

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 44 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «___» _____ 2025р.
№ ___

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для проведення лабораторних занять
з навчальної дисципліни
«САПР»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
освітня програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри
робототехніки, електроенергетики та
автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна
25 серпня 2025 р., протокол № 07
Завідувач кафедри
_____ Олексій ГРОМОВИЙ

Гарант освітньо-професійної
програми
_____ Анна ГУМЕНЮК

Розробник: доктор філософії, доцент кафедри робототехніки,
електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна Антон КРАВЧУК

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	<i>Витуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 45/2</i>

Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «САПР» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітня програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна / Розробник А.Р. Кравчук. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2025. – 45 с.

Розробник: доктор філософії, доцент кафедри робототехніки,
електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна Антон КРАВЧУК

Рецензенти:

к.т.н., доцент, завідувач доцент кафедри РЕ та А ім. проф. Б.Б. Самотокіна

О.А. Громовий,

к.т.н., доцент, доцент кафедри РЕ та А ім. Проф. Б.Б. Самотокіна

А.А. Гуменюк

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 45/3</i>

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1	4
Знайомство з програмою для розробки креслень Abasom sPlan	
Лабораторна робота № 2	8
Вивчення базових та просунутих інструментів програми Abasom sPlan.	
Лабораторна робота № 3	16
Знайомство з програмою для розробки схем DrawIO	
Лабораторна робота № 4	19
Вивчення базових та просунутих інструментів програми DrawIO	
Лабораторна робота № 5	21
Ознайомлення з CAD-системою SolidWorks. Методи створення креслень.	
Лабораторна робота № 6	33
3D-моделювання в SolidWorks.	
Лабораторна робота № 7	38
Ознайомлення з програмним продуктом Fusion 360 Electronics.	
Лабораторна робота № 8	42
Вивчення основних інструментів роботи в Fusion 360 Electronics	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОКЗЗ-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/4

Лабораторна робота № 1

«Знайомство з програмою для розробки креслень Avasom sPlan»

Мета роботи – ознайомитись з призначенням та основними прийомами роботи в програмі для розробки креслень схем sPlan, навчитись виконувати креслення простих схем.

Теоретичні відомості.

Програма sPlan - простий та зручний інструмент для креслення електронних та електричних схем.

Загалом, програма sPlan дозволяє створювати та редагувати графічні схеми будь-якого змісту (електричні, гідравлічні, механічні) та типу (структурні, принципіві тощо), але першочерговим призначенням є креслення електричних принципівих схем як силової апаратури, так і електронних пристроїв. Це можливо завдяки набору стандартних електричних та електронних компонентів аналогової та цифрової техніки, які вже присутні в бібліотеках, що входять до поставки програми. З іншої сторони, користувачем можуть створюватись додаткові бібліотеки, або розширюватись стандартні бібліотеки, з метою додавання нових графічних компонентів (елементів або символів). На основі елементів з бібліотек зручно будувати креслення схем необхідного змісту. Дана програма дозволяє легко переносити символи компонентів з бібліотеки елементів на схему та прив'язувати їх до координатної сітки або до допоміжних прямих.

З іншої сторони, в програмі є ряд універсальних інструментів для креслення та редагування, які дозволяють креслити графічні елементи, відсутні в бібліотеках, а також виконувати деякі автоматичні операції, що робить розробку схем зручною та ефективною.

В верхній частині вікна знаходиться головне меню та верхня панель керування. В лівій частині – вікно (або панель) бібліотеки, що містить панель елементів (або примітивів) бібліотеки, випадаючий перелік сторінок бібліотеки, та панель керування бібліотеками (в нижній частині). Ширину панелі можна змінювати інтерактивно мишею, а також мишею упорядковувати елементи на панелі елементів бібліотеки.

Панель керування бібліотеками дозволяє:

- додати/ видалити стовбчик на панелі примітивів бібліотеки;
- ввімкнути/вимкнути показ імен примітивів;
- переходити до наступної/попередньої сторінки бібліотеки
- викликати діалогове вікно налаштувань бібліотек кнопкою шлях до бібліотеки, яке дозволяє:

- створювати нові та видаляти бібліотеки;
- вказувати шляхи до бібліотек (в тому числі через діалогове вікно "...");

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/5

– обирати поточну (активну) бібліотеку, елементи якої будуть показуватись на панелі примітивів (при цьому ім'я поточної бібліотеки показується на імені кнопки виклику вікна налаштувань)

– викликати вікно керування файлами бібліотек.

Кожна бібліотека має зберігатися в окремій папці на диску.

Основну частину вікна програми займає область побудови схеми (або головне вікно креслення), на якій зображується схема. Фон креслень схем завжди блідо-жовтого кольору. Додавання елемента в креслення виконується перетягуванням мишею компонента в область побудови схеми.

Між вікном бібліотеки та вікном креслення знаходиться панель інструментів, що слугує для креслення нових та редагування існуючих графічних примітивів.

В нижній частині вікна креслення знаходиться область закладок з іменами аркушів (окремих схем в кресленні). При клацанні на закладках можна переходити з одного аркуша до іншого. Клацання правою кнопкою миші дозволяє налаштувати параметри поточного аркушу креслення, додавати нові / копіювати або видаляти існуючі аркуші. Вікно зміни параметрів дозволяє задати ім'я, встановити орієнтацію та розмір аркуша по вертикалі та горизонталі.

Нижню частину вікна програми займає нижня панель керування (або статусна панель). На статусній панелі містяться секції (вікна) панелі, на яких показуються поточні координати курсору, величина кроку сітки та поточний масштаб перегляду (масштаб лупи), кнопка вмикання/вимикання прив'язки до сітки та кнопка з випадаючим списком кутової прив'язки.

Прив'язка до сітки забезпечує позиціонування курсору лише у вузлах сітки. Кутова прив'язка (вирівнювання за кутом) забезпечує проведення прямих лише під певними кутами (з певним кутовим кроком). При її відключенні прямі можна проводити під будь-яким кутом. Прив'язка до існуючих об'єктів в програмі не реалізована, але може бути досягнута опосередковано.

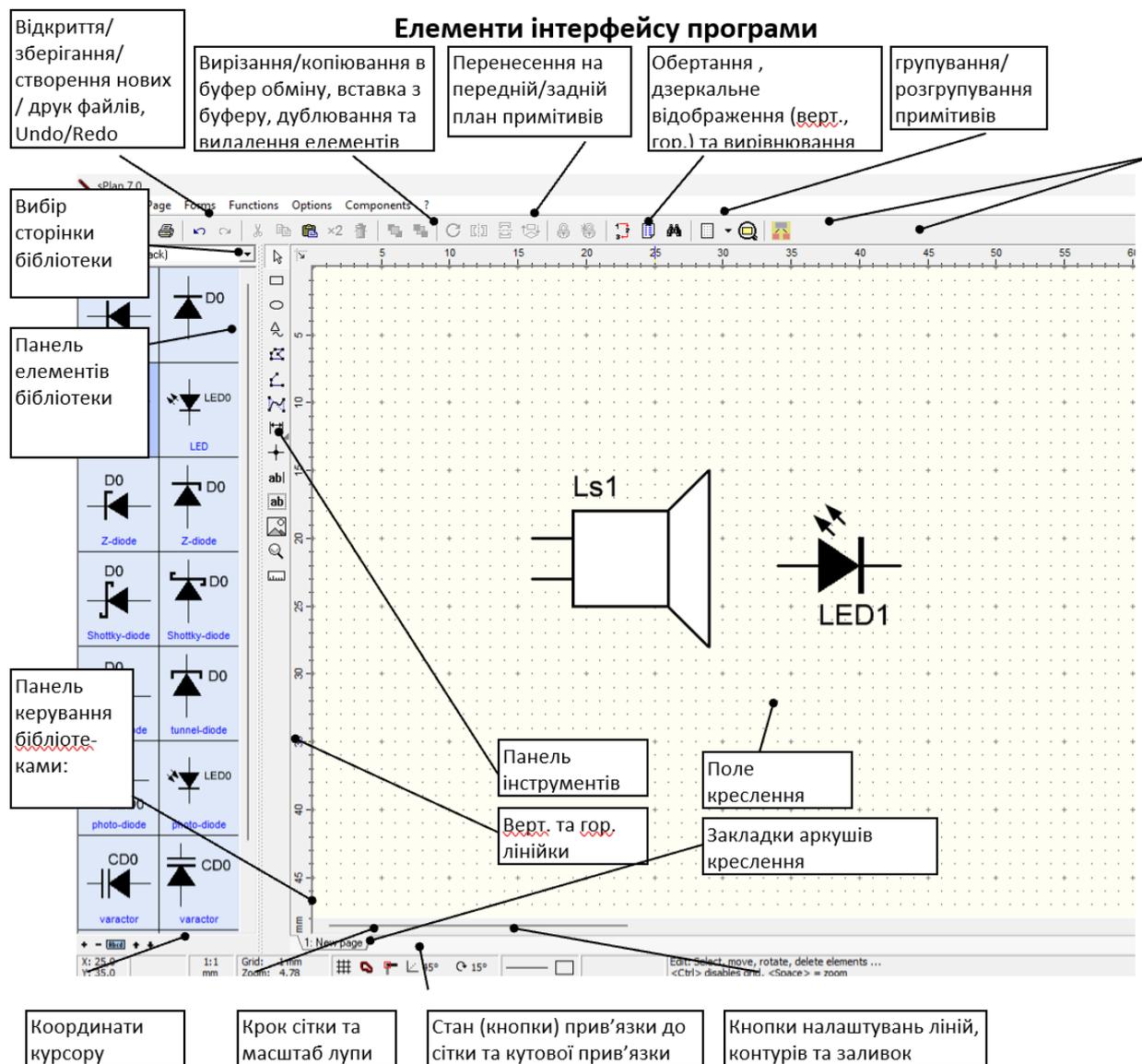
На одній з секцій статусної панелі керування міститься кнопка налаштувань параметрів ліній та кнопка налаштувань параметрів контурів та заливок.

Параметри налаштувань ліній актуальні для графічних примітивів, що утворюються лише лініями та не мають обов'язкової внутрішньої області (в даній програмі – це єдиний графічний примітив “лінія”). Можливо задати товщину лінії (в десятих долях мм), колір, стиль (суцільна, пунктирна, штрихова, штрих-пунктирна та штрих-пунктирна з двома крапками) та колір заповнення проміжкових ділянок лінії (для стилів, крім суцільного).

Параметри налаштувань контурів та заливок відносяться до примітивів, що мають обов'язкову внутрішню область (прямокутник, круг, багатогранник, фігура, точка з'єднання). Можливо задати ширину та колір контура, що обмежує фігуру, а також колір та стиль заповнення (суцільний та види штриховки: права/ліва/діагональний хрест/ гор./ верт./прямий хрест) для внутрішньої області

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10-05.01/141.001/Б/-ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/6

фігури. Малювання контура та/або внутрішньої заливки можна також взагалі вимкнути.

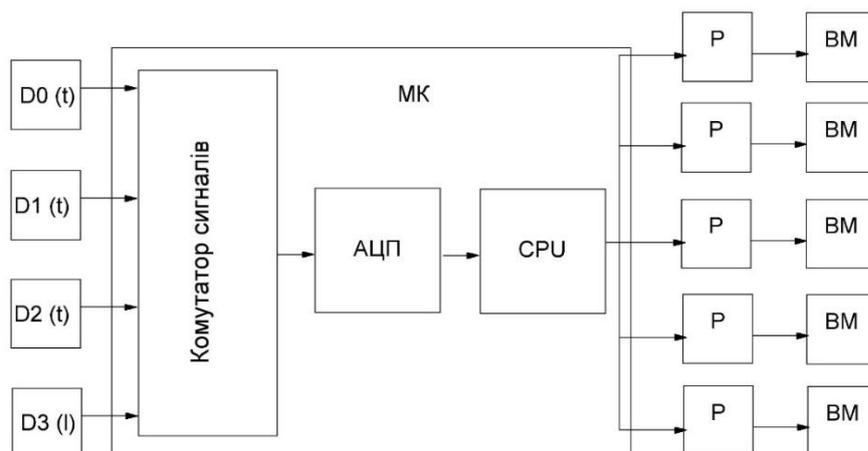


Порядок виконання

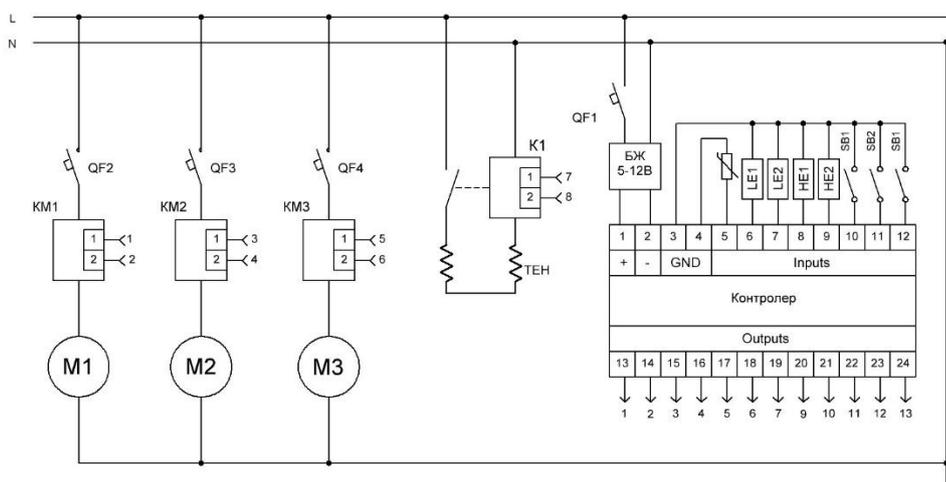
1. Ознайомитись з документацією по роботі в середовищі sPlan, що міститься у відповідному файлі допомоги.

2. За допомогою графічного редактора sPlan виконати креслення простої схеми електричної принципової або схеми системи автоматичного керування класичної структури (має містити наступні обов'язкові складові: регулятор, блок порівняння, об'єкт керування, а також інші, необхідні на думку студента, блоки). Приклади схем на рис. 1.1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1



а)



б)

Рис. 1.1 Приклади схем а) структурна схема; б) електрична принципова

3. За допомогою графічного редактора sPlan виконати креслення електричної принципової схеми довільного змісту. Схема має містити 10 довільних елементів з бібліотек програми та 15 з'єднань між елементами. Крок розташування елементів має бути кратним 5 мм.

4. Оформити звіт з лабораторної роботи.

Зміст звіту

В звіті навести теоретичні відомості по роботі з програмою (порядку 1 сторінки), креслення структурної та принципової електричної схем, детально (покроково) описати порядок побудови креслень (порядку 1-2 сторінок). Також навести висновки по роботі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/8

Лабораторна робота № 2

«Вивчення базових та просунутих інструментів програми Abacom sPlan»

Мета роботи – ознайомитись з додатковими можливостями програми для розробки креслень схем sPlan, навчитись працювати з формами документів, створювати власні елементи та бібліотеки компонентів.

Порядок виконання

1. За допомогою графічного редактора sPlan створити новий документ формату А4 (вертикальна орієнтація аркуша), створити для нього форму (шаблон), що повинна містити елементи оформлення креслень за формою 1 (рамку та основний напис першого аркуша креслень). Зразок основного напису наведено на рис. 2.1.

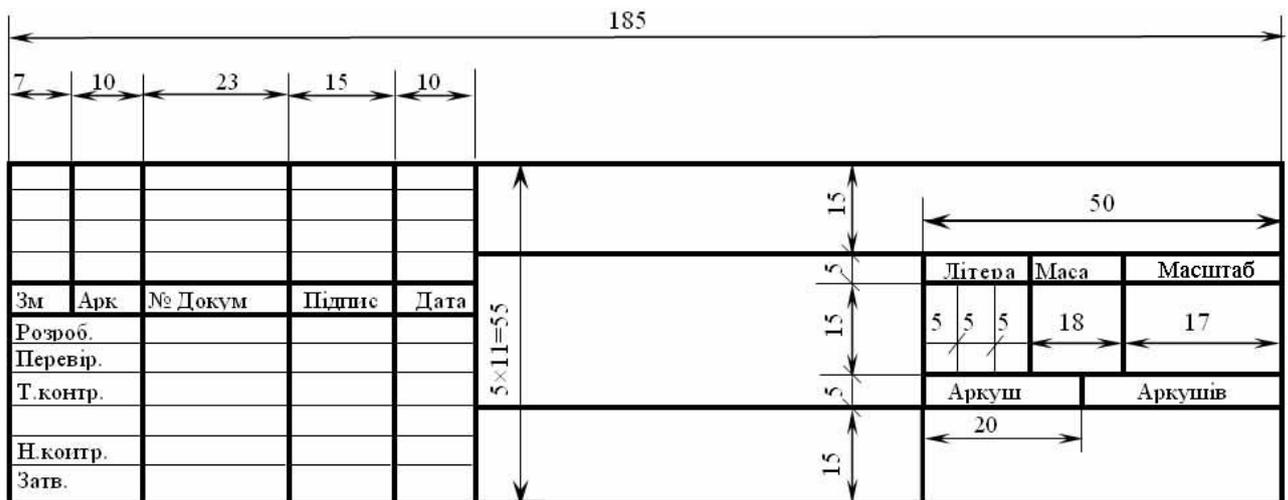


Рис. 2.1 Основний напис

2. Створити каталог для нової бібліотеки. Підключити нову бібліотеку до програми, вказавши шлях до каталогу. Скопіювати в нову бібліотеку необхідні сторінки з бібліотек Standard та User. Обрати новостворену бібліотеку активною. Створити нову сторінку в бібліотеці для власних елементів.

За допомогою графічного редактора sPlan виконати креслення елементів, заданих за варіантом, додати ці елементи в бібліотеку.

3. За допомогою графічного редактора sPlan виконати креслення електричної принципової схеми довільного змісту, що має містити по 3 екземпляри елементів з кожного, створеного за варіантом (табл. 1.1). Схема також має містити ще 8 довільних елементів з бібліотек програми та 20 з'єднань між елементами. В схемі навести текстові технічні вимоги довільного змісту (на власний розсуд студента – вимоги щодо виконання мікросхем, встановлення охолодження, вимог до розпаювання, умов експлуатації тощо), та створити таблицю під'єднання кіл живлення для нових розроблених елементів.

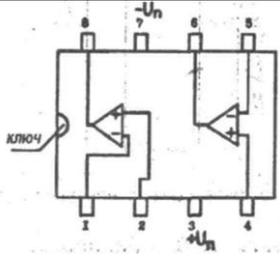
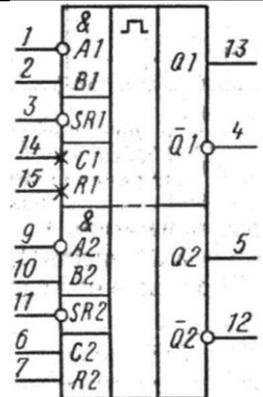
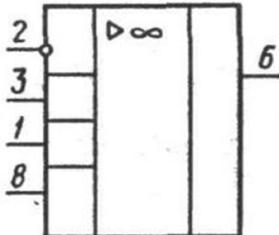
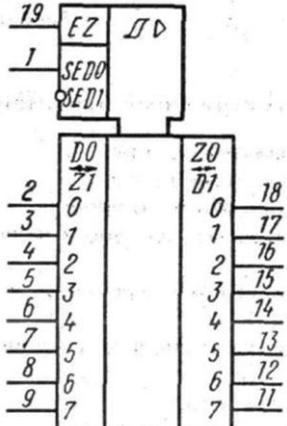
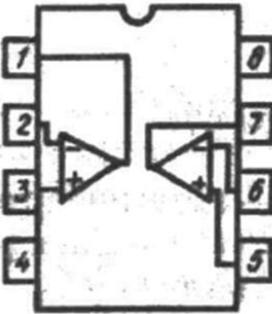
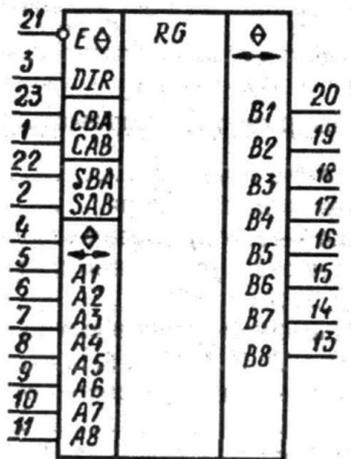
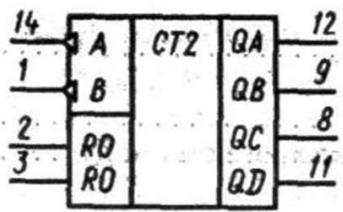
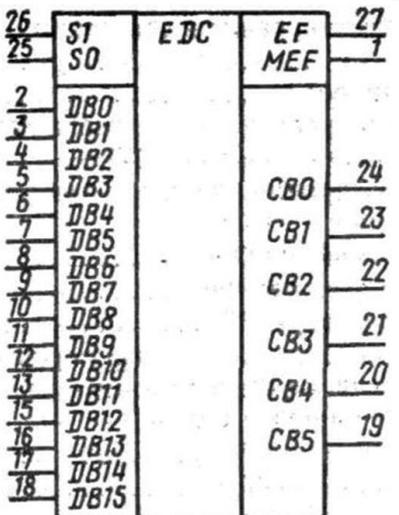
4. Оформити звіт з лабораторної роботи.

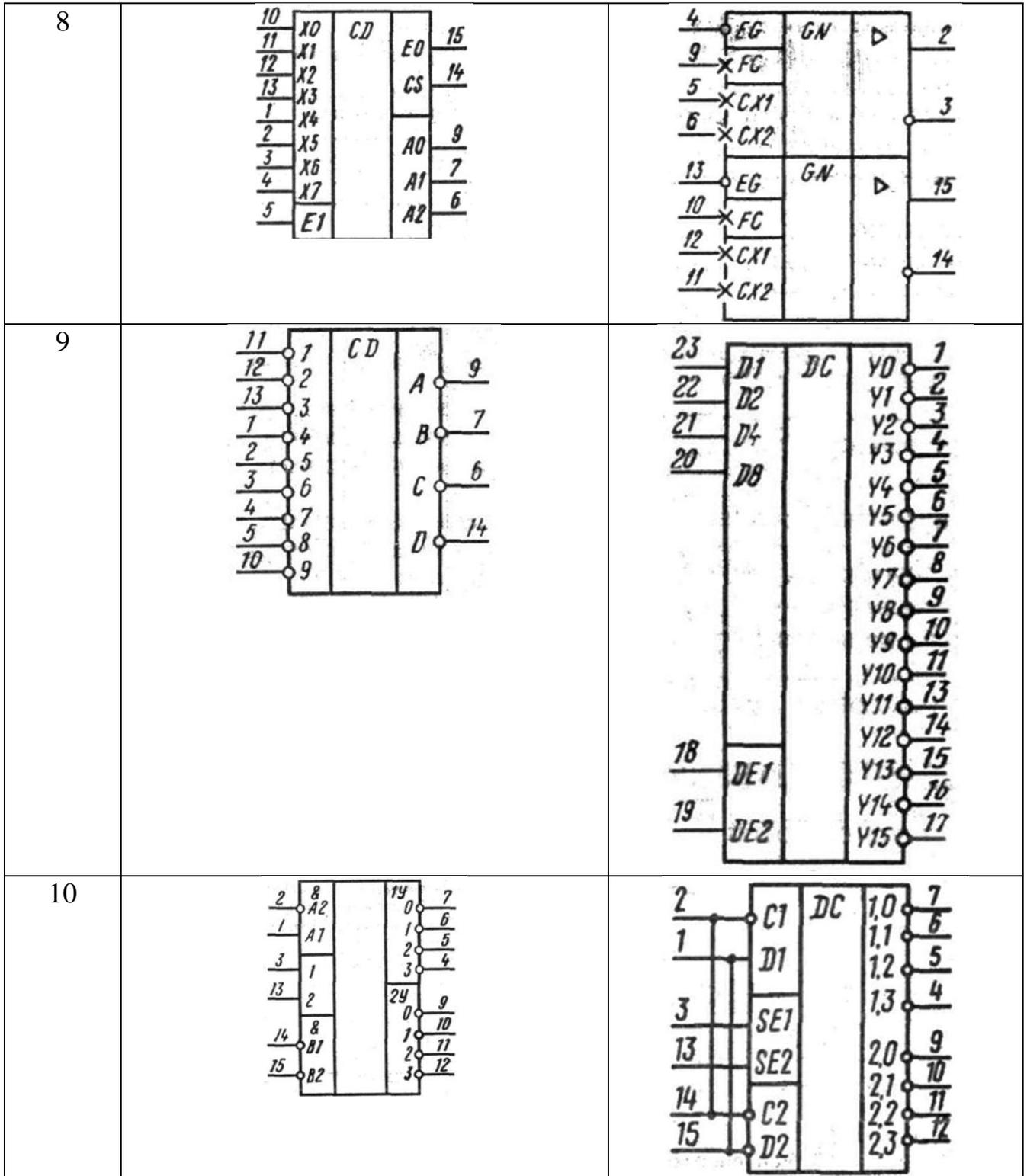
Зміст звіту

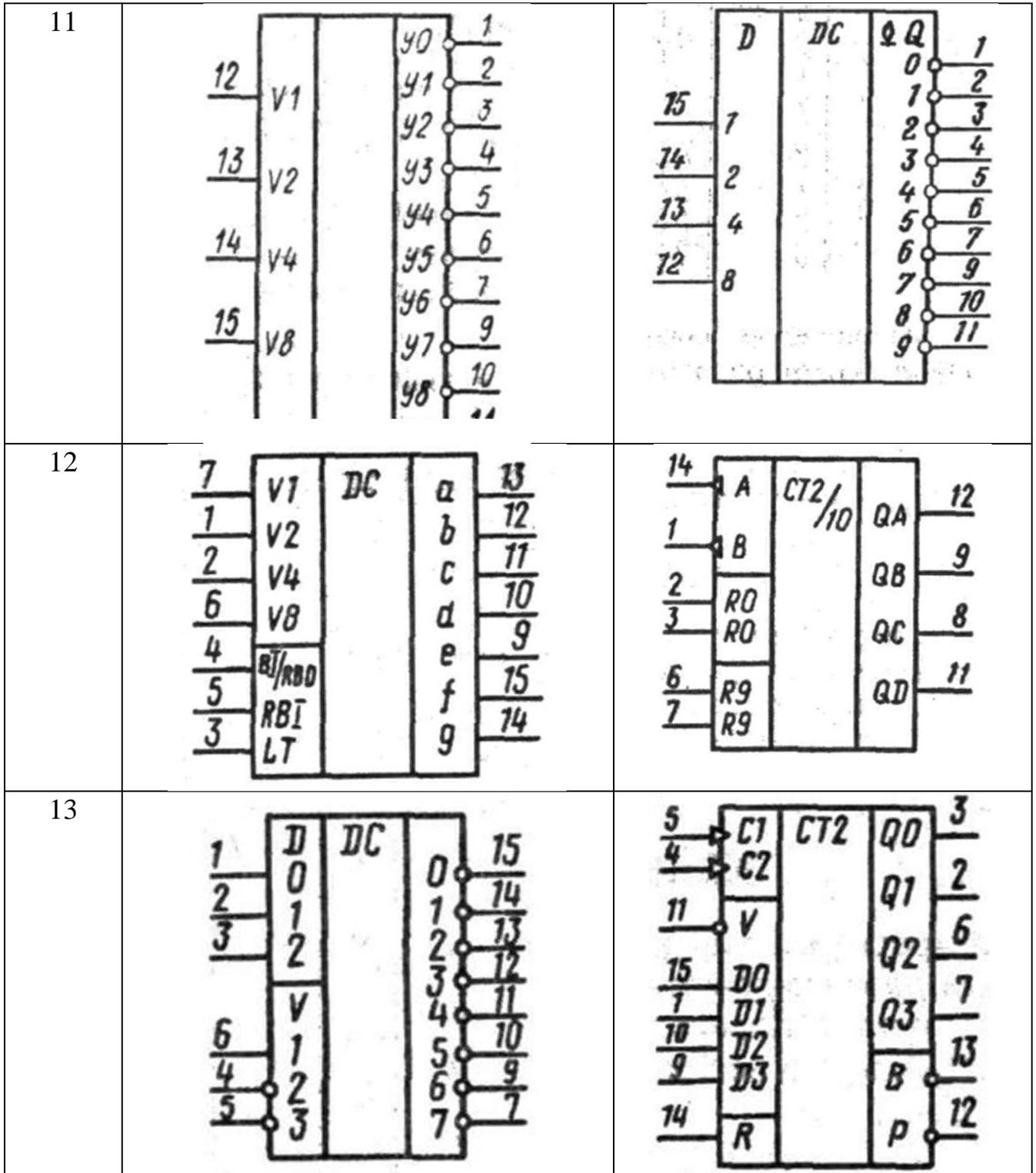
В звіті навести креслення розробленої принципової електричної схеми на форматі А4, перелік елементів, детально (покроково) описати порядок побудови креслення та створення елементів бібліотек (порядку 1-2 сторінок). Також навести висновки по роботі.

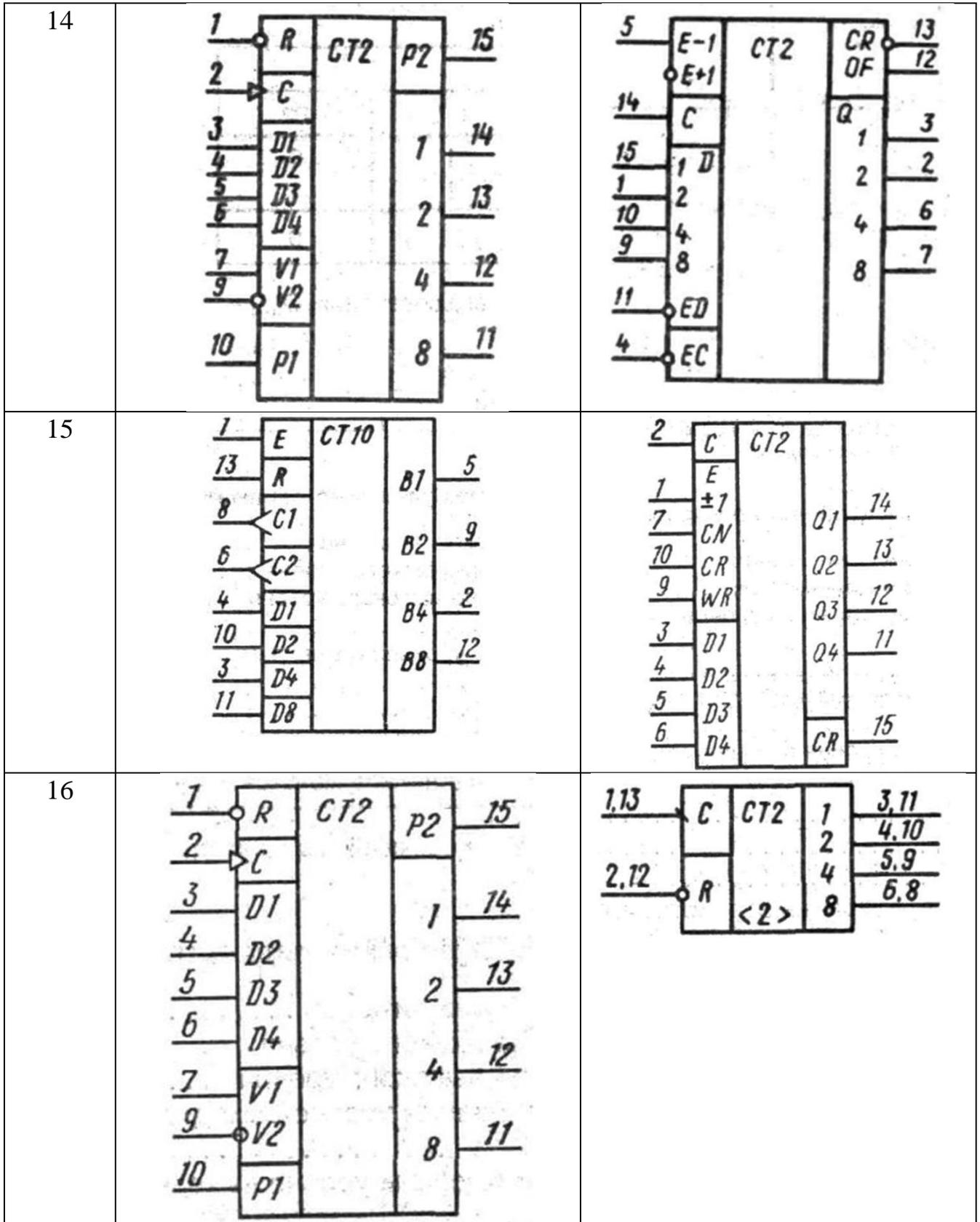
Таблиця 1.1

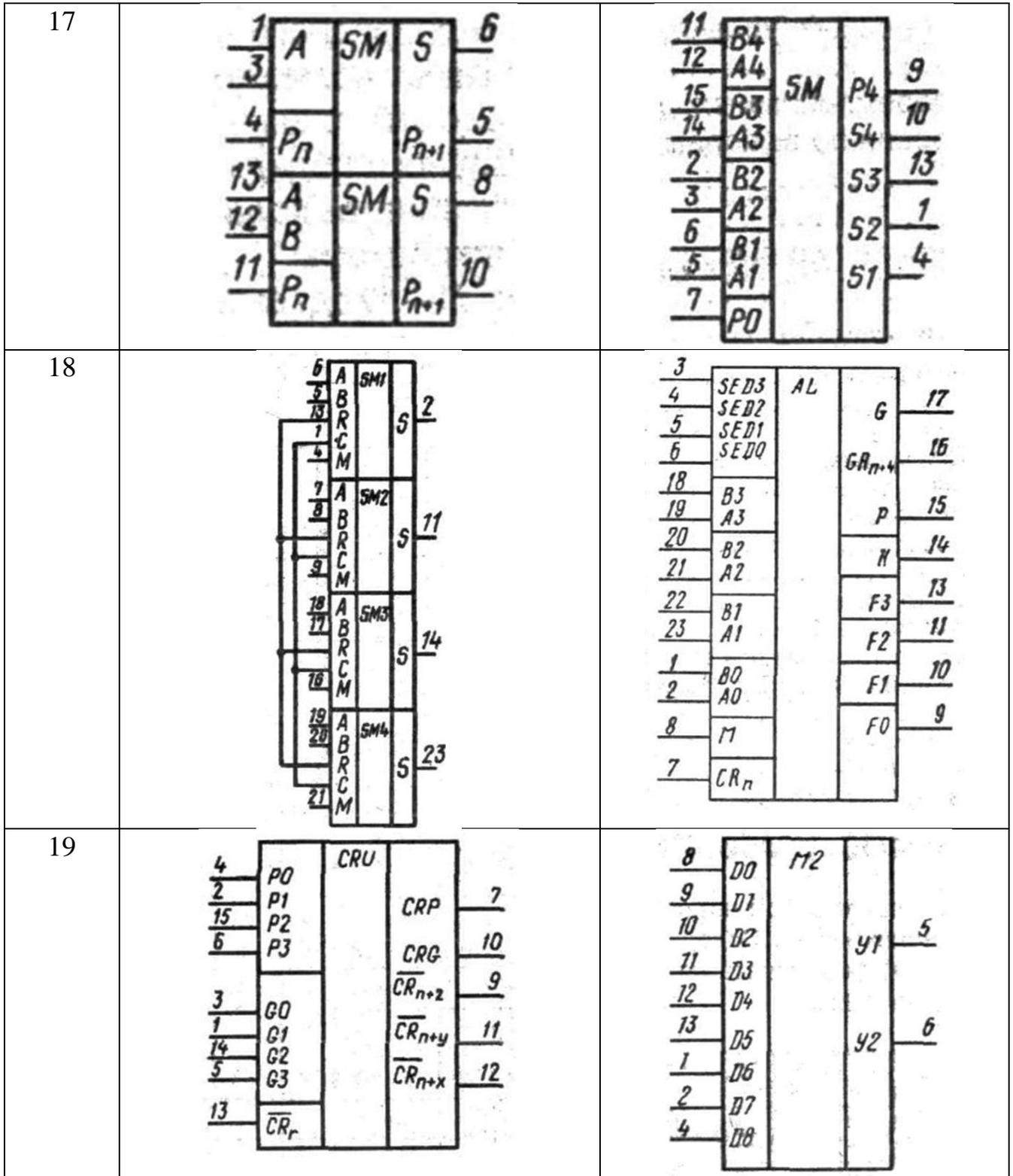
Варіант	Елемент 1	Елемент 2
1		
2		
3		

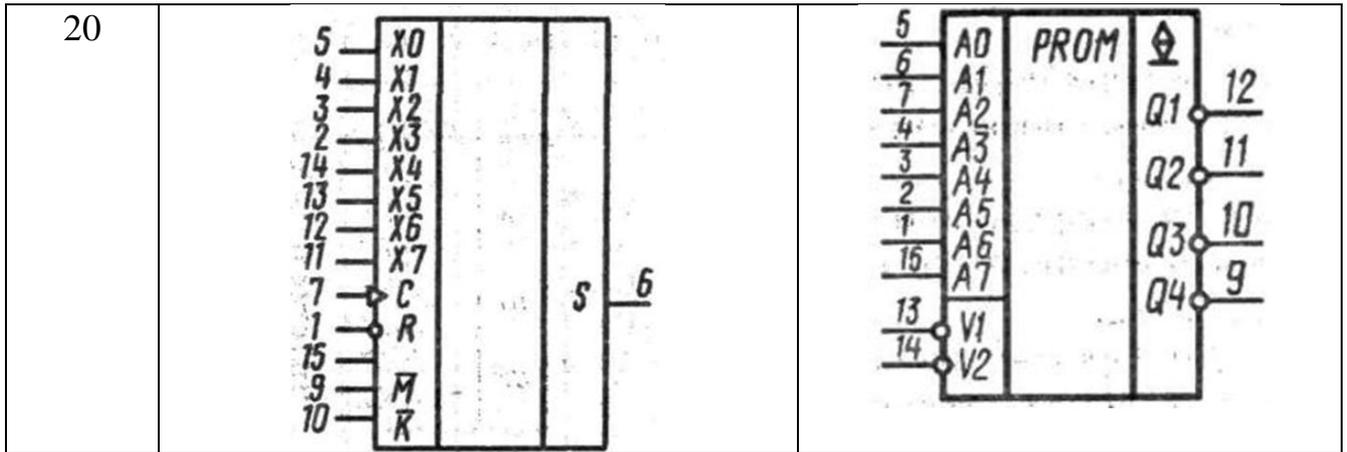
4		
5		
6		
7		











Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/16

Лабораторна робота № 3

«Знайомство з програмою для розробки схем DrawIO»

Мета роботи – Ознайомитись з базовими інструментами Draw.IO. Опанувати налаштування сторінки, роботу зі стилями, з'єднаннями, групуванням та експортом у PDF/PNG.

Теоретичні відомості

Draw.IO (diagrams.net) - це графічний редактор для створення діаграм, схем і блок-схем, який працює у браузері та у вигляді настільного застосунку. Програма призначена для швидкого візуального подання інформації: побудови алгоритмів, організаційних структур, електричних і функціональних схем, мережевих топологій, UML-діаграм, блокових та структурних схем. Draw.IO підтримує роботу з багатосторінковими документами, збереження проєктів у власному форматі (.drawio/.xml) та експорт результатів у поширені формати (PDF, PNG, SVG, JPEG), що зручно для оформлення звітів і технічної документації.

Основою роботи в Draw.IO є полотно (canvas), на яке розміщуються об'єкти: фігури, текстові блоки, зображення та з'єднання. Фігури беруться зі стандартних бібліотек (Shapes) або з додаткових наборів, які можна вмикати через меню "More shapes...". Для технічних дисциплін корисні бібліотеки Electrical, Flowchart, UML, Network, BPMN тощо. Кожен об'єкт має властивості оформлення: товщину та тип лінії, колір і заливку, розмір, шрифт, вирівнювання, прозорість. Ці параметри змінюються через панель Format і можуть копіюватися між об'єктами, що дозволяє уніфікувати стиль усієї схеми.

З'єднання (connectors) є ключовим елементом при створенні блок-схем і структурних діаграм. Draw.IO автоматично створює з'єднання між фігурами, «прив'язуючи» лінії до точок підключення (connection points). Конектори можуть бути прямими, ламаними (orthogonal/elbow), кривими, зі стрілками на кінцях, з підписами умов або сигналів. Прив'язка (Snap) і сітка (Grid) допомагають точно розташовувати об'єкти, а інструменти Align і Distribute забезпечують вирівнювання та рівномірний розподіл елементів для акуратного оформлення.

Важливою можливістю Draw.IO є групування та створення повторно використовуваних елементів. Групування (Group) дозволяє об'єднувати кілька фігур в один складний вузол (наприклад, умовне позначення апарата або функціонального блоку), який зручно копіювати та масштабувати без порушення структури. Для багаторазового використання типових елементів можна формувати власні бібліотеки (Custom Libraries) і зберігати туди створені символи. Це особливо корисно для спеціальності 141, коли потрібні стандартизовані умовні позначення апаратів (автомати, контактори, трансформатори, двигуни, реле, лічильники тощо) або типові вузли (ввідний щит, пускач, секція шин).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/17

Draw.IO підтримує роботу з шарами (Layers), які дають змогу логічно розділяти інформацію в одному документі. Наприклад, у технічній діаграмі можна винести силову частину на один шар, керування й сигналізацію – на другий, пояснювальні підписи – на третій. Шари можна приховувати, блокувати від редагування або вмикати/вимикати для перевірки читабельності схеми. Це є «просунутим» інструментом, який допомагає підтримувати порядок у великих схемах і працювати з ними без помилок.

Для оформлення матеріалів у Draw.IO передбачено налаштування сторінки: формат (A4, A3 тощо), орієнтація, поля, фон, масштаб перегляду, а також режим розбиття на сторінки для коректного друку або експорту. Створена схема може бути експортована з потрібною якістю, з прозорим фоном або з вбудованими шрифтами (для PDF), що важливо при подальшому включенні в звіти та методичні матеріали. Під час експорту варто контролювати межі області друку (page view) і розташування схеми відносно сторінки, щоб елементи не обрізалися.

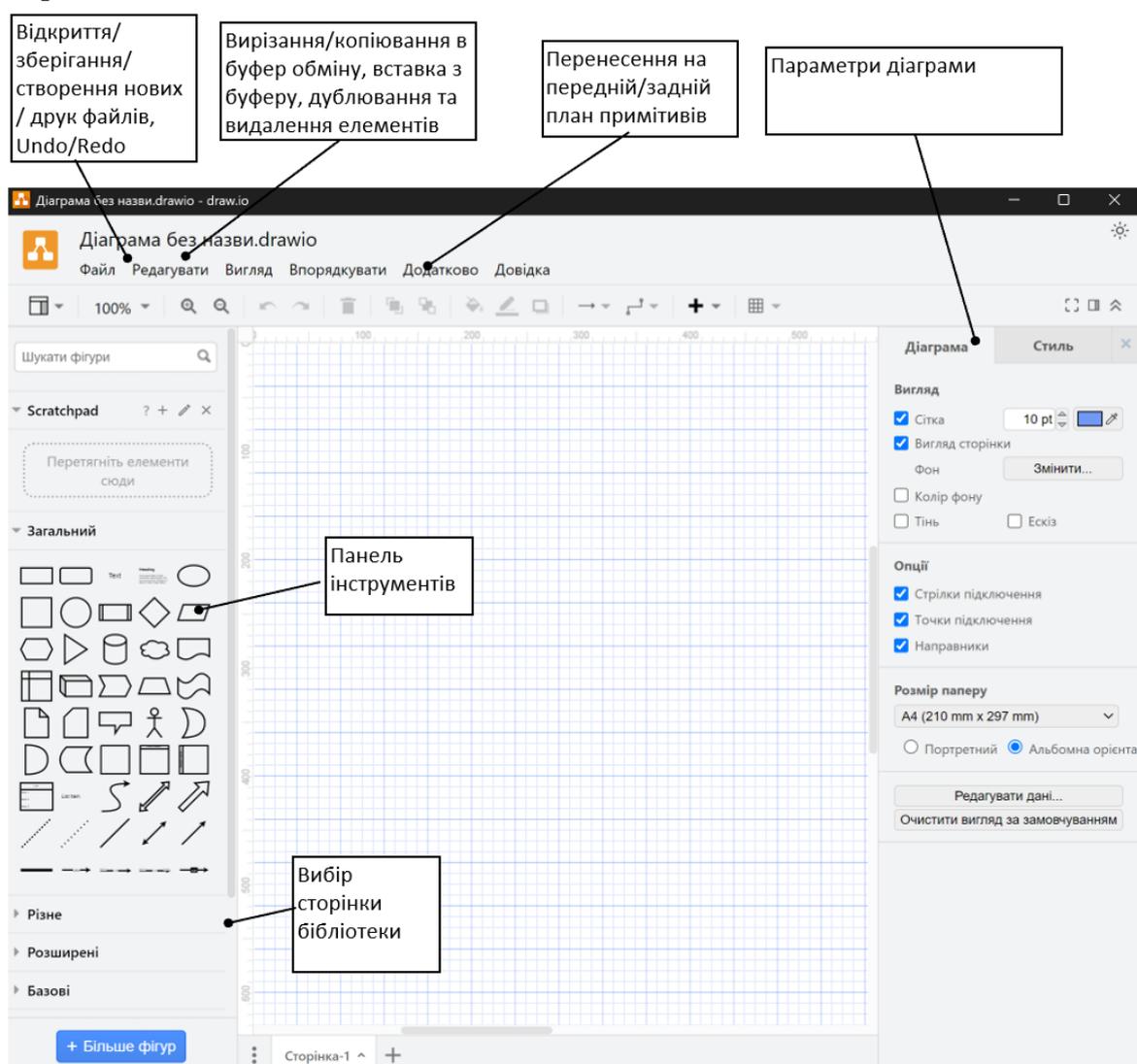


Рис. 3.1 Інтерфейс програми DrawIO

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОКЗЗ-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/18

Порядок виконання

За допомогою Draw.IO створити новий документ формату А4 (вертикальна орієнтація аркуша). Рамку та основний напис не креслити. Замість цього у верхній частині сторінки розмістити один текстовий блок-заголовок, у якому вказати назву практичної роботи, ПІБ студента, групу, варіант та дату виконання.

Після цього на першій сторінці документа виконати блок-схему алгоритму довільного змісту, обравши одну з тем: алгоритм роботи АВР (автоматичного вводу резерву) для основного та резервного вводу; алгоритм пуску та захисту асинхронного двигуна з перевіркою аварійних станів; алгоритм керування релейного захисту.

Блок-схема має містити не менше 10 блоків, не менше двох розгалужень «Так/Ні», не менше двох циклів (очікування/повторення/таймер), не менше 10 з'єднань між блоками; додатково необхідно навести коротку легенду або примітку зі скороченнями та позначеннями. Далі створити другу сторінку документа та виконати технічну діаграму довільного змісту за тематикою, наприклад, структурну схему електропостачання об'єкта (джерело – трансформатор – розподільчий щит – лінії – навантаження) або функціональну схему керування електроприводом (датчики – реле/контролер – контактори/захист – двигун/навантаження). Технічна діаграма повинна містити не менше 15 елементів і не менше 20 з'єднань, при цьому основні вузли та, за потреби, сигнали мають бути підписані. Після виконання роботи оформити звіт, у якому навести експортовані результати з Draw.IO (PDF або PNG) для обох сторінок, перелік або скріншот елементів власної бібліотеки (8+ елементів), детальний покроковий опис створення документа, бібліотеки, блок-схеми та технічної діаграми (обсягом 1–2 сторінки), а також висновки по роботі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/19

Лабораторна робота №4

«Вивчення базових та просунутих інструментів програми DrawIO»

Мета роботи – Подальше вивчення інструментів та функціональних можливостей Draw.IO.

Порядок виконання

У програмі Draw.IO створити новий документ формату А4 (вертикальна орієнтація) та підготувати дві сторінки: перша – для алгоритмічної блок-схеми, друга – для технічної діаграми. На початку роботи налаштувати параметри сторінки та відображення робочого поля: увімкнути сітку та прив'язку (Grid і Snap), встановити направляючі (Guides), перевірити коректність з'єднань (Connection points), а також створити у верхній частині кожної сторінки текстовий заголовок із назвою роботи, ПІБ, групою, варіантом і датою.

Далі створити та підключити власну бібліотеку (Custom Library) з назвою, наприклад, «ЕТ», і додати до неї не менше восьми власноруч створених елементів електротехнічної тематики (на основі стандартних фігур Draw.IO та/або бібліотек Electrical). Кожен елемент повинен мати підпис/позначення та бути придатним для багаторазового використання (згрупований, виконаний в єдиному стилі). Як мінімальний набір можна використати такі елементи: автоматичний вимикач QF, запобіжник FU, контактор/пускач КМ, трансформатор TR, асинхронний двигун М, реле контролю напруги/фаз KV, лічильник/аналізатор параметрів мережі РМ, конденсаторна установка (ступінь) С/ККУ.

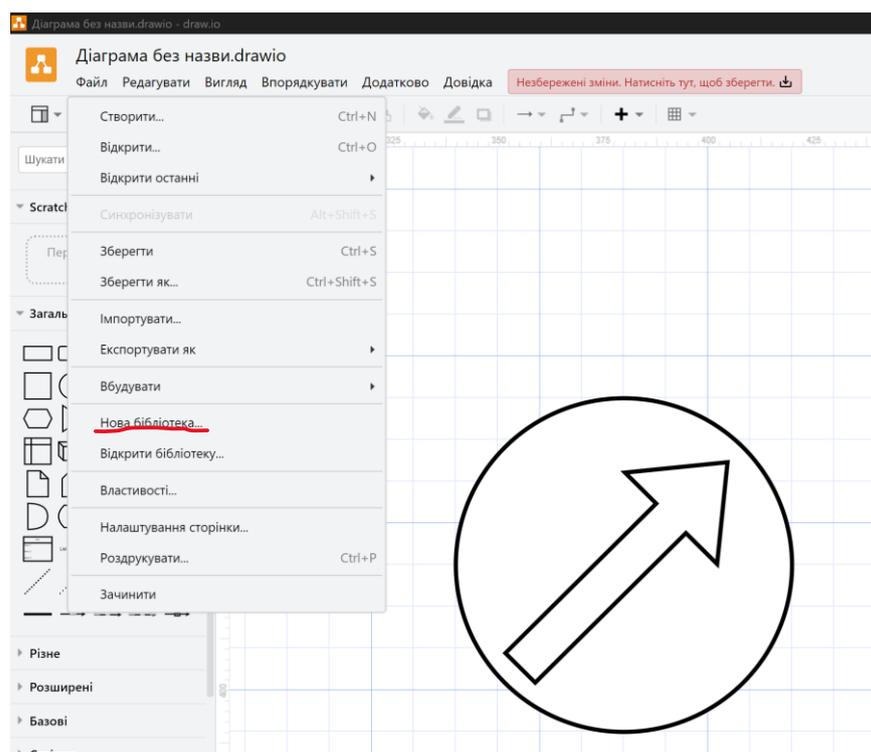


Рис. 4.1 Елемент створення нової бібліотеки

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/20

Далі виконати створення та підключення власної бібліотеки (Custom Library) з власною назвою, наприклад, «ЕТ», у якій сформувати не менше десяти елементів підвищеної складності на основі групування, вкладених груп, стилів та параметрів форматування; кожен елемент повинен мати уніфікований стиль ліній, фіксовані розміри, підпис (QF, KM, TR, M, PM тощо) та бути готовим до повторного використання. Для демонстрації просунутих можливостей обов'язково створити щонайменше два елементи у вигляді «комплектного вузла» (наприклад, «Ввідний автомат + лічильник/аналізатор + шина» або «Пускач двигуна: QF–KM–FR–M»), а також щонайменше один елемент з використанням шарів (Layers), де різні частини елемента розміщені на різних шарах і можуть вмикатись/вимикатись (наприклад, «силова частина» та «керування/сигналізація»). На першій сторінці побудувати блок-схему алгоритму «АВР для двох вводів із контролем якості напруги та затримками часу» або «Пуск/реверс асинхронного двигуна з міжблокуванням та захистами», використовуючи просунуті інструменти вирівнювання та розподілу об'єктів (Align/Distribute), стандартизовані стилі (копіювання стилю/теми), ортогональні з'єднання зі встановленими точками підключення та підписами умов на стрілках. Блок-схема має містити не менше 25 блоків, не менше чотирьох розгалужень «Так/Ні», не менше трьох циклів (очікування підтвердження, таймери, повторні перевірки параметрів), не менше 30 з'єднань, а також не менше восьми елементів із бібліотеки ЕТ; у схемі додати окремий блок «аварійні стани» з переліком мінімум п'яти аварій (наприклад, зникнення напруги, перекіс фаз, перенапруга, недонапруга, перевантаження) та вказати дію системи для кожної аварії. На другій сторінці виконати технічну діаграму «Однолінійна структура живлення об'єкта з секціонуванням і резервуванням» або «Функціональна структура керування електроприводом із датчиками та сигналізацією», при цьому обов'язково застосувати шари: на шарі 1 розмістити силову частину, на шарі 2 – керування та сигналізацію, на шарі 3 – підписи й пояснення; продемонструвати роботу шарів шляхом тимчасового приховування одного з них та перевірки читабельності решти. Діаграма має містити не менше 10 елементів і не менше 10 з'єднань, декілька елементів із власної бібліотеки. Після завершення роботи виконати перевірку акуратності та відповідності: усі елементи вирівняні, підписи не перетинаються зі з'єднаннями, стилі уніфіковані, з'єднання ортогональні та підключені до коректних точок. Результат експортувати у PDF (окремо або одним файлом на дві сторінки) та зберегти вихідний файл .drawio. У звіті навести експортовані сторінки, скріншот або перелік елементів бібліотеки ЕЕ, покроковий опис застосованих просунутих інструментів (шари, стилі, групування, з'єднання, вирівнювання, таблиці/дані, експорт), а також висновки щодо отриманих навичок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОКЗЗ-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/21

Лабораторна робота №5

«Ознайомлення з CAD-системою SolidWorks. Методи створення креслень»

Мета роботи – Ознайомитися з інтерфейсом CAD-системи SolidWorks та основними методами створення 2D-креслень. Навчитися формувати креслення деталі, виконувати стандартні види та розрізи, наносити розміри й позначення, оформлювати основний напис і готувати креслення до друку/експорту відповідно до вимог стандартів.

Теоретичні відомості

SolidWorks – параметрична CAD-система, що підтримує повний цикл проектування: створення 3D-моделей деталей (Part), складань (Assembly) і конструкторської документації (Drawing). Креслення у SolidWorks є асоціативним до 3D-моделі: зміни геометрії моделі автоматично відображаються у видах креслення, розмірах та позначеннях. Креслення створюється на основі шаблону аркуша, який задає формат (A4, A3 тощо), орієнтацію, масштаб, рамку/штамп (за потреби) та стандарт оформлення.

Основою креслення є видові зображення деталі. У SolidWorks застосовують стандартні ортогональні проєкції (головний вид, зверху, зліва/справа), ізометричні види, а також спеціальні представлення: розрізи (Section View) для показу внутрішньої будови, місцеві розрізи, виносні/деталізовані види (Detail View) для дрібних елементів, допоміжні види (Auxiliary View) для похилих площин. Для оформлення креслення використовують розмірні інструменти (Smart Dimension), позначення отворів (Hole Callout), осьові лінії та центрові позначки, виноски, технічні вимоги та примітки. Важливою вимогою є правильний вибір масштабу, недопущення дублювання розмірів, читабельність та відповідність правилам нанесення розмірів і умовних позначень.

Ключовим принципом створення креслень у SolidWorks є коректно побудована 3D-модель: ескізи мають бути повністю визначені (Fully Defined), геометрія – параметрично керована розмірами та зв'язками, а елементи типу фасок/скруглень, отворів, вирізів – виконані стандартними операціями. Це забезпечує точність 2D-документації та спрощує внесення змін.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/22

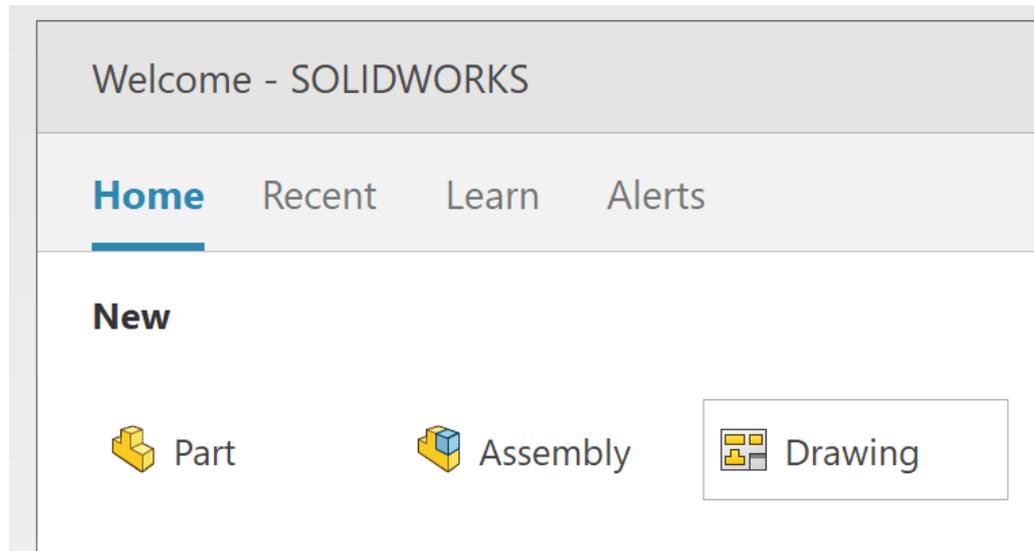


Рис. 5.1 Типи документів в SolidWorks

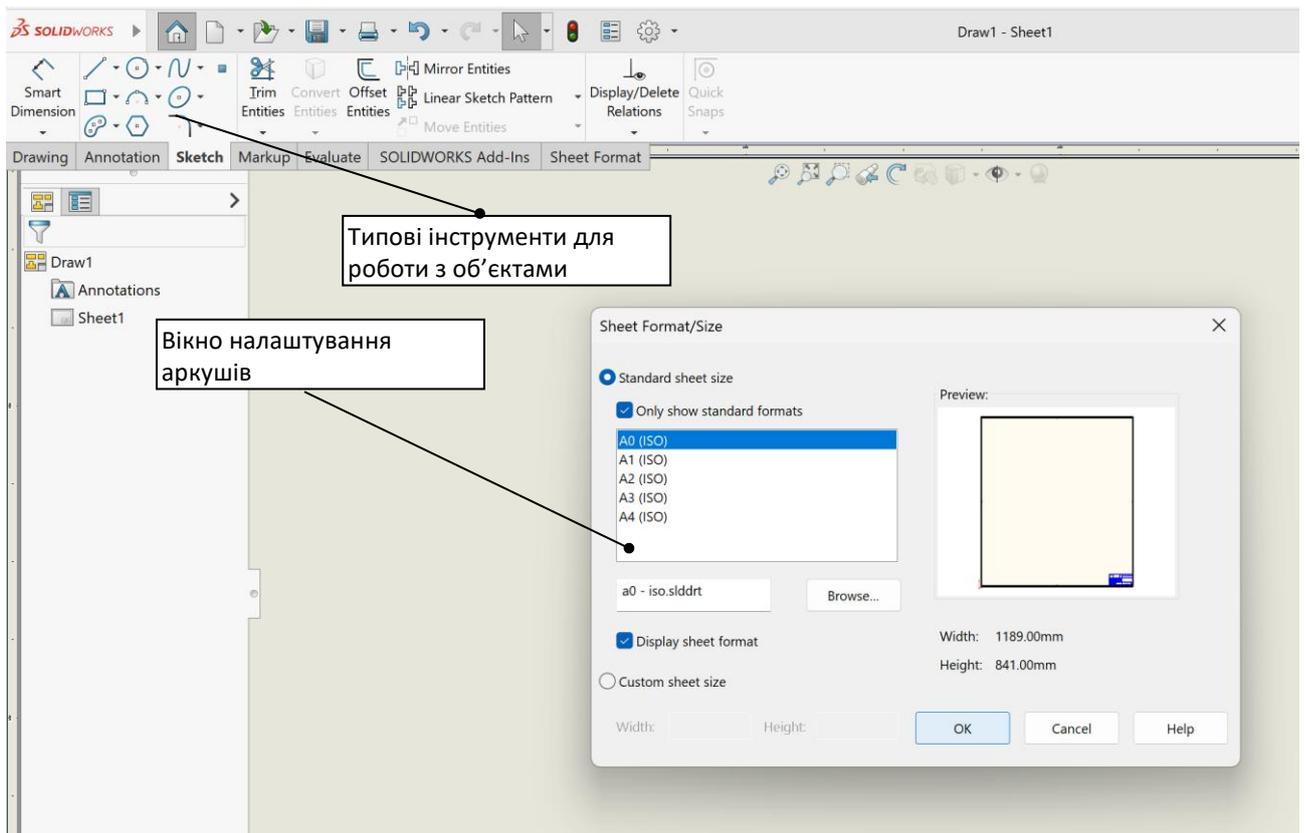


Рис. 5.2 Інтерфейс програми при виборі типу і розміру аршука

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/23

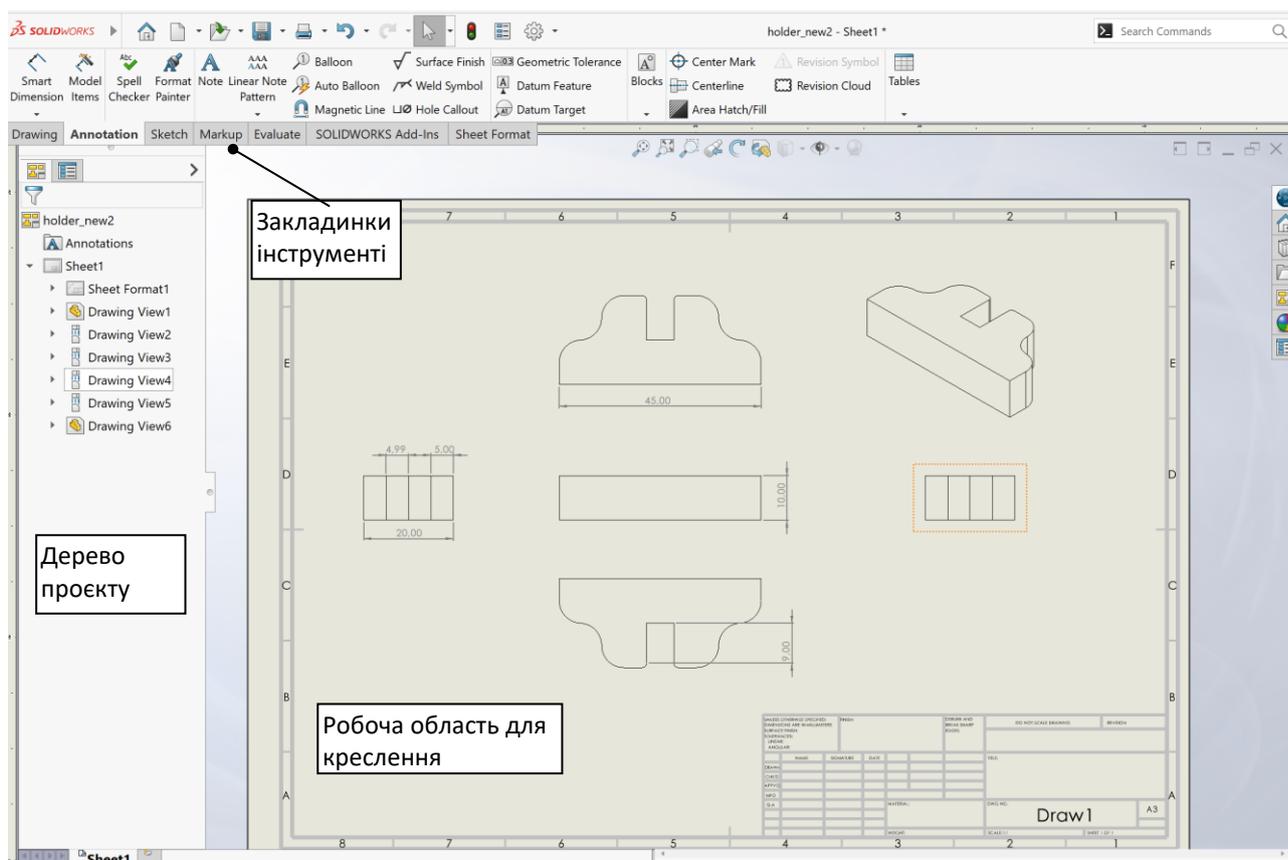


Рис. 5.3 Інтерфейс програми при виконанні креслення

Порядок виконання роботи

Запустити SolidWorks та виконати первинне налаштування: встановити одиниці вимірювання (мм), перевірити наявність шаблонів для деталі та креслення.

Створити документ Drawing формату A4 (орієнтація – за вимогами варіанта або викладача) та обрати відповідний шаблон аркуша. Встановити раціональний масштаб так, щоб креслення було читабельним і розміщувалося в межах аркуша. За варіантом накреслити деталь з табл. 5.3.

Нанести розміри на креслення відповідно до варіанта: проставити габаритні, установчі та довідкові розміри (діаметри, радіуси, відстані, товщини), додати позначення отворів (Hole Callout) і різьб (якщо є), нанести осьові лінії та центрові позначки. Не допускати дублювання розмірів, забезпечити читабельність (не перетинати розміри лініями зображення, витримувати відступи).

Оформити креслення: заповнити основний напис (найменування деталі, матеріал за потреби, масштаб, позначення документа, ПІБ), додати технічні вимоги довільного змісту або передбачені варіантом (наприклад, «Зняти фаски $0,5 \times 45^\circ$ », «Необроблені кромки заокруглити», вимоги до шорсткості чи покриття). Перевірити відповідність стандартам (типи ліній, шрифти, розміщення написів).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/24

Зберегти результати у форматах SolidWorks (.SLDPRT, .SLDDRW) та виконати експорт креслення у PDF (за потреби також у DWG/DXF). Перевірити PDF на відсутність обрізання видів, правильність масштабу та читабельність усіх підписів і розмірів.

Підготувати звіт, у якому подати: тему та мету роботи, короткі теоретичні відомості, скріншоти ключових етапів, готове 2D-креслення (PDF) та висновки щодо отриманих навичок створення креслень у SolidWorks.

Таблиця 5.1

Варіант	Деталь
1	
2	
3	

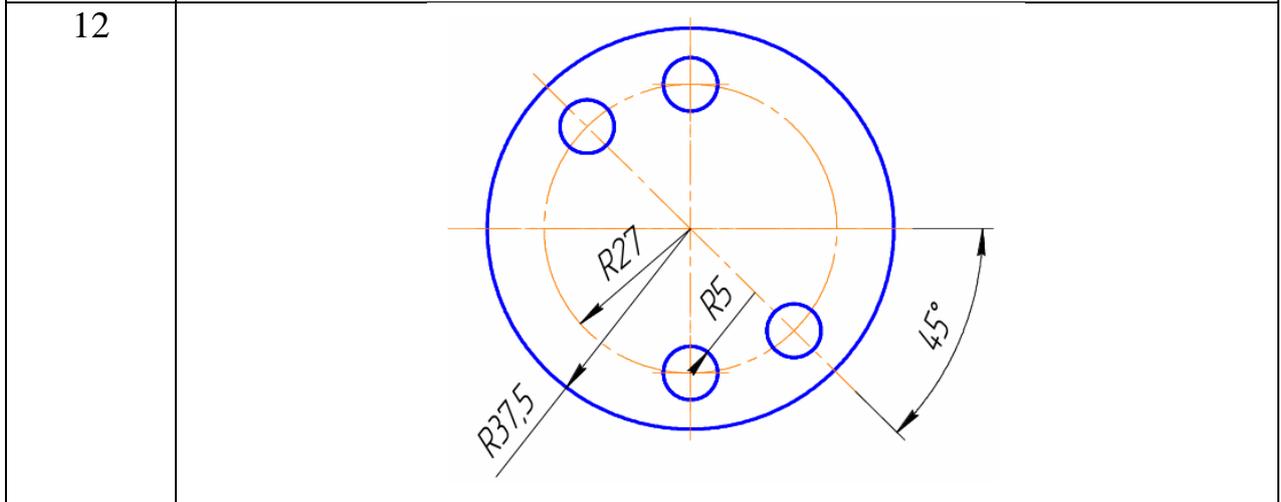
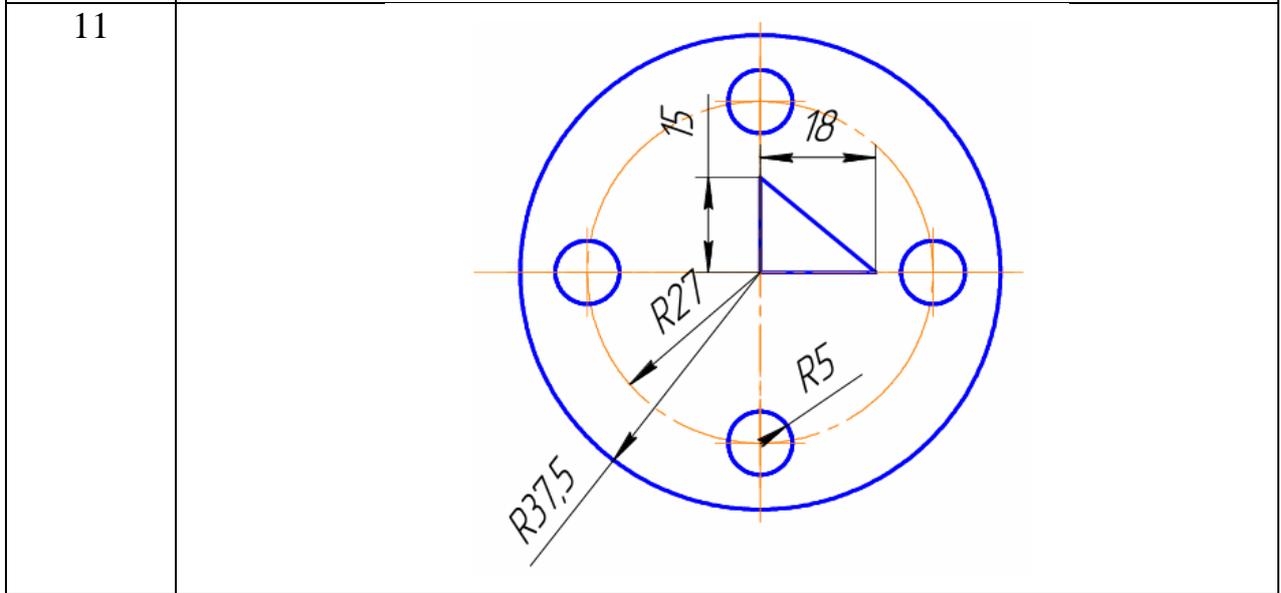
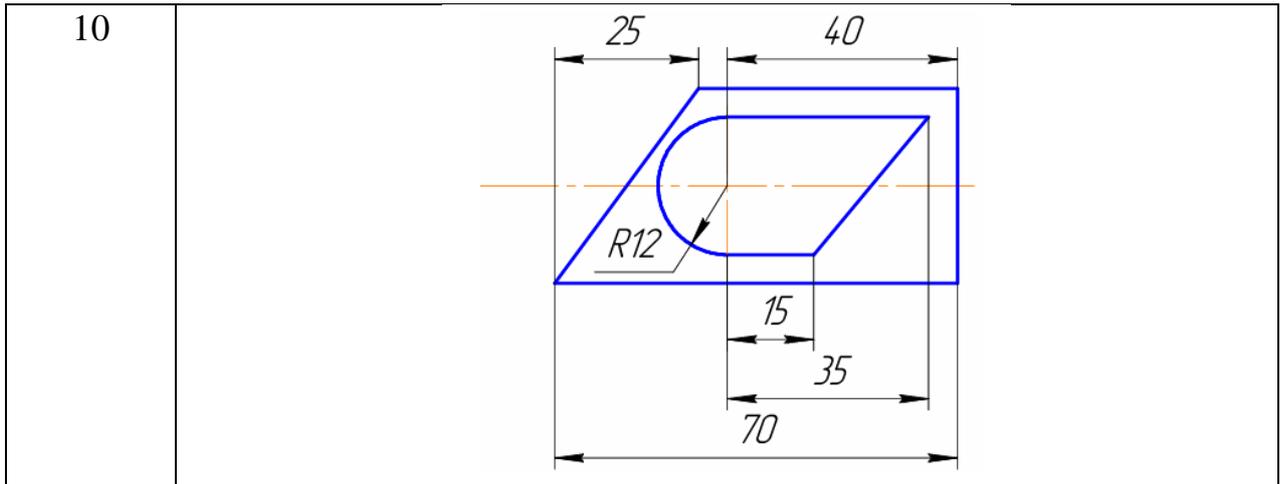
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/25

4	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a semi-circular left end with a radius of $R30$. It features two circular holes: one with a diameter of $\phi 20$ and another with a diameter of $\phi 25$. The distance from the center of the $\phi 20$ hole to the center of the $\phi 25$ hole is 40. The total width of the part is 60. The right side of the part is a vertical edge with a height of 40.</p>
5	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a semi-circular left end with a radius of $R30$. It features a large circular hole with a diameter of $\phi 30$ and two smaller circular holes with a diameter of $\phi 12$. The distance from the center of the $\phi 30$ hole to the center of the upper $\phi 12$ hole is 40. The total width of the part is 50. The right side of the part is a vertical edge with a height of 40. The distance between the centers of the two $\phi 12$ holes is 16.</p>
6	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a semi-circular left end with a radius of $R30$. It features two circular holes with diameters of $\phi 15$ and $\phi 12$. The distance from the center of the $\phi 15$ hole to the center of the $\phi 12$ hole is 30. The total width of the part is 60. The right side of the part is a vertical edge with a height of 40. The distance between the centers of the two holes is 16.</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/26

7	
8	
9	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/27



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/28

13	<p>Technical drawing of a stepped shaft. The total length is 60. The shaft has a diameter of 12 for the first 10 units, a diameter of 8 for the next 20 units, and a diameter of 10 for the remaining 15 units. A hole with a diameter of 10 is located in the 8-diameter section. The drawing shows a stepped profile with radii of 10, 20, and 15 at the transitions.</p>
14	<p>Technical drawing of a shaft with a semi-circular end. The total length is 60. The shaft has a diameter of 15 for the first 15 units, a diameter of 8 for the next 28 units, and a semi-circular end with a radius of 25. A hole with a diameter of 10 is located in the 8-diameter section.</p>
15	<p>Technical drawing of a rectangular plate with a width of 80 and a height of 80. It contains four holes with a diameter of 20, arranged in a 2x2 grid. The distance between the center of the top-left hole and the top edge is 40. The distance between the center of the left hole and the left edge is 15. The distance between the center of the right hole and the right edge is 50. The total width of the hole pattern is 80.</p>
16	<p>Technical drawing of a plate with a semi-circular end. The total width is 80 and the total height is 80. It contains three holes: one with a diameter of 10 and a radius of R10, one with a diameter of 25 and a radius of R25, and a smaller hole with a diameter of 10. The distance between the center of the R10 hole and the left edge is 15. The distance between the center of the R25 hole and the right edge is 50. The total width of the hole pattern is 80.</p>

17	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a total height of 90 units. The top section is 20 units high, and the bottom section is 30 units high. The total width is 85 units. There are two circular holes: one with a radius of R10 and another with a radius of R12. The distance between the centerlines of the holes is 25 units from the left edge and 45 units from the right edge. The right side of the part is rounded with a radius of R12.</p>
18	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a total height of 70 units. The top section is 12 units high, and the bottom section is 18 units high. The total width is 85 units. There are two circular holes: one with a radius of R8 and another with a radius of R8. The distance between the centerlines of the holes is 25 units from the left edge and 45 units from the right edge. The right side of the part is rounded with a radius of R8.</p>
19	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a total height of 75 units. The top section is 25 units high, and the bottom section is 20 units high. The total width is 85 units. There are two circular holes: one with a radius of R8 and another with a radius of R25. The distance between the centerlines of the holes is 20 units from the left edge and 25 units from the right edge. The right side of the part is rounded with a radius of R50.</p>
20	<p>Technical drawing of a mechanical part. The part has a total height of 70 units. The top section is 20 units high. The total width is 85 units. There are two circular holes: one with a radius of R12 and another with a radius of R20. The distance between the centerlines of the holes is 15 units from the left edge and 30 units from the right edge. The right side of the part is rounded with a radius of R45.</p>

21	<p>Technical drawing of a mechanical part. Dimensions: 60, 70, 10, 25, 16, 15, 30, 85. Radii: R6, R20, R40.</p>
22	<p>Technical drawing of a mechanical part. Dimensions: 30, 14, 10, 25, 16, 15, 50, 85. Radii: R14, R32.</p>
23	<p>Technical drawing of a mechanical part. Dimensions: 22, 14, 18, 16, 85, 62. Radii: R18, R32.</p>
24	<p>Technical drawing of a mechanical part. Dimensions: 35, 22, 20, 18, 16, 85. Radii: R18, R30.</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/31

25	
26	
27	
28	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/32

29	<p>Technical drawing of a triangle with a circumscribed circle and an inscribed circle. The triangle is rotated 30 degrees. Dimensions include a side length of 69.28*, a circumscribed circle radius of R40, an inscribed circle radius of R18, and a small circle radius of R25 with diameter $\phi 8$.</p>
30	<p>Technical drawing of a hexagon with a circumscribed circle and an inscribed circle. Dimensions include a circumscribed circle radius of R40, an inscribed circle radius of R32, and a small circle radius of R25 with diameter $\phi 8$.</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/33

Лабораторна робота №6

«3D-моделювання в SolidWorks»

Мета роботи – Ознайомитися з принципами параметричного 3D-моделювання в SolidWorks та сформувати практичні навички створення тривимірних моделей деталей. Навчитися будувати повністю визначені ескізи, застосовувати геометричні зв'язки й розміри, використовувати базові та додаткові операції формоутворення (витягування, обертання, вирізи, масиви, дзеркальне відображення, фаски, скруглення), а також перевіряти коректність моделі та підготовлювати її до подальшого використання (креслення, складання, візуалізація, експорт).

Теоретичні відомості

SolidWorks – параметрична CAD-система, у якій 3D-модель деталі створюється як послідовність взаємопов'язаних операцій, що зберігаються в дереві побудови (FeatureManager). Основою параметричності є ескізи (Sketch): плоскі контури, побудовані на вибраних площинах або гранях, які керуються розмірами (Smart Dimension) та геометричними зв'язками (паралельність, перпендикулярність, співпадіння, концентричність, дотичність тощо). Правильно побудований ескіз має бути повністю визначеним (Fully Defined), що гарантує стабільність перебудови моделі при зміні параметрів і зменшує ризик помилок геометрії.

Формоутворення 3D-деталі в SolidWorks виконується операціями (Features). До базових належать витягування (Extruded Boss/Base), виріз-витягування (Extruded Cut), обертання (Revolved Boss/Base), виріз-обертання (Revolved Cut), побудова отворів засобом Hole Wizard, а також операції за траєкторією (Sweep) і по перерізах (Loft). Для підвищення ефективності моделювання використовують дзеркальне відображення (Mirror), лінійні та кругові масиви (Linear/Circular Pattern), оболонку (Shell), ребра жорсткості (Rib), а завершальними елементами оформлення геометрії є фаски (Chamfer) та скруглення (Fillet). Кожна операція має параметри, які можна редагувати, а їх зміна автоматично оновлює всю модель завдяки асоціативним зв'язкам.

Важливими принципами якісного 3D-моделювання є вибір раціональної бази побудови (орієнтація відносно площин Front/Top/Right), логічна послідовність операцій (від основної форми до деталізації), використання симетрії та повторюваності через Mirror і Pattern, а також мінімізація «крихких» залежностей від випадкових граней (краще прив'язувати ескізи до базових площин, осей, ескізних елементів або довідкової геометрії). Для контролю правильності моделі застосовують вимірювання (Measure), перевірку масово-інерційних характеристик (Mass Properties), аналіз перетинів та геометричних помилок, а також візуальну перевірку через різні режими відображення (Shaded, Shaded with Edges, Wireframe). Параметричні моделі SolidWorks є основою для створення 2D-креслень, складань і подальшого інженерного аналізу, тому

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/34

вимоги до точності ескізів і коректності операцій є ключовими на етапі 3D-побудови.

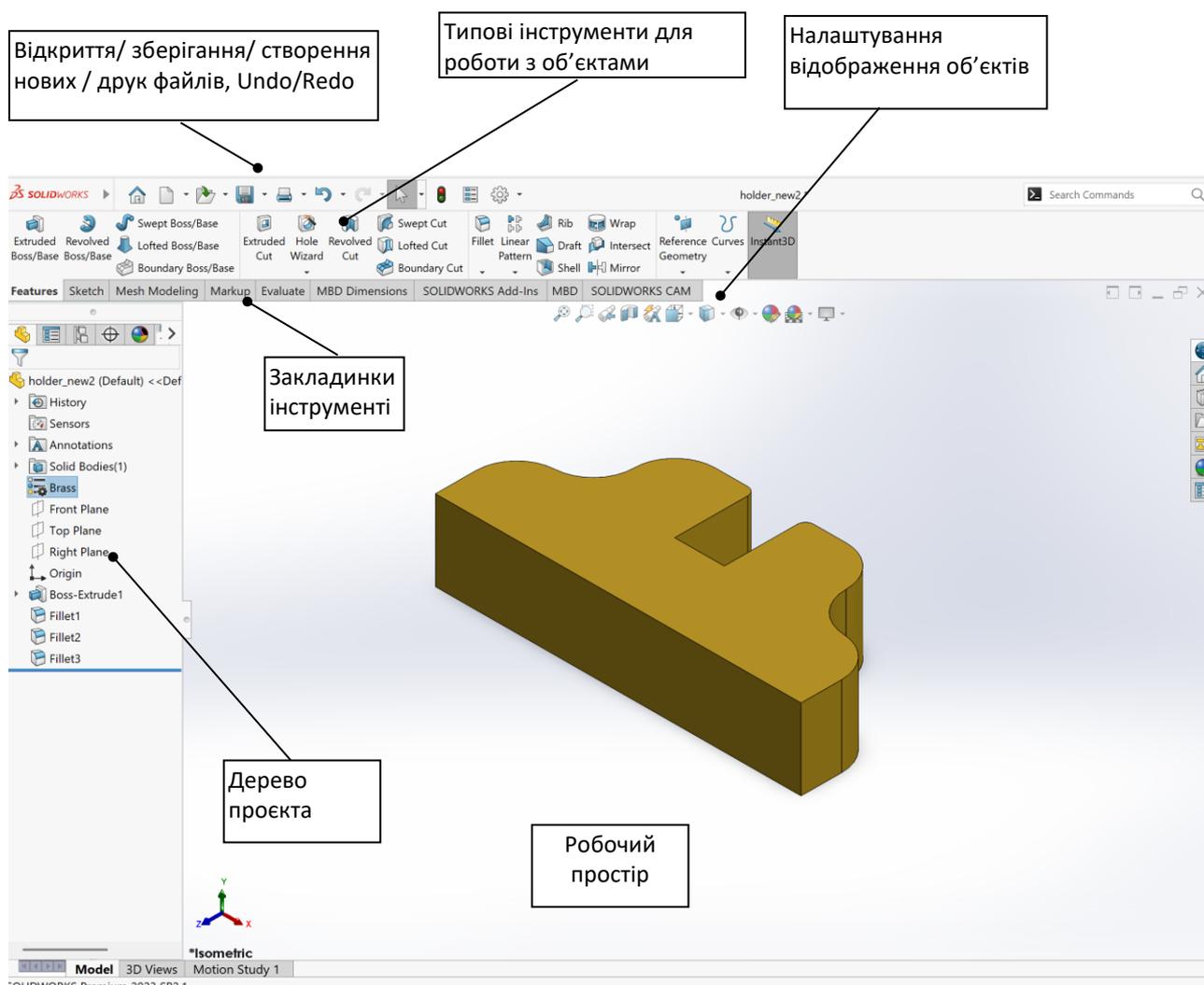


Рис. 6.1 Інтерфейс при 3D моделюванні деталі

Порядок виконання

Запустити SolidWorks і створити новий документ типу Part (Деталь). У параметрах документа встановити одиниці вимірювання мм. Зберегти файл із назвою, що містить ПІБ, групу та номер варіанта, табл. 6.1.

Ознайомитися з завданням за варіантом та визначити базову геометрію деталі: основний габарит, симетрію, наявність отворів, вирізів, уступів, фасок/скруглень. Обрати раціональну орієнтацію деталі відносно площин Front/Top/Right (яка грань буде «головною»).

Обрати площину для першого ескізу (Front/Top/Right або грань) і створити Sketch. Побудувати контур основної форми деталі, використовуючи лінії, дуги, кола, прямокутники, осьові лінії та допоміжну геометрію. Задати необхідні геометричні зв'язки (паралельність, перпендикулярність, співпадіння, симетрія, дотичність тощо) та виконати розмірне визначення (Smart Dimension) так, щоб ескіз став Fully Defined.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОКЗЗ-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/35

Виконати першу операцію формоутворення основи деталі відповідно до варіанта: Extruded Boss/Base (витягування) або Revolved Boss/Base (обертання). Задати параметри операції (висота/кут, напрям, симетричне витягування за потреби) та перевірити правильність отриманої базової форми.

Створити додаткові ескізи на відповідних гранях або площинах і виконати операції для формування конструктивних елементів деталі: вирізи (Extruded Cut/Revolved Cut), пази/кишені, уступи, виступи, отвори. Для отворів (простих, ступінчастих, zenкованих, різьбових) використовувати Hole Wizard з вибором стандарту та параметрів.

За наявності симетрії або повторюваних елементів застосувати інструменти підвищення ефективності моделювання: Mirror (дзеркальне відображення операцій/тіл), Linear Pattern або Circular Pattern (масиви). Переконайтеся, що кроки, кількість елементів та осі/напрямки задані коректно.

Виконати завершальну обробку геометрії: додати Fillet (скруглення) і Chamfer (фаски) згідно з варіантом. Дотримуватися раціональної послідовності: фаски/скруглення зазвичай виконують наприкінці, щоб уникнути помилок перебудови.

Перевірити модель: переглянути дерево побудови, переконайтеся у відсутності помилок (червоних/жовтих позначок), виконати візуальний контроль у різних режимах відображення (Shaded with Edges тощо), перевірити ключові розміри інструментом Measure, за потреби переглянути Mass Properties (масу, об'єм) та відповідність геометрії завданню.

Зберегти деталь у форматі SLDPRT та підготувати файли для задачі: за потреби експортувати модель у нейтральний формат STEP/IGES або створити зображення/скріншоти моделі (ізометрія, основні проєкції) для звіту. У звіті коротко описати етапи побудови (ескізи, основні операції, використані інструменти) та подати скріншоти ключових моментів і фінальної 3D-моделі.

Таблиця 6.1

Варіант	Деталь
1	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/36

2	
3	
4	
5	
6	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/37

7	
8	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/38

Лабораторна робота №7

«Ознайомлення з програмним продуктом Fusion 360 Electronics.»

Мета роботи – Ознайомитися з призначенням та інтерфейсом Fusion 360 Electronics, навчитися створювати проєкт електроніки, виконувати базові дії в редакторі принципів схем.

Теоретичні відомості

Fusion 360 Electronics – це середовище для проєктування електронних пристроїв, яке містить інструменти для створення принципів схем (Schematic) та друкованих плат (PCB). Робота зазвичай будується за логікою: спочатку формується схема, далі (за потреби) створюється плата, виконується розміщення компонентів і трасування доріжок. Основу проєкту складають бібліотеки компонентів, де кожен компонент має символ для схеми (Symbol) і посадкове місце для плати (Footprint/Package). З'єднання у схемі виконуються електричними мережами (nets), які можна підписувати (labels) та об'єднувати за іменами. Для контролю правильності схеми застосовують ERC (Electrical Rule Check), що виявляє типові помилки (нез'єднані виводи, конфлікти живлення, некоректні з'єднання). Результатом роботи є файл проєкту зі схемою, а також (за потреби) список елементів (BOM) та експорт у графічні/документні формати.

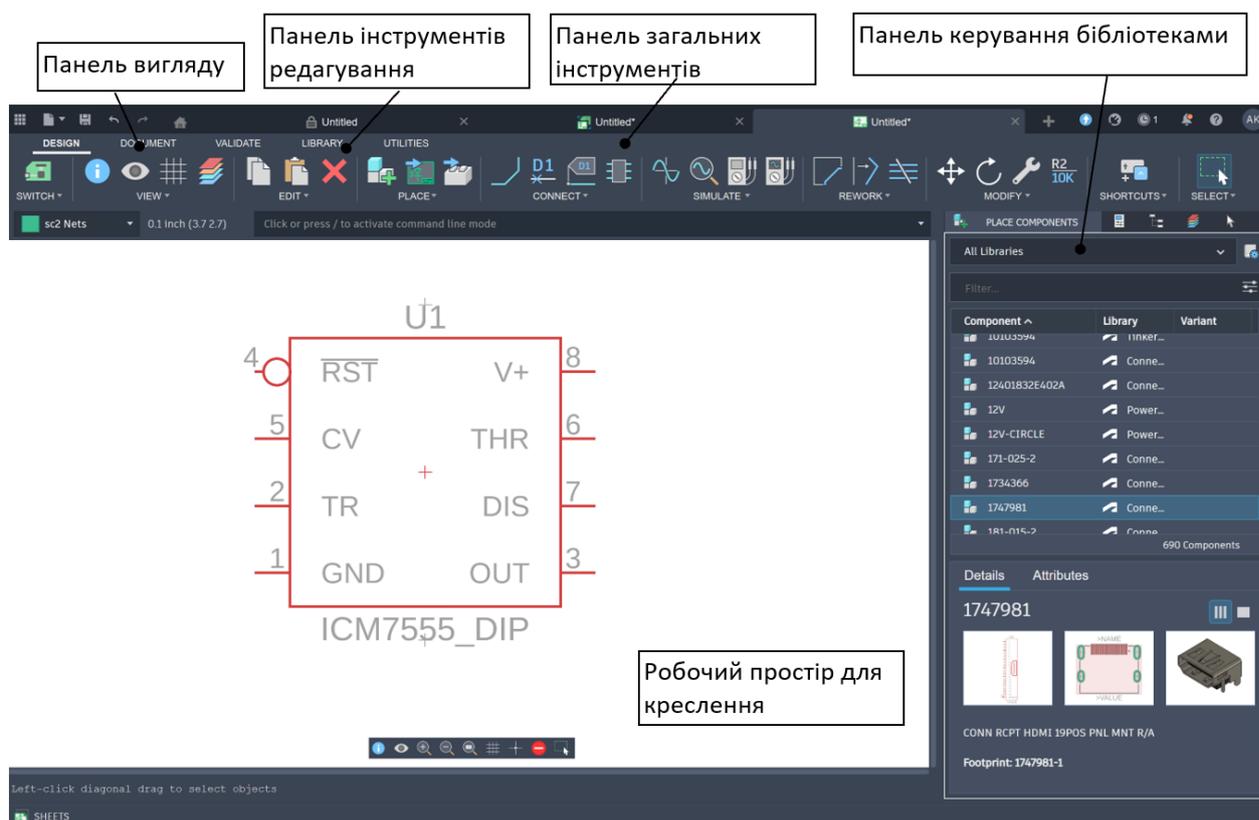


Рис. 7.1 Інтерфейс Fusion Electronics

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 45/39

Порядок виконання роботи

Запустити Fusion 360 та перейти в модуль Electronics. Створити новий електронний проєкт (Electronics Design) та зберегти його в окремій папці з назвою, що містить ПІБ і номер групи.

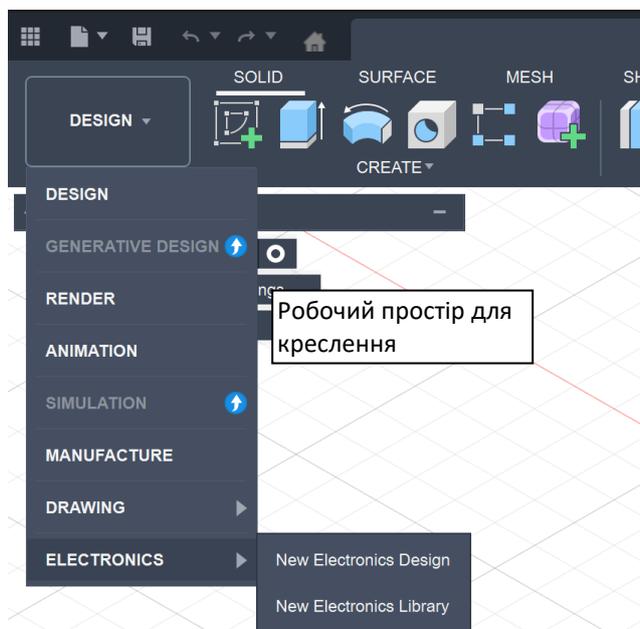


Рис. 7.2 Перехід в електронний проєкт

Ознайомитися з робочими областями: панель інструментів, бібліотеки компонентів, область схеми, властивості об'єктів, менеджер проєкту. Увімкнути відображення сітки та прив'язки (Grid/Snap), налаштувати одиниці та крок сітки для зручності.

Створити принципову довільну схему (Schematic). Додати на аркуш текстовий заголовок (назва роботи, ПІБ, група, дата).

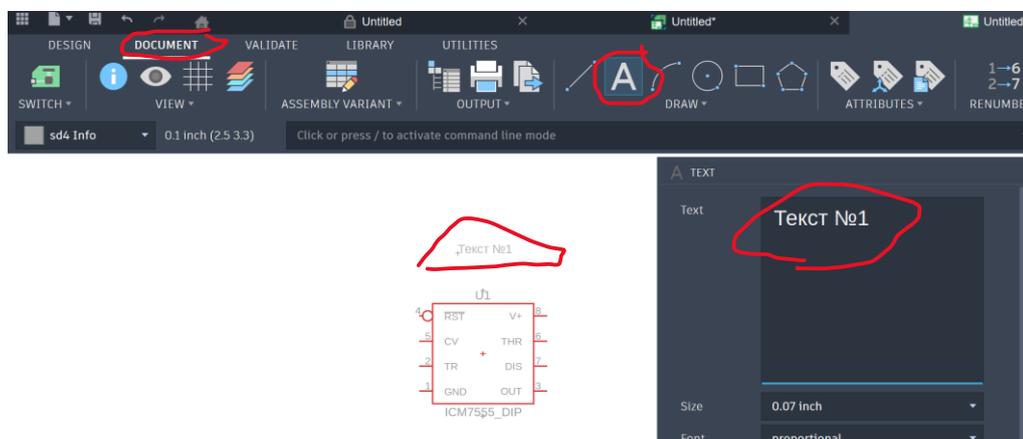


Рис. 7.3 Створення тексту на схемі

Підібрати та розмістити на схемі компоненти з бібліотек (на власний розсуд студента). Рекомендовано зібрати простий приклад на 6–12 елементах,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/40

наприклад: джерело живлення/роз'єм, резистори, світлодіод, кнопка, транзистор або мікросхема таймера, конденсатор. Для кожного елемента задати номінал і, за потреби, позначення.

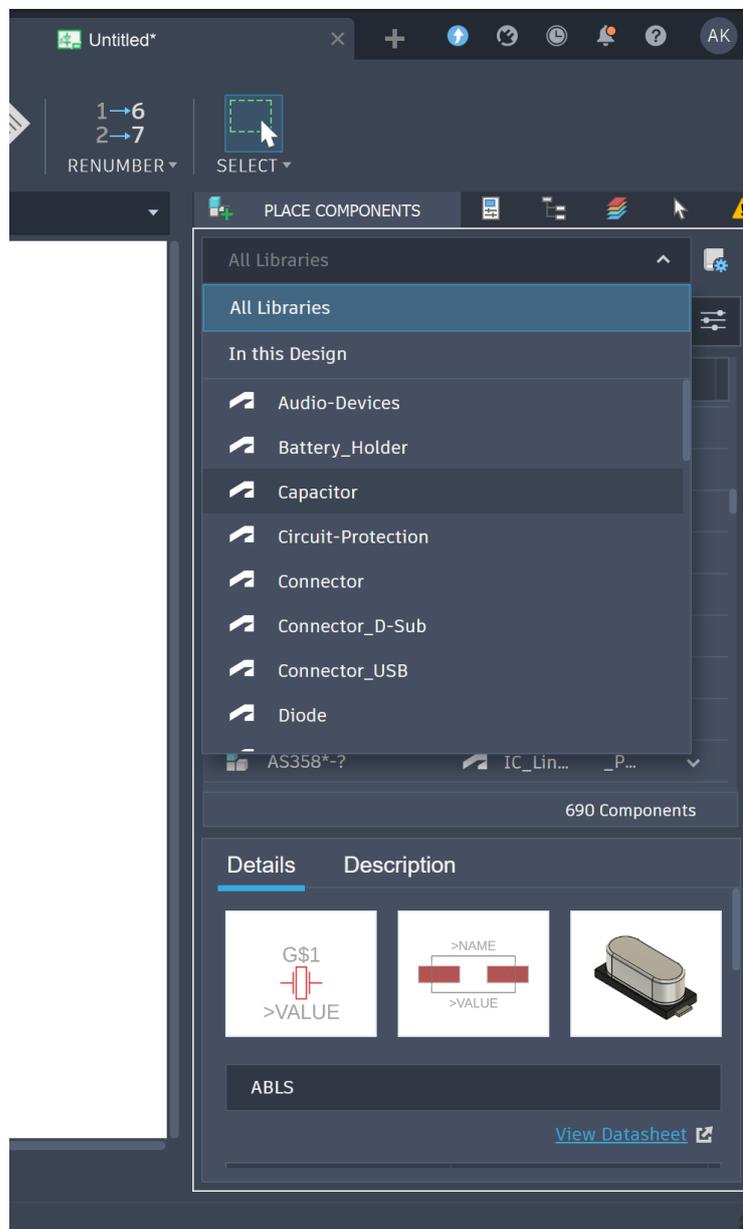


Рис. 7.4 Інтерфейс меню бібліотек елементів

Виконати з'єднання елементів провідниками (nets), використовуючи вузли з'єднання, підписи мереж (net labels) та символи живлення (VCC, GND). Переконайтеся, що немає “вісячих” контактів без потреби.

Запустити ERC-перевірку, переглянути повідомлення та виправити знайдені помилки (або пояснити, чому попередження допустиме).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/41

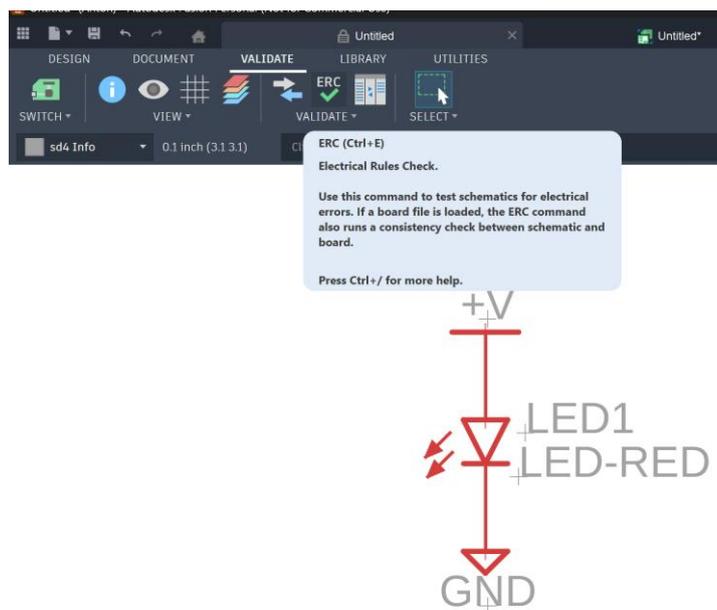


Рис. 7.5 Перевірка схеми ERC

Зберегти проєкт. Виконати експорт схеми у PDF або PNG та підготувати короткий опис (що саме створено і які інструменти були використані під час ознайомлення).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 45/42

Лабораторна робота №8

«Вивчення основних інструментів роботи в Fusion 360 Electronics»

Мета роботи – Закріпити навички роботи з основними інструментами Fusion 360 Electronics під час створення повноцінної схеми за варіантом: коректне застосування бібліотек, позначень і номіналів, іменування мереж, використання шин/міток (labels), перевірка ERC.

Теоретичні відомості

Під час практичного проектування важливо забезпечити читабельність і логіку принципової схеми: функціональне групування вузлів (живлення, керування, навантаження, інтерфейси), правильне іменування мереж (наприклад, +5V, +12V, GND, PWM, SCL/SDA), використання роз'ємів і тестових точок. Окрім ERC, у проектуванні друкованої плати застосовується DRC (Design Rule Check), що контролює технологічні обмеження (ширина доріжок, зазори, отвори, відступи). Важливою частиною документації є BOM (Bill of Materials) – перелік елементів із позначеннями та номіналами. Якісна схема повинна мати однозначні позначення, відсутність конфліктів живлення, коректні символи “землі” та розділення силових/сигнальних ланцюгів (за необхідності).

Порядок виконання роботи

Створити новий Electronics Design у Fusion 360 Electronics. Додати на аркуш схеми заголовок із основними даними (тема, варіант, ПІБ, дата).

Відповідно до обраного варіанта підібрати компоненти з бібліотек та розмістити їх на схемі, дотримуючись логічної структури (вузол живлення окремо, керування окремо, навантаження/вихід окремо). Задати для кожного елемента позначення (R1, C1, U1, Q1 тощо) та номінали. Можливий індивідуальний варіант студента при узгодженні з викладачем.

Виконати з'єднання nets, застосувати Net Labels для основних сигналів і живлення (наприклад, +5V, +12V, GND, OUT, PWM). Використати символи живлення та “землі” коректного типу. Перевірити, що всі потрібні виводи з'єднані та не залишено випадкових “висячих” контактів.

Для схеми обов'язково використати щонайменше такі інструменти: розміщення компонентів з бібліотеки, редагування властивостей (номінал/позначення), net labels, текстові примітки/виноски, копіювання/вирівнювання елементів, а також функціональне групування (рамки/позначення вузлів — за можливості).

Запустити ERC і виправити помилки. У звіті зазначити, які типові помилки були виявлені та як вони усунуті.

Сформувати BOM (перелік елементів) у вигляді таблиці/експорту або скріншота, щоб було видно позначення та номінали.

Додатково, за бажанням студента. Створити PCB на основі схеми, виконати первинне розміщення компонентів, задати мінімальні правила (за

замовчуванням або навчальні), виконати часткове або повне трасування основних ланцюгів і запустити DRC.

Експортувати схему в PDF/PNG, а за наявності плати – додатково зробити скріншот/експорт плати. Зберегти проєкт у вихідному форматі.

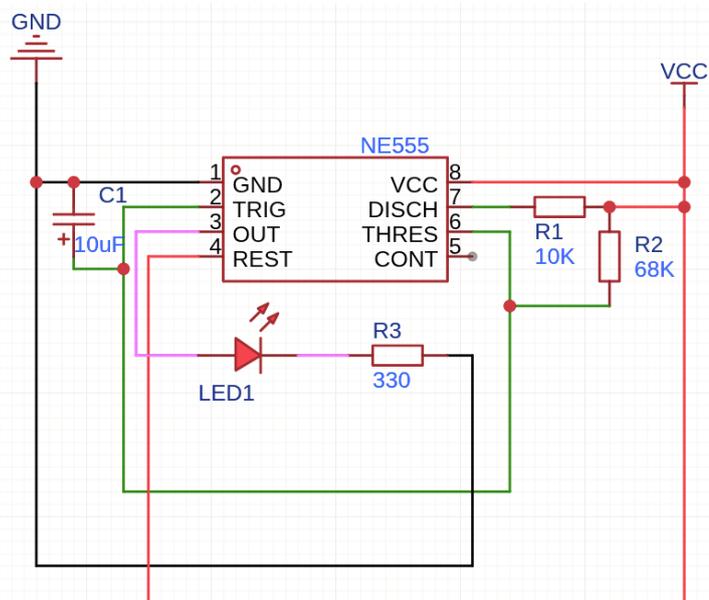


Рис. 8.1 Приклад виконання варіанту 2

Таблиця 8.1

№	Назва	Базові елементи
1	LED-індикатор з кнопкою	J1, D1 (захист), SW1, LED1, R1, GND/VIN labels
2	LED на NE555	U1 NE555, RA, RB, C1, C2=10n, LED1+R
3	Стабілізатор 12V - 5V (лінійний)	J1, D1, U1 7805/AMS1117-5.0, Cin, Cout, LED1+R
4	Релейний модуль керування навантаженням	Q1 (NPN або N-MOSFET), Rb/Rg, реле K1, D1 flyback, LED індикатор, клемник
5	PWM-ключ для DC-двигуна	Q1 N-MOSFET, Rg, Rpd, D1, конденсатор фільтра, роз'єм двигуна
6	Реле часу на NE555	NE555, R, конденсатор, діод
7	Індикатор низької напруги (LM393)	Дільник, компаратор, опорна напруга (POT), LED
8	Зумер-індикатор (керування транзистором)	Buzzer, транзистор, резистор бази/затвора, діод (якщо індуктивний)
9	USB-живлення 5V + захист	USB роз'єм, поліф'юз (PTC), TVS (за наявності), LED індикатор, конденсатори
10	Драйвер світлодіода на транзисторі	NPN/MOSFET, LED-стрічка/LED, резистор/обмеження струму, живлення

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОК33-2-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 45/44</i>

Рекомендована література

1. Getting started for absolute beginners [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/courses/>
2. Product documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=GUID-1C665B4D-7BF7-4FDF98B0-AA7EE12B5AC2>
3. Forums Fusion 360 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://forums.autodesk.com/t5/fusion-360/ct-p/1234>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.001/Б/- ОКЗЗ-2-2025
	<i>Витуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 45/45</i>