (Відрізати) видалити зайві частини зовнішніх кіл (рис. 3.9).

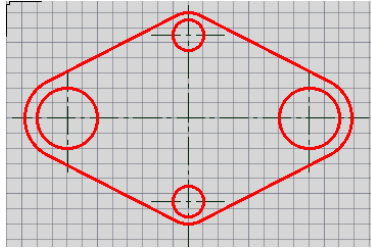


Рисунок 3.9 – Створення зображення деталі (частина 6)

3.3.1.12 За допомогою команди **Polygon** (Полігон) накреслити квадрат зі стороною **40 мм**. Центр квадрата співпадає з геометричним центром деталі (рис. 3.10).

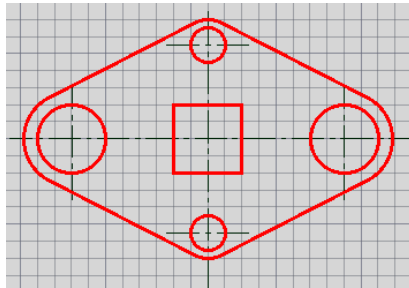


Рисунок 3.10 – Створення зображення деталі (частина 7)

3.3.1.13 За допомогою команди **Rotate** (Повернути) повернути квадрат навколо центру на кут **45°** (рис. 3.11).

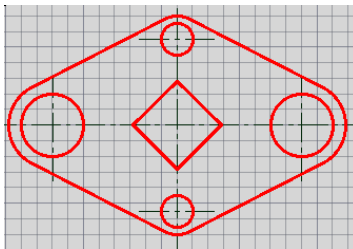


Рисунок 3.11 – Створення зображення деталі (частина 8)

3.3.1.14 За допомогою команди **Offset** (Змістити) накреслити горизонтальну вісь на дистанції **35 мм** угору від центральної осі (рис. 3.12).

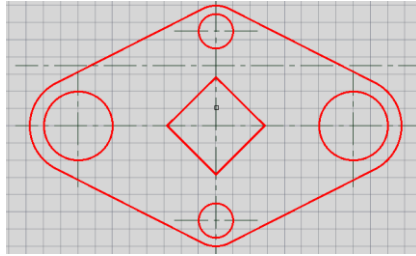


Рисунок 3.12 – Створення зображення деталі (частина 9)

3.3.1.15 За допомогою команди **Circle** (Коло) накреслити коло радіусом **3 мм** відповідно до рис. 3.13.

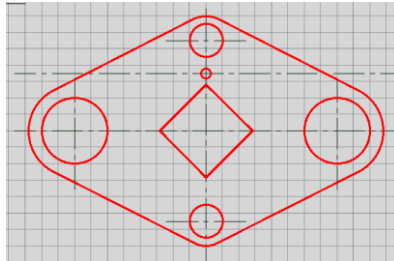


Рисунок 3.13 – Створення зображення деталі (частина 10)

3.3.1.16 За допомогою команди **Array Rectangular** (Прямокутний масив) створити два кола праворуч з дистанцією **15 мм** (рис. 3.14).

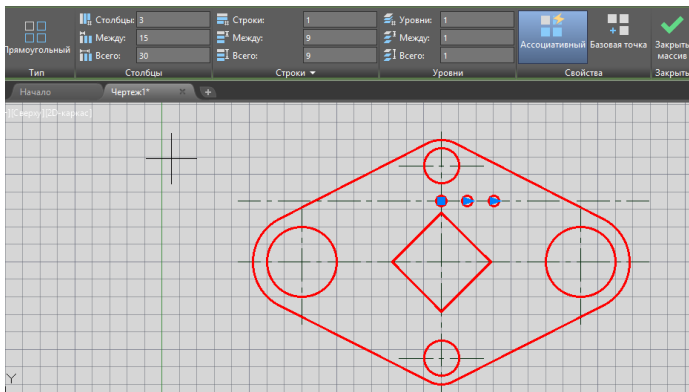


Рисунок 3.14 – Створення зображення деталі (частина 11)

3.3.1.17 За допомогою команди **Explode** (Розчленувати) розбити створений масив на окремі елементи.

3.3.1.18 За допомогою команди **Mirror** (Відобразити дзеркально) відобразити дзеркально ліворуч два кола радіусом **3 мм** (рис. 3.15).

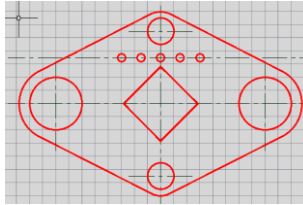


Рисунок 3.15 – Створення зображення деталі (частина 12)

3.3.1.19 Завершити створення зображення деталі, обрізавши зайві частини осей. Остаточний результат наведений на рис. 3.16.

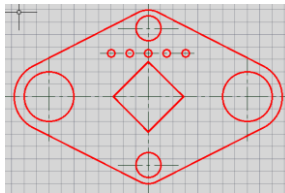


Рисунок 3.16 – Кінцеве зображення деталі

3.3.2 Проставлення розмірів плоскої деталі

3.3.2.1 Зробити поточними шар **Розмірна** та розмірний стиль **A3 допуск**. За допомогою команди (Лінійний) проставити на зображенні деталі лінійні розміри відповідно до рис. 3.17.

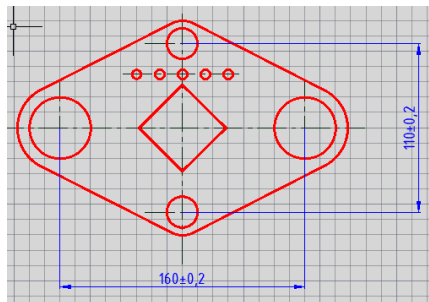


Рисунок 3.17 – Проставлення лінійних розмірів з допуском

3.3.2.2 Зробити поточним розмірний стиль **A3**. За допомогою команди (Лінійний) проставити на зображенні деталі лінійні розміри відповідно до рис. 3.18.

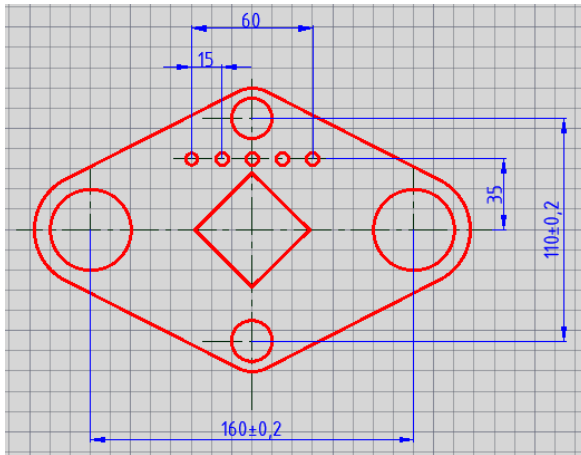


Рисунок 3.18 – Проставлення лінійних розмірів без допуску

3.3.2.3 Відредагувати розмір **60 мм** відповідно рис. 3.19.

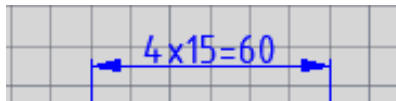


Рисунок 3.19 – Редагування розміру **60 мм**

3.3.2.4 За допомогою команди (Паралельний) проставити розмір квадратного отвору, після чого відредагувати, вставивши символ квадрату з діалогового вікна **Таблиця символів** (рис. 3.20).

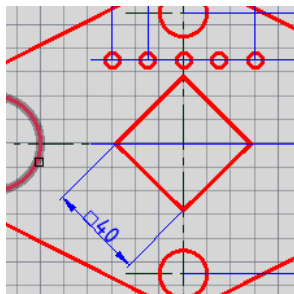


Рисунок 3.20 – Проставлення розміру квадратного отвору

3.3.2.5 За допомогою команди (Діаметр) проставити діаметри отворів, після чого відредагувати, додавши кількість отворів (рис. 3.21).

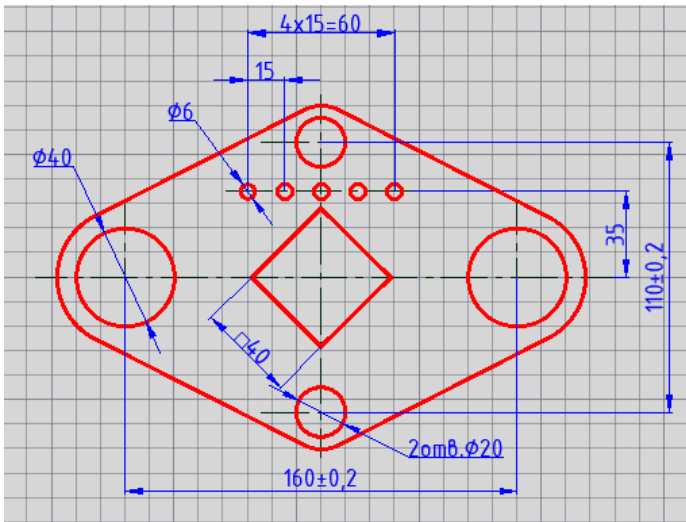


Рисунок 3.21 – Проставлення діаметрів отворів

3.3.2.6 За допомогою команди (Радіус) проставити радіуси елементів деталі (рис. 3.22).

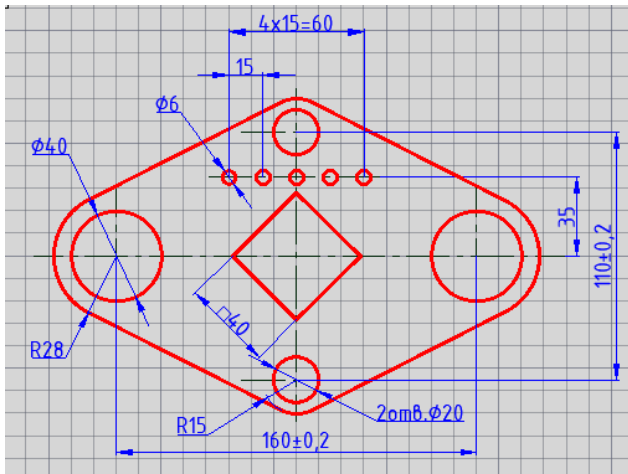


Рисунок 3.22 – Проставлення радіусів елементів деталі

3.3.2.7 Зробити поточним стиль мультивиноски **Товщина**. За допомогою команди **Mleader** (Мвіноска) проставити товщину деталі $s4^*$.

Остаточне зображення плоскої деталі наведено на рис. 3.23.

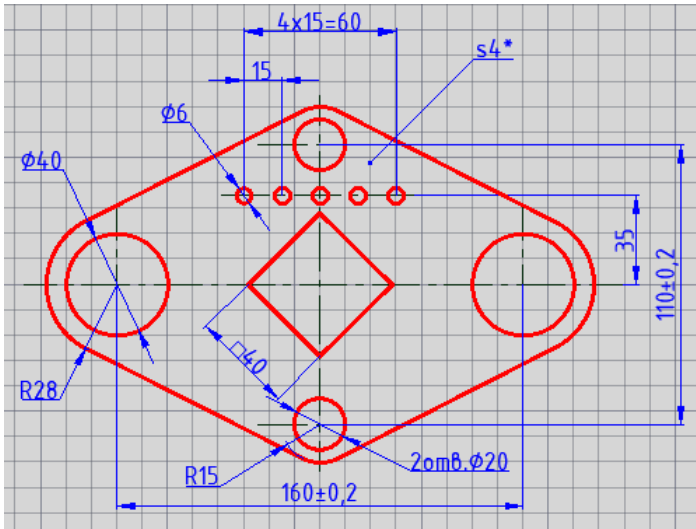


Рисунок 3.23 – Зображення плоскої деталі у віртуальному просторі
Модель

3.3.2.8 Закрити файл зі збереженням з ім'ям **Деталь 1**.

3.4 Приклад 2. Створення креслення валу

3.4.1 Створення зображення валу за допомогою команд креслення та редагування

3.4.1.1 Відкрити файл **Деталь 1**.

3.4.1.2 Зробити поточним шар **Осьова**, увімкнути режим **ОРТО** та на вільному місці за допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити горизонтальну вісь валу довжиною приблизно **80 мм**.

3.4.1.3 Зробити поточним шар **Основна** та увімкнути режим динамічного введення. Обрати команду **Pline** (Полілінія), вибрати початкову точку на осьовій лінії поблизу її лівого боку з прив'язкою **Nearest** (Найближча) та накреслити основу контуру валу за допомогою наступних відрізків:

- перший: угору довжиною *5 мм*;
 - другий: ліворуч довжиною *25 мм*;
 - третій: угору довжиною *15 мм*;
 - четвертий: ліворуч довжиною *5 мм*;
 - п'ятий: униз довжиною *10 мм*;
 - шостий: ліворуч довжиною *30 мм*;
 - сьомий: униз довжиною *7,5 мм*;
 - шостий: ліворуч довжиною *15 мм*;
 - восьмий: униз довжиною *2,5 мм*.
- Результат наведений на рис. 3.24.

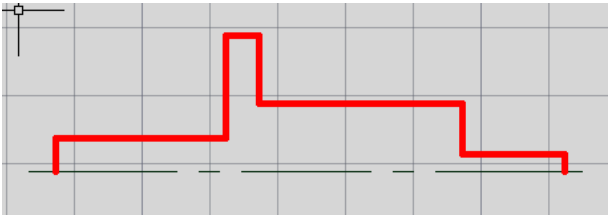


Рисунок 3.24 – Основа контуру валу

3.4.1.4 За допомогою команди **Mirror** (Відобразити дзеркально) отримати повний контур валу, відтворивши зображення відносно горизонтальної осі (див. рис. 3.25).

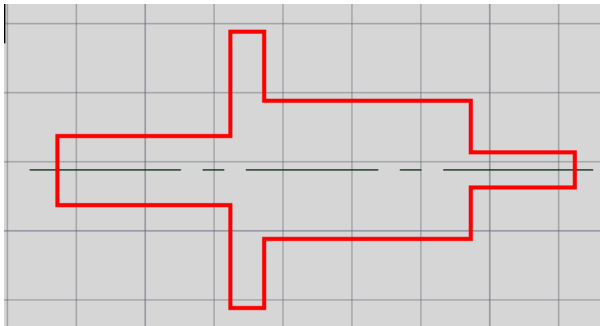


Рисунок 3.25 – Контур валу

3.4.1.5 За допомогою команди **Line** (Відрізок) сполучити частини контуру валу відповідно до рис. 3.26.

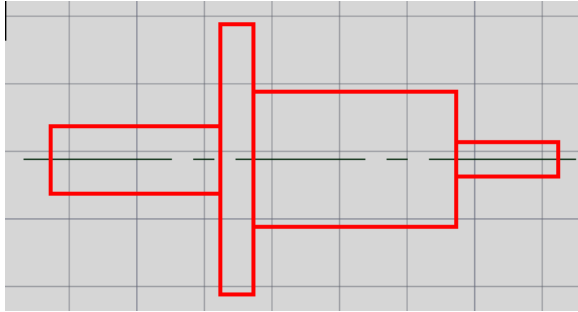


Рисунок 3.26 – Основа валу

3.4.1.6 Режим **ОПТО** вимкнути. За допомогою команди **Chamfer** (Фаска) виконати дві фаски $1\text{ мм} \times 1\text{ мм}$ та одну фаску $2\text{ мм} \times 2\text{ мм}$ з обрізкою. По закінченні з'єднати кінці фасок відрізками відповідно до рис. 3.27.

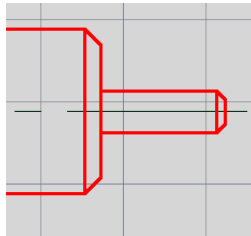


Рисунок 3.27 – Створення фасок

3.4.1.7 За допомогою команди **Fillet** (Сполучення) виконати сполучення поверхонь валу з радіусом 2 мм з обрізкою відповідно до рис. 3.28.

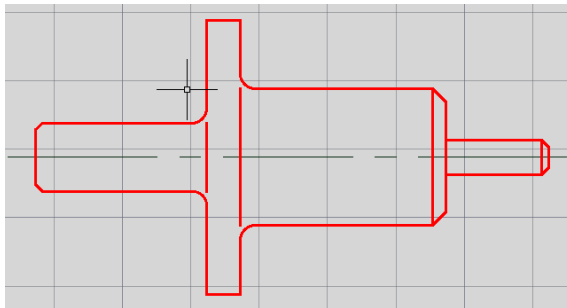


Рисунок 3.28 – Створення сполучень

3.4.1.8 Зробити поточним шар *Осьова* та за допомогою команди **Xline** (Пряма) – о накреслити вертикальну пряму на дистанції **15 мм** від правого торця валу, після чого обрізати її зайві кінці відповідно до рис. 3.29.

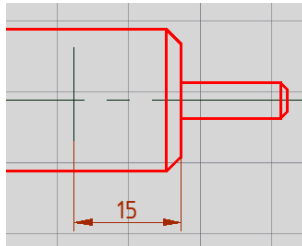


Рисунок 3.29 – Створення вертикальної осі

3.4.1.9 Зробити поточним шар *Основна* та за допомогою команди **Circle** (Коло) накреслити коло радіусом **2,5 мм** з центром у перехресті центральної та вертикальної осей, що відповідає проекції отвору, перпендикулярного осі валу. Результат наведений на рис. 3.30.

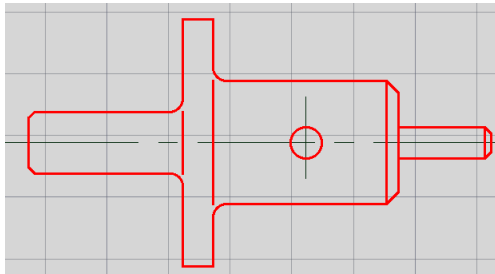


Рисунок 3.30 – Зображення перпендикулярного отвору

3.4.1.10 Зробити поточним шар *Допоміжна* та за допомогою однієї з команд **Spline** (Сплайн) накреслити лінію обриву на лівому кінці валу відповідно до рис. 3.31.

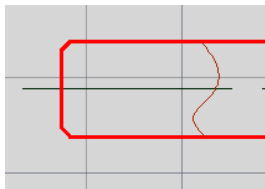


Рисунок 3.31 – Лінія обриву

3.4.1.11 За допомогою команди **UCS** (ПСК) перенести початок координат у точку перехрестя лівого торця валу та центральної осі.

3.4.1.12 Зробити поточним шар **Основна**. За допомогою команди **Pline** (Полілінія) накреслити основу контуру центрального отвору за наступними відносними координатами:

- початкова точка: **1,5; 0;**
- друга точка: **10; 0;**
- третя точка: **3; -1,5.**

Результат наведений на рис. 3.32.

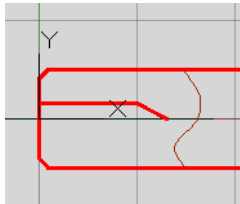


Рисунок 3.32 – Основа контуру центрального отвору

3.4.1.13 За допомогою команди **Mirror** (Відобразити дзеркально) отримати повний контур центрального отвору, відтворивши зображення відносно горизонтальної осі.

3.4.1.14 За допомогою команди **Line** (Відрізок) сполучити частини контуру центрального отвору.

3.4.1.15 Виконати фаску розміром **0,5 мм x 0,5 мм** без обрізки. Результат наведений на рис. 3.33.

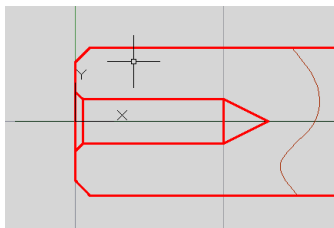


Рисунок 3.33 – Зображення центрального отвору

3.4.1.16 Зробити поточним шар **Штриховка**. Обрати команду **Hatch** (Штрихування), налаштувати параметри відповідно до рис. 3.34 та заштрихувати внутрішню область навколо центрального отвору відповідно до рис. 3.35.

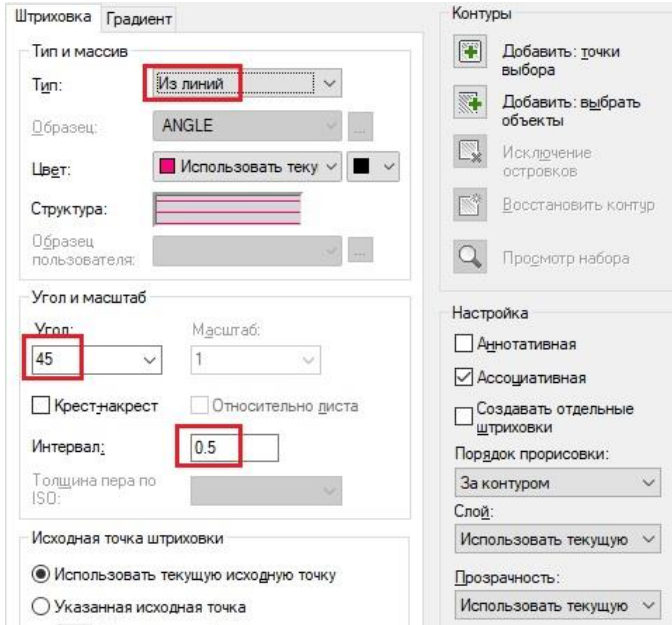


Рисунок 3.34 – Параметры штрихування

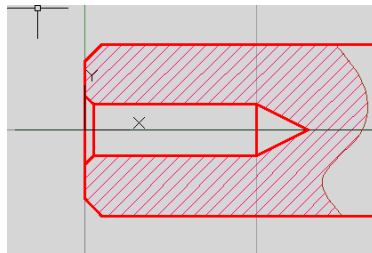


Рисунок 3.35 – Результати штрихування

3.4.2 Проставлення розмірів валу та створення таблиці змінних даних

3.4.2.1 Зробити поточними шар *Розмірна* та розмірний стиль *A4*.

3.4.2.2 Проставити розміри відповідно до рис. 3.36.

Примітка! Діаметральні розміри циліндричних поверхонь на проєкціях збоку (для даного валу це діаметри **3**; **5**; **10** та **40**) слід проставляти як лінійні розміри з подальшим редагуванням шляхом додавання символу \varnothing .

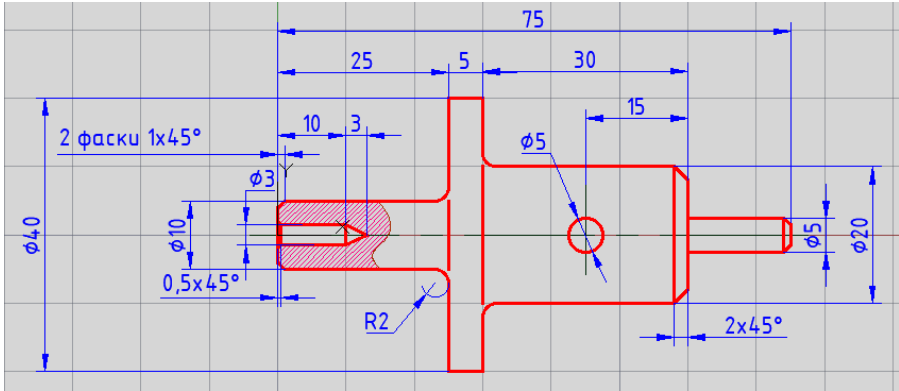


Рисунок 3.36 – Проставлення розмірів валу

3.4.2.3 При виконанні групового креслень деталей, які мають однакову форму та частину розмірів, але відрізняються декількома розмірами, останні позначаються на кресленні літерами, а їхні значення для різних виконань деталі наводяться у таблиці змінних даних для виконання.

У зв'язку з цим на кресленні валу слід відредагувати розмір **75 мм**, замінивши його літерою **L**.

Остаточний вигляд креслення валу наведений на 3.37.

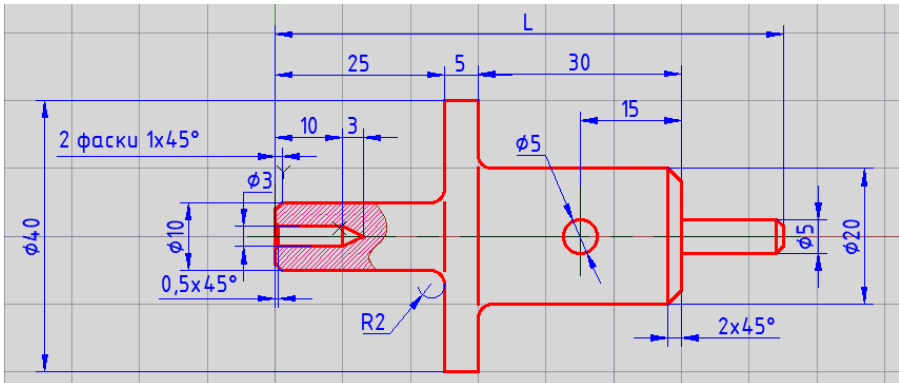


Рисунок 3.37 – Остаточний вигляд креслення валу

3.4.2.4 Зробити поточним шар **Таблиця** та створити таблицю змінних даних до виконання відповідно до рис. 3.38.

Змінні дані до виконання	
Позначення	L, мм
НУЗП.711212.000	75
НУЗП.711212.000-01	100

Рисунок 3.38 – Таблиця змінних даних до виконання

3.5 Зміст звіту

3.5.1 Тема та мета роботи.

3.5.2 Хід роботи.

Для кожної деталі описати:

- які **шари** були використані при створенні елементів зображення;
- які команди **креслення** були використані при створенні елементів зображення;
- які команди **редагування** були використані при створенні елементів зображення;
- які **розмірні стилі** були використані при проставленні розмірів;
- який **стиль мультвиносок** були використані при створенні виноски;
- який **стиль таблиць** був використаний при створенні таблиці для валу.

3.5.3 Файл **Деталь N** або його скріншот з зображеннями креслень плоскої деталі та валу.

3.5.4 Висновки з роботи.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. РОБОТА З БЛОКАМИ

Мета роботи: отримати практичні навички створення, вставки та видалення блоків у середовищі AutoCAD.

4.1 Підготовка до роботи

Перед початком виконання роботи слід ознайомитися з теоретичними відомостями, наведеними у розділі 7 конспекту лекцій з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" [1].

4.2 Порядок виконання роботи

4.2.1 Відкрити файл *Деталь N*, де N – номер варіанту, створений у лабораторній роботі 3.

4.2.2 Виділити рамкою зображення валу і таблиці змінних даних до виконання та створити блок з ім'ям *Вал N*, де N – номер варіанту.

При створенні блоку у діалоговому вікні **Визначення блоку** обрати опцію **Перетворити у блок**.

У якості базової точки обрати точку перетину центральної осі вала з його лівим торцем.

4.2.3 Створити новий файл на основі шаблону *Мій шаблон_Модель*.

4.2.4 Імпортувати блок *Вал N* у знов створений файл та вставити за допомогою опції **Вставити як блок**. Впевнитися, що блок *Вал N* з'явився у списку блоків цього файлу.

4.2.5 Закрити новий файл. Зберегши його з ім'ям *Вал N*, де N – номер варіанту.

4.2.6 Видалити зображення блоку *Вал N* з простору креслення файлу *Деталь N*, після чого видалити його зі списку блоків цього файлу за допомогою команди **Clear** (Очистити). Впевнитися, що блок *Вал N* відсутній у списку блоків цього файлу.

4.2.7 Закрити файл *Деталь N* зі збереженням проведених змін.

При виконанні роботи рекомендується користуватися наведеним нижче прикладом.

4.3 Приклад роботи з блоками

Розглянемо створення блоку з зображення валу, виконаного у прикладі, наведеному у підрозділі 3.4 лабораторної роботи 3.

4.3.1 Створення блоку з зображення валу

Виділити рамкою зображення валу та таблиці змінних даних до виконання, перейти на вкладку **Insert** (Вставка) та обрати команду Створити блок.

У діалоговому вікні Визначення блоку задати ім'я блоку **Вал**, увімкнути для базової точки прапорець **Вказати на екрані** та обрати опцію **Видалити** (див. рис. 4.1).

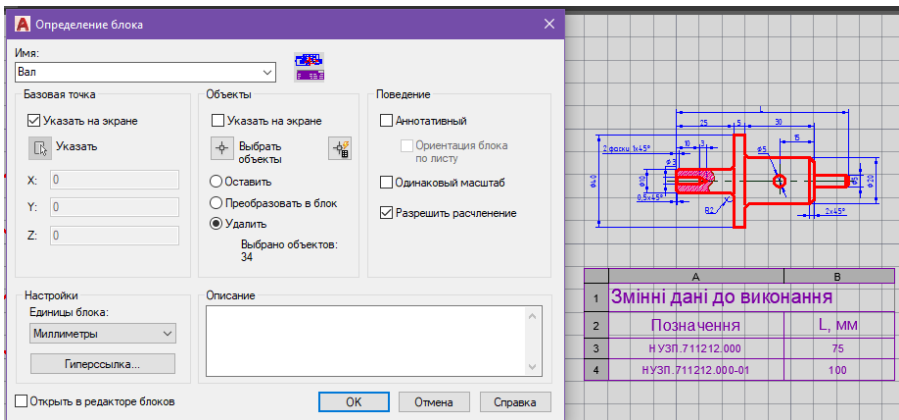


Рисунок 4.1 – Створення блоку **Вал**

У якості базової точки задати точку, вказану на рис. 4.2.

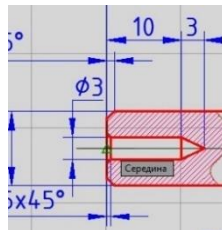


Рисунок 4.2 – Базова точка блоку

Після цього зображення валу та таблиці зникне з екрану, але з'явиться у списку блоків файлу (див. рис. 4.3).

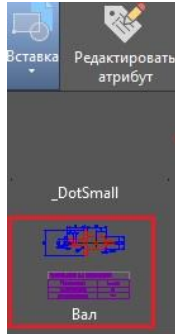


Рисунок 4.3 – Блок **Вал** у списку блоків файлу

4.3.2 Імпорт блоку **Вал** у новий файл

Для імпорту блоку **Вал** слід створити новий файл на основі шаблону **Шаблон 1**, та розташувати вихідний і новий файл у сусідніх вікнах (див. рис. 4.4).

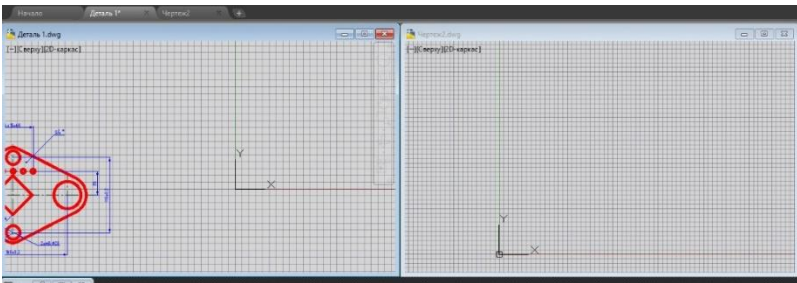


Рисунок 4.4 – Розташування файлів у сусідніх вікнах

У файлі **Деталь 1** зайти на вкладку **Insert** (Вставка), вставити блок **Вал** у вільне місце простору креслення, після чого виділити блок рамкою (див. рис. 4.5).

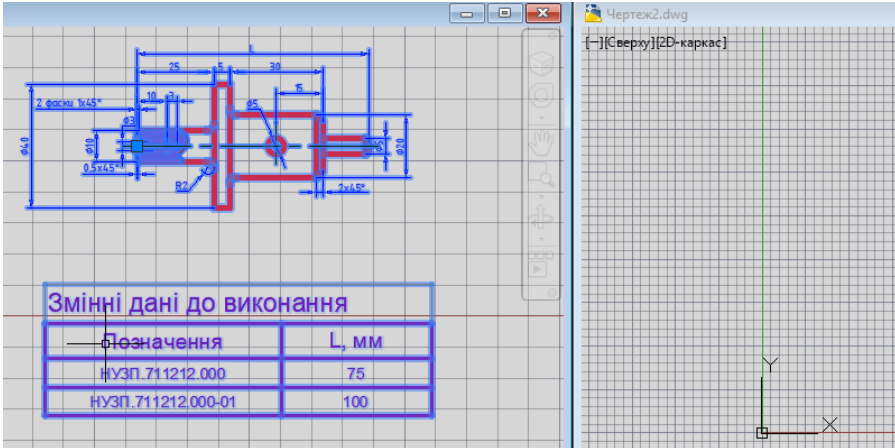


Рисунок 4.5 – Виділення блоку у вихідному файлі

Навести курсор на базову точку (вона виділена на блоці у вигляді синього прямокутника), за допомогою **ПКМ** перенести блок у сусіднє вікно та вставити за допомогою опції **Вставити як блок** (див. рис. 4.6).

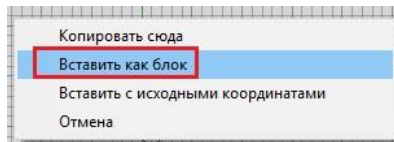


Рисунок 4.6 – Вибір опції вставлення блоку

Зображення блоку **Вал** з'явиться у просторі креслення нового файлу, а сам він буде прописаний у списку блоків.

Якщо у подальшому планується редагувати зображення валу, слід його зруйнувати за допомогою команди **Explode** (Розчленувати). Зображення буде розбите на окремі елементи, але сам блок залишиться прописаним у списку блоків цього файлу.

На рис. 4.7 показане креслення валу у новому файлі, розбите на елементи.



Рисунок 4.7 – Креслення валу у новому файлі

Після цього слід зберегти цей файл з іншим ім'ям, наприклад, *Деталь 2*.

По закінченні слід видалити блок *Вал* з файлу *Деталь 1*. Для цього спочатку слід видалити його зображення з простору креслення, після чого видалити його зі списку блоків за допомогою команди **Clear** (Очистити).

У діалоговому вікні **Іменовані елементи** слід вибрати блок *Вал* та натиснути **Видалити** (рис. 4.8).

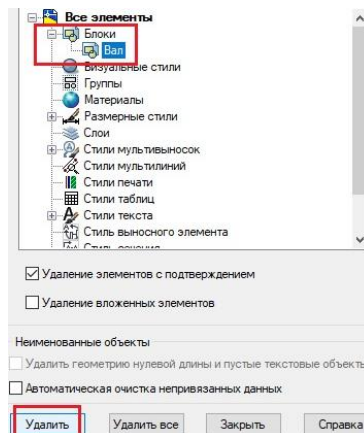


Рисунок 4.8 – Видалення блоку *Вал* з файлу *Деталь 1*

4.4 Зміст звіту

4.4.1 Тема та мета роботи.

4.4.2 Хід роботи.

Короткий опис дій зі створення блоку **Вал N**, його імпорту у новий файл та вилучення з вихідного файлу.

4.4.3 Скріншоти списків блоків файлів *Деталь N* та **Вал N**.

4.4.4 Файли *Деталь N* та **Вал N** або їхні скріншоти з зображеннями креслень плоскої деталі та валу.

4.4.5 Висновки з роботи.

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5. НАЛАШТУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПРОСТОРУ LAYOUT (ЛИСТ)

Мета роботи: отримати практичні навички налаштування віртуального простору **Layout** (Лист) для створення робочих креслень на стандартних форматах.

5.1 Підготовка до роботи

Перед початком виконання роботи слід ознайомитися з теоретичними відомостями, наведеними у розділі 9 конспекту лекцій з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" [1].

5.2 Порядок виконання роботи

5.2.1 Створити новий файл на основі шаблону *Мій шаблон Модель.dwt*.

5.2.2 Створити нові шари з налаштуваннями:

– шар "*Текст*", колір *сірчичний*, тип лінії *Continuous*, вага лінії *0,30 мм*;

– шар "*Видовий екран*", колір *чорний*, тип лінії *Continuous*, вага лінії *0,25 мм*.

Примітка. Кольори ліній для шарів можна обирати довільно.

5.2.3 На панелі віртуального доступу створити три додаткові вкладки *Layout3, Layout4, Layout5*.

5.2.4 Переіменувати вкладки листів відповідно до найменувань форматів: *A4, A3 гор, A3 верт, A2 гор, A2 верт*.

5.2.5 Задати параметри листів:

– для *A4*: ISO A4 210x297, орієнтація книжкова;

– для *A3 гор*: ISO A3 420x297, орієнтація альбомна;

– для *A3 верт*: ISO A3 297x420, орієнтація книжкова;

– для *A2 гор*: ISO A2 594x420, орієнтація альбомна;

– для *A2 верт*: ISO A3 420x594, орієнтація книжкова.

5.2.6 На листі *A3 гор* видалити видовий екран та накреслити рамку креслення, основний напис й додаткову графу.

5.2.7 Створити з основного напису блок з ім'ям *Основний напис*. За базову точку обрати правий нижній кут.

5.2.8 Створити з додаткової графи блок з ім'ям *Додаткова графа*. За базову точку обрати правий верхній кут.

5.2.9 На листах *A4*, *A3 верт*, *A2 гор*, *A2 верт* видалити видовий екран та накреслити рамку креслення.

5.2.10 На листах *A4*, *A3 верт*, *A2 гор*, *A2 верт* вставити блоки *Основний напис* та *Додаткова графа*, розташувавши їх у місцях, відповідних кожному формату.

5.2.11 Зберегти файл як шаблон креслення AutoCAD з ім'ям *Мій шаблон_Лист.dwt* та використовувати у подальшому для створення робочих креслень на форматах A4, A3, A2.

При виконанні роботи рекомендується користуватися наведеним нижче прикладом.

5.3 Приклад створення шаблону для роботи у віртуальному просторі Layout (Лист)

5.3.1 Налаштування параметрів листів

5.3.1.1 Перейти на вкладку *A4* та відкрити контекстне меню за допомогою ПКМ. У контекстному меню обрати опцію **Page Setup Manager** (Диспетчер параметрів листів).

5.3.1.2 У діалоговому меню **Page Setup Manager** (Диспетчер параметрів листів) для вкладки *A4* обрати опцію **Modify** (Редагувати), після чого відкриється діалогове вікно **Page Setup** (Параметри листа).

У цьому вікні виконати налаштування відповідно до рис. 5.1.

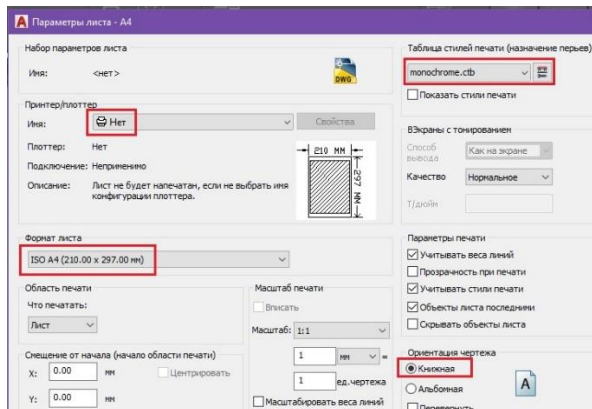


Рисунок 5.1 – Налаштування параметрів листа *A4*

Аналогічні налаштування слід виконати для усіх інших листів, обравши відповідні формати:

- для **A3 гор**: ISO A3 420x297, орієнтація альбомна;
- для **A3 верт**: ISO A3 297x420, орієнтація книжкова;
- для **A2 гор**: ISO A2 594x420, орієнтація альбомна;
- для **A2 верт**: ISO A3 420x594, орієнтація книжкова.

5.3.2 Формування рамки формату та рамки креслення

5.3.2.1 На сформованих листах накреслити **рамки формату**.

Перейти на вкладку **A4** та видалити видовий екран, який створюється автоматично. Для цього виділити його за допомогою ЛКМ та натиснути **Delete**.

5.3.2.2 Зробити поточним шар **Допоміжна**. Накреслити рамку формату за допомогою команди **Rectang** (Прямокутник), задаючи координати:

- лівого нижнього кута: **-7, -20**;
- правого верхнього кута: **203, 277**.

5.3.2.3 Повторити аналогічну процедуру на інших листах, задаючи відповідні координати:

а) формат **A3 гор**:

- 1) лівий нижній кут: **-7, -20**;
- 2) правий верхній кут: **413, 277**;

б) формат **A3 верт**:

- 1) лівий нижній кут: **-7, -20**;
- 2) правий верхній кут: **290, 400**;

в) формат **A2 гор**:

- 1) лівий нижній кут: **-7, -20**;
- 2) правий верхній кут: **587, 400**;

г) формат **A2 верт**:

- 1) лівий нижній кут: **-7, -20**;
- 2) правий верхній кут: **413, 574**.

5.3.2.4 На сформованих листах накреслити **рамки креслення**.

Перейти на вкладку **A4** та перенести початок координат у лівий нижній кут рамки формату. Для цього у командному рядку ввести команду **UCS** (ПСК) та, обравши за замовченням оригінальну (**o**), сумістити її початок з лівим нижнім кутом рамки формату. При цьому

повинна бути увімкнена прив'язка **Endpoint** (Кінцева точка) або **Intersection** (Перетин).

5.3.2.5 Зробити поточним шар **Основна**. Накреслити рамку креслення за допомогою команди **Rectang** (Прямокутник), задаючи координати:

- лівого нижнього кута: **20, 5**;
- правого верхнього кута: **205, 292**.

5.3.2.6 Повторити аналогічну процедуру на інших листах, задаючи відповідні координати:

- а) формат **A3 гор**:
 - 1) лівий нижній кут: **20, 5**;
 - 2) правий верхній кут: **415, 292**;
- б) формат **A3 верт**:
 - 1) лівий нижній кут: **20, 5**;
 - 2) правий верхній кут: **292, 415**;
- в) формат **A2 гор**:
 - 1) лівий нижній кут: **20, 5**;
 - 2) правий верхній кут: **589, 415**;
- г) формат **A2 верт**:
 - 1) лівий нижній кут: **20, 5**;
 - 2) правий верхній кут: **415, 589**.

5.3.3 Формування основного напису

Форма та розміри комірок основного напису (штампу) для перших листів конструкторських документів наведені на рис. 5.2.

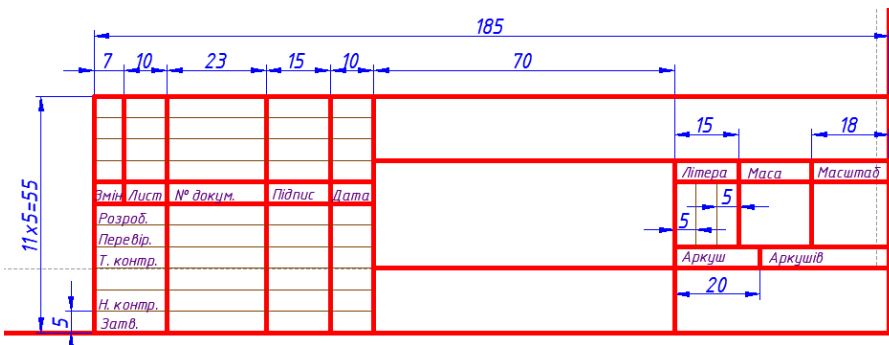


Рисунок 5.2 – Основний напис (штамп) для перших листів конструкторських документів

Накреслимо основний напис на листі формату *A3 зор*, після чого скопіюємо його на усі інші листи.

5.3.3.1 Перейти на вкладку *A3 зор* та за допомогою команди **UCS** (ПСК) – **o** перенести початок координат у нижній правий кут рамки креслення (рис. 5.3).



Рисунок 5.3 – Перенос початку координат

5.3.3.2 Увімкнути прив'язку **Perpendicular** (Нормаль). За допомогою команди **Polyline** (Полілінія) накреслити межі основного напису, задаючи координати:

- перша точка: **-185, 0**;
- друга точка: **@55<90**.

Третя точка є точкою дотику горизонтального відрізка полілінії з правим боком рамки креслення з використанням прив'язки **Perpendicular** (Нормаль).

По закінченні перенести початок координат у лівий нижній кут основного напису (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 – Формування основного напису (част. 1)

5.3.3.3 За допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити вертикальні відрізки основного напису, задаючи координати початкових точок відрізків: **17, 0**; **40, 0**; **55, 0**; **65, 0**; **135, 0**.

Кінцева точка кожного відрізка є точкою дотику з верхньою межею основного напису з використанням прив'язки **Perpendicular** (Нормаль). Результат наведений на рис. 5.5.



Рисунок 5.5 – Формування основного напису (част. 2)

5.3.3.4 Зробити поточним шар **Тонка** та за допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити горизонтальний відрізок з координатами початкової точки **0, 5**. Кінцева точка відрізка є точкою дотику з вертикальним відрізком, який знаходиться на відстані **65 мм**, з використанням прив'язки **Perpendicular** (Нормаль) (рис. 5.6).

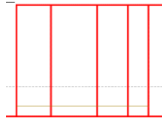


Рисунок 5.6 – Формування основного напису (част. 3)

5.3.3.5 За допомогою команди **Array Rectangular** (Прямокутний масив) скопіювати створений відрізок. Налаштування параметрів масиву наведені на рис. 5.7.

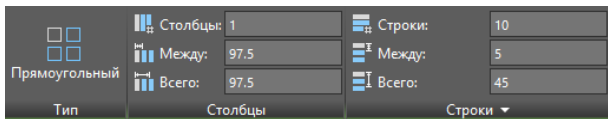


Рисунок 5.7 – Налаштування параметрів масиву

Результати наведені на рис. 5.8.

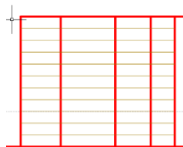


Рисунок 5.8 – Формування основного напису (част. 4)

5.3.3.6 Для можливості подальшого редагування за допомогою команди **Explode** (Розчленувати) зруйнувати масив. Виділити четвертий та п'ятий відрізок згори та змінити для них шар на **Основна** (рис. 5.9).

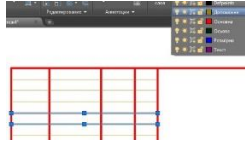


Рисунок 5.9 – Формування основного напису (част. 5)

5.3.3.7 Зробити поточним шар **Основна**. За допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити вертикальний та два горизонтальні відрізки відповідно до рис. 5.10.

Координати початкової точки вертикального відрізка: **7, 30**. Початкові точки горизонтальних відрізків обирати з використанням прив'язки **Intersection** (Перетин).

Кінцеві точки відрізків є точками дотику з відповідними лініями з використанням прив'язки **Perpendicular** (Нормаль).

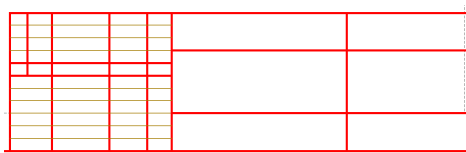


Рисунок 5.10 – Формування основного напису (част. 6)

5.3.3.8 Зробити поточним шар **Тонка** та на допомогу команди **Xline** (Пряма) накреслити дві допоміжні горизонтальні прямі з прив'язкою **Intersection** (Перетин).

Зробити поточним шар **Основна** та, використовуючи допоміжні прямі, накреслити два горизонтальних відрізка відповідно до рис. 5.11.

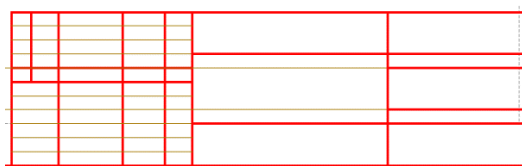


Рисунок 5.11 – Формування основного напису (част. 7)

По закінченні допоміжні прямі видалити.

5.3.3.9 Перенести початок координат у точку відповідно до рис. 5.12 та накреслити три вертикальних відрізки, після чого зробити поточним шар **Тонка** та накреслити ще два відрізки відповідно до рис. 5.13.

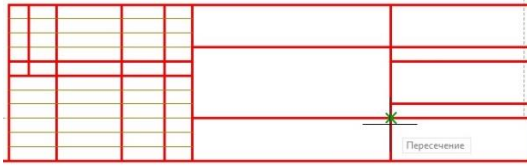


Рисунок 5.12 – Перенос початку координат

Координати початкових точок відрізків основного шару відповідно: **20, 0; 15, 5; 32, 5**.

Координати початкових точок відрізків допоміжного шару відповідно: **5, 5; 10, 5**.

Кінцеві точки усіх відрізків є точками дотику з відповідними лініями з використанням прив'язки **Perpendicular** (Нормаль).

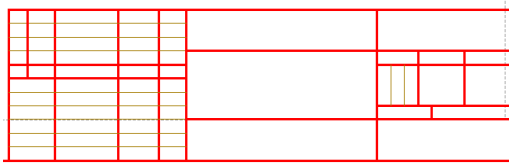


Рисунок 5.13 – Формування основного напису (част. 8)

5.3.3.10 За допомогою команди **Trim** (Відрізати) видалити зайву частину вертикального відрізка відповідно до рис. 5.14.

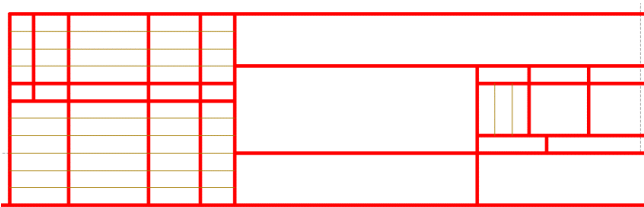


Рисунок 5.14 – Формування основного напису (част. 9)

5.3.3.11 Зробити поточними шар **Текст** і текстовий стиль **GOST 2.304 курсив** та заповнити графи основного напису за допомогою команди **Single Line** (Однорядковий текст) відповідно до рис. 5.15.

5.3.4 Створення додаткової графи для позначення документу

На конструкторських документах присутня додаткова графа розміром **70 мм x 14 мм**, де вказується позначення документу у вигляді децимального номеру. Ця графа розташовується у верхньому лівому куті рамки креслення для формату **A4** та усіх інших форматів горизонтальної орієнтації або у верхньому правому куті для усіх форматів вертикальної орієнтації, крім формату **A4**.

5.3.4.1 Накреслити додаткову графу на листі формату **A3 гор**.

Для цього перенести початок координат у верхній лівий кут рамки креслення та за допомогою команди **Polyline** (Полілінія) накреслити межі додаткової графи, задаючи координати:

- перша точка: **70, 0**;
- друга точка: **@14<-90**.

Третя точка є точкою дотику горизонтального відрізка полілінії з лівим боком рамки креслення з використанням прив'язки **Perpendicular** (Нормаль).

Результат показаний на рис. 5.18.

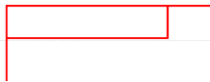
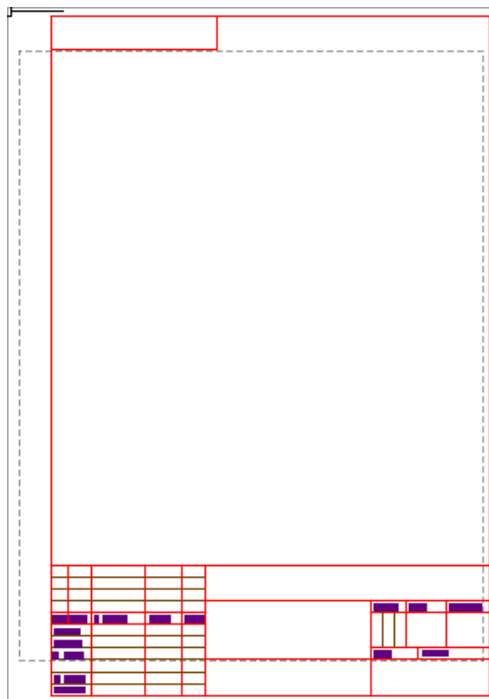
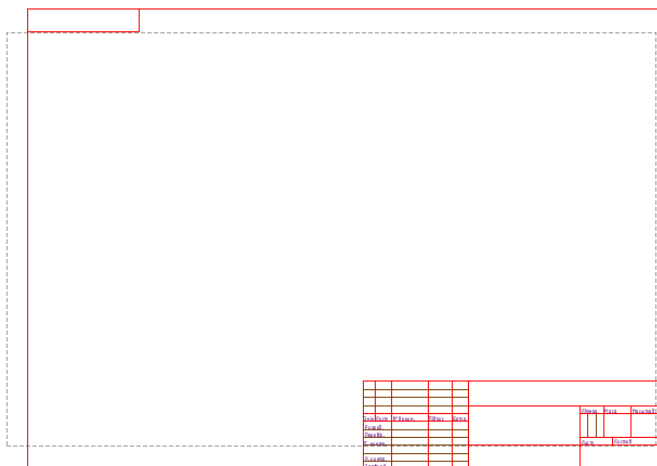


Рисунок 5.18 – Додаткова графа

5.3.4.2 Зробити зображення додаткової графи блок за процедурою, наведеною у 9.5.12, 9.5.13. Ім'я блоку – **Додаткова графа**, базова точка – правий верхній кут.

5.3.4.3 Вставити блок **Додаткова графа** на листи форматів **A4** та **A2 гор**, не змінюючи, на листи форматів **A3 верт** та **A2 верт**, повернувши на кут **-90°**.

Результати показані на рис. 5.19 – 5.23.

Рисунок 5.19 – Лист формата *A4*Рисунок 5.20 – Лист формата *A3 гориз.*

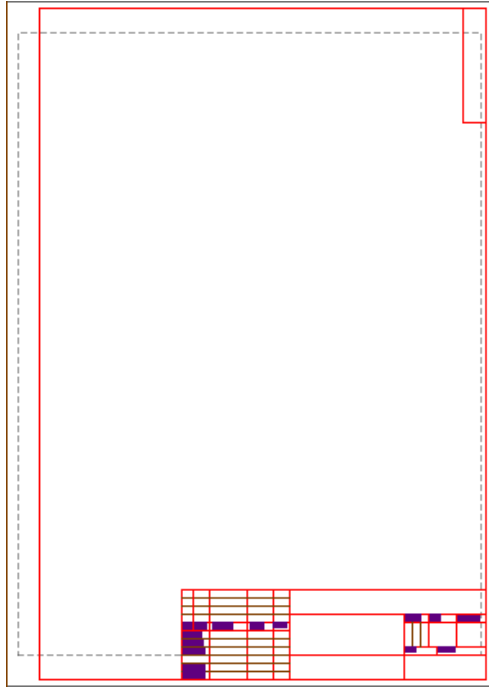


Рисунок 5.21 – Лист формата *A3 верт*

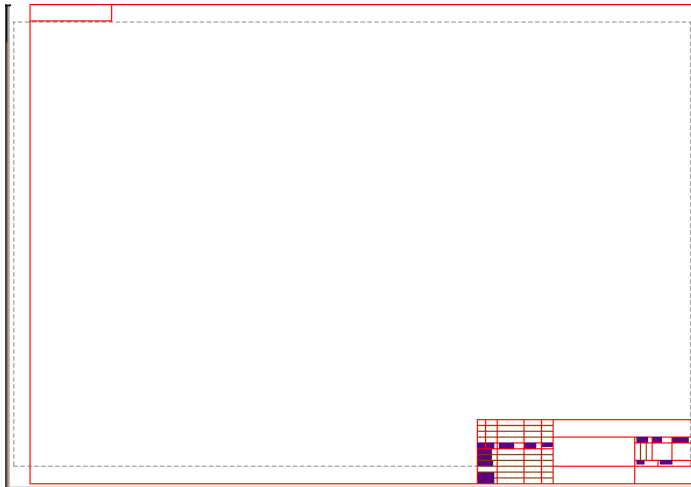


Рисунок 5.22 – Лист формата *A2 гор*

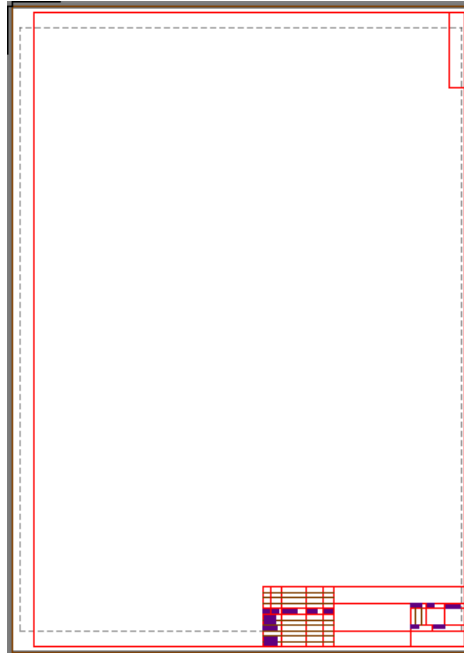


Рисунок 5.23 – Лист формату *A2 верт*

5.4 Зміст звіту

5.4.1 Тема та мета роботи.

5.4.2 Хід роботи.

Короткий опис дій з налаштування параметрів листів відповідно до форматів *A4*, *A3 гор*, *A3 верт*, *A2 гор* та *A2 верт*.

Короткий опис дій зі створення основного напису та додаткової графи.

5.4.3 Файл шаблону *Мій шаблон_Лист.dwt* та скріншоти з зображеннями листів форматів *A4*, *A3 гор*, *A3 верт*, *A2 гор* та *A2 верт*.

5.4.4 Висновки з роботи.

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6. СТВОРЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Мета роботи: отримати практичні навички створення робочих креслень у віртуальному просторі **Model** (Модель) з подальшим оформленням та підготовкою до друку у віртуальному просторі **Layout** (Лист).

6.1 Підготовка до роботи

Перед початком виконання роботи слід ознайомитися з теоретичними відомостями, наведеними у розділі **10** конспекту лекцій з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" [1].

6.2 Порядок виконання роботи

6.2.1 Створення головного виду друкованої плати

Накреслимо головний вид плати у просторі **Model** (Модель) у масштабі 1:1.

6.2.1.1 Налаштування середовища AutoCAD

Створити новий файл на основі шаблону *Мій шаблон_Лист.dwt* та зробити у ньому наступні налаштування.

Створити нові шари з налаштуваннями:

– шар "*Сітка*", колір *чорний*, тип лінії **Continuous**, вага лінії *0,2 мм*;

– шар "*Кроки сітки*", колір *темно-жовтий*, тип лінії **Continuous**, вага лінії *0,3 мм*;

– шар "*Монтажні отвори*", колір *помаранчевий*, тип лінії **Continuous**, вага лінії *0,8 мм*;

– шар "*Провідники*", колір *темно-синій*, тип лінії **Continuous**, вага лінії *1,2 мм*;

– шар "*Маркування*", колір *малиновий*, тип лінії **Continuous**, вага лінії *0,6 мм*.

Змінити масштаб осьової лінії. Для цього зробити поточним шар **Осьова**, зі спливаючого меню **Properties** (Властивості) на вкладці **Home** (Головна) викликати діалогове вікно **Диспетчер типів ліній** та задати поточний масштаб **0.25** (рис. 6.1).

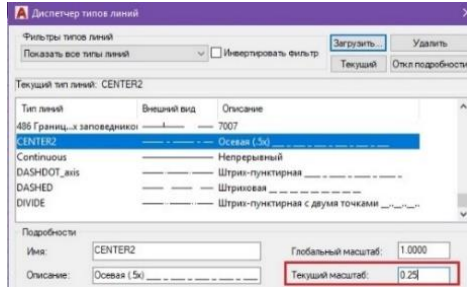


Рисунок 6.1 – Зміна масштабу осевої лінії

Налаштувати параметри кроку прив'язки та сітки відповідно до рис. 6.2.

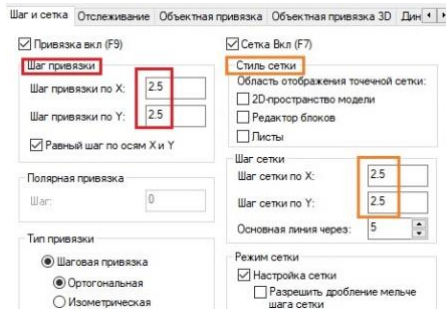


Рисунок 6.2 – Налаштування параметрів кроку прив'язки та сітки

Залишити увімкненими у рядку стану кнопки кроку прив'язки та сітки.

6.2.1.2 Створення контуру плати

Зробити поточним шар **Основна** та за допомогою команди **Rectangle** (Прямокутник) накреслити прямокутник розмірами **85 мм x 50 мм**.

При цьому лівий нижній кут прив'язати до будь-якого довільного перехрестя сітки, а положення верхнього правого кута завдати у відносних координатах: **@85, 50**.

По закінченні прямокутник розбити на відрізки за допомогою команди **Explode** (Розчленувати) та за допомогою команди **UCS** (ПСК) перенести початок координат у лівий нижній кут прямокутника. Результат наведений на рис. 6.3.

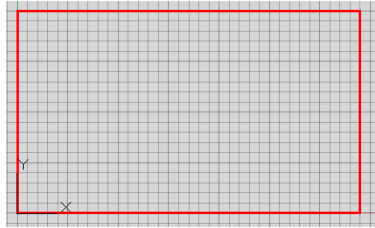


Рисунок 6.3 – Створення контуру плати

6.2.1.3 Нанесення ліній сітки

Зробити поточним шар **Сітка** та за допомогою команди **Line** (Відрізок) накреслити ліву вертикальну лінію сітки. Початкову та кінцеву точки відрізка прив'язати до відповідних перехресть сітки з нижньою та верхньою стороною прямокутника (для прив'язки кінцевої точки відрізка можна також використати прив'язку **Perpendicular** (Нормаль)).

Скопіювати вертикальні лінії сітки праворуч за допомогою команди **Array Rectangular** (Прямокутний масив) з налаштуваннями, наведеним на рис. 6.4.

Аналогічним чином накреслити горизонтальні лінії сітки. Налаштування параметрів прямокутного масиву наведені на рис. 6.5.

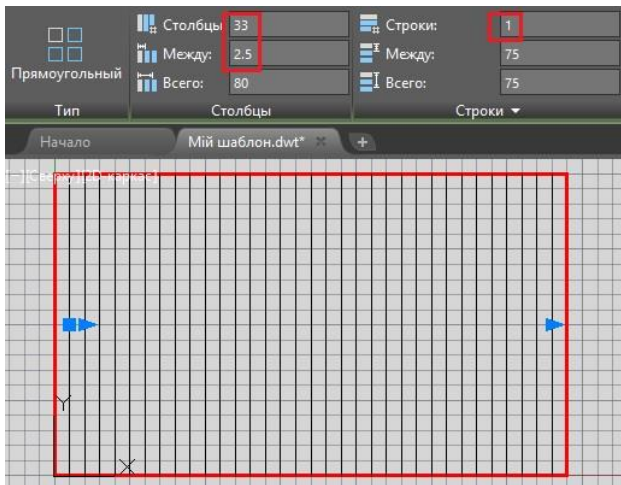


Рисунок 6.4 – Побудова вертикальних ліній сітки

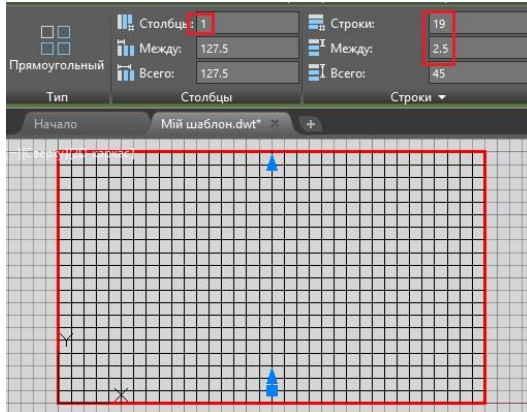


Рисунок 6.5 – Побудова горизонтальних ліній сітки

По закінченні масиви ліній сітки розбити на відрізки за допомогою команди **Explode** (Розчленувати).

6.2.1.4 Нумерація ліній сітки

Зробити поточними шар **Кроки сітки** та стиль тексту **GOST 2.304 курсив** і проставити номери вертикальних та горизонтальних ліній сітки, нумеруючи їх через одну.

Нумерацію **вертикальних** ліній рекомендується робити за допомогою **однорядкового** тексту; висота шрифту **2.5**, кут повороту **0**.

Перший номер (число **2**) проставити на рівні другої вертикальної лінії сітки на відстані від нижньої сторони плати приблизно **3 мм**. Прив'язку до кроку при цьому вимкнути.

Подальші номери проставляти зліва направо, вирівнюючи їх відносно відповідних ліній сітки за допомогою клавіші **Пробіл**.

Нумерацію **горизонтальних** ліній рекомендується робити за допомогою **багаторядкового** тексту; висота шрифту **2.5**, кут повороту **0**, попередньо встановивши для міжрядкового інтервалу коефіцієнт **1.1900x** (рис. 6.6).

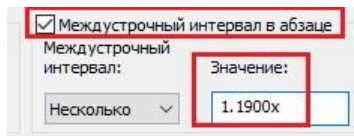


Рисунок 6.6 – Налаштування міжрядкового інтервалу для нумерації горизонтальних ліній сітки

Перший номер (число **20**) проставити на рівні верхньої сторони плати, після чого проставляти через один числа від **18** до **0**, переміщаючись згори донизу за допомогою клавіші **Enter**.

Результат наведений на рис. 6.7.

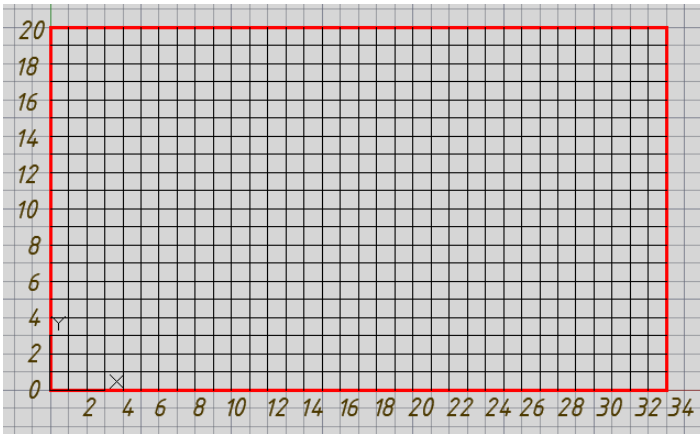


Рисунок 6.7 – Нумерація ліній сітки

6.2.1.5 Створення монтажних отворів

Попередньо слід зауважити, що, оскільки монтажні отвори на друкованих платах мають дуже малі діаметри (зазвичай від 0.4 мм до 1.6 мм), які до того ж візуально практично не відрізняються один від одного, на кресленнях друкованих плат допускаються наступні спрощення:

- зображення усіх монтажних отворів виконують одним діаметром, більшим за їх реальні діаметри (найчастіше від **1.5 мм** до **2.5 мм**);
- отвори різних діаметрів розрізняють за допомогою різних варіантів заливки;
- відповідність реальних діаметрів отворів варіантам їхньої заливки наводиться у таблиці.

Зробити поточним шар **Монтажні отвори** та увімкнути прив'язку до кроку.

Накреслити коло діаметром **1.5 мм**, прив'язавши його центр до перехрестя ліній сітки з координатами кроків **1, 10** та створити з нього блок з назвою **Отвір 0.8**. Базова точка блоку – центр кола.

Послідовно вставити блок **Отвір 0.8** у перехрестя ліній сітки з координатами кроків відповідно до табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Координати перехресть ліній сітки (у кроках сітки) для монтажних отворів діаметром **0.8 мм**

x	3	3	3	3	7	7	7	7	7	8	8
y	12	13	17	18	4	8	12	13	18	6	10
x	10	10	10	11	12	12	13	14	14	15	15
y	8	16	18	13	6	13	8	16	18	6	9
x	15	15	16	16	16	16	16	17	17	17	17
y	12	18	9	12	13	14	17	3	9	12	13
x	17	17	18	18	18	18	18	19	19	19	19
y	14	17	9	12	14	17	18	6	9	12	14
x	19	20	20	20	20	21	21	21	21	21	22
y	17	9	12	14	17	8	9	12	14	17	14
x	22	23	24	24	25	27	27	28	30		
y	17	11	3	18	8	3	10	18	11		

Накреслити коло діаметром **1.5 мм**, прив'язавши його центр до перехрестя ліній сітки з координатами **4, 15**.

Зробити **суцільну заливку** кола. Кольори заливки: **червоний/червоний**. Створити з кола блок з назвою **Отвір 1.1**. Базова точка блоку – центр кола.

Послідовно вставити блок **Отвір 1.1** у перехрестя ліній сітки з координатами кроків відповідно до табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Координати перехресть ліній сітки (у кроках сітки) для монтажних отворів діаметром **1.1 мм**

x	4	5	5	8	9	9	9	10	10	12	13	13
y	15	14	16	16	10	15	17	9	11	11	5	7
x	13	13	14	20	21	22	26	26	27	27	28	28
y	10	12	6	6	7	6	12	16	13	15	12	16

6.2.1.6 Створення групи отворів для установки з'єднувача

Вимкнути прив'язку до кроку. Зробити поточним шар **Осьова**.

За допомогою команди **Xline** (Пряма) – **o** накреслити вертикальну вісь на дистанції **3 мм** ліворуч від правої сторони плати.

Вставити блок **Отвір 0.8** у перехрестя вертикальної осі з горизонтальною лінією сітки на рівні 16 (рис. 6.8).

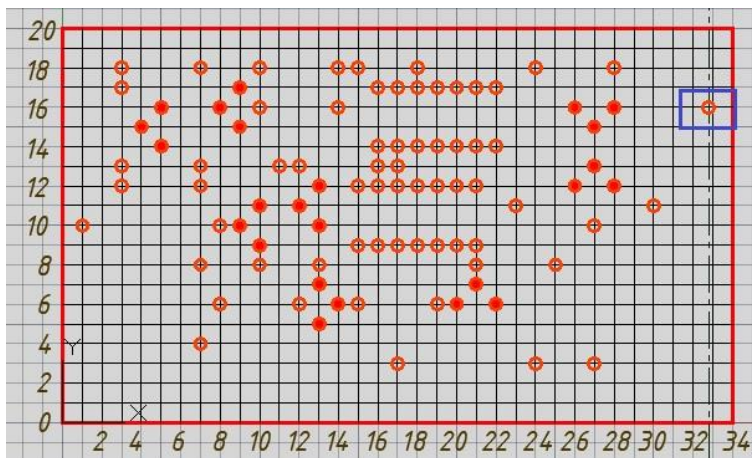


Рисунок 6.8 – Створення першого монтажного отвору для установки з'єднувача

Створити на основі блоку **Отвір 0.8** прямокутний масив з налаштуваннями відповідно до рис. 6.9.

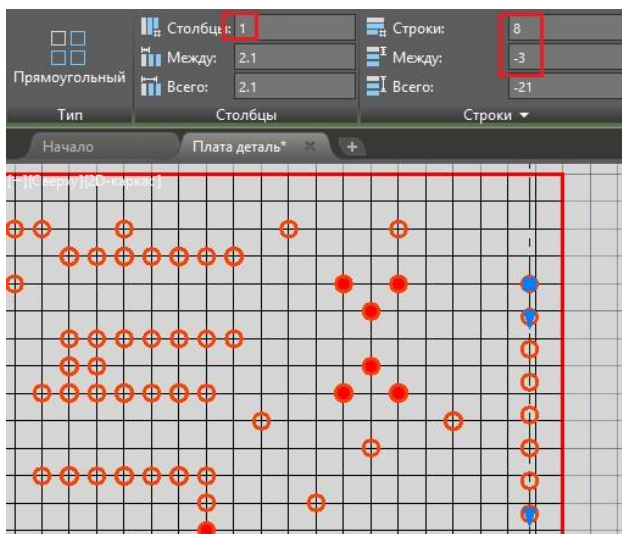


Рисунок 6.9 – Створення масиву отворів для установки з'єднувача

За допомогою команди **Xline** (Пряма) – о накреслити горизонтальні осі на дистанції **13 мм** угору від нижньої сторони плати та на дистанції **6 мм** угору від горизонтальної лінії сітки на рівні **16**.

Зробити поточним шар **Основна** та накреслити коло діаметром **3.4 мм** на перехресті вертикальної осі та однієї з горизонтальних осей.

Скопіювати коло діаметром **3.4 мм** та вставити у перехрестя вертикальної осі та другої горизонтальної осі, а також у перехрестя ліній сітки з координатами кроків **2, 2; 30, 18; 32, 2**.

За допомогою команди **Trim** (Відрізати) видалити зайві частини осей.

Результат наведений на рис. 6.10.

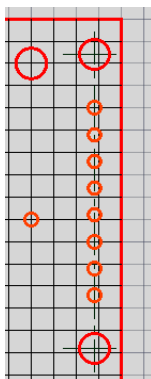


Рисунок 6.10 – Група отворів для установки з'єднувача

6.2.1.7 Створення провідникового шару

Зробити поточним шар **Провідники**.

Друковані провідники креслити за допомогою команди **Line** (Відрізок), використовуючи прив'язки **Intersection** (Перетин) або **Nearest** (Найближча). Прив'язку за кроком при цьому вимкнути.

Результат наведений на рис. 6.11.

6.2.1.8 Маркування

Зробити поточним шар **Маркування**.

За допомогою однорядкового тексту, шрифт **2.5**, кут повороту **0**, нанести маркувальні символи "**E**", "**+**" та "**I**" відповідно до рис. 6.12.

6.2.1.9 Виділення виносного елемента

Зробити поточним шар *Тонка*.

За допомогою команди **Circle** (Коло) накреслити навколо одного з кріпильних отворів для установки з'єднувача коло довільним радіусом так, щоб його правий бік виходив за межі контуру плати.

За допомогою команди **Copy** (Копіювати) скопіювати це коло до другого кріпильного отвору для установки з'єднувача.

Увімкнути прив'язку **Quadrant** (Квадрант) та з'єднати створені кола відрізками прямих.

За допомогою команди **Trim** (Відрізати) видалити зайві частини кіл.

На цьому створення головного виду друкованої плати закінчене. Результат наведений на рис. 6.13.

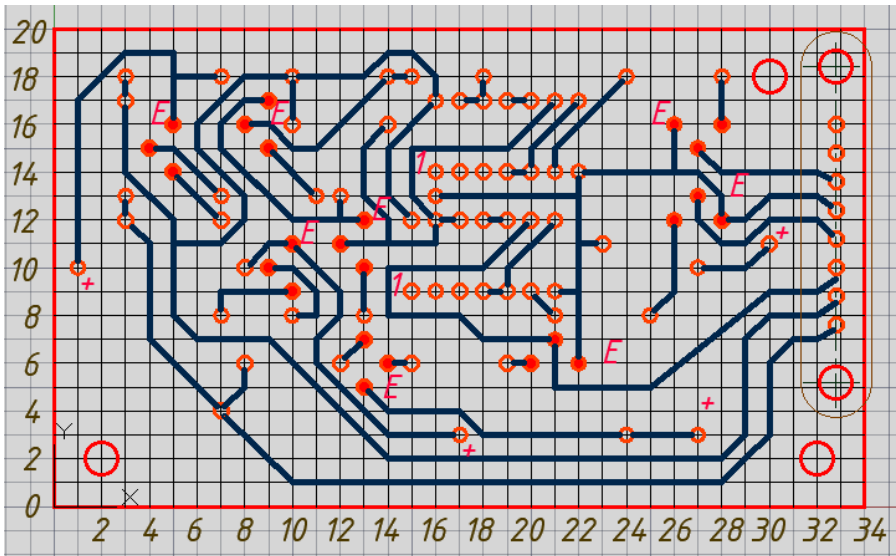


Рисунок 6.13 – Головний вид друкованої плати

6.2.2 Створення виносного елемента

Виділити виносний елемент на головному виді відповідно до рис. 6.14, після чого скопіювати його на вільну частину віртуального простору **Модель** (рис. 6.15).

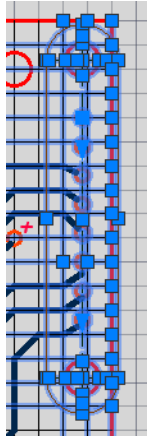


Рисунок 6.14 – Виділення виносного елемента

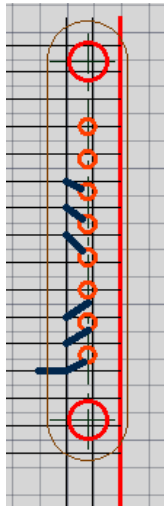


Рисунок 6.15 – Копіювання виносного елемента

За допомогою команди **Trim** (Відрізати) видалити зайві частини ліній сітки та інших елементів зображення.

За допомогою команди **Rotate** (Повернути) повернути зображення виносного елемента на 90° .

Результат наведений на рис. 6.16.

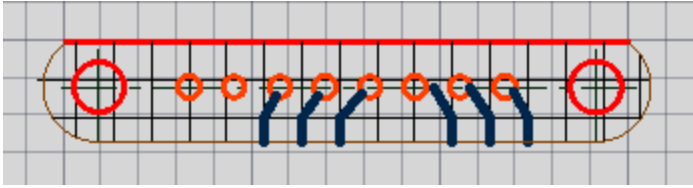


Рисунок 6.16 – Зображення виносного елемента

6.2.3 Вставка графічних зображень друкованої плати у простір Layout (Лист)

Креслення друкованої плати доцільно оформити на листі формату **A2верт**.

Зробити поточним шар **Видовий екран**, після чого перейти у простір листа **A2верт**. При цьому на стрічці з'являється контекстна вкладка **Layout** (Лист) (рис. 6.17).

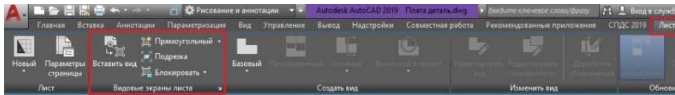


Рисунок 6.17 – Вміст контекстної вкладки **Layout** (Лист)

У групі команд **Видові екрани листа** вибрати тип видового екрану **Прямокутний** та виділити частину формату так, щоб з'явилось зображення креслення плати (рис. 6.18).

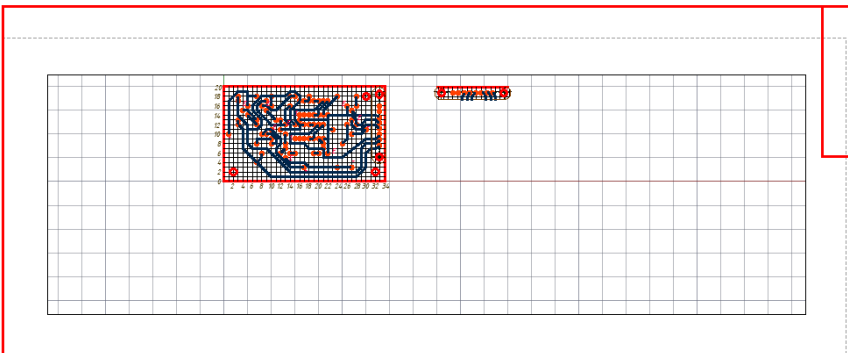



Рисунок 6.18 – Зображення плати у видовому екрані простору **Layout** (Лист)

Зробити активним видовий екран, клацнувши ЛКМ на його межі, після чого перейти у режим моделі, натиснувши кнопку **Model** (Модель) у рядку стану (рис. 6.19).



Рисунок 6.19 – Перехід у режим **Model** (Модель) у просторі **Layout** (Лист)

Знаходячись у режимі моделі, у рядку стану вимкнути сітку та встановити масштаб зображення **2:1**. За допомогою панорамування **Pan** перемістити зображення так, щоб у видовому екрані раціонально розташувався головний вид плати.

По закінченні за допомогою кнопки  на рядку стану заблокувати видовий екран та перемкнутися у режим листа.

Зображення головного виду друкованої плати у видовому екрані простору **Layout** (Лист) наведене на рис. 6.20.

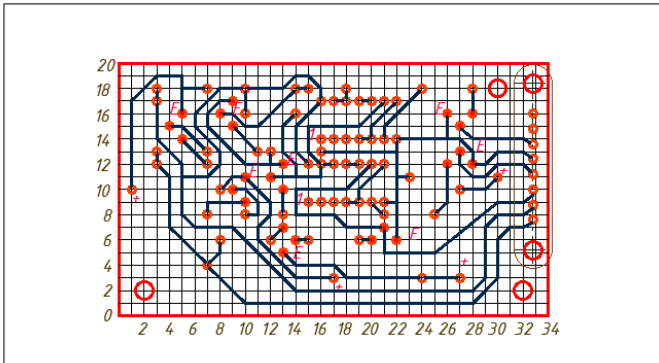


Рисунок 6.20 – Зображення головного виду друкованої плати у видовому екрані простору **Layout** (Лист)

Аналогічним чином вставити у другий видовий екран зображення виносного елемента у масштабі **2.5:1**.

Слід відмітити, що масштаб **2.5:1** відсутній серед списку масштабів, які пропонуються за замовчання. Щоб його додати, слід у списку масштабів обрати **Користувальницький**, у діалоговому вікні

Редагування масштабів креслення обрати **Додати масштаб** та ввести потрібні значення масштабу (рис. 6.21).

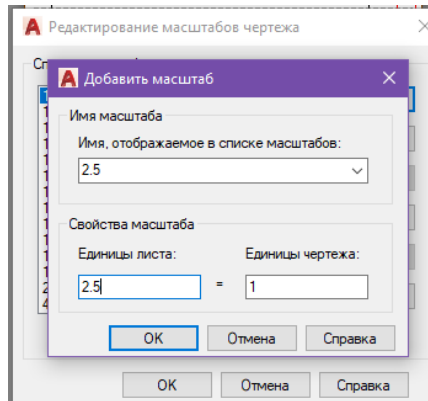


Рисунок 6.21 – Додавання масштабу

По закінченні створення видів межі видових екранів залишаються на кресленні та будуть виводитися на друк. Щоб цього уникнути, досить вимкнути шар **Видовий екран**.

Графічні зображення видів друкованої плати у просторі **Layout** (Лист) наведені на рис. 6.22.

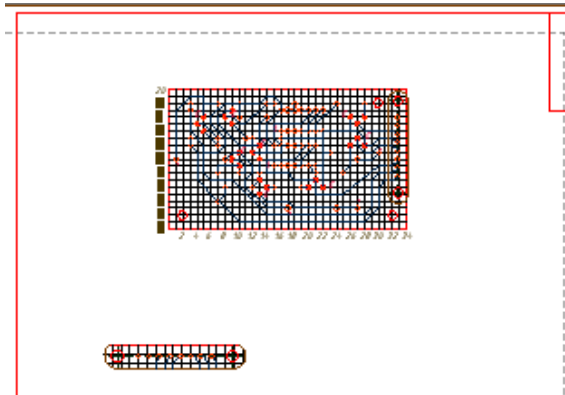


Рисунок 6.22 – Графічні зображення видів друкованої плати у просторі **Layout** (Лист)

Уся подальша робота з кресленням відбуватиметься у просторі **Layout** (Лист).

6.2.4 Остаточне оформлення креслення

6.2.4.1 Проставлення розмірів

Зробити поточними шар *Розмірна* та стиль розмірів *A3 допуск* і нанести розміри з допуском $\pm 0,2$ відповідно до рис. 6.23.

Зробити поточним стиль розмірів *A3* та нанести решту розмірів.

Зробити поточним стиль мультивиноски *Товщина* та нанести товщину деталі на виносці у вигляді *s1,0**.

Результат наведений на рис. 6.24.

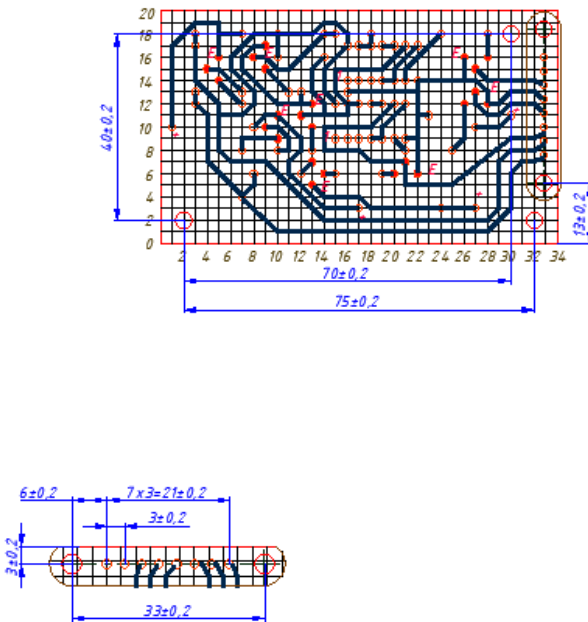


Рисунок 6.23 – Проставлення розмірів з допуском $\pm 0,2$

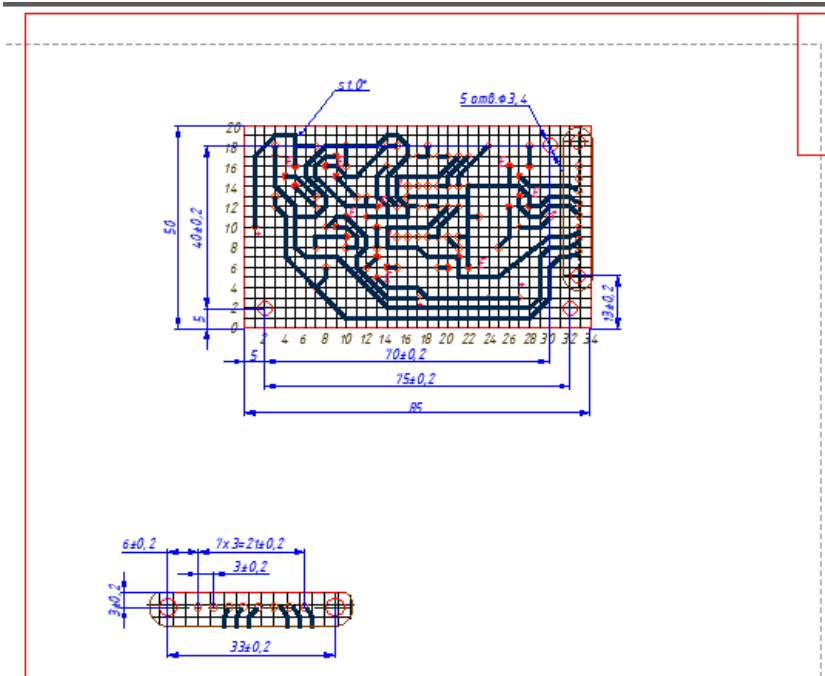
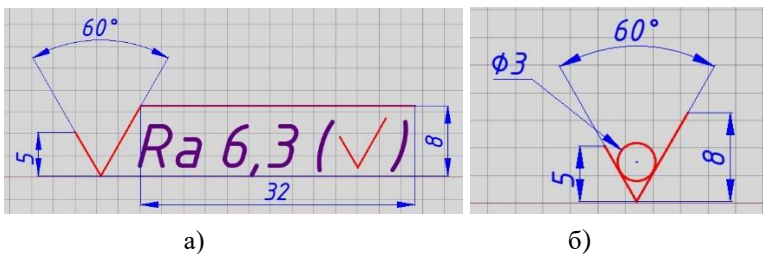


Рисунок 6.24 – Проставлення решти розмірів

6.2.4.2 Проставлення шорсткості

Передня та задня поверхні друкованої плати не підлягають механічній обробці, тому до них треба проставити знак шорсткості "Без механічної обробки". Решта поверхонь має шорсткість за **Ra 6,3**.

Перейти у простір **Model** (Модель) та накреслити зображення знаків шорсткості відповідно до рис. 6.25 а, б.



а)

б)

Рисунок 6.25 – Знаки шорсткості

З зображення знаку шорсткості без механічної обробки створити блок з назвою "**Без обробки**". У якості базової точки вказати нижній кут зображення.

Перейти у простір листа **A2 верт**, увімкнути шар **Видовий екран**, зробити його поточним та створити новий видовий екран у правому верхньому куті креслення. Вставити у нього знак загальної шорсткості у масштабі **1:1**, після чого вимкнути шар **Видовий екран**.

Вставити на лист **A2 верт** блок **Без обробки** та приєднати його базову точку до лінії мультивиноски, повернувши знак таким чином, щоб він утворював з лінією мультивиноски кут **90°**. За допомогою команди **Rotate** (Повернути) при увімкненій опції **Copy** (Копія) зробити копію знаку, обернену на кут **180°**.

Результат наведений на рис. 6.26.

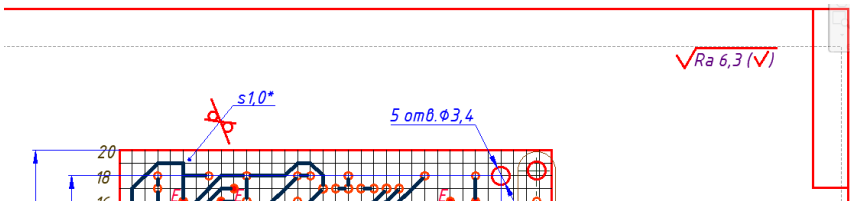


Рисунок 6.26 – Проставлення шорсткості

6.2.4.3 Створення таблиць

Зробити поточним шар **Таблиця**.

Створити стиль таблиці з назвою **Моя таблиця**.

Параметри стилю:

- для комірок **Назва**: вирівнювання **Середина ліворуч**, стиль тексту **GOST 2.304 курсив**, висота тексту **6.0**, межі – **нижні**;
- для комірок **Заголовок** та **Дані**: вирівнювання **Середина за центром**, стиль тексту **GOST 2.304 курсив**, висота тексту **4.5**, межі – **усі**.

Створити **Таблицю 1**.

Кількість стовпців – **4**, кількість рядків з даними – **2**.

При заповненні комірок налаштувати формат:

- для комірок A3, A4 – за замовчанням;
- для комірок B3, B4 – відповідно до рис. 6.27;
- для комірок C3, C4 – відповідно до рис. 6.28;
- для комірок D3, D4 – відповідно до рис. 6.29.

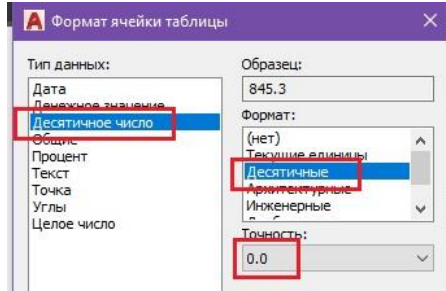


Рисунок 6.27 – Формат комірок B3, B4

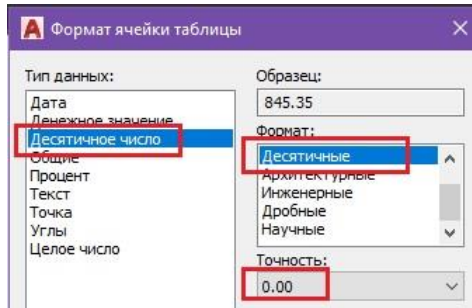


Рисунок 6.28 – Формат комірок C3, C4

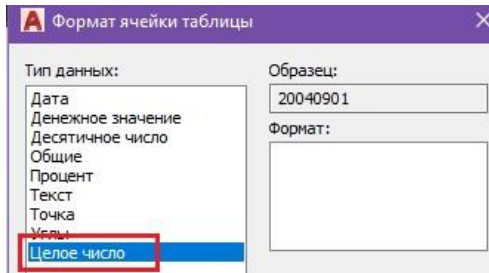


Рисунок 6.29 – Формат комірок D3, D4

У комірку A3 вставити блок **Отвір 0.8** у масштабі **4:1**.
 У комірку A4 вставити блок **Отвір 1.1** у масштабі **4:1**.
 Заповнити даними решту таблиці відповідно до рис. 6.30.



<i>Таблиця 1</i>			
<i>Умовне позначення отвору</i>	<i>Діаметр отвору, мм</i>	<i>Діаметр КП, мм</i>	<i>Кількість отворів</i>
	<i>0.8</i>	<i>2.08</i>	<i>72</i>
	<i>1.1</i>	<i>2.43</i>	<i>32</i>

Рисунок 6.30 – Таблиця 1

Створити *Таблицю 2*.

Кількість стовпців – 3, кількість рядків з даними – 3.

При заповненні комірок налаштувати формат:

– для комірок B4:B5 – відповідно до рис. 6.26;

– для комірок C4:C5 – відповідно до рис. 6.27;

– для решти комірок – за замовчанням.

Для комірок A4, A5 встановити вирівнювання *Середина ліворуч*, для решти комірок з даними залишити вирівнювання *Середина за центром*.

Об'єднати комірки A2 і A3 та B2 і C2 та заповнити таблицю даними відповідно до рис. 6.31.

<i>Таблиця 2</i>		
<i>Параметри елементів друкованої плати</i>	<i>Розміри, мм</i>	
	<i>у вільних місцях</i>	<i>у вузьких місцях</i>
<i>Ширина провідника</i>	<i>0.3</i>	<i>0.15</i>
<i>Відстань між провідниками, КП, провідником та КП</i>	<i>0.3</i>	<i>0.15</i>

Рисунок 6.31 – Таблиця 2

6.2.4.4 Позначення виносного елемента

Створити новий стиль мультивиnosки *Виносний елемент* на основі стилю *Товщина*. Налаштування стилю *Виносний елемент*

залишити такими самими, як і стилю **Товщина**, змінивши символ стрілки на вкладці **Формат виноски** на **Ні** (рис. 6.32).



Рисунок 6.32 – Налаштування стилю мультивиноски **Виносний елемент**

Зробити поточними шар **Розмірна** і стиль **Виносний елемент** та створити виноску від виносного елемента на головному виді (рис. 6.33).

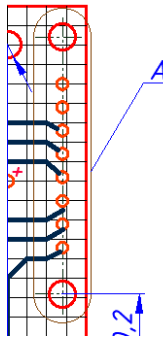


Рисунок 6.33 – Позначення виносного елемента на головному виді

Позначити виносний елемент, зробивши над ним напис відповідно до рис. 6.34. Напис зручніше робити за допомогою багаторядкового тексту; знак повороту накреслити окремо та вставити у проміжок між символами тексту.

$A \circ 90^\circ (2,5:1)$

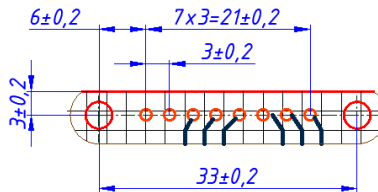


Рисунок 6.34 – Позначення виносного елемента

6.2.4.5 Нанесення технічних вимог

Зробити поточним шар *Текст*.

За допомогою багаторядкового тексту нанести текст технічних вимог, розташувавши їх над основним написом на ширині **185 мм**. При цьому відстань між останнім рядком технічних вимог та основним написом повинна бути не менш **15 мм**.

Параметри тексту:

- тип списку: *нумерований*;
- позиція табуляції (за допомогою лінійки): **10 мм**;
- висота тексту **5**;
- міжрядковий інтервал: **1.2500x**.

Вміст технічних вимог наведений на рис. 6.35.

6.2.4.6 Заповнення основного напису

Основний напис рекомендується заповнювати за допомогою однорядкового тексту, заповнюючи графі шрифтом відповідної висоти. Прив'язки при цьому доцільно вимкнути.

Висота шрифту для граф:

- прізвища та кількість аркушів – **2,5**;
- маса, масштаб, матеріал, назва установи – **3,5**;
- назва виробу – **5**;
- децимальний номер – **7**.

Заповнений основний напис наведений на рис. 6.36.

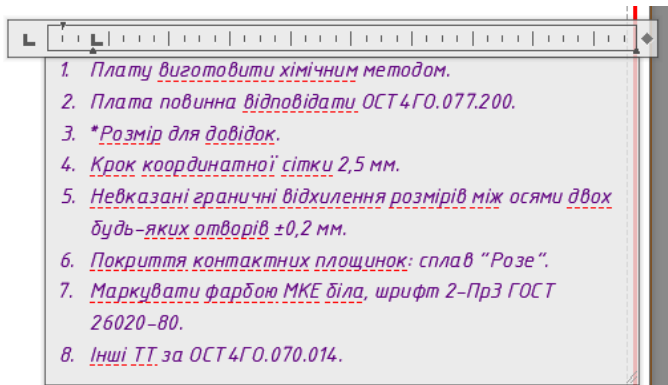


Рисунок 6.35 – Технічні вимоги

					<i>НУЗП.758712.001</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Плата друкована</i>	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Коваль</i>						8,5 г	2:1
<i>Перевір.</i>	<i>Поспеєва</i>							
<i>Т. контр.</i>						<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів 1</i>	
<i>Н. контр.</i>	<i>Поспеєва</i>				<i>Склотекстоліт СФ-1-35-1,0 ГОСТ 10318-78</i>			
<i>Затв.</i>	<i>Ефименко</i>				<i>НУЗП, зр. РТ-512</i>			

Рисунок 6.36 – Заповнений основний напис

Скопіювати текст децимального номеру, повернути його на кут 90° та вставити до додаткової графі відповідно до рис. 6.37.

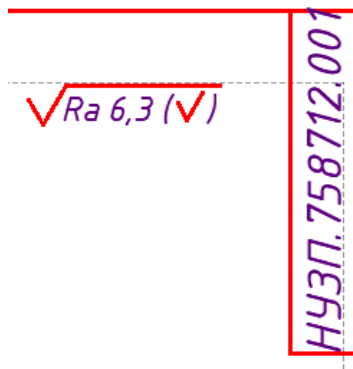


Рисунок 6.37 – Децимальний номер у додатковій графі
Остаточний вигляд креслення наведений на рис. 6.38.

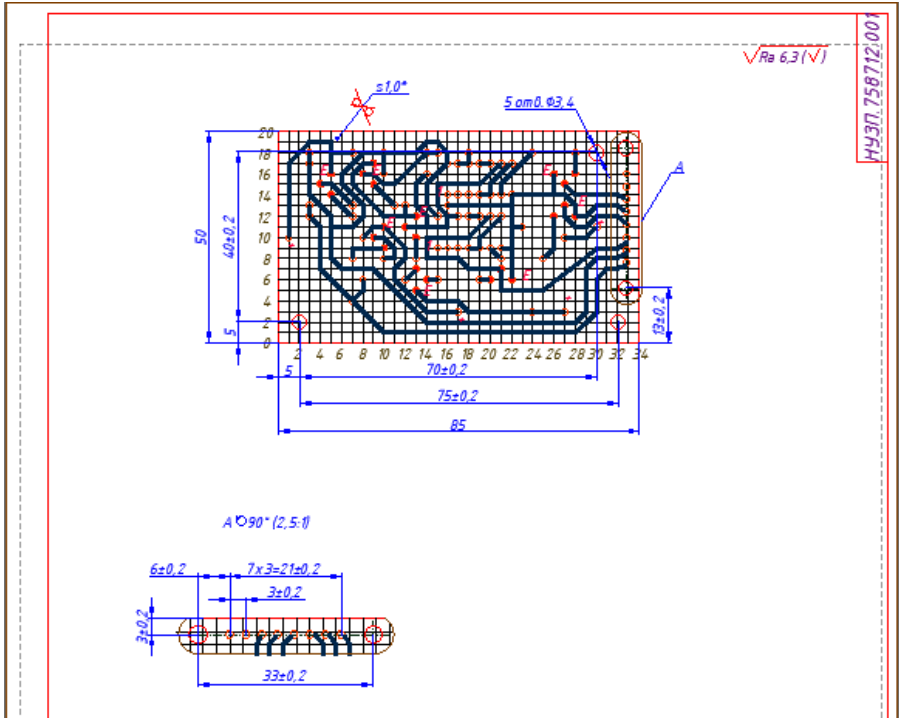


Рисунок 6.38 – Креслення деталі друкованої плати

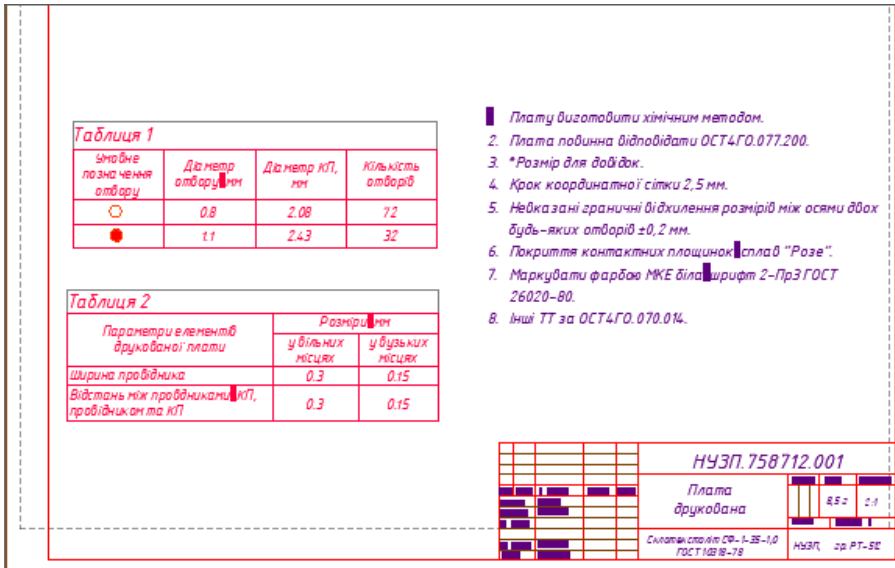


Рисунок 6.38, аркуш 2

6.3 Зміст звіту

6.3.1 Тема та мета роботи.

6.3.2 Короткий опис дій зі створення робочого креслення друкованої плати.

6.3.3 Файл з робочим кресленням друкованої плати або скріншоти з зображеннями видів з розмірами, виносками та позначеннями шорсткості, невказаної шорсткості, таблиць, технічних вимог та основного напису.

6.3.4 Висновки з роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1 Робота у середовищі AutoCAD. Конспект лекцій з дисциплін "Комп'ютерна графіка", "Основи геометричного та графічного моделювання" для студентів спеціальностей 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 172 "Телекомунікації та радіотехніка" усіх форм навчання / Уклад.: Ірина ПОСПЕЄВА – Запоріжжя: НУЗП, 2023. – 231 с.

2 Кириллова, Т. И. Компьютерная графика AutoCAD 2018 [Текст]: учебное пособие / Т.И. Кириллова, С.А. Поротникова, Н. В. Семенова; под общ. ред. доц., канд. техн. наук Н. В. Семеновой. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 224 с.

3 Поморцева Е. Е. Использование AutoCAD для решения профессиональных задач. Лабораторный практикум [Текст]: учеб. пособие / Е. Е. Поморцева; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2018. – 195 с.

4 Разработка чертежей и проектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cad-project.ru/>

5 СтройМетПроект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroymetproekt.ru/>

6 Autodesk Knowledge Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/>

7 V портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drawing-portal.com/>

ДОДАТОК А

ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ 3

А.1 Варіанти завдань для створення плоскої деталі

Варіанти для створення плоскої деталі наведені на рис. А1 – А15.

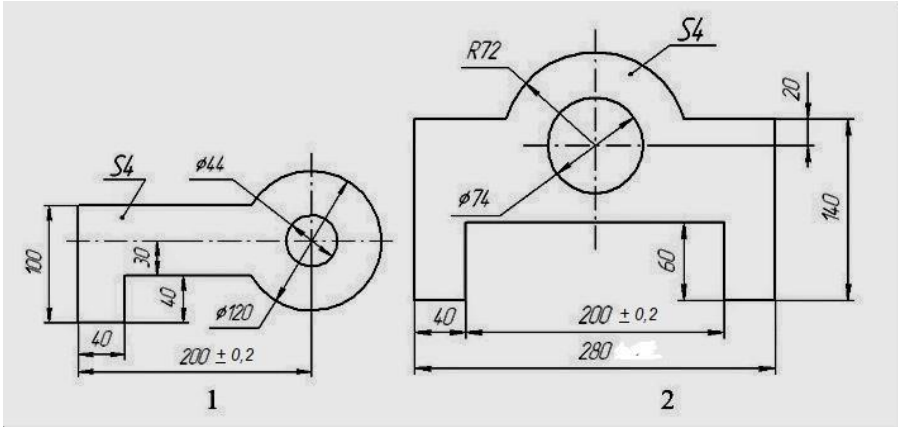


Рисунок А.1 – Варіанти 1, 2

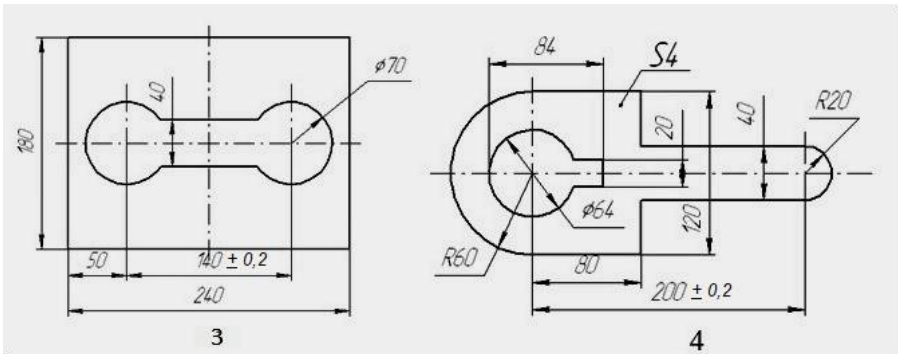


Рисунок А.2 – Варіанти 3, 4

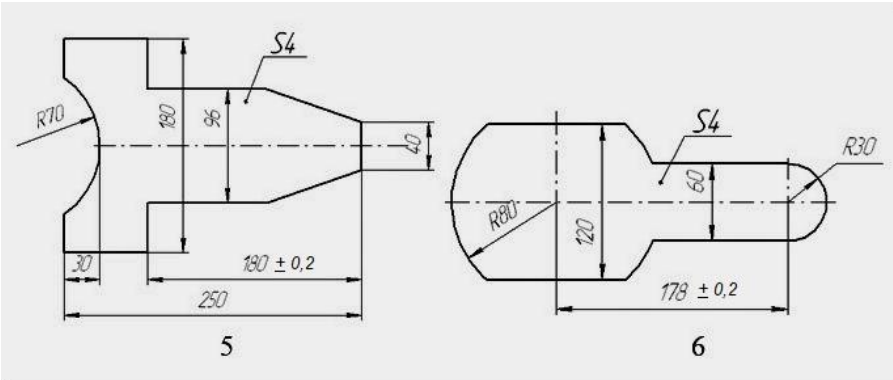


Рисунок А.3 – Варіанти 5, 6

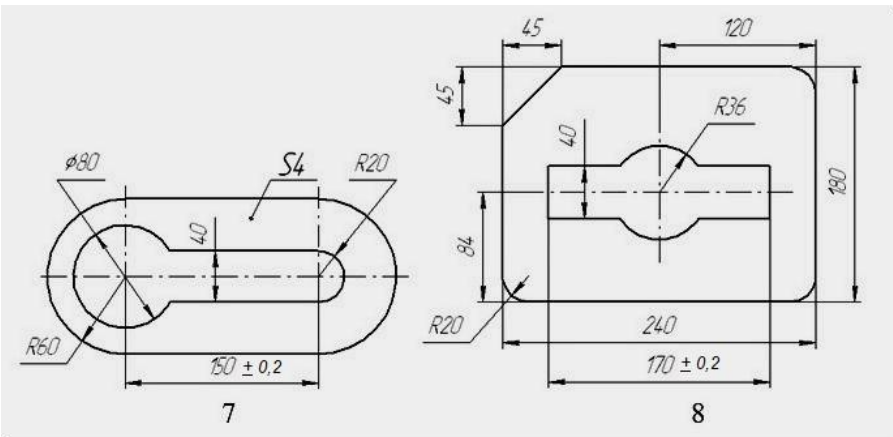


Рисунок А.4 – Варіанти 7, 8

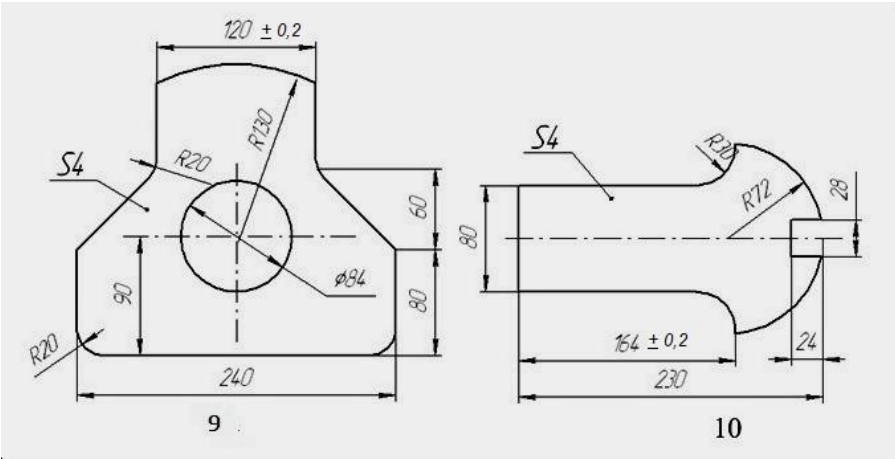


Рисунок А.5 – Варіанти 9, 10

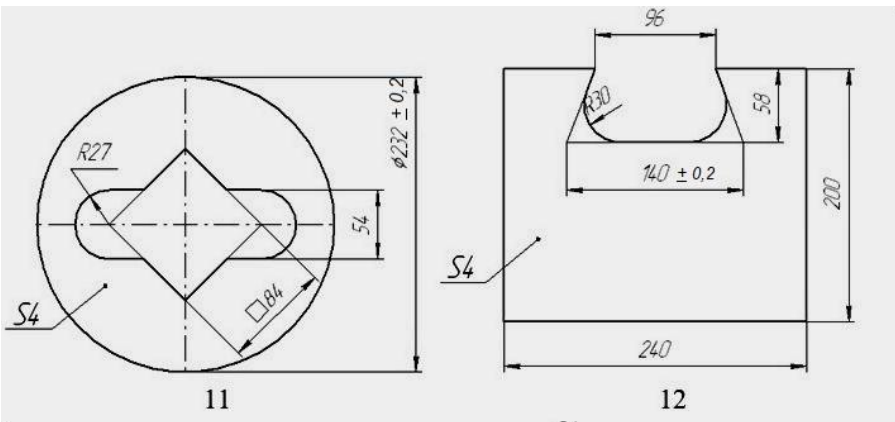


Рисунок А.6 – Варіанти 11, 12

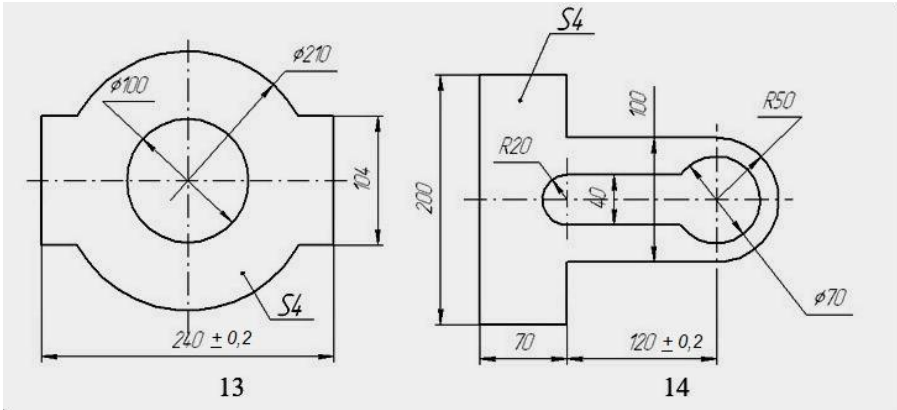


Рисунок А.7 – Варіанти 13, 14

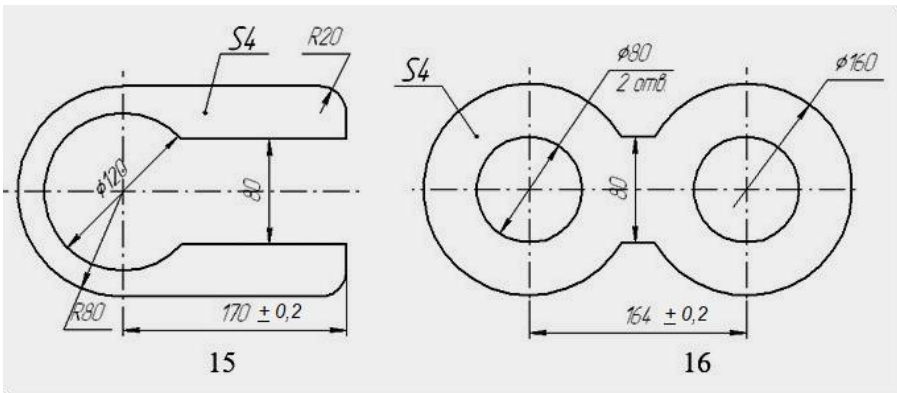


Рисунок А.8 – Варіанти 15, 16

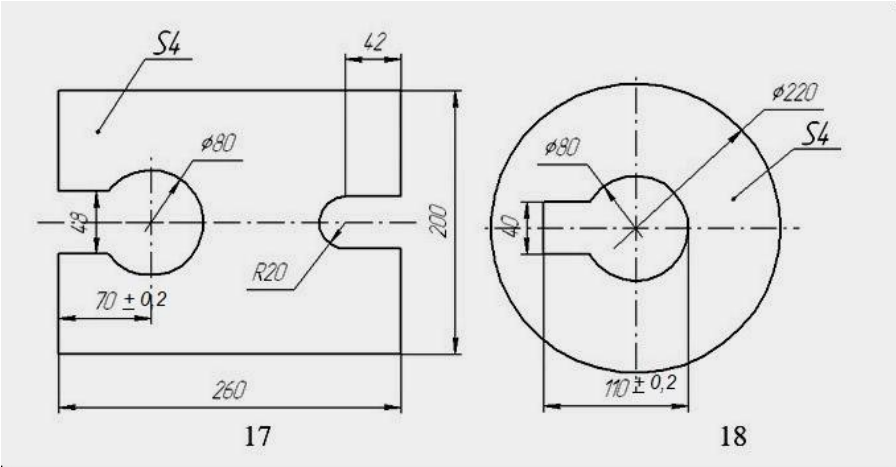


Рисунок А.9 – Варіанти 17, 18

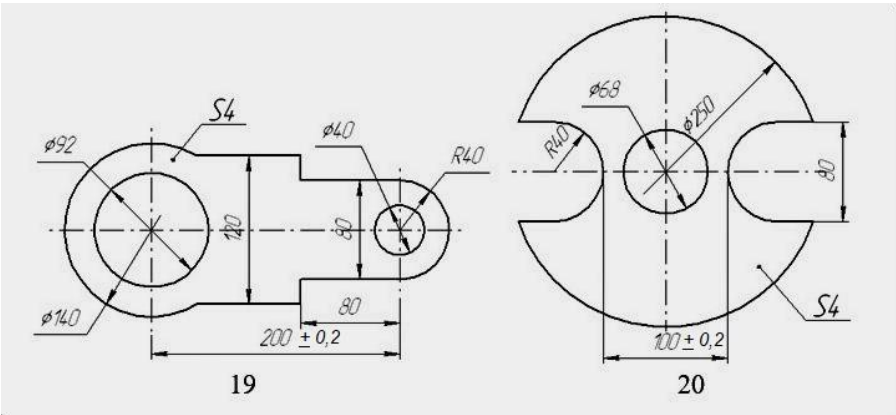


Рисунок А.10 – Варіанти 19, 20

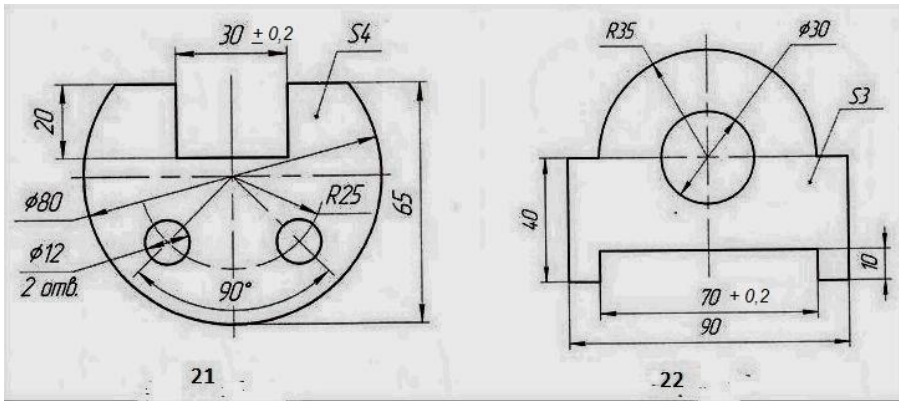


Рисунок А.11 – Варіанти 21, 22

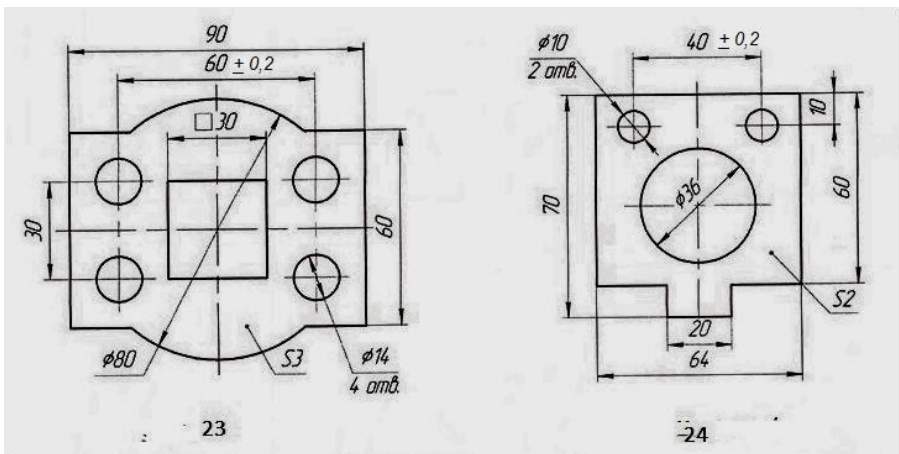


Рисунок А.12 – Варіанти 23, 24

A.2 Варіанти завдань для створення креслення валу

Креслення валу наведено на рис. А16, а його розміри за варіантами – у табл. А.1, А.2.

Розміри усіх фасок для усіх варіантів: $2 \times 45^\circ$.

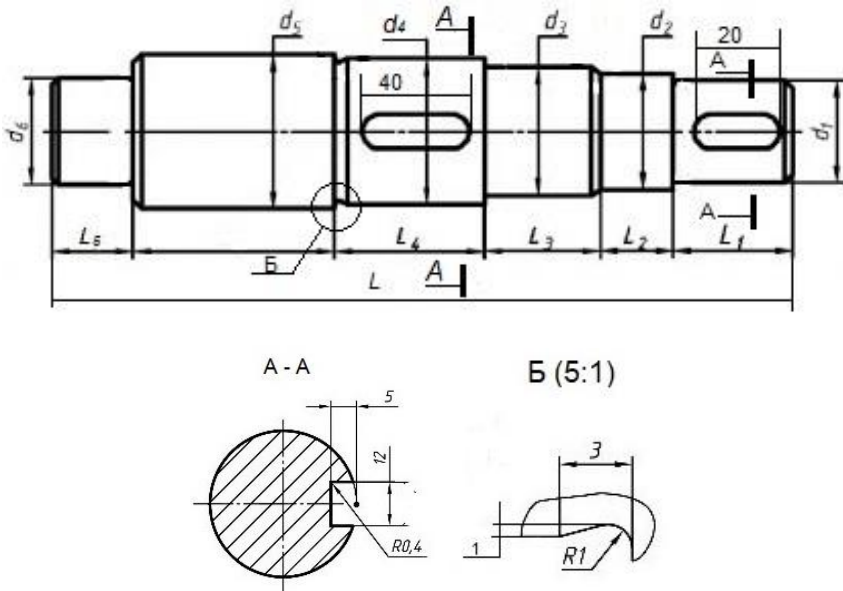


Рисунок А.16 – Креслення валу

Таблиця А.1 – Лінійні розміри валу відповідно до варіантів

Розмір Варіант	L ₁ , мм	L ₂ , мм	L ₃ , мм	L ₄ , мм	L ₅ , мм	L, мм	
						виконан- ня 00	виконан- ня 01
1	25	15	20	45	20	160	220
2	28	10	28	50	15	180	200
3	30	12	30	55	12	200	220
4	32	14	22	48	18	175	240
5	36	16	16	45	20	200	250
6	36	20	18	55	22	220	240
7	24	12	32	60	24	190	250
8	25	8	28	54	25	240	300
9	30	10	24	56	18	230	215
10	34	15	25	55	16	185	225
11	36	12	26	60	12	190	215
12	32	14	18	50	8	200	240
13	30	16	20	48	10	210	260
14	24	18	15	46	16	215	255
15	25	20	10	55	22	195	225
16	26	22	22	50	15	180	235
17	28	15	24	48	24	190	220
18	30	12	30	52	12	200	240
19	32	10	32	65	14	220	280
20	36	8	18	64	10	210	235
21	35	10	24	58	15	185	200
22	34	15	25	55	8	160	180
23	25	16	18	48	12	240	300
24	24	18	20	56	24	210	240
25	32	20	30	64	20	200	275
26	36	16	22	50	18	190	250
27	28	20	26	52	15	210	260
28	25	22	30	48	16	185	220
29	24	18	28	45	10	160	190
30	30	26	34	50	20	200	215

Таблиця А.2 – Діаметральні розміри валу відповідно до варіантів

Розмір Варіант	d ₁ , мм	d ₂ , мм	d ₃ , мм	d ₄ , мм	d ₅ , мм	d ₆ , мм
1	25	30	40	55	60	15
2	28	38	52	65	75	10
3	18	28	38	48	55	12
4	22	30	36	45	50	18
5	26	35	42	54	65	20
6	20	36	48	62	70	16
7	24	32	50	65	72	8
8	18	25	30	44	56	24
9	22	28	40	55	64	22
10	28	36	42	50	60	15
11	20	30	38	58	72	16
12	18	35	45	64	75	18
13	20	34	55	72	80	20
14	22	30	38	45	56	12
15	26	32	42	50	64	22
16	24	30	36	44	62	14
17	20	28	35	48	55	26
18	28	36	42	50	65	24
19	18	35	40	60	78	28
20	20	26	32	40	58	18
21	25	32	45	56	75	10
22	28	36	46	60	66	12
23	30	38	44	55	64	16
24	22	30	36	56	72	15
25	24	32	44	64	80	20
26	26	35	42	58	76	16
27	18	32	52	66	78	22
28	16	40	56	68	84	24
29	12	28	45	52	66	20
30	15	22	36	50	58	16