

Лабораторна робота 1

Вивчення загальних принципів тривимірного проектування виробів

Мета: Вивчення загальних принципів побудови тривимірних моделей деталей і складань у системі автоматизованого проектування *SolidWorks*.

Проектування виробу в SolidWorks складається з декількох етапів: вибір конструктивної площини для створення двовимірного ескізу, перетворення ескізу у твердотільний елемент, формування деталі з різних елементів, компонування створених деталей у складання. При цьому гнучкі інструменти конструктора SolidWorks дозволяють змінювати значення будь-якого розміру, накладати взаємозв'язки на взаємне розташування об'єктів протягом усього процесу проектування. Процес створення тривимірних моделей заснований на принципах додавання й зняття матеріалу, аналогічних методам реальних технологічних процесів.

Особливості інтерфейсу SolidWorks

Інтерфейс *SolidWorks* відповідає звичному графічному інтерфейсу програм сімейства *Windows Microsoft*. Стандартні функції *Windows* забезпечують роботу з файлами (створення, відкриття, збереження й ін.). Друк ескізів, 3D моделей з екрана й креслень в *SolidWorks* здійснюється на будь-якій пристрій графічного виведення (плоттер, принтер), установлений в операційній системі [1].

Проектування в *SolidWorks* включає створення об'ємних моделей деталей і складань з можливістю генерувати на їх основі робочі креслення. Створення нового документа в *SolidWorks* супроводжується вибором шаблону документа: **Part** (Деталь), **Assembly** (Складання) або **Drawing** (Креслення). У випадку вибору шаблонів **Деталь** або **Складання** графічна область являє собою тривимірний простір.

Основними елементами інтерфейсу *SolidWorks* є: меню, панелі інструментів, область побудови, строка стану (рис. 1.1).

Для наочного подання процесу проектування в *SolidWorks* існує **FeatureManager** (Дерево конструювання або Дерево побудови). Воно реалізовано в стилі традиційного **Провідника Windows**, зазвичай розташовується в лівій частині робочого вікна *SolidWorks* і являє собою послідовність конструктивних елементів, що утворюють деталь, а також додаткові елементи побудови (осі, площини). **Дерево побудови** містить повну інформацію про тривимірний об'єкт і динамічно пов'язане з областю побудови. У режимі складання **Дерево побудови** відображає список деталей, що входять у складання, а також необхідні сполучення деталей і складань (рис. 1.1).

Основними функціями **FeatureManager** є:

– вибір елементів за іменем (за натисканням лівої клавіші миші);

- визначення й зміна послідовності, у якій створюються елементи;
- відображення розмірів елемента, яке можна виконати, двічі натиснувши на ім'я елемента;
- відображення й приховання елементів деталі й компонентів складання.

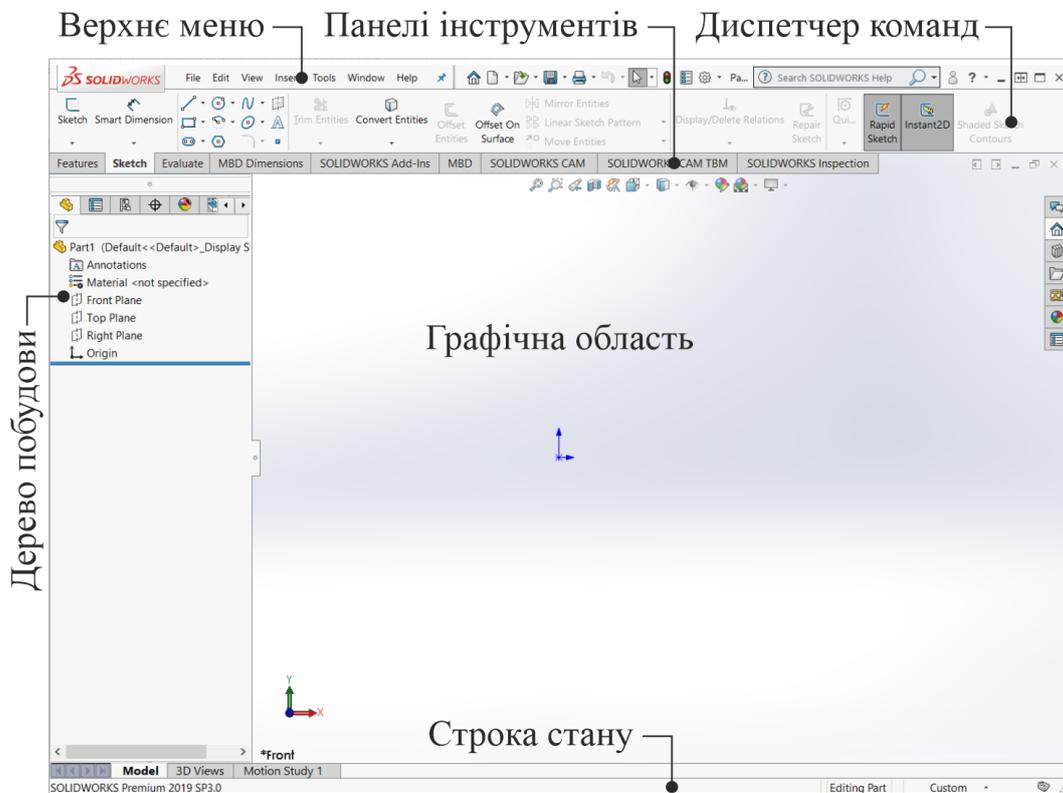


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд інтерфейсу *SolidWorks*

При побудові нової тривимірної моделі деталі в **FeatureManager** за замовчуванням присутні наступні графічні елементи:

- **Origin** (Вихідна точка) з нульовими початковими координатами;
- три взаємно перпендикулярні площини: **Front** (Спереду), **Top** (Зверху), **Right** (Праворуч).

Toolbars (Панель інструментів) є елементом інтерфейсу, що налаштовується. Користувач має можливість установлювати розташування панелей інструментів, їх відображення залежно від типу документа.

Command Manager (Диспетчер команд) – це контекстна панель інструментів, що оновлюється автоматично залежно від панелі інструментів, до якої потрібен доступ. При побудові деталі **Command Manager** за замовчуванням містить панелі інструментів: **Features** (Елементи) й **Sketch** (Ескіз), у режимі складання – панелі інструментів **Assembly** (Складання) й **Sketch** (Ескіз).

Швидко налаштування **Toolbars** і **Command Manager** здійснюється при натисканні правої клавіші миші на границі вікна відповідної панелі.

Верхнє меню містить команди *SolidWorks* у повному обсязі. При відсутності команди на панелі інструментів її завжди можна знайти через

верхнє меню. У **строчці стану** в нижній частині вікна *SolidWorks* представлена інформація, пов'язана з виконуваною функцією.

Дія маніпулятора миші в *SolidWorks* відповідає стандартним функціям операційних систем сімейства *Windows Microsoft*.

Вибір об'єктів (елементів у дереві побудови, поверхонь твердотільної моделі в області побудови, вибір об'єктів у плоскому ескізі) здійснюється при натисканні лівої клавіші миші. Натискання правої кнопки миші відповідає запуску спливаючого (контекстного) меню об'єкта.

Загальний принцип створення твердотільних об'єктів описується наведеною послідовністю:

1. Вибір площини для побудови **Sketch**.
2. Побудова об'єктів плоского ескізу, проставлення розмірів, визначення взаємозв'язків.
3. Виконання дії над плоским ескізом, додавання товщини плоским об'єктам ескізу (витягування, поворот і т.д.).

У режимі конструювання деталі виконаємо побудову простого циліндричного елемента методом витягнутої бобишки, і на прикладі розглянемо основні інструменти *SolidWorks*.

Створення циліндричного твердотільного елемента

Для побудови моделі тривимірного циліндра варто виконати наступні дії:

1. Почати новий документ – натиснути **Part SolidWorks**.
2. На панелі інструментів **Features** натиснути кнопку **Extruded Boss/Base** (Витягнута бобишка/основа). При цьому буде активізована команда створення твердотільного елемента методом витягнутої бобишки (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Панель інструментів **Features**

3. Система запропонує вибрати одну із трьох початкових площин: **Front**, **Top**, **Right** для побудови ескізу майбутнього тривимірного елемента.

4. Вибрати площину **Front** (вибір здійснюється за написом найменування площини). При цьому зображення на дисплеї зміниться таким чином, що площина **Front** буде звернена на користувача, перпендикулярно напрямку його погляду. Вибір площини для побудови ескізу може бути виконаний до активізації команди створення твердотільного елемента.

5. На панелі інструментів **Sketch** інструментом **Circle** (Окружність) побудувати окружність довільним радіусом із центром у **Origin** з нульовими координатами (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Панель інструментів **Sketch**

6. Натиснути кнопку **Smart Dimension** (Автоматичне нанесення розмірів) і, вибравши дугу окружності, змінити розмір у вікні, що з'явилося, на значення 100 мм.

7. Натиснути значок **Exit Sketch** (Вихід з ескізу) у вікні **Кут** для вибору (рис. 1.4), щоб завершити ескіз, при цьому система автоматично запропонує вибір параметрів створюваного елемента **Boss-Extrude** (Витягнути) у вікні **PropertyManager** (Менеджера властивостей) ліворуч екрана, а також у графічній області буде відображатися попередній вигляд створюваного тривимірного елемента (рис. 1.5).

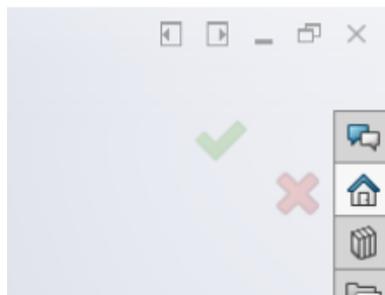


Рисунок 1.4 – Кут для вибору у графічній області

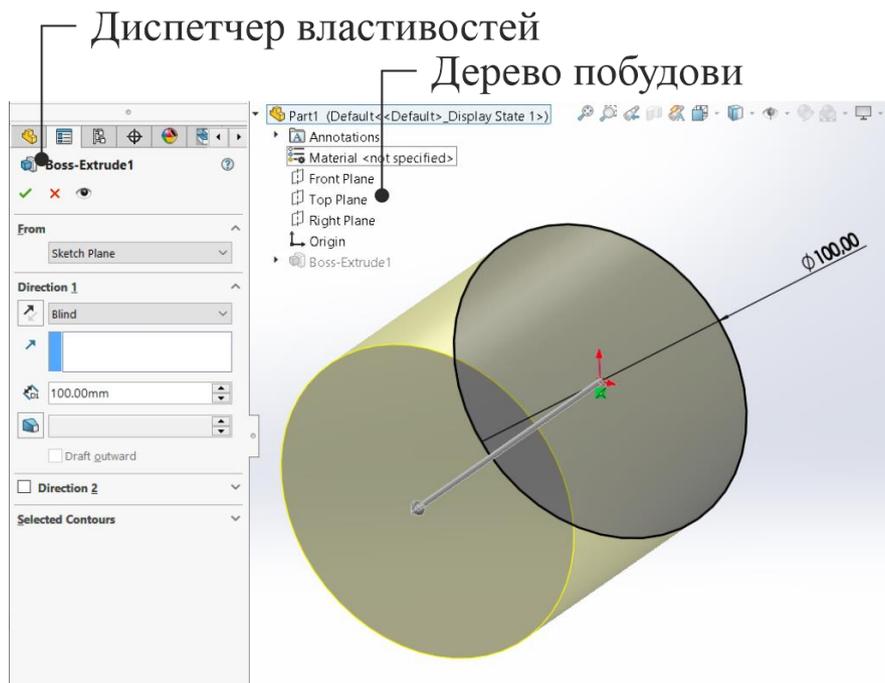


Рисунок 1.5 – Визначення параметрів елемента **Boss-Extrude**

8. У розділі **Direction 1** (Напрямок 1) вікна **Property Manager** установити параметр **Depth** (Глибина) рівним 100 мм (рис. 1.5).

9. Натиснути *Enter*, або **ОК**, або значок прийняття елемента у вікні **Кут** (правий верхній кут екрана) для вибору в графічній області системи *SolidWorks*.

10. Зберегти деталь під ім'ям ЛЗ1.sldprt.

У результаті була побудована тривимірна модель циліндра з діаметром основи 100 мм і висотою 100 мм. Побудований елемент відображається в графічній частині системи й динамічно пов'язаний з об'єктом у **FeatureManager** під найменуванням **Extrude1** (Витягнути1).

Зміна орієнтації виду

Для зміни орієнтації виду існує панель інструментів **Standard Views** (Стандартні види) (рис. 1.6). Вона дозволяє вибрати один із шести стандартних видів: **Front** (Спереду), **Back** (Позаду), **Top** (Зверху), **Bottom** (Знизу), **Right** (Праворуч), **Left** (Ліворуч), а також ізометричні проекції **Isometric** (Ізометрія), **Dimetric** (Діметрія), **Trimetric** (Триметрія). Орієнтації видів відповідають розташуванню трьох основних початкових площин: **Front**, **Top**, **Right**. При виборі виду **Front** площина екрана монітора відповідає площині **Front**.

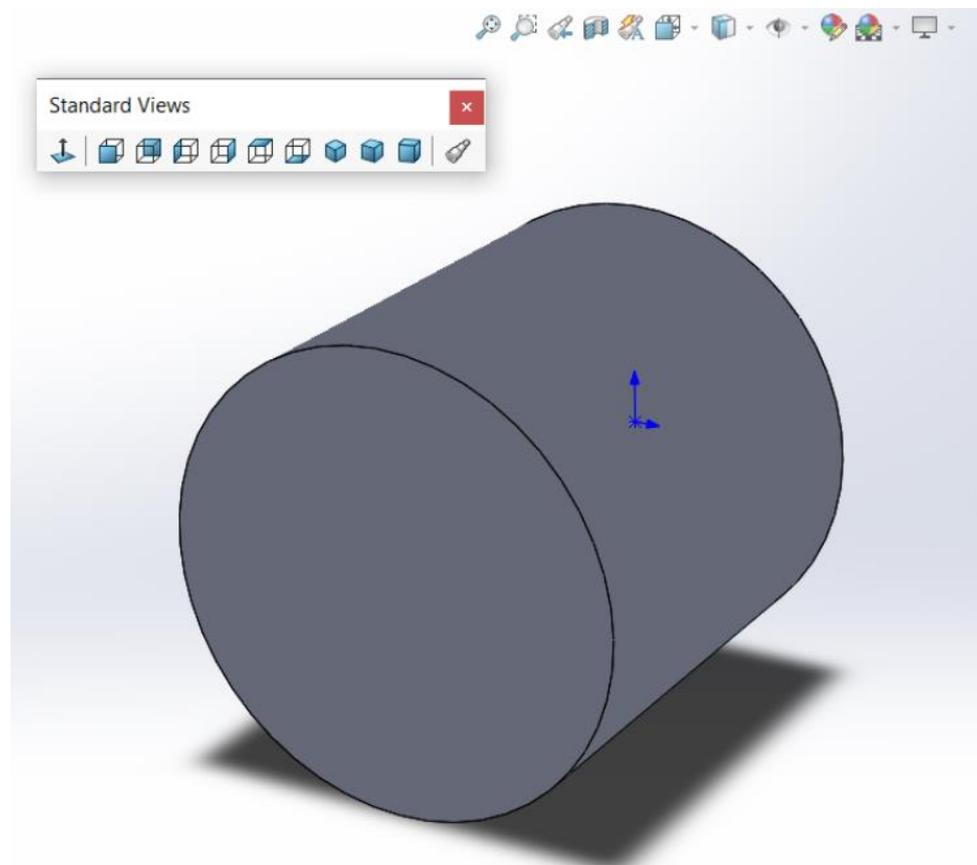


Рисунок 1.6 – Інструменти зміни орієнтації виду

Також панель **Standard Views** дозволяє встановити вид **Normal To** (Перпендикулярно) напрямку погляду спостерігача. У цьому випадку попередньо необхідно вибрати плоску грань або площину, або циліндричну або конічну грань. Установити необхідний вид можливо й за допомогою спливаючого меню в лівому нижньому куті графічного вікна (рис. 1.6). У цій області відображається поточна орієнтація виду й може бути задана кількість видів у графічній області: **Single View** (Один вид), **Two View** (Два види) або **Four View** (Чотири види).

Zooms (Зміна масштабу), **Rotate** (Обертання) й **Pan** (Переміщення виду). Команди зміна масштабу, обертання й переміщення виду містяться на панелі інструментів **View** (Вигляд) (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Панель інструментів **View**

Зміна масштабу виду виконується трьома основними командами:

- **Zoom In/Out** (Збільшити/Зменшити вид)  ;
- **Zoom to Area** (Збільшити елемент виду)  ;
- **Zoom to Fit** (Змінити в розмір екрана)  .

Команда **Zoom to Fit** змінює масштаб виду так, щоб модель, складання або креслярський аркуш були повністю відображені. Команди **Zoom to Area** й **Zoom In/Out** можуть бути успішно замінені зміною масштабу виду за допомогою колеса (скрола) миші. Поворот колеса миші назад відповідає збільшенню масштабу, поворот колеса миші вперед – зменшенню масштабу виду. Під час обертання покажчик миші є центром зміни масштабу.

Обертання виду може бути виконано по команді **Rotate View** (Обертати вид) або при натисканні середньої кнопки миші або скрола. В останньому випадку для повороту виду необхідно натиснути скрол і, не відпускаючи його, переміщати курсор миші.

Переміщення деталі виконується по команді **Pan View** (Переміщати вид). Переміщення виду може виконуватися також аналогічно повороту виду (переміщенням миші з натиснутим колесом прокручування) при натиснутій клавіші *Ctrl*.

Найбільш ефективна зміна параметрів виду моделі може бути досягнута у випадку спільного використання маніпулятора «миші» – його колеса прокручування скрола, а також кнопок панелі інструментів **View**.

Редагування тривимірної моделі

На базі побудованої заготовки циліндра була створена тривимірна модель корпусу з'єднувача в *SolidWorks* (рис. 1.8). При побудові використалися елементи **Extruded Boss/Base** (Витягнута бобишка/основа), **Extruded Cut** (Витягнутий виріз), **Fillet** (Округлення) й **Shell** (Оболонка).

Для відображення всіх розмірів моделі необхідно вибрати пункт **Show Feature Dimensions** (Відобразити розміри елемента) в папці **Details** (Примітки) **FeatureManager**.

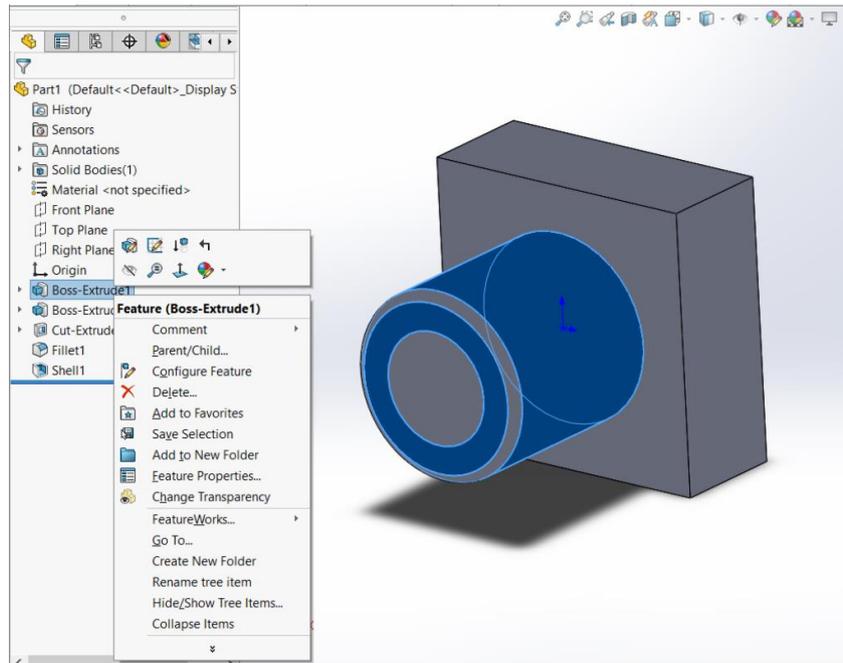


Рисунок 1.8 – Тривимірна модель з'єднувача

Використання **Смуги відкочування** дозволяє здійснювати повернення моделі в попередній стан. При цьому елементи, розташовані нижче **Смуги відкочування**, будуть приховані (рис. 1.9).

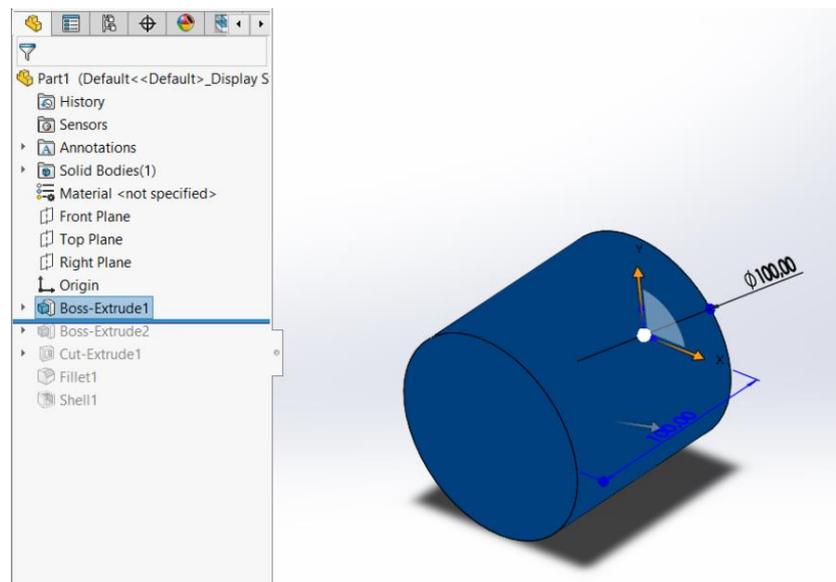


Рисунок 1.9 – Смуга відкочування

Для редагування елементів тривимірної моделі варто активізувати контекстне меню (при натисканні правої кнопки миші відповідного елемента в **FeatureManager**. Використовуючи команди **Edit Feature** (Редагувати визначення), користувач переходить у режим редагування елемента. Перехід у режим редагування ескізу здійснюється по команді **Edit Sketch** (Редагувати ескіз) (рис 1.8).

Через контекстне меню можливо **Suppress** (Приховати) або **Unsuppress** (Висвітити) відповідний елемент побудови, а також **Delete** (Видалити) елемент.

Для того щоб відобразити розміри конкретного елемента, потрібно двічі натиснути на його імені в **FeatureManager**. При цьому подвійний клік на значенні відповідного керуючого розміру запускає вікно **Modify** (Змінити) (рис. 1.10). Нове значення розміру, уведеного в цьому вікні, повинно бути збережене натисканням *Enter* на клавіатурі або значка  у вікні **Modify** (Змінити). Для зміни тривимірної графіки необхідно перебудувати модель – команда  **Rebuild** (Перебудувати).

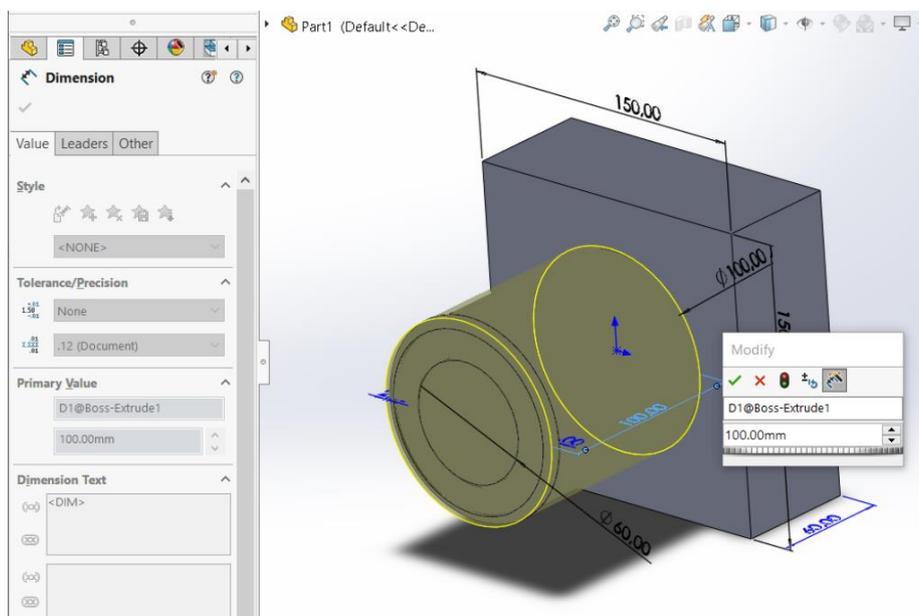


Рисунок 1.10 – Зміна керуючого розміру елемента

Способи відображення моделі й вибір елементів

При виборі елементів кожному об'єкту відповідає умовна позначка курсора «миші».

Усі елементи в *SolidWorks* можуть відноситися безпосередньо до тривимірної твердотільної моделі (грані, кромки, вершини), ескізу (лінії, точки, розмірні лінії й ін.), елементам допоміжної геометрії (площини, осі).

Вигляд курсора при виборі елемента тривимірної моделі може змінюватися в такий спосіб:

- при виборі кромки 
- при виборі грані 
- при виборі вершини 

Вибрані елементи виділяються суцільною лінією, виділений елемент (грань, вершина, кромка й т.д.) додатково динамічно підсвічується. Якщо вибір елемента зроблений (при натисканні лівої кнопки «миші»), то підсвічування фіксується.

Спосіб відображення визначає подання тривимірної моделі в графічній області. Від способу відображення залежать можливості вибору елементів моделі (рис. 1.11).

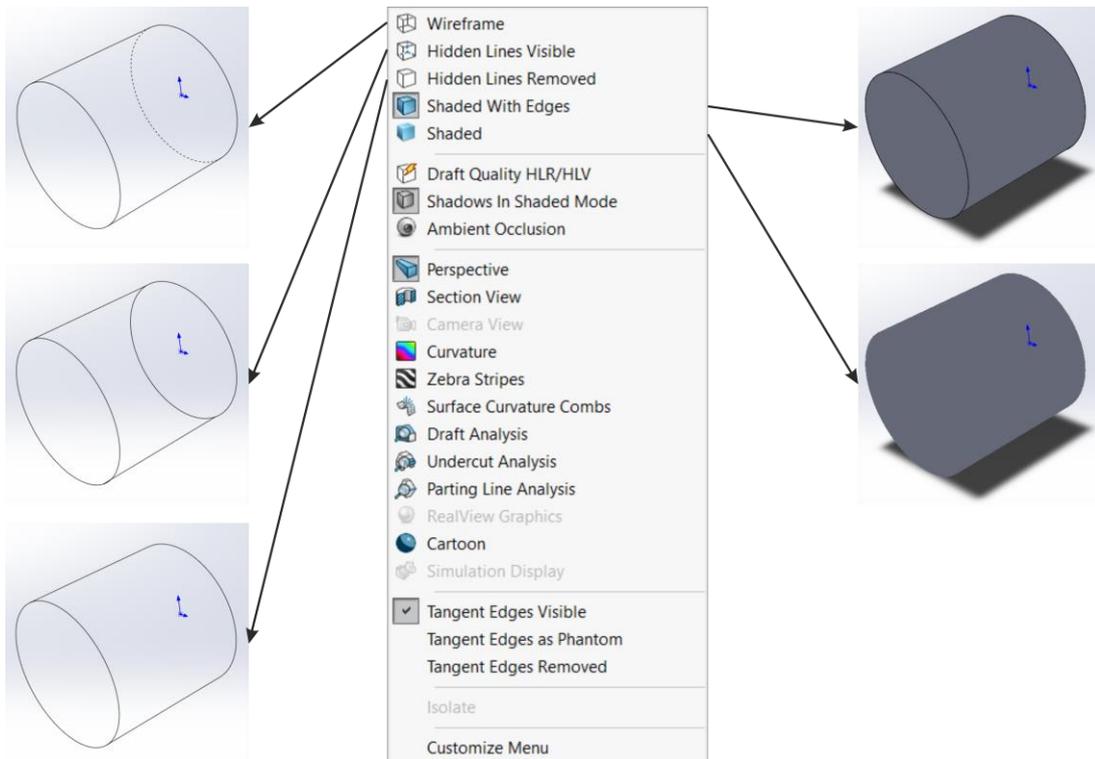


Рисунок 1.11 – Панель команди видів і способи подання моделі

Для **Wireframe** (Каркасного подання) відображаються всі кромки моделі. Кромки й вершини, що перебувають за гранями моделі, відображаються як видимі й мають рівні можливості при виборі. При такому способі відображення видимі й невидимі кромки рівнозначні.

При виборі способу **Hidden Lines Visible** (Невидимі лінії відображаються) всі кромки моделі, які неможливо побачити під обраним кутом, відображаються сірими кольорами або штриховою лінією (залежно від налаштування системи). Користувач може вибирати як видимі, так і невидимі кромки й вершини.

Для способу **Hidden Lines Removed** (Сховати невидимі лінії) всі кромки, які неможливо побачити під обраним кутом, не відображаються. Вибирати можна тільки видимі кромки, вершини й грані.

Найбільш показовим способом відображення, що дає подання про форму й обсяги тривимірного об'єкта, є **Shaded with Edges** (Зафарбований вид з каркасним поданням).

У розрізі документа деталі або складання (команда ) модель відображається таким чином, немов вона розрізана за допомогою зазначених площин і граней. При цьому відображається внутрішня конструкція моделі. Цей спосіб відображення дає наочне подання про внутрішню будову деталей і складань.

Зміна оптичних властивостей об'єктів

У *SolidWorks* існує можливість зміни оптичних властивостей (кольори, прозорість і т.п.) окремих граней моделі, а також моделей деталей і складань у цілому. Використання різних кольорів для тривимірних моделей дозволяє легко відрізнити їх одна від одної в складанні.

Щоб змінити кольори або оптичні властивості обраного об'єкта (грані, деталі, зборки), необхідно:

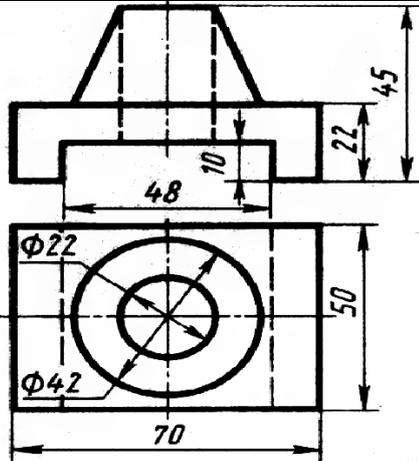
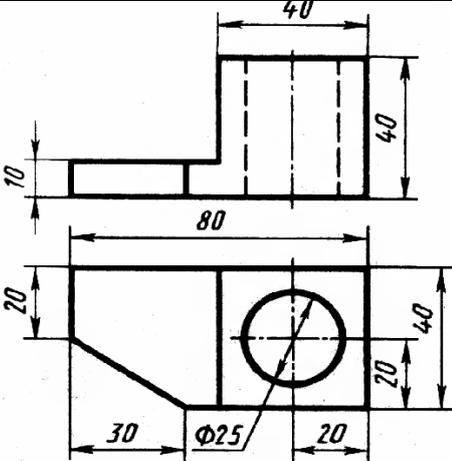
1. Вибравши об'єкт через **FeatureManager** або в **Графічній області побудови**, запустити спливаюче меню (при натисканні правої кнопки миші), вибрати пункт меню **Appearances** (Зовнішні вигляди) >> **Color** (Колір).
2. Вибрати необхідні кольори у вікні, що з'явилося, **Color/Image** (Кольори й зображення).
3. Зафіксувати зміни, натиснувши кнопку **ОК** або *Enter*.

Практична робота 1

Створення моделі

Завдання: Відповідно до виданого зображення деталі (Таблиця 1.1) виконати побудову тривимірної моделі деталі в *SolidWorks*.

Таблиця 1.1 – Моделі для практичної роботи

№	Модель, мм	№	Модель, мм
1		2	

Продовження таблиці 1.1

№	Модель, мм	№	Модель, мм
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Закінчення таблиці 1.1

№	Модель, мм	№	Модель, мм
11	<p>Technical drawing of a stepped shaft. The front view shows a shaft with a diameter of 15 mm, a length of 40 mm, a diameter of 20 mm for a section of 20 mm, and a diameter of 30 mm for a section of 40 mm. The end view shows a semi-circular profile with a radius of R25, a central hole of diameter Φ20, and a total length of 60 mm. The diameter of the main body is 30 mm, and the diameter of the end section is 50 mm.</p>	12	<p>Technical drawing of a stepped shaft. The front view shows a shaft with a diameter of 55 mm, a length of 50 mm, a diameter of 20 mm for a section of 25 mm, and a diameter of 40 mm for a section of 10 mm. The end view shows a semi-circular profile with a radius of R15, a central hole of diameter Φ20, and a total length of 65 mm. The diameter of the main body is 25 mm, and the diameter of the end section is 25 mm.</p>
13	<p>Technical drawing of a stepped shaft. The front view shows a shaft with a diameter of Φ32, a length of 70 mm, and a diameter of 28 mm for a section of 28 mm. The end view shows a hexagonal profile with a diameter of Φ50.</p>	14	<p>Technical drawing of a truncated cone. The front view shows a cone with a height of 80 mm, a diameter of 20 mm at the top, and a diameter of Φ70 at the bottom. The end view shows a circular profile with a diameter of 50 mm and a square hole with a side length of 20 mm.</p>
15	<p>Technical drawing of a truncated cone. The front view shows a cone with a height of 30 mm, a diameter of 80 mm at the top, and a diameter of Φ50 at the bottom. The end view shows a circular profile with a diameter of Φ40 and a square hole with a side length of 20 mm.</p>	16	<p>Technical drawing of a stepped shaft. The front view shows a shaft with a diameter of 50 mm, a length of 16 mm, a diameter of 90 mm, a diameter of 16 mm for a section of 16 mm, and a diameter of 35 mm for a section of 17 mm. The end view shows a circular profile with a diameter of Φ30 and a square hole with a side length of 16 mm.</p>