

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гуманітарно-педагогічний факультет

Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти

Застосування системи автоматичного комп'ютерного проектування на уроках технологій у старших класах під час виготовлення столярних виробів

Галузь знань – 01 Освіта / Педагогіка

Спеціальність – 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

Предметна спеціальність – 014.10 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Освітньо-професійна програма – Середня освіта. Трудове навчання та технології,  
інформатика

КРТН.023240.23.09.ПЗ

Виконав: студент II курсу гр. ТНм-23



Данило КАПЛІН

Керівник: канд. пед. наук, доцент



Олександр ЛІВШУН

Нормоконтролер:




Оксана ПЯСТУК

До захисту допускаю

Завідувач кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва



Ірина АНДРОЩУК

« 18 »  2024 р.


Хмельницький 2024

## ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гуманітарно-педагогічний  
 Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва  
 Освітній рівень другий (магістерський)  
 Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка  
 Спеціальність 014.10 Середня освіта  
 Предметна спеціальність 014.10 Середня освіта. (Трудове навчання та технології)  
 Освітньо-професійна програма Середня освіта. Трудове навчання та технології.  
інформатика

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Ірина АНДРОЩУК  
 «16» 12 2024 р.

### ЗАВДАННЯ

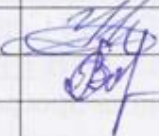
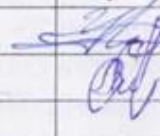


#### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Данило КАПЛІН

(ім'я, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи застосування системи автоматичного компютерного проектування на уроках технологій у старших класах під час виготовлення столярних виробів.  
керівник кваліфікаційної роботи канд. пед. наук, доцент Олександр ЛІВШУН  
Затверджено наказом ректора університету від 26.08.2024 р. №60, додаток 1
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру 24.12.2024 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Навчальна програма закладів загальної середньої освіти з технологій, рівень стандарту 10-11 класи, 2017 р.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Використання системи автоматичного комп'ютерного проектування в освітньому процесі як педагогічна проблема: (системи автоматичного компютерного проектування як засіб навчання; класифікація систем автоматичного компютерного проектування; досвід використання системи автоматичного компютерного проектування на уроках технологій); Методичні аспекти використання системи автоматичного комп'ютерного проектування на уроках технологій під час виготовлення столярних виробів у старших класах: (обґрунтування систем автоматичного комп'ютерного проектування для виготовлення об'єктів столярних виробів на уроках технологій; особливості використання системи автоматичного комп'ютерного проектування при виготовленні столярних виробів; порівняльний аналіз систем автоматичного комп'ютерного проектування для уроків технологій).
5. Перелік графічного матеріалу немає.

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдан прийм
<i>Антиплагіат</i>	<i>Іван ГЕРНІЧЕНКО</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Оксана ПЯСТУК</i>		

7. Дата видачі завдання 4.09.2023

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1	<i>Вступ</i>	<i>18.11.2024</i>	викона
2	<i>1 розділ</i>	<i>20.11.2024</i>	викона
3	<i>2 розділ</i>	<i>30.11.2024</i>	викона
4	<i>Висновки, перелік посилань</i>	<i>01.12.2024</i>	викона
5	<i>Попередній захист</i>	<i>02.12 - 04.12.2024</i>	викона
6	<i>Перевірка на плагіат</i>	<i>05.12 - 10.12.2024</i>	викона
7	<i>Нормоконтроль</i>	<i>11.12 - 15.12.2024</i>	викона
8	<i>Рецензування</i>	<i>17.12-21.12.2024</i>	викона
9	<i>Захист</i>	<i>26-27.12.2024</i>	викона

Студент

  
 (підпис)
Данило КАПЛІН

Керівник роботи

  
 (підпис)
Олександр ЛІВШУН

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена особливостям застосування систем автоматичного комп'ютерного проектування на уроках технологій у старших класах під час виготовлення столярних виробів

У першому розділі роботи обґрунтовано значення сичтем автоматичного компютерного проектування, висвітлено теоретичні аспекти використання системи автоматичного компютерного проектування в освітньому процесі як педагогічна проблема, охарактеризовано системи автоматичного компютерного проектування як засобу навчання, прокласифіковано системи автоматичного компютерного проектування, досвід їх використання на уроках технологій.

У другому розділі схарактеризовано використання систем автоматичного компютерного проектування на уроках технологій під час виготовлення столярних виробів у старших класах, підібрано комплект орієнтовних обектів праці та систем для їх компютерного проектування, укладено методичні рекомендації щодо використання системи автоматичного компютерного проектування при виготовленні столярних виробів, висвітлено хід та результати порівняльного аналізу.

Кваліфікаційна робота виконана здобувачем другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 014.10 Середня освіта. Трудове навчання та технології, інформатика кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету під керівництвом канд. пед. наук, доцента Олександра ЛІВШУНА.

Кваліфікаційна робота складає 94 сторінок основного тексту, 7 таблиць, 53 рисунки та літературних джерел в кількості 34.

Ключові слова: САКП, AutoCAD, Компас 3D, TinkerCad, 3D – моделювання, технічне креслення, методика навчання, обекти праці, освітній процес, інтеграція САКП.

12 грудня 2024 р.



Данило КАПЛІН

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП .....	6
Розділ 1 ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА.....	9
1.1 Системи автоматичного комп'ютерного проектування як засіб навчання.....	9
1.2 Класифікація систем автоматичного комп'ютерного проектування .....	18
1.3 Напрямок і можливості використання системи автоматичного комп'ютерного проектування на уроках технологій .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 6
Розділ 2 МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ СТОЛЯРНИХ ВИРОБІВ У СТАРШИХ КЛАСАХ.....	44
2.1 Обґрунтування систем автоматичного комп'ютерного проектування для виготовлення об'єктів столярних виробів на уроках технологій.....	43
2.2 Особливості використання системи автоматичного комп'ютерного проектування при виготовленні столярних виробів.....	77
2.3 Порівняльний аналіз систем автоматичного комп'ютерного проектування для уроків технологій .....	87
Висновки .....	94
Перелік джерел посилань .....	96
Додаток А - Методичні вказівки для розроблення моделі листової деталі в Програмі Компас 3D.....	99
Додаток Б - Методичні вказівки для розроблення моделі настінного годинника в програмі AutoCAD.....	109
Додаток В - Анкетування учнів.....	120

## ВСТУП

У сучасному світі, де новітні технології займають ключову роль у багатьох сферах, освітній процес має адаптуватися до нових викликів і реалій. Однією з таких змін є впровадження систем автоматизованого комп'ютерного проєктування (САКП) у навчальні практики, що дозволяє поєднати традиційні методи викладання з передовими цифровими інструментами.

Актуальність теми зумовлена тим, що класичні методи навчання, засновані на використанні паперових креслень і ручному виконанні завдань, поступово втрачають свою ефективність у сучасних умовах. Учні бракує інтерактивних можливостей, зручності та наочності, які могли б полегшити сприйняття матеріалу. Інноваційні програми, такі як TinkerCAD, AutoCAD і Компас 3D, надають можливість створювати складні проєкти у цифровому середовищі, використовуючи точні інструменти для деталізації моделей. Вони також сприяють розвитку важливих компетентностей, таких як просторове мислення, креативність, технічна грамотність і вміння працювати з програмним забезпеченням.

Під час аналізу були виявлені як позитивні сторони використання САКП, так і труднощі, з якими довелося стикнутися. Серед основних переваг можна виділити зростання зацікавленості учнів у навчанні. Виконання завдань у цифрових програмах викликало в учнів інтерес і прагнення експериментувати із конструкціями та дизайнами. Завдяки інтерактивним функціям програми учні не лише візуалізували свої задуми, але й перевіряли їх на реалістичність і практичність за допомогою симуляцій. Це дозволило глибше зрозуміти принципи проєктування, чого неможливо було досягти лише через класичні підходи до навчання.

Головною проблемою використання систем автоматизованого комп'ютерного проєктування (САКП) в українських закладах середньої освіти є обмежений доступ до сучасних технологій через низьке технічне

забезпечення більшості навчальних закладів. У багатьох закладах комп'ютери застарілі та не здатні підтримувати сучасне програмне забезпечення, яке вимагає високої обчислювальної потужності. Це ускладнює інтеграцію САКП у навчальний процес, адже такі програми, як AutoCAD, SolidWorks або Fusion 360, потребують не тільки технічного оснащення, але й постійного оновлення програмного забезпечення, що часто є недоступним через обмежене фінансування.

Ще однією важливою проблемою є недостатній рівень підготовки вчителів, які часто не мають належних знань або практичних навичок для роботи із САКП. Навчальні програми для вчителів рідко включають курси, присвячені сучасним інструментам проектування, що призводить до їхньої низької впевненості у впровадженні цих технологій на уроках. Багато педагогів не знають, як ефективно використовувати САКП для навчання учнів, особливо коли мова йде про інтеграцію тривимірного моделювання, симуляцій та аналізу конструкцій.

Додатковою перешкодою є вартість програмного забезпечення. Ліцензії на популярні САКП, такі як AutoCAD чи SolidWorks, є дорогими для більшості навчальних закладів, особливо у сільській місцевості. Хоча існують безкоштовні або навчальні версії програм, вони часто мають обмежений функціонал, який не дозволяє виконувати складні завдання, потрібні для підготовки учнів до реальної роботи у майбутньому.

Вирішення цієї проблеми потребує системного підходу на рівні державної політики та місцевих ініціатив.

Об'єктом дослідження є використання систем автоматичного комп'ютерного проектування в старших класах.

Предметом дослідження є застосування систем автоматичного комп'ютерного проектування на уроках технології при виготовленні столярних виробів.

Метою роботи є підбір систем автоматичного комп'ютерного проектування та особливості їх використання під час проектування столярних виробів у старших класах.

Завдання дослідження:

1 проаналізувати в науково-педагогічній літературі сутність поняття системи автоматичного комп'ютерного проектування як засобу навчання;

2 охарактеризувати можливості систем автоматичного комп'ютерного проектування;

3 здійснити підбір систем автоматичного комп'ютерного проектування.

4 розробити алгоритм роботи систем автоматичного комп'ютерного проектування для виготовлення об'єктів столярних виробів;

5 здійснити порівняльний аналіз систем автоматичного комп'ютерного проектування для уроків технологій

Методи дослідження включають:

## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ СТОЛЯРНИХ ВИРОБІВ У СТАРШИХ КЛАСАХ

### 2.1 Обґрунтування систем автоматичного комп'ютерного проектування для виготовлення об'єктів столярних виробів на уроках технологій

У шкільній програмі для 10-11 класів на уроках технологій важливе місце посідає робота з об'єктами праці, які вимагають творчого і технічного підходу. Ці об'єкти класифікуються за рівнем складності, що дозволяє поступово вводити учнів у світ комп'ютерного проектування. Рівні поділяються на легкий, середній і складний, кожен із яких передбачає виконання завдань різного ступеня складності з урахуванням технічних можливостей учнів та доступного програмного забезпечення.

Розподіл об'єктів праці на три рівні складності – легкий, середній та складний – є важливим підходом у навчанні, який забезпечує поетапне освоєння знань і навичок. Такий підхід враховує різний рівень підготовки учнів, їхні можливості та поступове ускладнення завдань, що дозволяє адаптувати навчальний процес до потреб кожного учня. Основна мета розподілу — зробити навчання більш ефективним і мотивуючим, допомагаючи школярам поступово переходити від базових до складних понять і завдань. Розподіл на три рівні забезпечує системність у навчанні. Легкий рівень створений для того, щоб учні могли познайомитися з базовими принципами роботи в системах автоматизованого проектування (САКП), вивчити основні інструменти та функції програм. Це дозволяє їм відчувати впевненість на початкових етапах навчання. Середній рівень передбачає застосування здобутих знань для

створення більш складних моделей, що включають додаткові елементи та потребують точності [17]. Складний рівень дає змогу реалізувати комплексні проекти, інтегруючи знання з різних дисциплін і навчаючи розв'язувати реальні технічні завдання [20].

Це розділення дозволяє учням поступово розвивати просторове мислення, аналітичні здібності та технічні навички. Водночас учитель отримує можливість планувати уроки з урахуванням рівня підготовки учнів, пропонуючи завдання відповідної складності.

Розподіл рівнів складності забезпечує:

1 Поступове навчання – учні переходять від простих до складних завдань, засвоюючи нові знання на основі попередніх.

2 Мотивацію – початкові завдання легкого рівня виконуються швидко, що підтримує інтерес до навчання.

3 Індивідуалізацію – вчитель може адаптувати завдання до можливостей учнів, пропонуючи складніші або спрощені варіанти.

4 Практичність – учні отримують можливість працювати над завданнями, що відповідають їхнім поточним знанням і навичкам.

Такий підхід допомагає учням краще засвоїти матеріал, розвиваючи вміння вирішувати технічні завдання, розуміти принципи проектування та моделювання. Наприклад, легкий рівень дозволяє зосередитися на базових діях: створенні геометричних примітивів, їх поєднанні, редагуванні розмірів. Це формує початкові навички роботи із САКП.

Системи автоматизованого комп'ютерного проектування (САКП) відіграють ключову роль у формуванні технічних і проектних навичок учнів старших класів. Вони допомагають опанувати основи проектування, моделювання та креслення, що необхідні для сучасних професій у сфері інженерії, архітектури, дизайну та легкої промисловості. Нижче наведено огляд програм САКП, які використовуються у навчанні старшокласників.

Компас 3D LT – це програма для тривимірного моделювання, створена для проектування механічних деталей і технічних виробів. Вона має потужний

інструментарій для параметричного моделювання, що дозволяє створювати моделі з високою точністю та налаштовувати параметри конструкцій. Програма ідеально підходить для уроків технології, де учні вивчають основи тривимірного моделювання і створюють креслення для реальних виробів, таких як механічні частини, столярні вироби або прості інженерні конструкції. Компас 3D LT дозволяє учням зрозуміти принципи створення деталей, які можна виготовити на верстатах із числовим програмним управлінням (ЧПУ).

AutoCAD є однією з найпопулярніших програм для створення двовимірних креслень і тривимірного моделювання. Вона широко використовується в архітектурі, інженерії та будівництві завдяки своїй універсальності та потужному набору інструментів.

AutoCAD застосовується для створення технічних креслень, проектування меблів, архітектурних планів і механічних деталей. У навчальному процесі програма дозволяє учням освоювати точне креслення, працювати з розмірами, шарами і тривимірними моделями. Це незамінний інструмент для старшокласників, які готуються до подальшого навчання в інженерних чи архітектурних спеціальностях [25].

бCAD – це програма для проектування будівель, меблів і архітектурних конструкцій. Вона має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і базовий набір інструментів для створення простих моделей. У навчальних закладах бCAD використовується для ознайомлення учнів із основами архітектурного проектування та створення інтер'єрних рішень. Програма дозволяє створювати прості моделі приміщень, меблів і декору, що робить її ідеальною для уроків із проектування в легкій формі. Учні можуть створювати власні проекти, що розвиває їхнє просторове мислення і творчі здібності.

PatternsCAD спеціалізується на створенні лекал для швейної промисловості. Програма дозволяє розробляти викройки для одягу, взуття та аксесуарів із високою точністю. PatternsCAD знаходить своє застосування на уроках технології, пов'язаних із моделюванням одягу. Учні вивчають основи створення викроек, їх адаптацію під різні розміри та специфіку матеріалів. Це

чудовий інструмент для уроків із дизайну одягу, де учні можуть розробляти власні моделі та готувати викройки для їхнього виготовлення.

TinkerCAD – це проста та доступна програма для тривимірного моделювання, яка працює у хмарному середовищі. Вона спеціалізується на створенні базових 3D-моделей із використанням стандартних геометричних форм. TinkerCAD ідеально підходить для початкового вивчення 3D-моделювання. Учні створюють прості об'єкти, такі як геометричні фігури, декоративні вироби чи моделі меблів. Програма допомагає розвивати уявлення про об'єм і пропорції, а також вчить основам роботи у цифровому середовищі. Завдяки простоті TinkerCAD учні можуть швидко освоїти основи проектування без складних налаштувань [25].

Використання цих програм у навчальному процесі дає учням можливість освоїти основи проектування, моделювання та креслення. Кожна з них відповідає конкретним цілям: від базового вивчення 3D-моделювання у TinkerCAD до професійного проектування одягу у OptiTex чи створення архітектурних креслень у AutoCAD. Такий підхід забезпечує комплексну підготовку учнів до сучасного світу технологій і професій.

TinkerCAD є однією з найпростіших та найбільш доступних програм для тривимірного проектування, яка функціонує у хмарному середовищі. Це програмне забезпечення розроблене для базового вивчення принципів 3D-дизайну та створення моделей з використанням основних геометричних форм. Її головною перевагою є зрозумілий інтерфейс, що дозволяє легко освоїти функції навіть тим, хто ніколи не працював із системами автоматизованого проектування. Учні можуть створювати об'єкти, комбінуючи різноманітні форми, задаючи їм параметри, змінюючи кольорові відтінки та готуючи модель для друку на 3D-принтері [1].

Для початку роботи з TinkerCAD необхідно зареєструвати обліковий запис, який зображений на рисунку 2.1 та надає доступ до функціоналу програми через веббраузер, без необхідності встановлення. Після входу користувач переходить до робочого середовища, що включає панель інструментів, простір

для моделювання та бібліотеку форм. Налаштування програми дозволяють змінювати вигляд сітки, параметри робочої площини, а також обирати одиниці виміру (міліметри чи дюйми), що важливо для забезпечення точності під час моделювання.

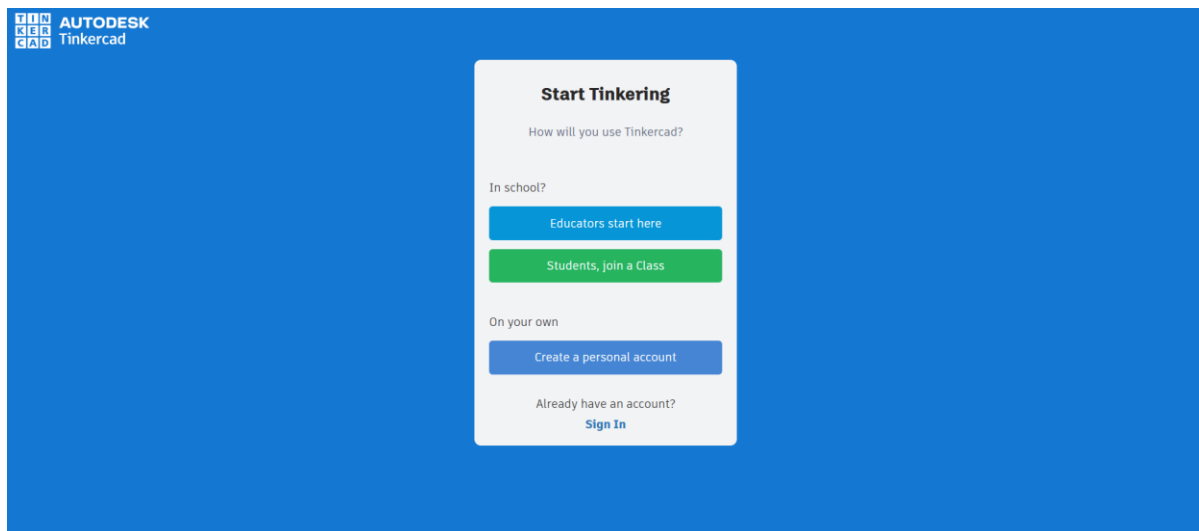


Рисунок 2.1 – Реєстрація облікового запису в TinkerCAD

TinkerCAD пропонує великий вибір стандартних геометричних примітивів, таких як куби, конуси, сфери, піраміди та циліндри. Додатково у бібліотеці доступні допоміжні елементи, як-от текстові блоки, фігури, символи чи шаблони кріплень, що значно полегшують процес створення моделей. Для більш складних проєктів користувачі можуть завантажувати готові 3D-моделі у форматі STL та інтегрувати їх у власний проєкт.

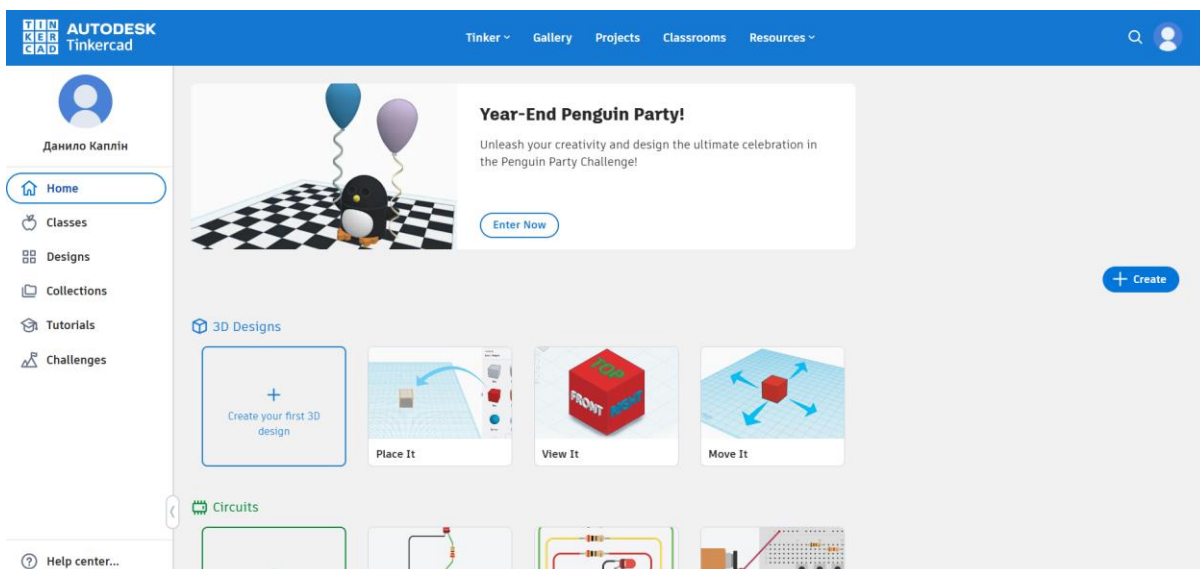


Рисунок 2.2 – Головне меню у програмі TinkerCAD

Робота з формами у TinkerCAD побудована на принципі «перетягування». Користувач вибирає потрібну фігуру з бібліотеки та розміщує її у робочій зоні. Фігура автоматично отримує стандартні розміри, які можна змінювати, виділивши її та скорегувавши параметри у властивостях. Наприклад, розмір прямокутника можна змінити, натиснувши на одну зі сторін і перемістивши її за допомогою миші, або ж ввівши конкретні числові значення ширини, довжини та висоти. Програма також пропонує інструменти для об'єднання елементів, створення вирізів, а також масштабування чи обертання форм навколо осей [12].

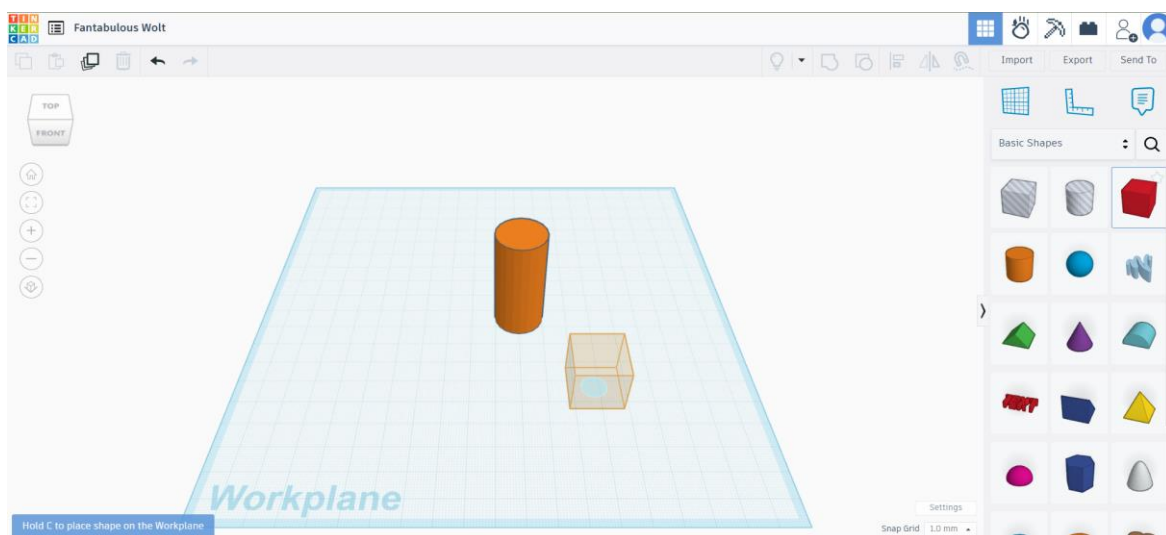


Рисунок 2.3 – Перетягування фігур бібліотеки у програмі TinkerCAD

У TinkerCAD додавання розмірів відбувається через точне налаштування параметрів безпосередньо у вікні налаштувань об'єкта. Користувач задає потрібні величини через поля введення або змінює розміри вручну за допомогою маніпуляторів у робочій зоні. Важливо, що програма автоматично відображає поточні габарити об'єкта, що дозволяє відстежувати точність у реальному часі. Для створення складних конструкцій учні можуть використовувати функції вирівнювання, які забезпечують правильне розташування елементів відносно одне одного, та можливість згрупувати їх для роботи як із єдиною деталлю.

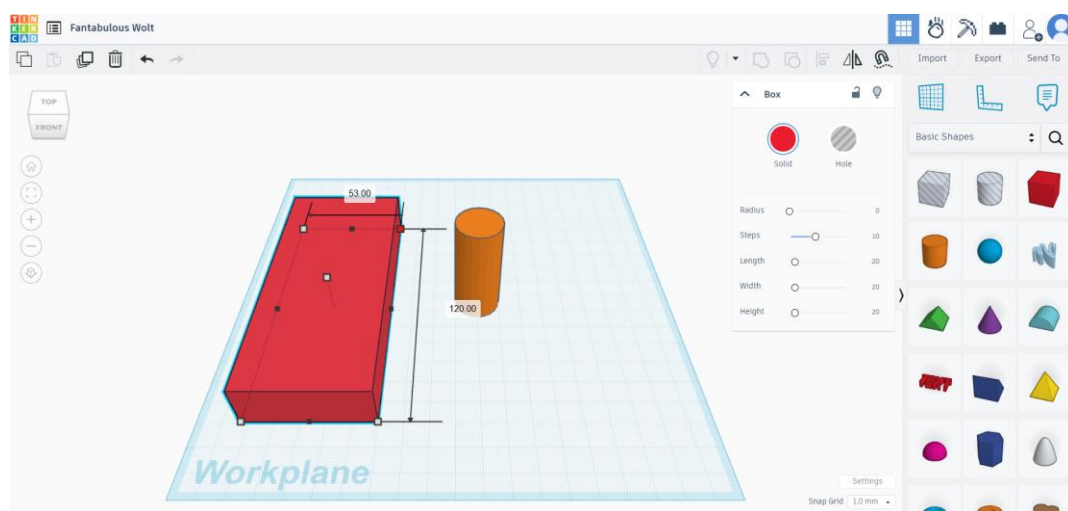


Рисунок 2.4 – Зміна розмірів допомогою маніпуляторів у робочій зоні TincerCAD

TinkerCAD є ідеальним рішенням для створення простих моделей меблів, елементів декору чи прототипів базових механізмів. Її інструменти сприяють поступовому формуванню навичок роботи у тривимірному середовищі, допомагаючи учням зрозуміти основи дизайну та підготувати моделі для друку на 3D-принтері. Простота налаштувань і доступність основних інструментів роблять TinkerCAD незамінним для навчання новачків, що лише починають знайомитися з можливостями цифрового проектування [18].

Тепер розглянемо програму Компас 3D – це програмне забезпечення для тривимірного проектування та створення креслень, орієнтоване на виконання інженерних і технічних завдань. Воно є одним із найпопулярніших інструментів автоматизованого проектування в Україні завдяки легкості у використанні та багатофункціональності. Програма підтримує параметричний підхід до

моделювання, що дозволяє розробляти точні геометричні моделі з можливістю внесення змін у будь-який момент. Застосування цього інструменту у навчальних закладах дає можливість учням вивчати основи технічного проектування й креслення, що готує їх до роботи з реальними інженерними завданнями.

Для початку роботи з Компас 3D користувачеві потрібно встановити програму на пристрій і виконати активацію, якщо це передбачено. Після запуску програми відкривається основний інтерфейс, який включає панелі інструментів, область для роботи та меню параметрів. Для початкового налаштування користувач може змінити параметри сітки, вибрати необхідні одиниці виміру (наприклад, міліметри або сантиметри) і налаштувати кольорові схеми для різних об'єктів. Крім того, програма дозволяє створювати шаблони, що полегшує повторення схожих завдань.

Елементи інтерфейсу КОМПАС-3D (≥V6) (Режим креслення)

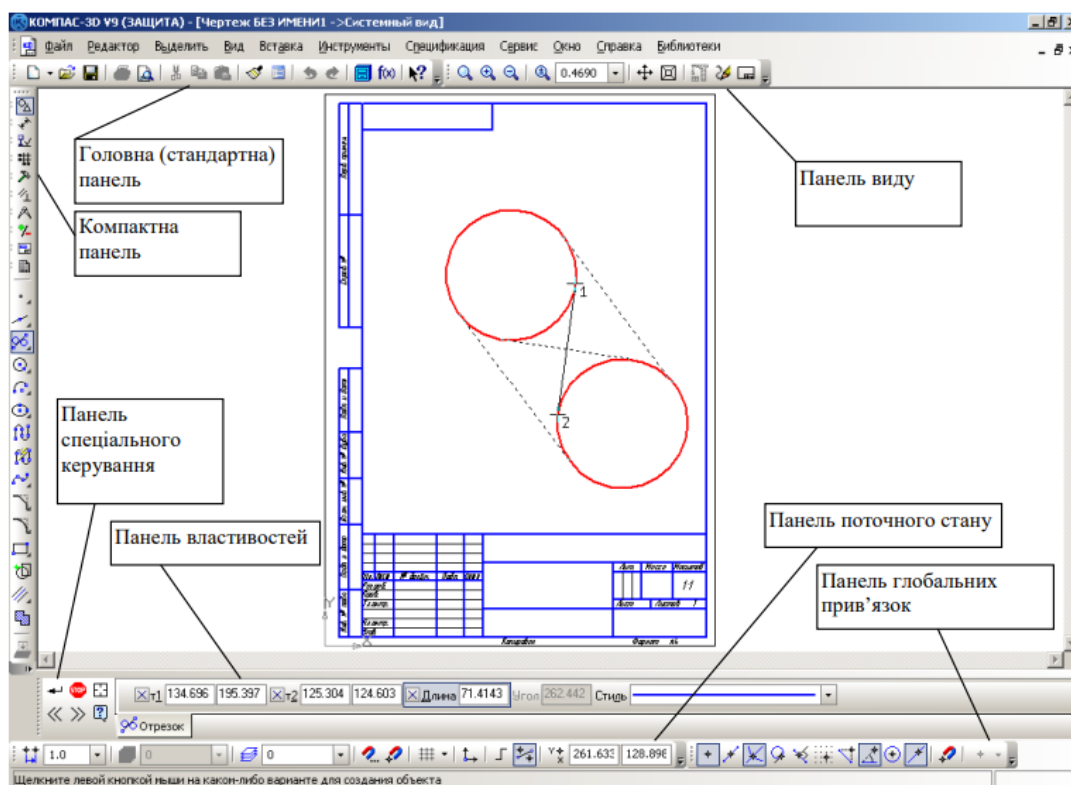


Рисунок 2.5 – Елементи інтерфейсу програми Компас 3D

Компас 3D містить велику бібліотеку готових елементів, які значно спрощують роботу з моделями. Наприклад, користувач може використовувати

стандартні шаблони для деталей, бази даних кріплень чи типових профілів. Це дає змогу суттєво скоротити час на створення складних компонентів із нуля. У програмі також є інструменти для додавання текстових пояснень, маркерів і автоматизованого створення документації, що є необхідним для оформлення креслень відповідно до стандартів.

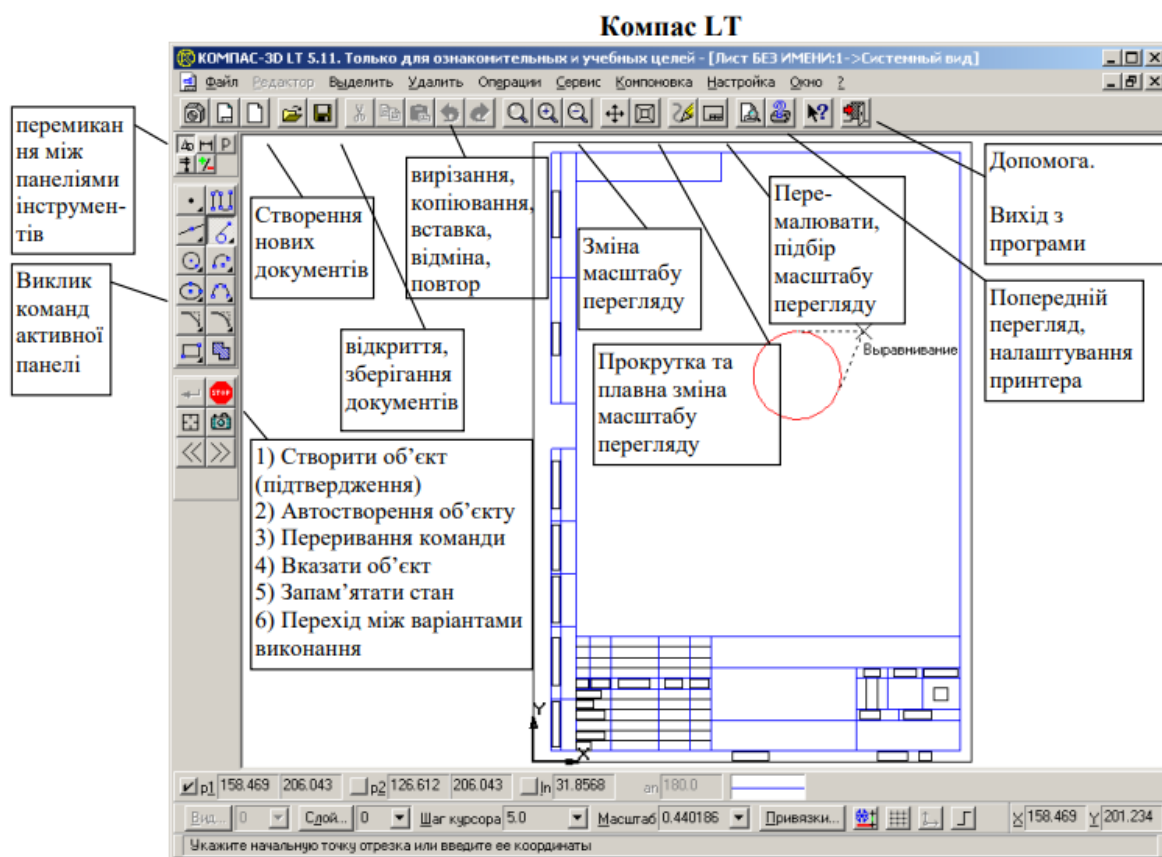


Рисунок 2.6 – Можливості програми Компас 3D

Процес створення моделей у Компас 3D починається з вибору базової геометричної форми, такої як прямокутник, коло, циліндр чи конус. Після вибору необхідного інструмента форма автоматично додається в робочу область із заданими параметрами. Ці параметри можна змінювати вручну за допомогою спеціальних полів у меню або через маніпулятори, доступні на моделі. Наприклад, змінюючи висоту чи ширину прямокутника, користувач може досягти потрібного розміру. Програма також дозволяє створювати більш складні форми, додаючи вирізи, отвори, ребра жорсткості чи накладні елементи, що підвищує деталізацію моделі [26].

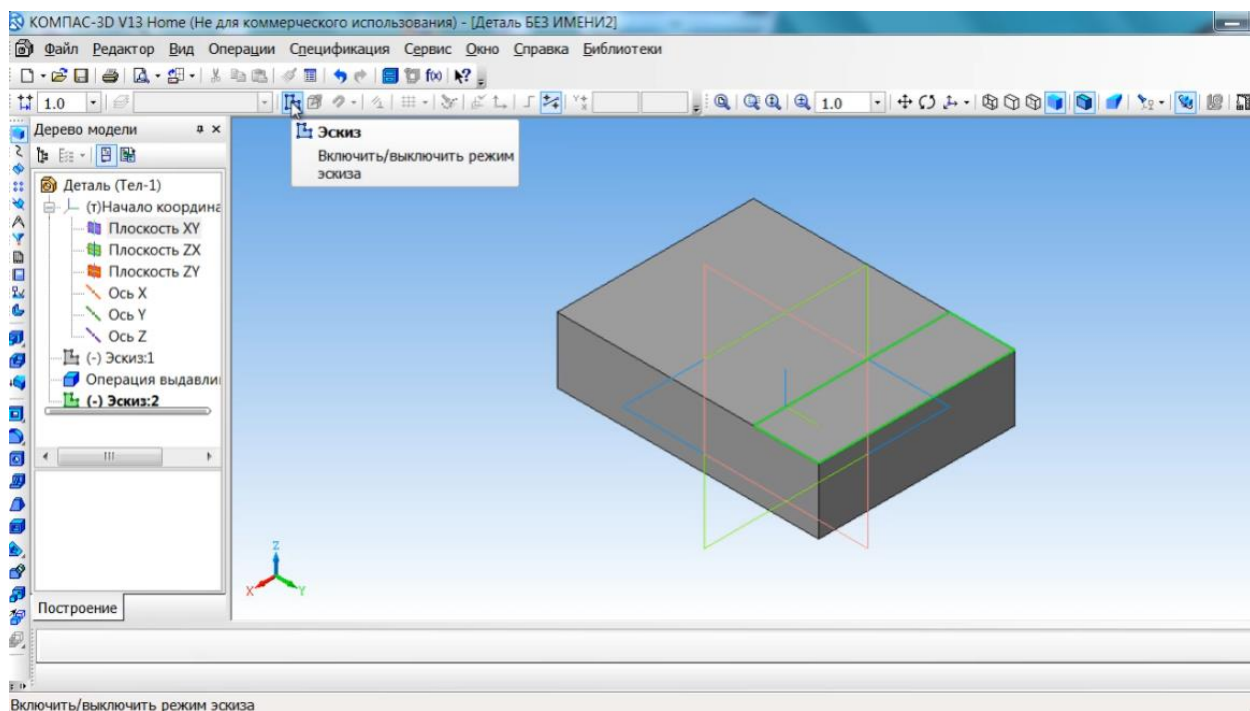


Рисунок 2.7 – Створення простих фігур у програмі Компас 3D

Нанесення розмірів є одним із основних процесів у роботі з Компас 3D. Програма забезпечує інструменти для швидкого додавання розмірних позначок, які відображають ширину, висоту, діаметри та кути. Для нанесення розмірів користувач обирає відповідний інструмент, а потім вказує точки або елементи об'єкта, між якими потрібно виміряти параметри. Усі розміри автоматично адаптуються до заданих одиниць і можуть бути змінені під час редагування моделі. Розміри можуть бути пов'язані з параметрами об'єкта, що дозволяє автоматично оновлювати їх при зміні геометрії.

Kompass 3D LT використовується для створення креслень технічних елементів, деталей і конструкцій. Учні можуть на практиці вивчати основи тривимірного моделювання, розвивати точність і формувати навички аналітичного мислення [27].

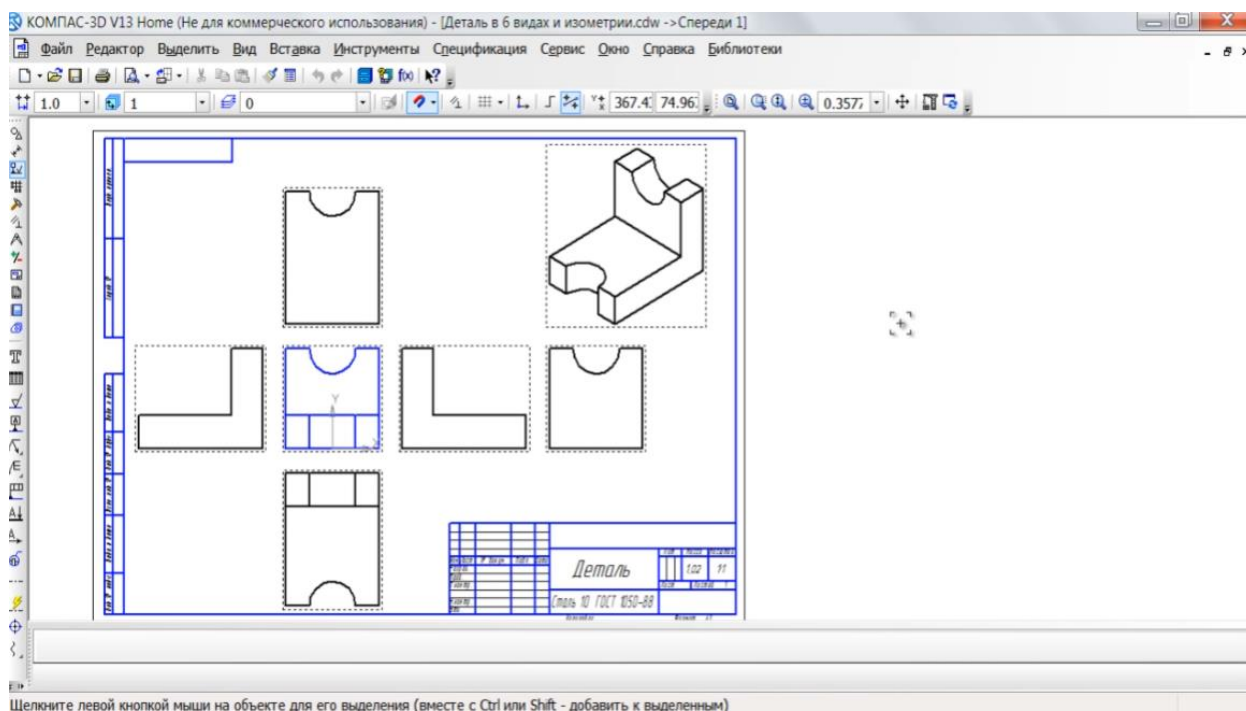


Рисунок 2.8 – Креслення простої деталі у програмі Компас 3D

Програма є незамінною для створення креслень простих механізмів, проектування деталей для столярних робіт або освоєння стандартів технічного проектування. Зручність у використанні й простота нанесення розмірів роблять Компас 3D чудовим інструментом для підготовки учнів до вирішення реальних технічних завдань.

AutoCAD є однією з провідних програм для створення двовимірних креслень і тривимірних моделей, яка широко використовується в інженерії, архітектурі та дизайні. Програма надає потужний набір інструментів для проектування, моделювання та технічного оформлення. Вона дозволяє створювати креслення з високою точністю, працювати з геометричними формами та шарами, а також готувати проекти для виготовлення. Завдяки своїй універсальності AutoCAD застосовується в різних галузях і є важливим інструментом для навчання учнів основам технічного креслення та проектування [26].

Для початку роботи користувач повинен встановити програму та активувати ліцензію. Після запуску AutoCAD відкривається головне вікно з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, яке включає робочу область, панель

інструментів і командний рядок. Налаштування середовища дозволяють вибрати формат файлу, встановити одиниці виміру, розмір сітки та кольорові параметри інтерфейсу. Для зручності роботи можна створювати власні шаблони, які будуть автоматично включати стандартні налаштування, необхідні для виконання типових завдань.

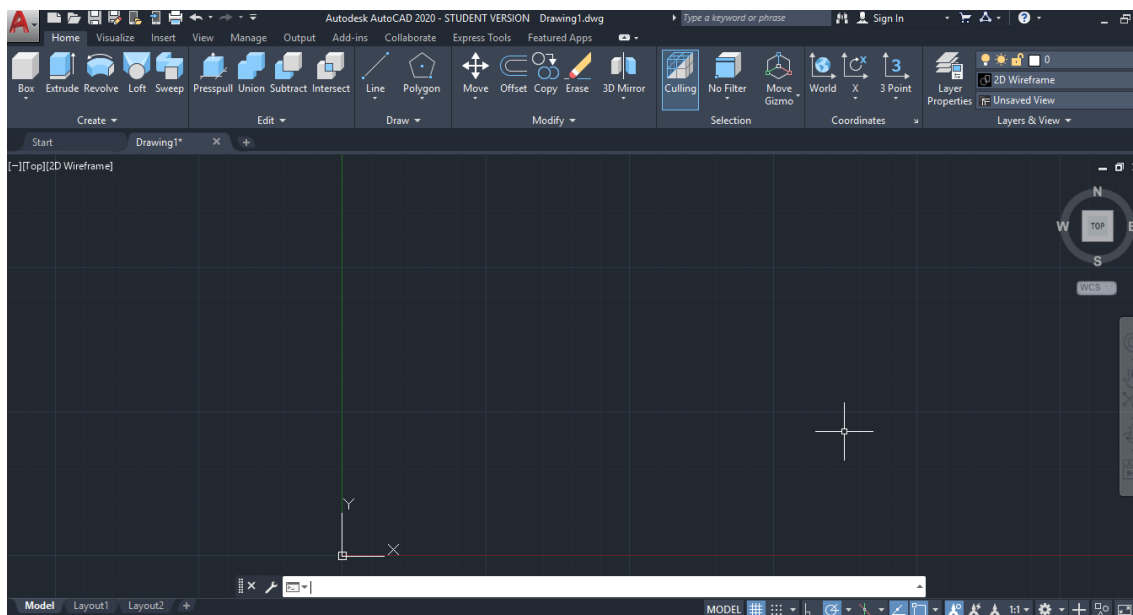


Рисунок 2.9 – Базовий інтерфейс робочої області AutoCAD

AutoCAD надає широкий вибір допоміжних компонентів, які значно спрощують процес проектування. Зокрема, програма підтримує роботу із шарами, що дозволяє розділяти окремі частини креслення для зручнішого редагування та управління. Інструменти для вирівнювання, прив'язок і створення основних форм оптимізують процеси та зменшують ризик помилок. У бібліотеці AutoCAD можна знайти готові елементи, такі як вікна, двері, меблі або деталі кріплень, які легко інтегрувати в креслення без необхідності самостійного проектування цих компонентів.

Процес роботи в AutoCAD починається зі створення основних геометричних елементів, таких як лінії, дуги, прямокутники чи окружності. Користувач може вибрати потрібний інструмент із панелі інструментів або ввести команду в командному рядку, після чого задаються параметри для побудови. Наприклад, для створення кола необхідно вказати координати центру та радіус, а для прямокутника – позначити дві протилежні вершини. Редагування

включає переміщення, обертання, зміну масштабу чи обрізання об'єктів. AutoCAD також дозволяє з'єднувати форми, створювати прорізи, застосовувати фаски або закруглення, що додає деталізації та завершеності моделям.

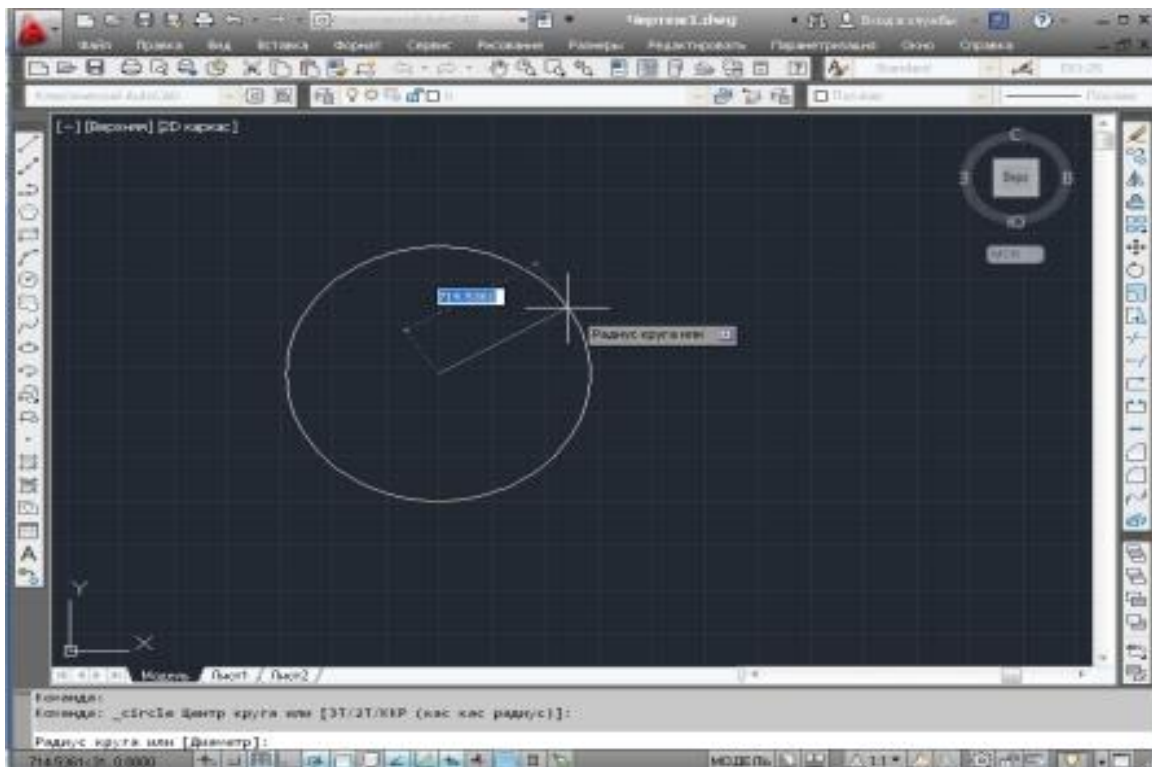


Рисунок 2.10 – Створення кола за заданим радіусом

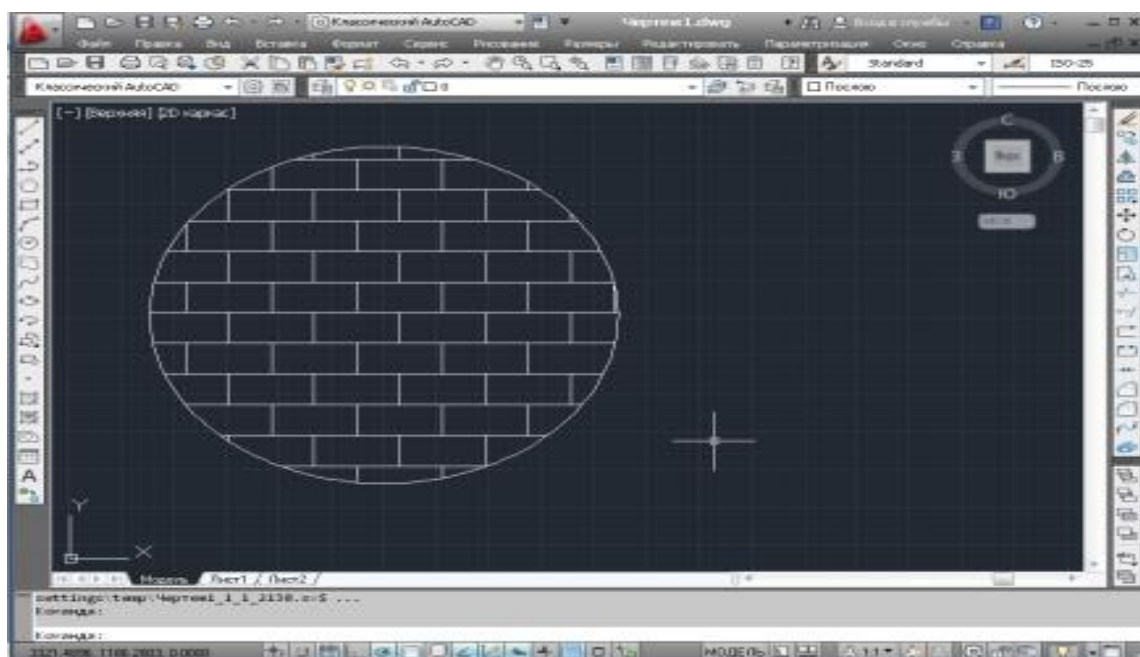


Рисунок 2.11 – Створення заштрихованої площі

Процес нанесення розмірів в AutoCAD є важливим етапом у підготовці технічного креслення. Інструменти вимірювання дозволяють автоматично або вручну додавати позначки розмірів, діаметрів, кутів чи радіусів. Для цього користувач обирає відповідний інструмент, після чого вказує елементи або точки, між якими потрібно виміряти відстань чи кут. Усі розміри автоматично підлаштовуються під обрані одиниці виміру, забезпечуючи високу точність. Крім того, програма дає змогу налаштовувати стилі розмірних ліній, що дозволяє адаптувати їх до стандартів технічної документації та конкретних потреб проекту.

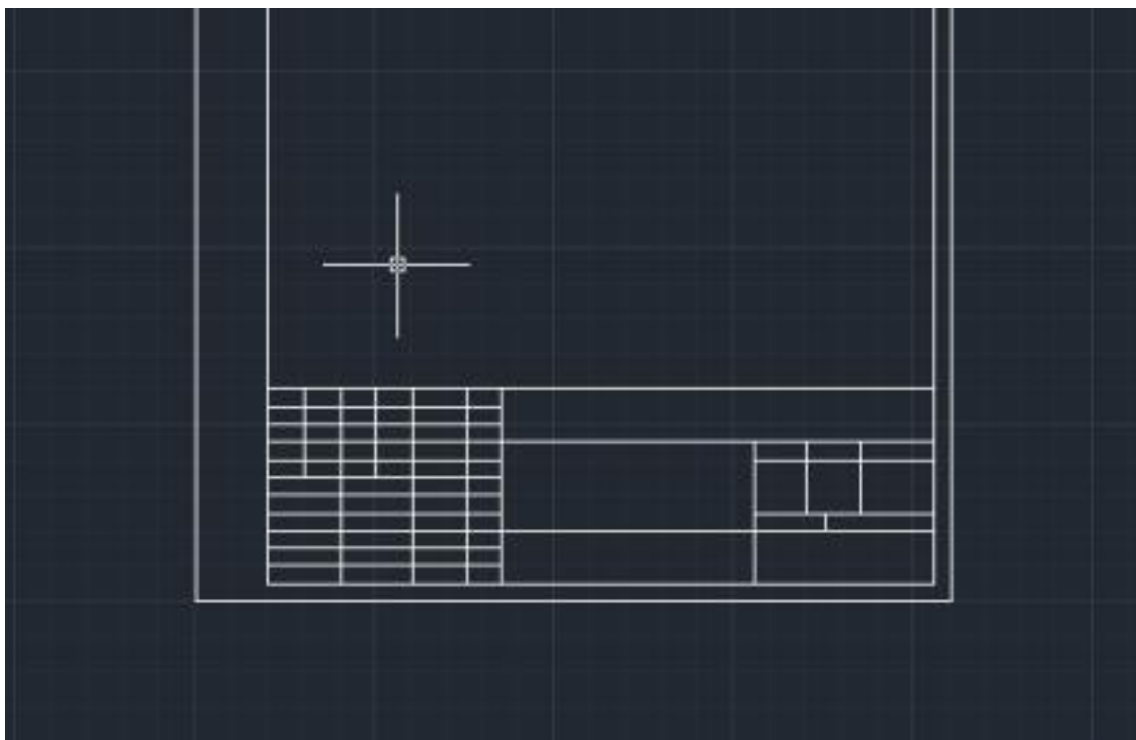


Рисунок 2.12 – Створення рамки аркуша креслення

AutoCAD є потужним інструментом для тривимірного моделювання, який дозволяє створювати складні об'єкти з високою точністю. Завдяки широкому набору функцій, програма забезпечує роботу з твердотілими моделями, поверхнями й візуалізацією, що робить її незамінною для професійного проектування.

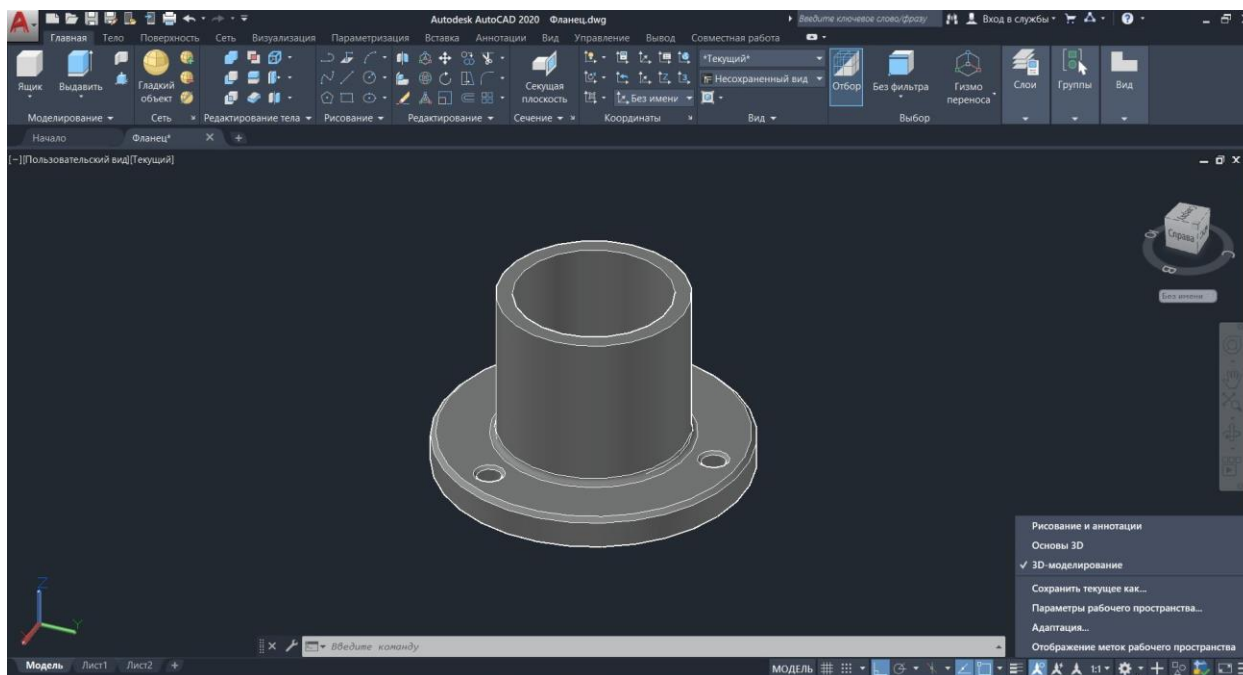


Рисунок 2.13 – Тривимірна модель деталі у програмі AutoCAD

AutoCAD активно використовується у навчальних закладах для навчання принципам технічного креслення, створення планів будівель, проектування меблів та технічних вузлів. Учні мають можливість відточувати точність у роботі, розвивати просторове мислення й освоювати стандарти проектування. Завдяки доступному інтерфейсу, багатофункціональним інструментам і можливості створення складних проектів AutoCAD стає важливим інструментом для підготовки старшокласників до реальних завдань у технічній галузі.

На легкому рівні навчання орієнтовні об'єкти праці повинні мати невисокий рівень складності, що дозволяє учням швидко освоїти основи проектування та роботи із системами автоматичного комп'ютерного проектування (САКП). Це важливо для формування базових навичок, таких як розуміння геометричних форм, вміння працювати з розмірами та масштабами, а також інтеграція творчого підходу до розв'язання простих завдань.

На початковій стадії освоєння систем автоматизованого комп'ютерного проектування (САКП) об'єкти праці повинні мати мінімальну складність, що дозволяє учням легко засвоїти основи моделювання. Це необхідно для розвитку базових умінь, таких як розуміння геометричних структур, робота з масштабами та розмірами, а також застосування творчого підходу до вирішення простих

задач. Такі об'єкти зазвичай мають просту конструкцію та візуальну зрозумілість, що допомагає підтримувати зацікавленість учнів і готує їх до виконання складніших проектів у майбутньому [18].

Для легкого рівня характерні об'єкти праці, які мають просту конструкцію і створюються з використанням базових інструментів. Наприклад, першим таким об'єктами можуть бути прості геометричні фігури. Іншим прикладом зміна розмірів цих фігур і розміщення їх на робочій зоні. Ще одним об'єктом є підставка для телефона, який передбачає створення конструкції для тримання телефона з невеликим кутом нахилу. Освоюються похилі площини. Додатково учні можуть спроектувати стіл, комбінуючи базові геометричні форми.

Для ілюстрації принципу роботи на легкому рівні розглянемо приклад створення простих об'єктів, таких як куб, підставка для телефона чи рамка для фотографій (див. рисунок 2.14). У програмах типу TinkerCAD учні починають із вибору базової геометричної форми (наприклад, прямокутника чи циліндра).

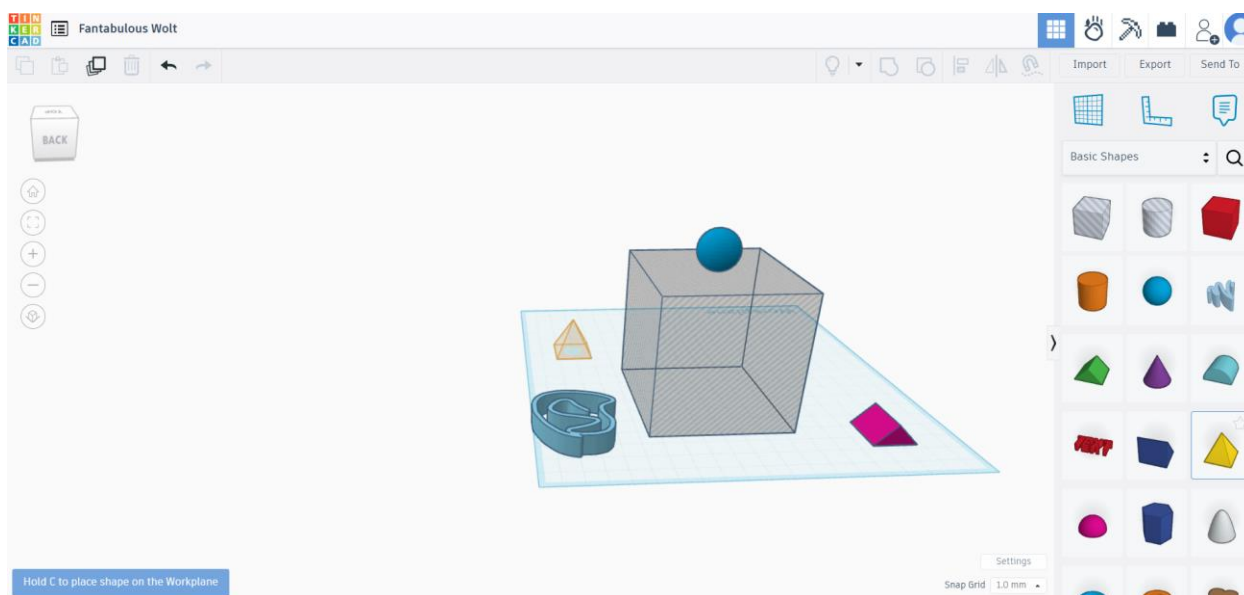


Рисунок 2.14 – Розміщення простих геометричних фігур на робочій області

Потім вони вчаться змінювати розміри, задавати параметри та розташовувати об'єкти у робочій зоні. Цей рівень допомагає зрозуміти, як працює система координат, як маніпулювати об'єктами (переміщення, обертання, масштабування) і як об'єднувати або вирізати форми для створення більш складних об'єктів.

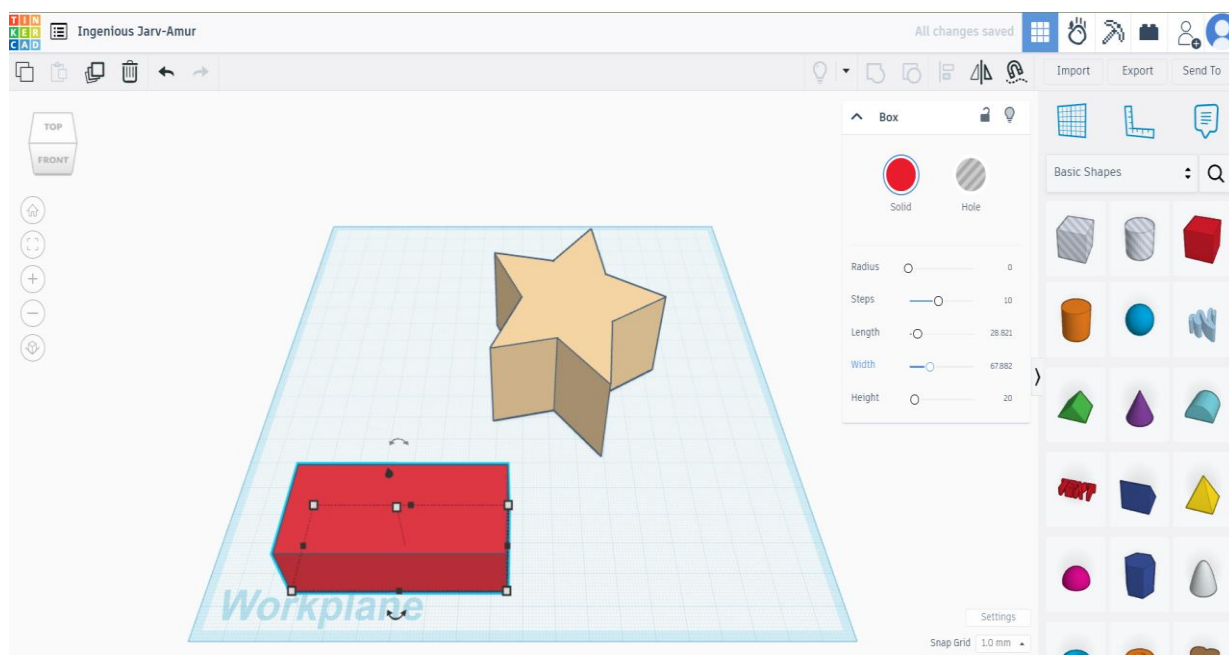


Рисунок 2.15 – Зміна розмірів геометричних фігур на робочій зоні

Наприклад, на рисунку 2.16 під час створення підставки для телефону учень додає нахил, об'єднує кілька форм і перевіряє пропорції.

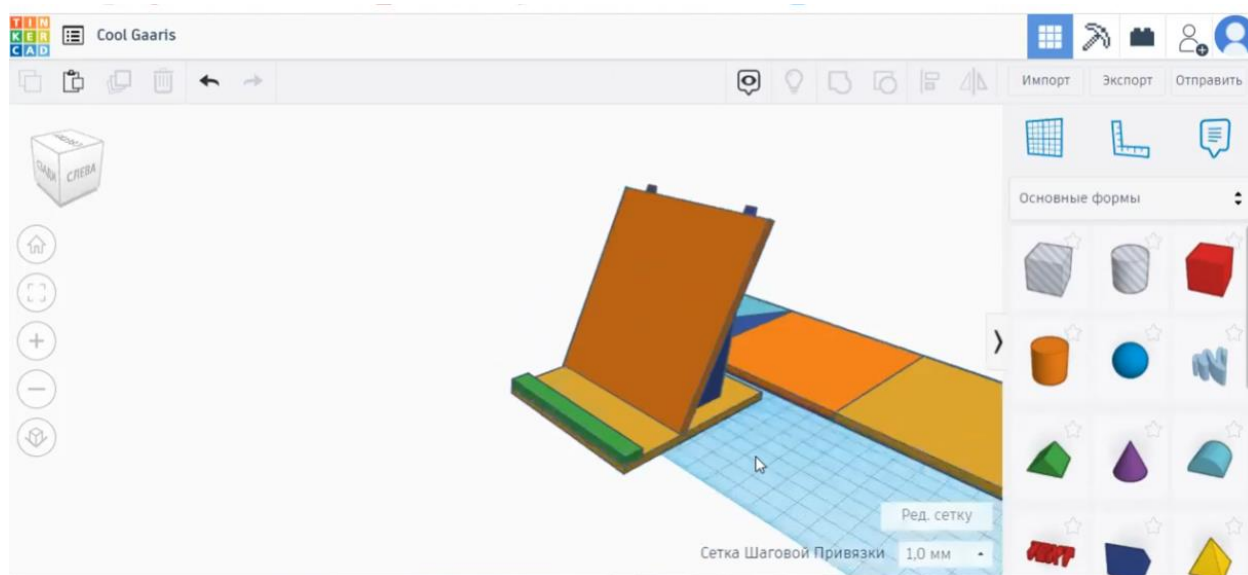


Рисунок 2.16 – Тривімірний макет дерев'яної підставки в Tinkercad

Принцип роботи полягає у виконанні простих дій із максимально зрозумілим інтерфейсом. Це дозволяє учням освоїти основи проектування без зайвих технічних складнощів, зосереджуючись на розумінні базових процесів. Легкий рівень слугує фундаментом для подальшого переходу до середнього й складного рівнів, де завдання стають більш комплексними та цікавими.

Створення макета столу на легкому рівні у програмі TinkerCAD – це завдання, яке базується на використанні простих геометричних фігур для проектування функціонального і візуально зрозумілого об'єкта. Програма TinkerCAD надає інтуїтивний інтерфейс і базові інструменти для роботи, що робить її ідеальною для створення простих моделей, таких як макет столу.

Процес починається зі створення нової сцени в TinkerCAD. Учень вибирає базову фігуру, наприклад, прямокутний паралелепіпед, який буде використовуватися як стільниця столу. За допомогою інструментів зміни розмірів задаються параметри стільниці, наприклад, довжина 60 см, ширина 40 см і товщина 2 см. Ці розміри легко масштабуються у програмі шляхом введення значень у відповідні поля [19].

Наступний крок – створення ніжок. Для цього використовуються циліндри або прямокутні паралелепіпеди, які масштабуються до розмірів ніжок, наприклад, діаметром 3 см і висотою 70 см. Кожна ніжка окремо розташовується в кутах стільниці. Інструмент переміщення дозволяє точно виставити їх положення, щоб вони були симетрично розміщені.

Завершальним етапом є візуальна перевірка моделі. Учень обертає модель у тривимірному просторі, оцінює її з різних ракурсів і, за потреби, вносить зміни в пропорції чи розташування елементів. У TinkerCAD також можна змінити колір кожної частини столу, наприклад, стільницю зробити дерев'яною, а ніжки – металевими, щоб візуалізувати різні матеріали.

Це завдання дає можливість учням освоїти базові функції тривимірного моделювання, розвиває їхнє просторове мислення та знайомить із процесом створення практичних об'єктів, які можна застосувати в реальному житті.

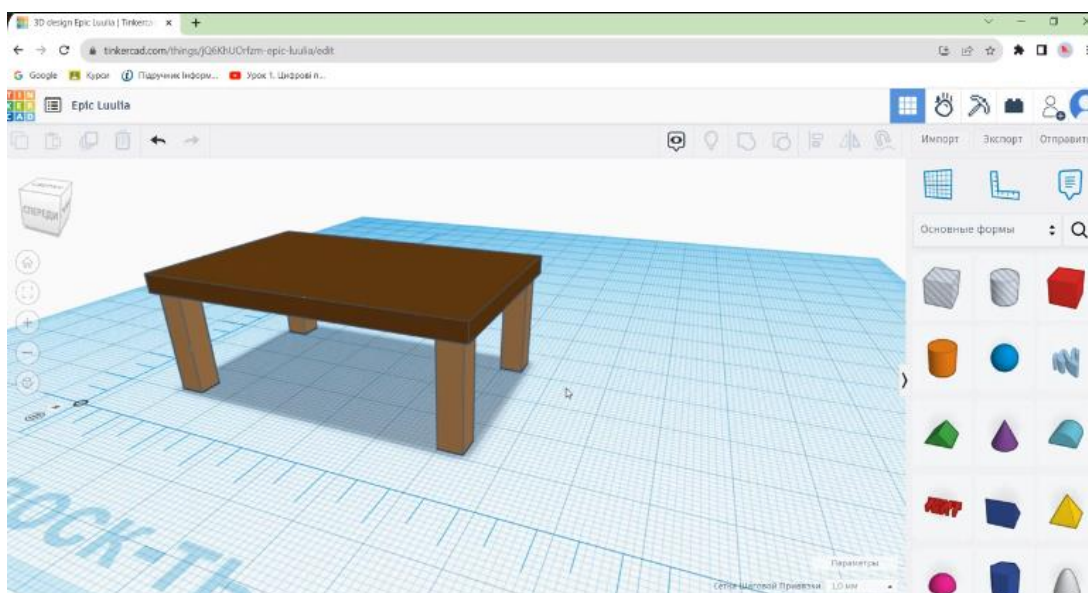


Рисунок 2.17 – Тривімірний макет столу у TinkerCAD

Створення куба на легкому рівні у програмі Компас 3D є одним із найпростіших завдань, яке дозволяє учням освоїти базові інструменти програми. Куб є геометричною формою з однаковими розмірами по всіх трьох вимірах, тому процес його побудови ідеально підходить для знайомства з інтерфейсом і основними функціями Компас 3D.

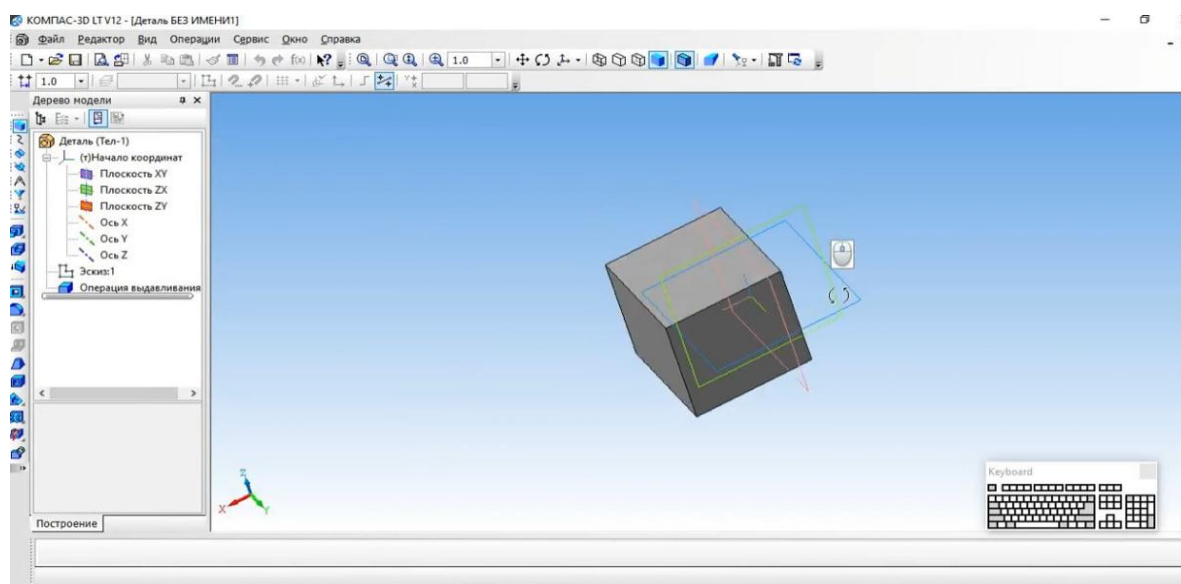


Рисунок 2.18 – Тривімірний макет куба в програмі Компас 3D

Створений куб зберігається у форматі програми або експортується у формат STL для друку на 3D-принтері. Це завдання знайомить учнів із базовими

функціями програми Компас 3D, включаючи побудову ескізів, створення тривимірних об'єктів і редагування моделей. Завдяки цьому учні розвивають базові навички тривимірного моделювання, які можна застосувати для створення складніших об'єктів у майбутньому. Програма Компас 3D може бути використана для вивчення базових інструментів моделювання та створення простих об'єктів. Наприклад, учні можуть працювати з такими завданнями, як проектування простих геометричних форм, об'єднання їх у базові конструкції (рамка для фото, підставка для телефону) або виконання простих креслень. Завдяки зрозумілому інтерфейсу учні швидко освоюють функції програми, такі як екструзія, обертання та додавання розмірів [29].

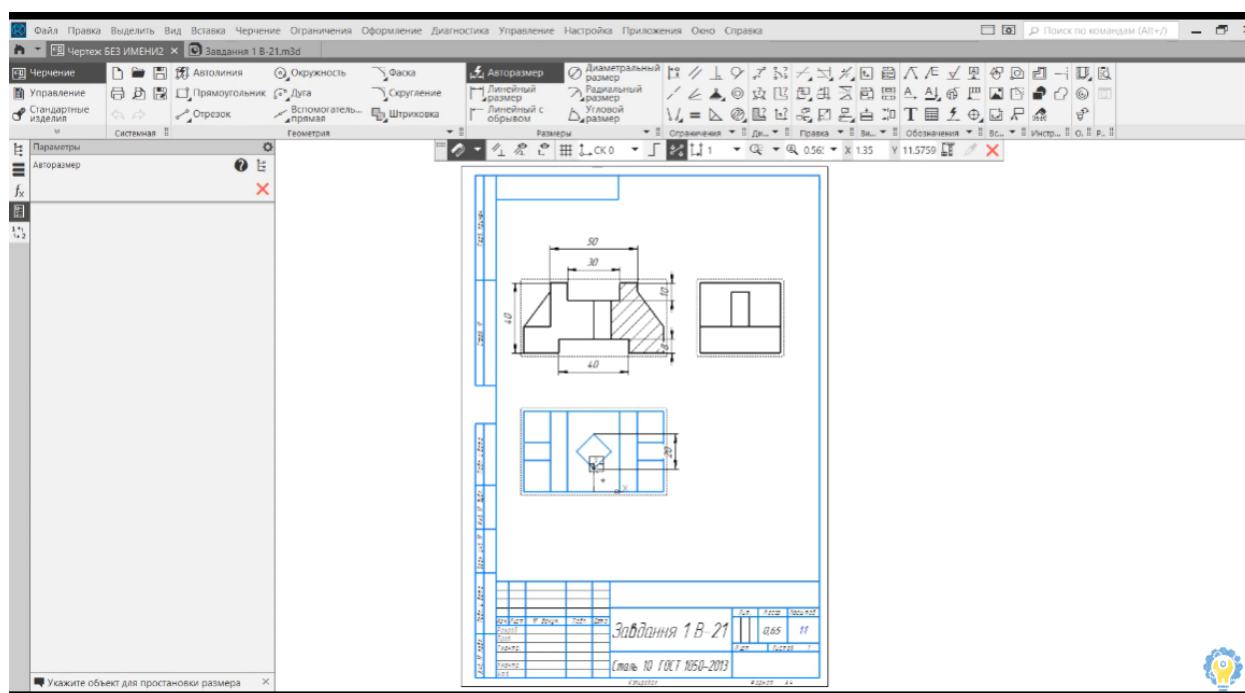


Рисунок 2.19 – Креслення простої деталі у програмі Компас 3D

Середній рівень роботи з системами автоматизованого проектування передбачає освоєння базових принципів побудови тривимірних моделей. Учні навчаються створювати об'єкти з простими, але функціональними конструкціями, такими як скринька, рамка для фотографій, стіл або підставка для телефону. У цьому процесі використовуються ключові функції САКП, такі як налаштування системи координат, робота з виглядами та побудова тривимірних форм із двовимірних ескізів [27].

У програмі TinkerCAD створення тривимірних моделей починається з відкриття нового проєкту. Учень перетягує у робочу область базові геометричні фігури, наприклад, паралелепіпед або циліндр, і змінює їхні параметри, задаючи точні розміри. Наприклад, для побудови скриньки спочатку створюється паралелепіпед, який слугує основою моделі. Потім до нього додається ще один менший паралелепіпед, що використовується для створення порожнини. Використовуючи інструмент «Групувати», учень об'єднує ці форми, утворюючи конструкцію зі стінками (див. рисунок 2.20).

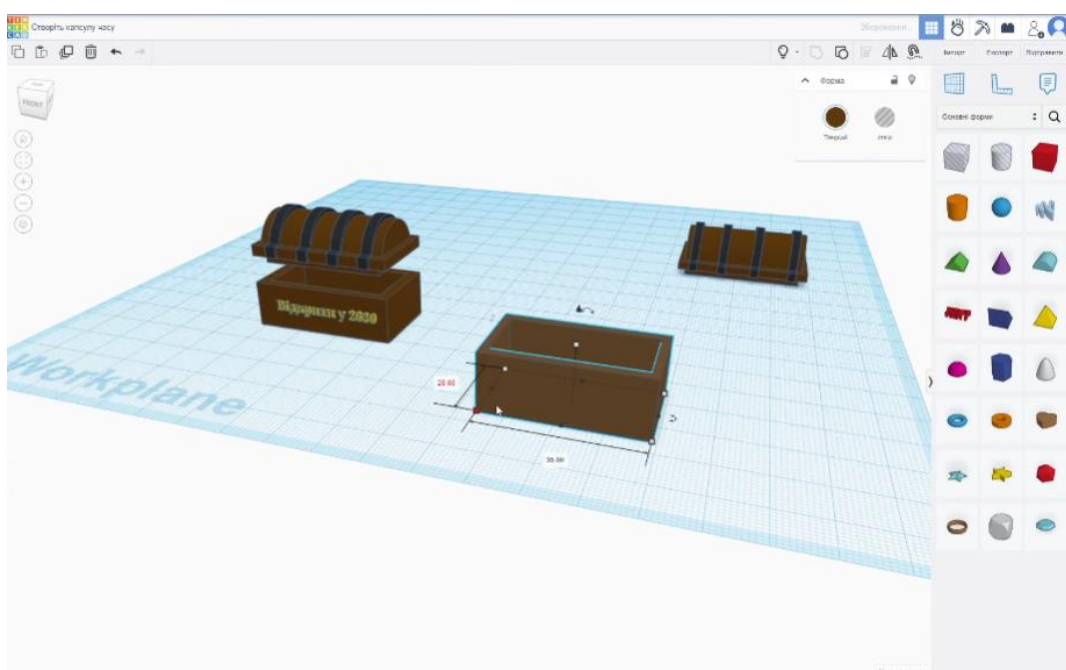


Рисунок 2.20 – Процес створення скриньки в програмі TinkerCAD

Далі додаються функціональні елементи, такі як кришка. Кришку створюють як окремий паралелепіпед із такими самими параметрами довжини й ширини, але меншою висотою. Її можна позиціонувати над скринькою, залишаючи невеликий зазор, який імітує механізм відкриття. При бажанні учні можуть додати деталі: отвори для фіксації, ручку на кришці чи декоративні елементи, наприклад, орнаменти чи написи.

Цей процес навчання сприяє розвитку просторового мислення та знайомить учнів із принципами побудови об'єктів у тривимірному просторі. Скринька, створена у TinkerCAD, є гарним прикладом середнього по складності

завдання, яке дозволяє учням швидко освоїти базові функції програми й отримати гарні результати своєї роботи.

Для побудови рамки для фотографій, яка зображена на рисунку 2.21, використовується прямокутник, із якого вирізається внутрішня частина, що слугуватиме місцем для фотографії. У робочій області програми об'єкт позиціонується відповідно до координатної сітки, що допомагає розташувати його правильно та симетрично. Робота з виглядами у TinkerCAD дозволяє учням змінювати перспективу, перемикаючись між виглядом зверху, збоку та з будь-якого кута. Це полегшує редагування моделі, додаючи декоративні елементи, наприклад, округлення чи фігурні вирізи.

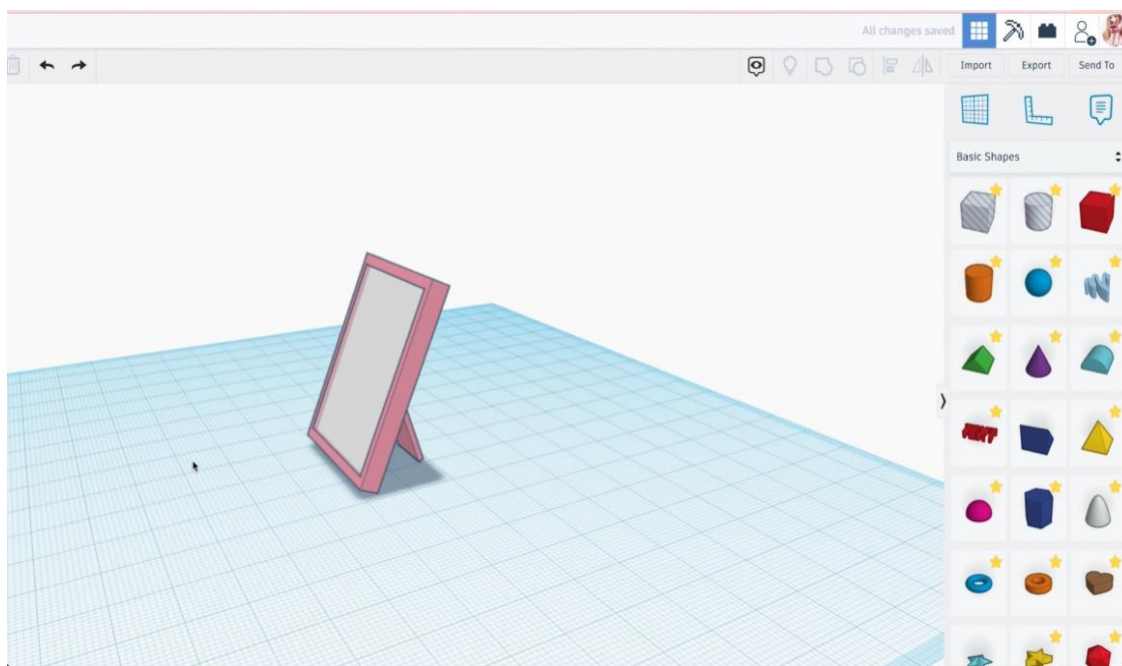


Рисунок 2.21 – Тривімірний макет рамки для фотографій у TinkerCAD

Листове моделювання в Компас 3D передбачає створення моделей із тонкого матеріалу, які потім можна виготовити методом згинання чи різання. Робота починається з вибору режиму «Листове тіло» і створення базової форми, наприклад, плоского прямокутника. Задаються розміри листа і товщина, зазвичай 1 мм. Для додавання об'єму використовуються інструменти «Фланець» для створення згинів і «Отвір» для вирізання отворів із заданими параметрами.

Ребра жорсткості додають міцність конструкції, а функція «Вирізання» дозволяє зробити технічні вирізи.

Готову модель можна переглянути в розгорнутому вигляді, що враховує згини та припуски. Візуалізація моделі дозволяє перевірити її з різних ракурсів і переконатися в коректності розташування елементів.

Цей процес дає змогу учням зрозуміти основи роботи з листовими матеріалами, освоїти інструменти для моделювання та підготувати креслення для виготовлення деталі (див. рисунок 2.22).

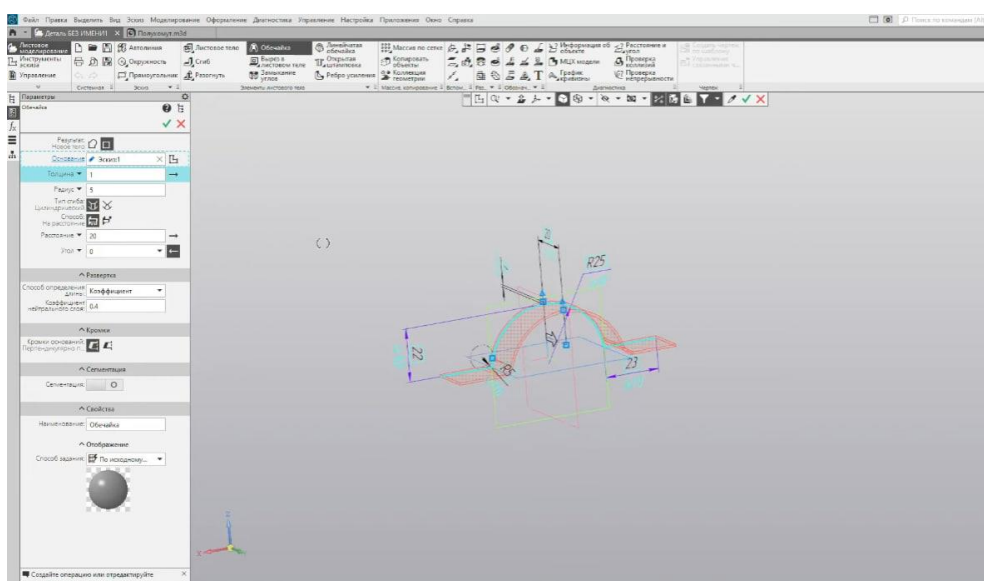


Рисунок 2.22 – Листовое моделирование детали в Компас 3D

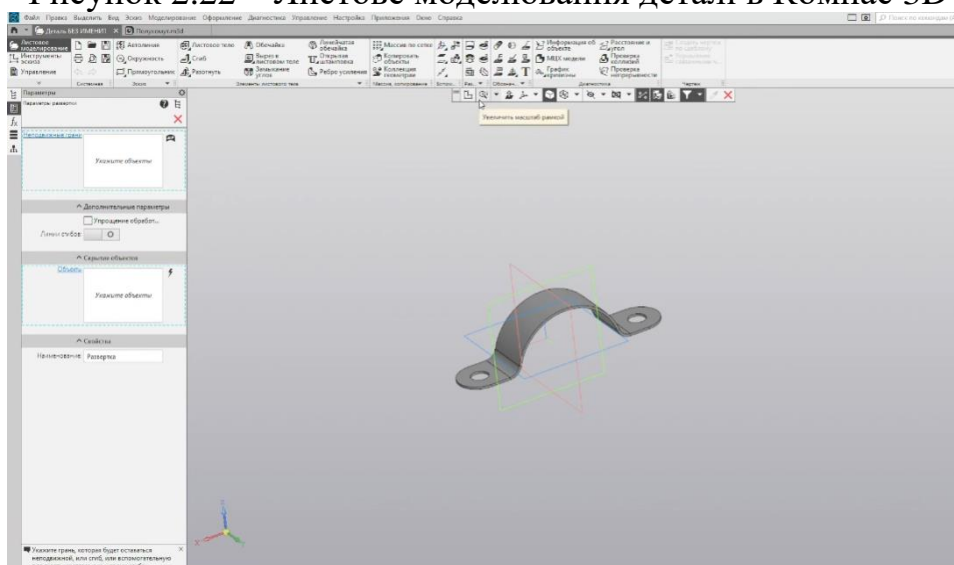


Рисунок 2.23 – Готова модель детали в Компас 3D

При побудові підставки для телефону в Компас 3D створюється прямокутник із додатковим кутовим елементом для нахилу. Використовуючи систему координат, учень задає положення об'єкта, а потім редагує деталі, додаючи отвори для кабелів чи декоративні вирізи. Робота з виглядами включає переключення між перспективними та ортохроматичними виглядами, щоб оцінити модель з усіх боків [29].

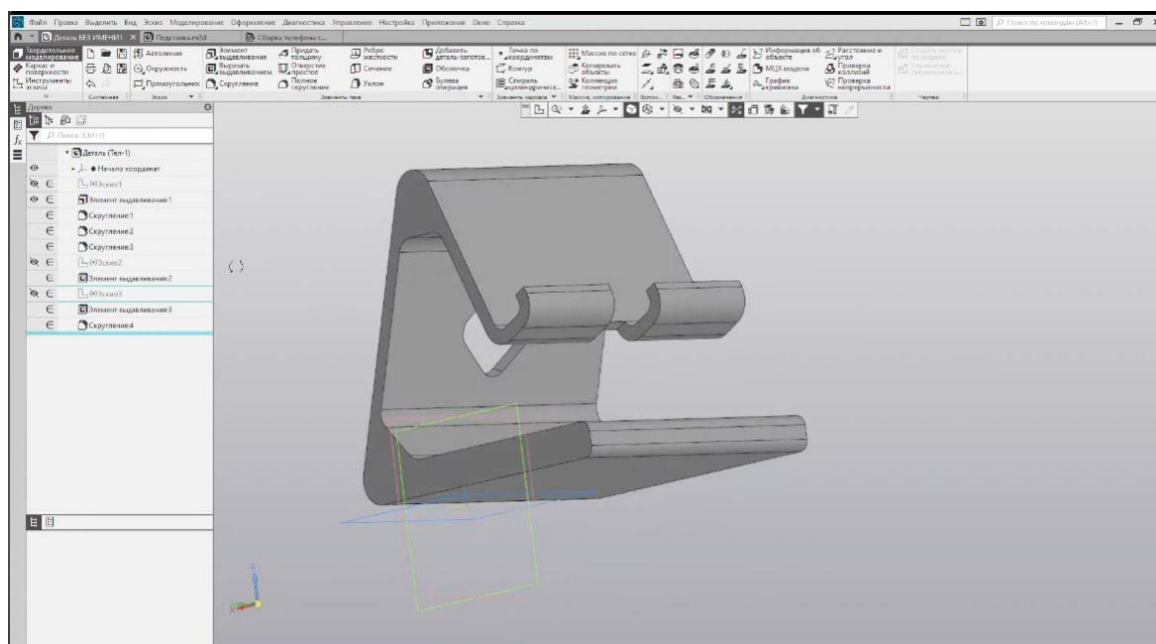


Рисунок 2.24 – Підставка для телефону у програмі Компас 3D

Ці завдання допомагають учням зрозуміти, як об'єднувати базові фігури, працювати із системами координат і створювати 3D-моделі. Використання TinkerCAD для простіших завдань і Компас 3D для більш деталізованих моделей дозволяє глибше засвоїти основи тривимірного моделювання. Учні отримують практичний досвід роботи з різними видами моделей, що сприяє розвитку просторового мислення та технічних навичок.

Таким чином, орієнтовні об'єкти праці на цьому рівні спрямовані на навчання алгоритму побудови 3D моделей, вибір та налаштування системи координат, робота з видами та основ проектування у простому та доступному середовищі. Робота з такими об'єктами дозволяє учням зрозуміти базові принципи тривимірного моделювання, засвоїти інструменти програми та розвинути просторове мислення [16]. Програма TinkerCAD та Компас 3D є

ідеальним інструментом для цього етапу, оскільки поєднує простоту, наочність і функціональність, що робить навчання цікавим і продуктивним.

Складний рівень використання САКП необхідний для вдосконалення детальних технічних умінь і підготовки школярів до реальних завдань у майбутній професійній сфері.

На цьому етапі учні освоюють роботу зі складними тривимірними об'єктами, які включають багатокomпонентні конструкції, технічні елементи та деталі з високим ступенем точності. Завдання складного рівня орієнтуються на створення реалістичних моделей, що імітують предмети побуту, технічні засоби або виробниче обладнання. Основна мета цього етапу – розвиток компетенцій, які необхідні для виконання інженерних проєктів. Учні опановують способи побудови 3D-моделей, тестування їхньої поведінки в умовах реального використання, аналізу на міцність конструкцій і підготовки моделей до виробництва. Це сприяє формуванню технічного мислення, аналітичного підходу та розуміння принципів функціонування інженерних систем.

Складний рівень також допомагає поєднувати знання з різних галузей: математики, фізики, графіки й технологічних дисциплін. Учні не тільки взаємодіють із сучасними програмами для 3D-моделювання, але й вчаться вирішувати комплексні завдання, критично аналізувати проблеми та знаходити оптимальні варіанти вирішення [4].

У майбутньому такий підхід до роботи із САКП забезпечує учнів базою для подальшого навчання у закладах вищої освіти технічного профілю або для працевлаштування у сферах, де активно застосовується автоматизоване проєктування. Це формує їхню конкурентоспроможність і стимулює прагнення до розвитку у високотехнологічних галузях.

У програмі AutoCAD створення та редагування твердотілих об'єктів на складному рівні дозволяє учням виконувати моделювання реалістичних об'єктів праці, таких як дверна дерев'яна ручка, підставка з нахилом, технічна деталь і настінний годинник. Процес починається зі створення базового ескізу у двовимірному режимі, який слугує основою для подальшого перетворення в

тривимірний об'єкт. Наприклад, дверна дерев'яна ручка моделюється шляхом побудови профілю, що відповідає її контурам, після чого застосовується команда «Обертання», яка перетворює двовимірний контур у тривимірну форму. До ручки додаються функціональні елементи, такі як отвори для кріплення, які створюються інструментом «Виріз». Для надання реалістичності можна застосувати текстуру дерева через функцію візуалізації.

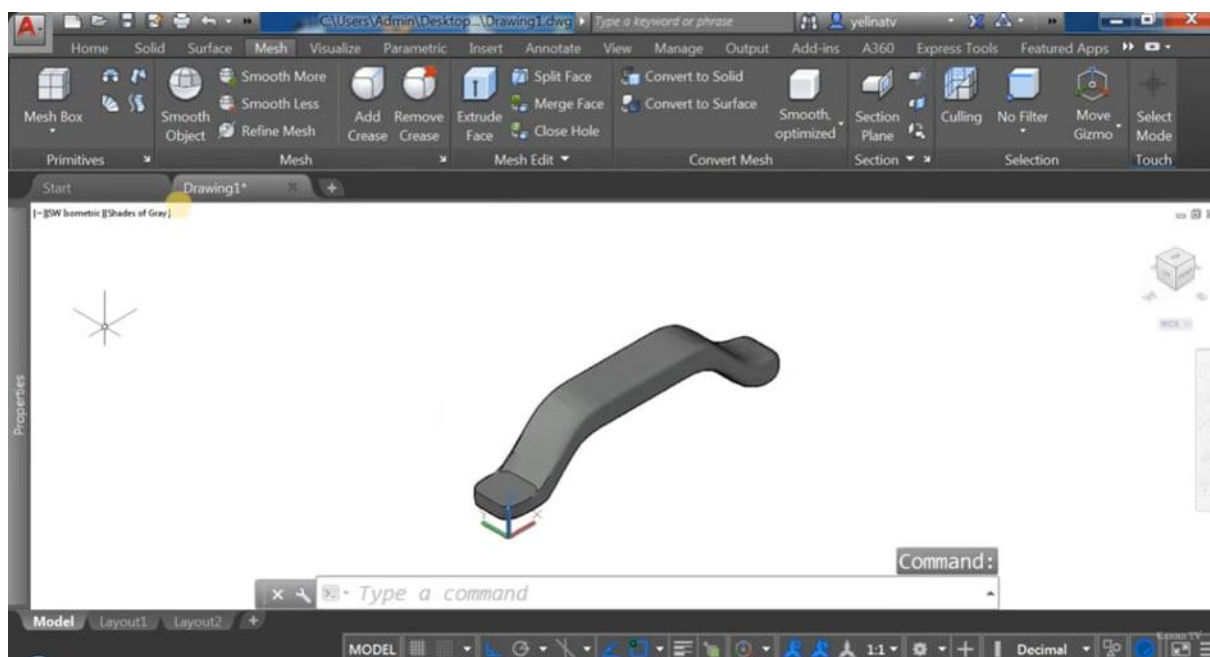


Рисунок 2.25 – Готова модель дверної ручки у програмі AutoCAD

Підставка з нахилом створюється через використання базових геометричних форм, таких як паралелепіпеди. В AutoCAD нахил задається шляхом редагування вершин моделі або застосування функції «Витягування» з кутом нахилу. Завдяки цьому формується конструкція, яка забезпечує необхідний кут для підставки. Для стабільності додаються опорні елементи, які інтегруються в основний об'єкт за допомогою функції «З'єднання». Візуалізація дозволяє перевірити вигляд моделі з усіх сторін і внести необхідні корективи.

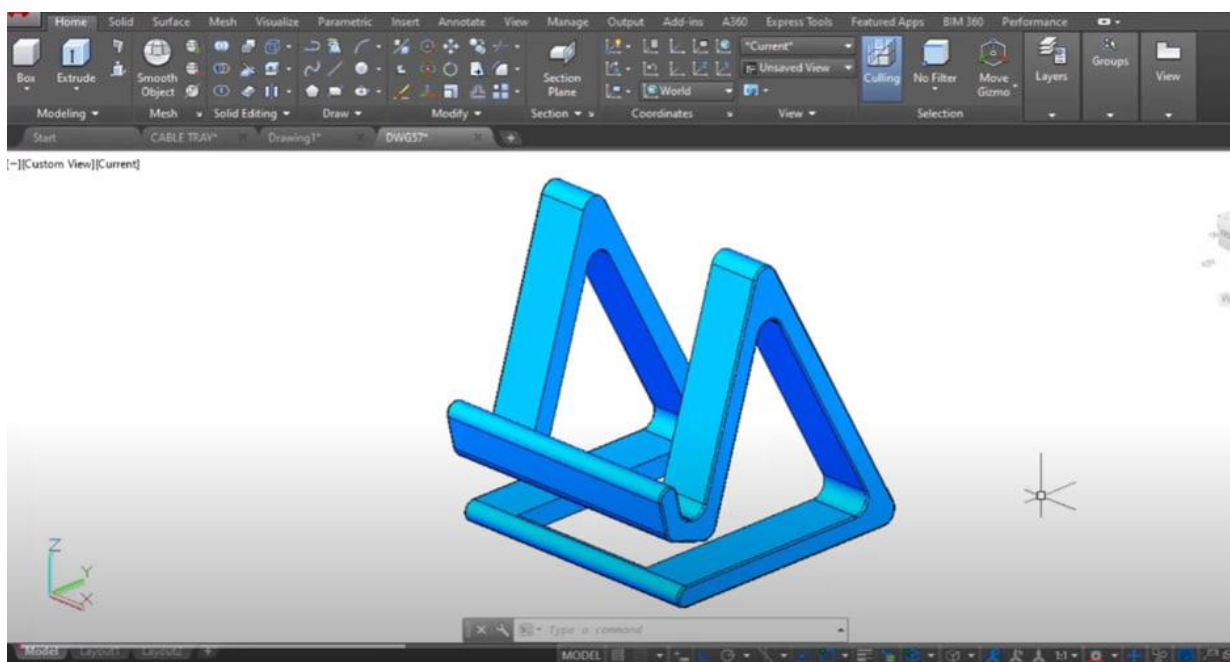


Рисунок 2.26 – Готова модель підставки для гаджетів з нахилом у програмі AutoCAD

Принцип роботи над підставкою для гаджетів у AutoCAD на складному рівні передбачає створення тривимірної моделі за допомогою команд для роботи з твердотілими об'єктами. Спершу проектується базовий профіль у двовимірному режимі, який задає форму опорних елементів. Цей контур витягується у 3D-простір за допомогою команди «Extrude» для отримання основних деталей.

Далі виконується створення з'єднань між частинами через команди «Union» або «Subtract» для моделювання точних стиків. Для створення нахилу чи вигинів можна використати функції «Fillet» або «Chamfer», що додають плавності або скосів до конструкції.

На завершальному етапі модель оптимізується: додаються отвори або пази (якщо це потрібно для дизайну чи зручності), а також текстури чи матеріали для візуалізації. Після цього модель перевіряється у просторі для коректності розмірів і функціональності, що дозволяє підготувати її до реального виготовлення або 3D-друку [5].

Моделювання деталі є більш складним завданням, яке включає комбінування декількох операцій, таких як створення ребер жорсткості, фасок і

отворів. У AutoCAD учень може почати зі створення ескізу основного контуру деталі, який потім витягується в тривимірний об'єкт. Для додавання функціональних елементів використовуються інструменти «Виріз», «Скруглення» та «Додавання». Наприклад, створення порожнини для кріплення передбачає точне вирізання частини об'єкта, що забезпечує сумісність з іншими елементами конструкції (див. рисунок 2.27).

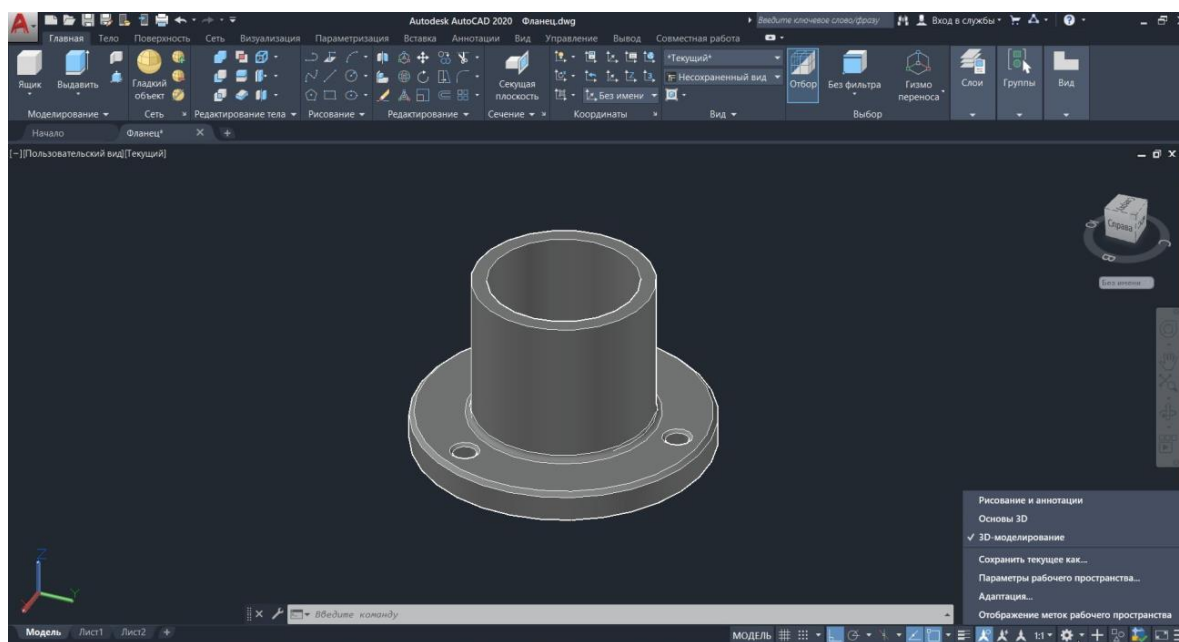


Рисунок 2.27 – Деталь для конструкції у програмі AutoCAD

Принцип роботи над настінним годинником у AutoCAD на складному рівні полягає в побудові твердотілої тривимірної моделі з декількох складових. Спочатку створюється основний контур годинника у вигляді плоского диска за допомогою команди «Коло» у двовимірному режимі. Потім цей ескіз перетворюється у 3D-об'єкт через команду «Витягнути».



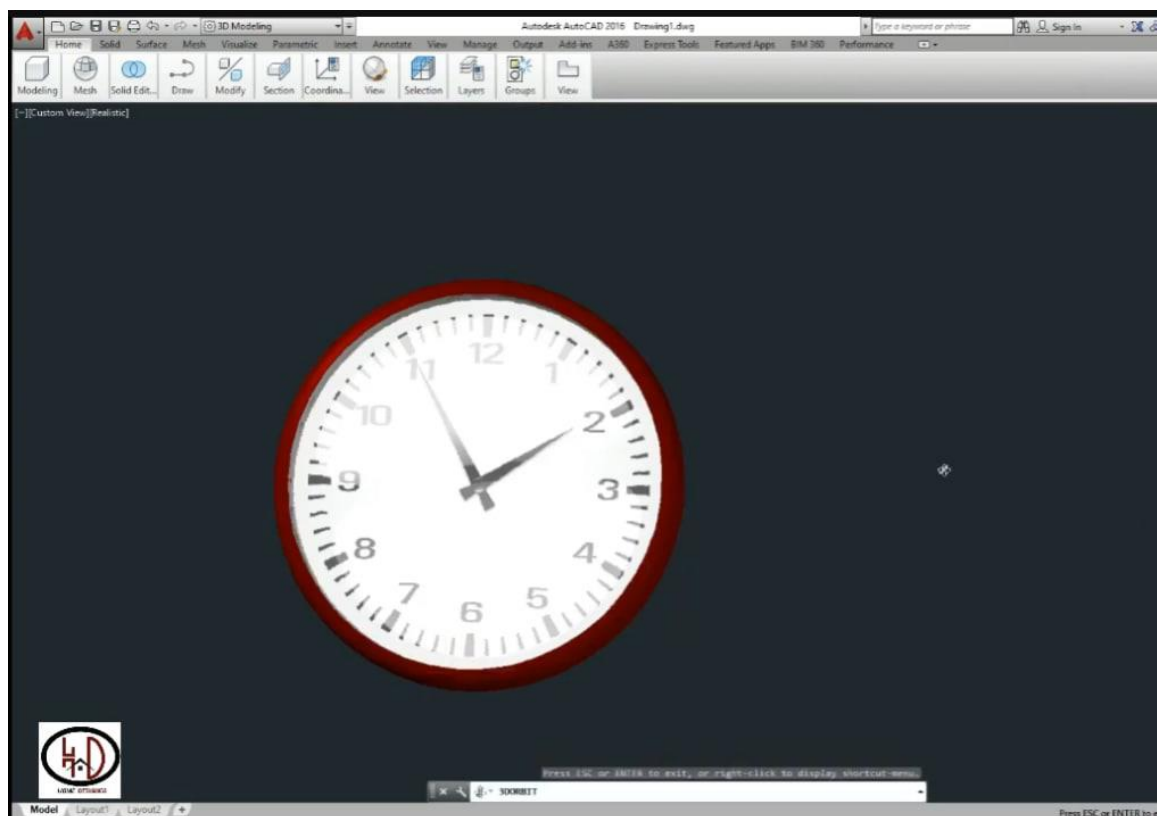


Рисунок 2.29 – Настінний годинник зроблений за допомогою програми AutoCAD

Одним із ключових об'єктів праці складного рівня є настінний годинник, створення якого вимагає ретельного планування, точності та креативності. Цей об'єкт не лише має естетичне значення, але й вимагає функціональності, оскільки кожна його частина повинна бути взаємопов'язаною і готовою до реального виготовлення. Для створення настінного годинника використовується програма AutoCAD, оскільки вона є універсальним інструментом із широким спектром можливостей для тривимірного моделювання. В AutoCAD учні починають із налаштування системи координат і створення основи годинника за допомогою базових 3D-примітивів, таких як циліндри, конуси чи прямокутні об'єми. Далі за допомогою інструментів редагування об'єктів вони додають отвори для механізму, циферблат і декоративні елементи, такі як стрілки чи рамка.

AutoCAD обрано для цього завдання через його універсальність і відповідність вимогам складного рівня. Він дозволяє працювати з деталями, що потребують високої точності, і дає змогу підготувати модель до подальшого

використання, наприклад, для виготовлення на верстатах чи 3D-принтері. Створення настінного годинника в цій програмі навчає учнів аналізувати технічні характеристики об'єкта, перевіряти його функціональність і адаптувати під різні умови, що є ключовими навичками для сучасних інженерів і дизайнерів [14].

AutoCAD забезпечує широкі можливості для роботи зі складними твердотілими об'єктами, дозволяючи моделювати реалістичні форми, аналізувати їх із різних ракурсів і готувати моделі до виготовлення. Учні освоюють ключові інструменти, які допомагають розвивати просторове мислення та технічні навички, необхідні для роботи з тривимірними об'єктами.

Потрібно звернути увагу на таблицю 2.1, яка містить усі наведені об'єкти праці, їхні особливості, програмне забезпечення, рівень складності, основні елементи та опис об'єкта (див. таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 Об'єкти праці, які використовувались для проектування їх у програмах

Об'єкт праці	Програма	Складність	Особливості	Основні елементи	Опис об'єкта
1	2	3	4	5	6
Геометричні фігури	TinkerCAD, Компас 3D	Легкий рівень	Простота створення та редагування; використовується для початкового навчання	Прямокутники, куби, піраміди, циліндри, сфери	Базові тривимірні фігури, які слугують основою для вивчення роботи з інструментами моделювання
Дерев'яна підставка	TinkerCAD, Компас 3D, AutoCAD	Легкий, середній, складний рівень	Варіативність складності залежно від рівня; може включати нахил та додаткові	Основа, бокові опори, з'єднувальні елементи	Підставка для гаджетів або книг з можливістю фіксації під нахилом, багатокомпо

			КОМПОНЕНТИ		ментний дизайн
--	--	--	------------	--	----------------

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Стіл	TinkerCAD	Легкий рівень	Простий дизайн із мінімумом деталей	Стільниця, ніжки	Легкий об'єкт для створення, що вивчає базові функції 3D-моделювання, наприклад, об'єднання примітивів
Скринька	TinkerCAD	Середній рівень	Включає використання об'єму, кришки, деталей для стикування	Корпус, кришка, основа	Складніший об'єкт, що включає в себе порожнисті конструкції та рухомі частини (наприклад, відкидну кришку)
Рамка для фотографії	TinkerCAD	Середній рівень	Використовуються додаткові елементи для з'єднання частин	Рамка, опора, задня панель	Об'єкт для практики створення конструкцій із простих компонентів та роботи із з'єднаннями
Листова деталь, деталь для конструкції	Компас 3D, AutoCAD	Середній, складний рівень	Створення через листове моделювання; включає згинання та розміри деталей	Площини, отвори, згини	Використовується для побудови деталей, наприклад, кріплень або основ для конструкцій
Дверна	AutoCAD	Складний	Твердотіле	Ручка,	Об'єкт для

ручка		рівень	модельованн я; робота з обертаннями та деталями	кріплення, декоративн і елементи	освоєння роботи із складними формами
-------	--	--------	--	--	---

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Настінни й годинник	AutoCAD	Складний рівень	Містить складні компонент и; симетричні й декоративн і елементи	Корпус, стрілки, циферблат	Тривимірні й об'єкт із декількома деталями, що дозволяє відпрацюва ти візуалізацію та складання

Таблиця 2.1 допомагає зрозуміти, як поетапно вивчати об'єкти праці, від простих геометричних форм до складних конструкцій із багатокомпонентним дизайном.

У процесі вивчення предметів технологічного спрямування в старших класах важливо забезпечити учнів завданнями, які відповідають їхньому рівню підготовки, розвивають ключові технічні компетенції та стимулюють творче мислення. Розподіл об'єктів праці на три рівні складності (легкий, середній і складний) дозволяє ефективно організувати навчальний процес, поступово ускладнюючи завдання та адаптуючи їх до можливостей учнів.

Для кожного рівня були підібрані відповідні об'єкти праці та програмні засоби, які забезпечують виконання завдань на високому методичному рівні. Програми TinkerCAD, AutoCAD і Компас 3D продемонстрували свою ефективність у навчанні завдяки інтуїтивному інтерфейсу, доступності та широким можливостям для моделювання. Учні мають можливість починати з простих об'єктів, таких як куб чи скринька, освоюючи базові команди побудови та редагування. На середньому рівні вони опановують створення 3D-моделей із використанням системи координат і виглядів, працюючи над реалістичними об'єктами, як-от рамка для фотографій чи підставка для телефону. Складний

рівень дає змогу реалізувати проекти, які моделюють побутові чи технічні вироби з багатокомпонентними конструкціями, наприклад, настінний годинник чи шафа [19].

Таким чином, робота з орієнтовними об'єктами праці у середовищах САКП не лише сприяє освоєнню практичних навичок комп'ютерного проектування, але й формує у школярів здатність до аналізу, технічного мислення та міждисциплінарної інтеграції знань. Це створює міцну основу для подальшого навчання в технічних галузях і дозволяє підготувати учнів до сучасних вимог професійної діяльності.

## 2.2 Особливості методичних рекомендацій щодо використання системи автоматичного комп'ютерного проектування при виготовленні столярних виробів

Методична ціль полягає у розробці чітких і структурованих рекомендацій для ефективного використання систем автоматичного комп'ютерного проектування (САКП) у процесі виготовлення столярних виробів. Основний акцент робиться на інтеграцію новітніх цифрових технологій у традиційні уроки технологій, що дозволяє поєднати теоретичну підготовку з практичними навичками учнів.

Використання САКП допомагає вчителям досягти кількох ключових завдань, що сприяють підвищенню якості навчального процесу.

По-перше, це забезпечення учнів інструментами для точного проектування виробів. Традиційні методи креслення часто супроводжуються помилками, які можуть впливати на кінцевий результат роботи. Завдяки САКП, зокрема програмам AutoCAD, TinkerCAD і Компас 3D, процес розробки креслень і тривимірного моделювання відбувається швидше та з більшою точністю [14].

По-друге, методичні рекомендації сприяють розвитку у школярів важливих технічних компетенцій. У процесі роботи з САКП учні вчаться

поступно виконувати завдання: від створення первинного ескізу до аналізу і вдосконалення моделі. Кожен етап роботи є не лише практичним навчанням, а й способом розвинути аналітичне мислення, навички критичного оцінювання власної роботи та прийняття технічних рішень. Наприклад, під час проєктування столу учні аналізують його стійкість, розраховують розміри та оптимізують конструкцію, працюючи у програмному середовищі.

Третім важливим аспектом є створення умов для творчого розвитку учнів. Методичні рекомендації підкреслюють значення проєктно-орієнтованого підходу, де учні можуть не лише відтворювати стандартні конструкції, але й експериментувати з дизайном виробів, формами та функціональністю. САКП надають можливість швидко вносити зміни до моделей, що стимулює учнів до пошуку інноваційних рішень і розвитку творчих здібностей [7].

Крім того, методична ціль підрозділу полягає у підготовці вчителів до роботи з сучасним програмним забезпеченням і забезпеченні їх інструментами для проведення уроків. У сучасних реаліях викладання технологій та трудового навчання неможливе без використання цифрових інструментів. Методичні рекомендації надають вчителям конкретний алгоритм роботи із САКП, включаючи пояснення етапів уроку, інструкції для учнів і зразки практичних завдань.

Таким чином, методична ціль полягає у створенні умов для ефективного навчання учнів проєктуванню та виготовленню столярних виробів з використанням САКП. Це дозволяє сформувати у школярів важливі професійні навички, підвищити їхню мотивацію до навчання та адаптувати освітній процес до вимог сучасного технологічного середовища.

Значення рекомендацій для вчителів: методичні рекомендації щодо використання систем автоматичного комп'ютерного проєктування (САКП) у процесі виготовлення столярних виробів відіграють важливу роль в організації навчального процесу, адаптованого до сучасних технологічних умов. Їх значення полягає в наданні викладачам ефективних інструментів і покрокових алгоритмів

для побудови уроків, які поєднують традиційні методи викладання з цифровими технологіями [23].

Перш за все, рекомендації дозволяють викладачам організувати навчання поетапно, забезпечуючи логічну послідовність у вивченні матеріалу. Уроки структуровані таким чином, щоб учні переходили від простих завдань, таких як створення ескізів і креслень у програмі TinkerCAD, до більш складних етапів тривимірного моделювання та креслення у програмах AutoCAD і Компас 3D. Такий підхід забезпечує краще засвоєння матеріалу і дозволяє поступово формувати в учнів технічні компетенції.

Додатково рекомендації допомагають викладачам ефективно інтегрувати сучасні технології у навчальний процес. Вони включають конкретні методи роботи з програмами САКП, що дозволяє вчителям планувати уроки так, щоб учні могли поєднувати теорію з практикою. Наприклад, під час уроку проектування меблевих виробів учні спочатку створюють креслення, а потім будують тривимірні моделі з можливістю перевірки конструкцій на стійкість та функціональність. Цей процес відбувається у візуально зрозумілому середовищі, що значно підвищує рівень зацікавленості та мотивації до навчання.

Окрім цього, рекомендації допомагають оптимізувати навчальний час і ресурсний потенціал уроків. Використання САКП дозволяє зменшити час на ручне креслення та пошук помилок у проєктах, оскільки більшість процесів автоматизуються. Учні можуть швидко вносити зміни у моделі, що сприяє ефективній роботі над проєктами й одночасно спрощує завдання викладача щодо оцінювання (див. таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 Порівняння традиційних методів і уроків із використанням САКП

Параметр навчання	Традиційні методи викладання	Уроки з використанням САКП
Точність виконання завдань	Можливі помилки при ручному кресленні	Автоматична побудова креслень із більш високою точністю
Час на виконання завдань	Тривалий, потребує багато ручної роботи	Скорочений завдяки автоматизації процесів
Візуалізація виробу	Двовимірне креслення,	Реалістична 3D-модель із

	обмежене уявою учня	можливістю змін
Симуляція конструкції	Відсутня	Можливість аналізу міцності та функціональності
Мотивація учнів	Середня, обмежується монотонністю завдань	Висока завдяки інтерактивності й практичності

Стіл було обрано як об'єкт для розгляду на легкому рівні через кілька причин, які роблять цей проект ідеальним для початкових етапів навчання. Його конструкція досить проста, адже вона включає лише базову стільницю прямокутної форми та чотири опорні ніжки. Завдяки цьому учні можуть швидко зрозуміти основні принципи створення моделей, працюючи з елементарними формами. Такий підхід допомагає засвоїти основи роботи у середовищі TinkerCAD, не навантажуючи складними інструментами чи багатокомпонентними завданнями.

Реалізація цього проекту виконується за допомогою стандартних інструментів програми, таких як додавання геометричних примітивів, редагування їхніх розмірів, переміщення та вирівнювання. Ці дії дозволяють учням ознайомитися з базовими функціями, які є ключовими для подальшої роботи в інших програмах автоматизованого проектування. Моделювання стола також сприяє розвитку необхідних навичок, серед яких створення та редагування об'єктів, розуміння координат та пропорцій, а також використання інструментів для вирівнювання й об'єднання елементів. Усі ці вміння закладають міцну основу для переходу до більш складних завдань.

Стіл є універсальним і знайомим для кожного учня об'єктом. Це дозволяє легко уявити кінцевий результат роботи, а сам процес створення стає більш зрозумілим і захоплюючим. Простота конструкції також робить цей об'єкт придатним для практичного застосування, наприклад, у вигляді моделі для 3D-друку або виготовлення в шкільних майстернях. Проектування стола не лише навчає базовим діям, а й мотивує учнів, адже вони отримують відчуття завершеності завдання та бачать конкретний результат своєї роботи. Це підтримує їхню зацікавленість та стимулює до освоєння більш складних проектів

у майбутньому. До того ж, створений на легкому рівні стіл може бути вдосконалений під час виконання завдань середньої чи складної складності. Наприклад, на наступному етапі можна додати декоративні деталі або полицьки, а в складніших проектах – механізми регулювання висоти чи трансформації.

Таким чином, стіл є оптимальним об'єктом для легкого рівня, оскільки він дозволяє учням поступово вивчати цифрове проектування, освоювати необхідні інструменти та методи, водночас готуючись до складніших завдань.

Створення моделі стола в Tinkercad починається з підготовки робочого середовища. Для цього необхідно відкрити веббраузер, перейти на офіційний сайт програми та увійти у свій обліковий запис або створити новий. Після входу в систему відкривається можливість створення нового дизайну, що забезпечує доступ до робочої області (див. рисунок 2.30).

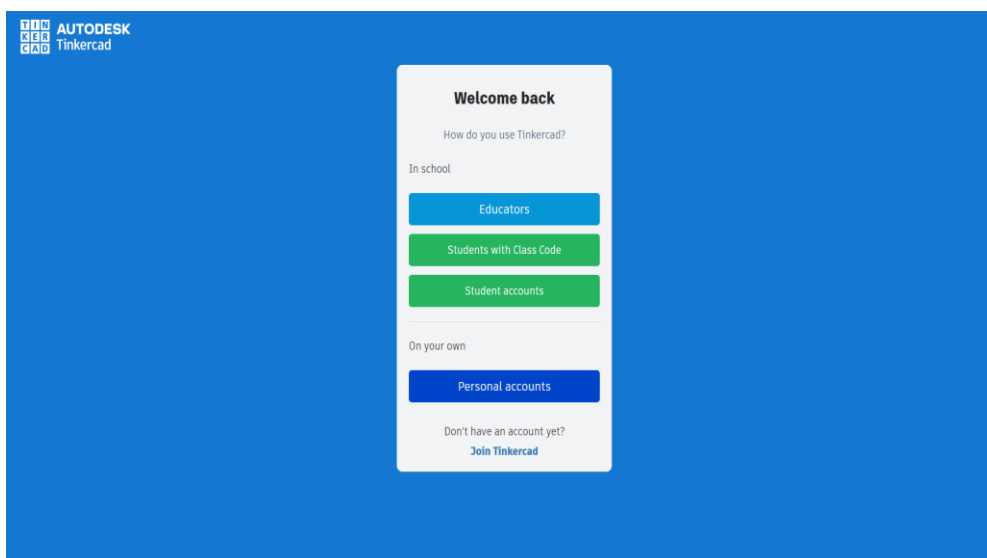


Рисунок 2.30 – Вхід в обліковий запис на офіційному офіційний сайті програми

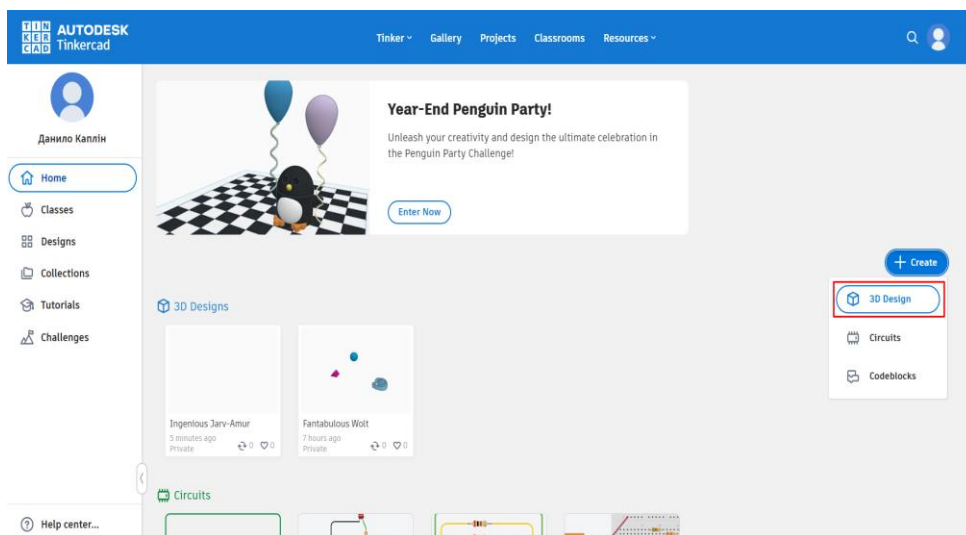


Рисунок 2.31 – Створення нового дизайну, що забезпечує доступ до робочої області

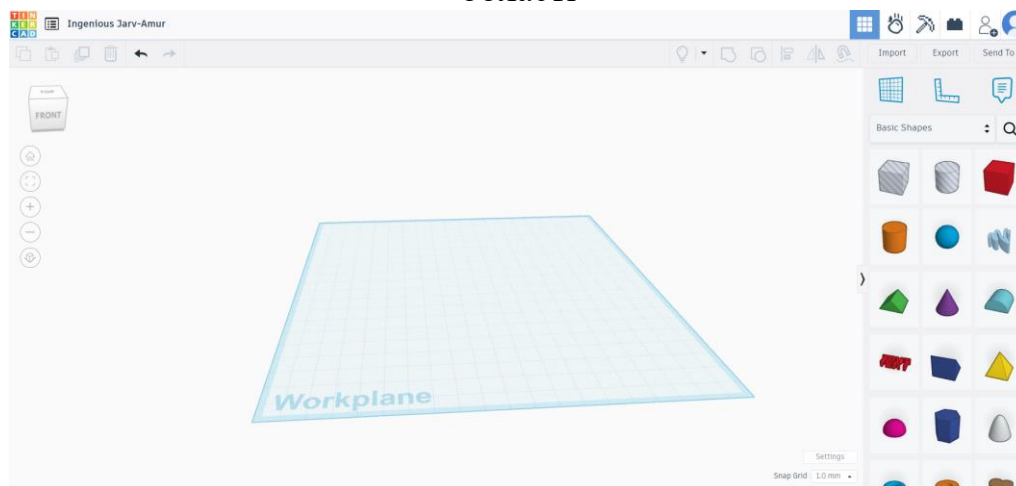


Рисунок 2.32 – Робоча область, у якій ми будемо працювати

Першим кроком є налаштування параметрів, таких як одиниці виміру, які найкраще встановити в міліметрах, та розміри сітки, що забезпечують точність моделювання.

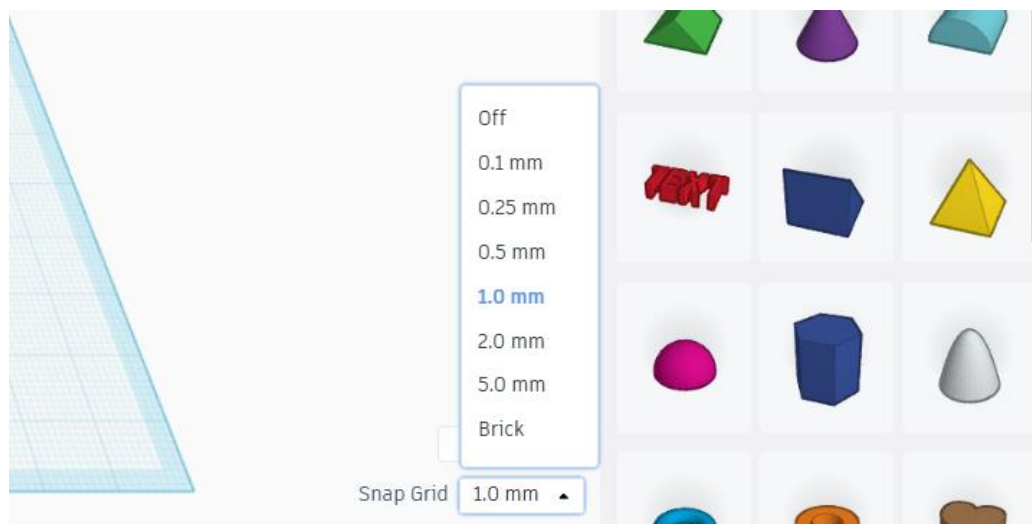


Рисунок 2.33 – Налаштування параметрів

Робота з моделлю починається з додавання прямокутника для створення стільниці. Ця форма вибирається з бібліотеки фігур і перетягується на робочу площину (див. Рисунок 2.34).

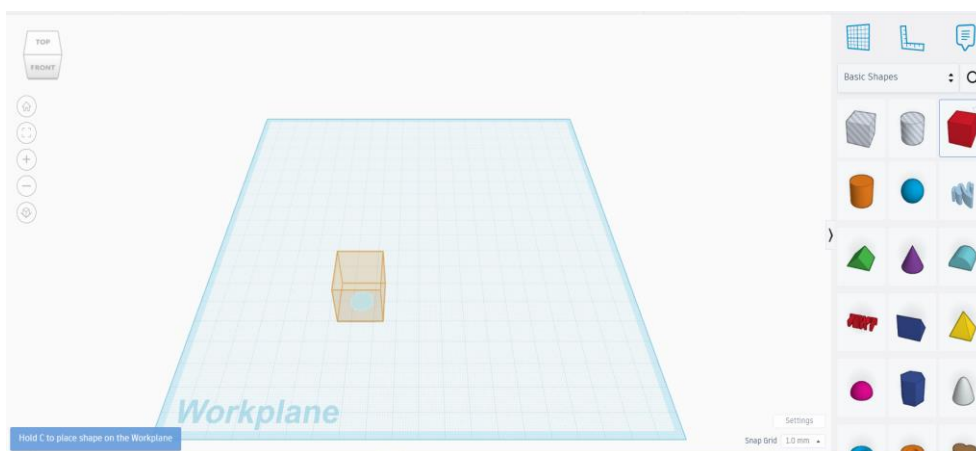


Рисунок 2.34 – Додавання прямокутника для створення стільниці

Далі задаються параметри стільниці, наприклад, довжина 100 мм, ширина 60 мм та висота 5 мм. Розміри можна вказувати вручну у властивостях об'єкта або змінювати за допомогою маркерів на краях фігури. Після створення стільниці переходять до додавання ніжок.

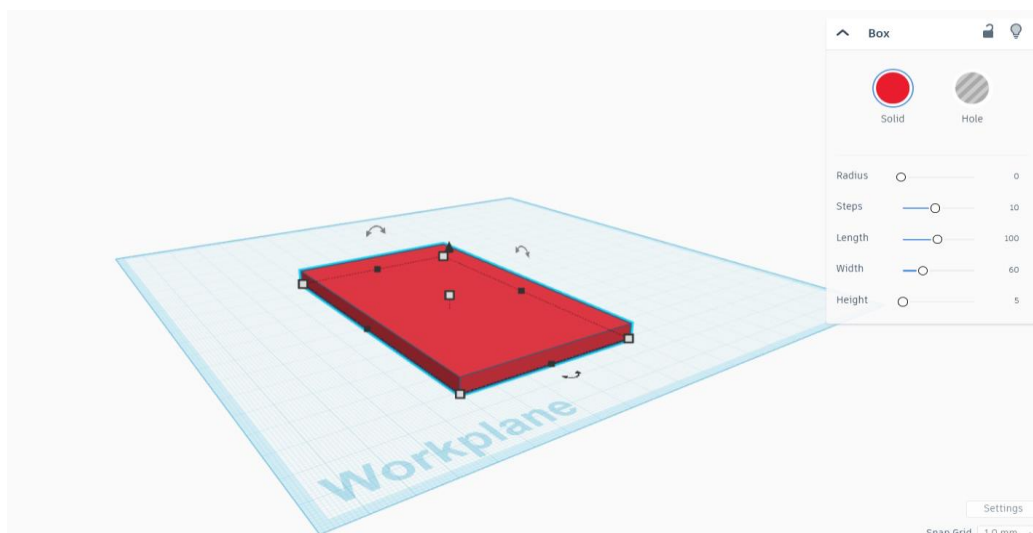


Рисунок 2.35 – Задання параметрів стільниці, такі як довжина, ширина та висота

Для створення ніжок обирається та ж сама базова форма – прямокутник, який зменшують до розмірів 10x10 мм із висотою 50 мм (див. рисунок 2.36).

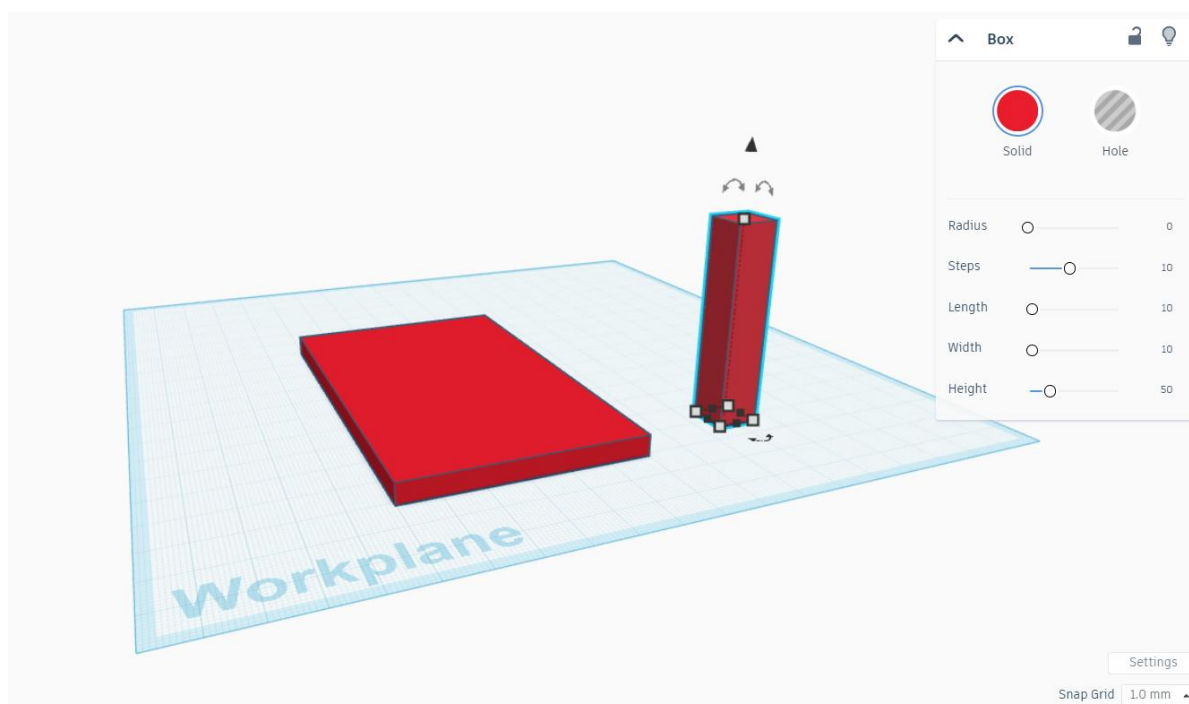


Рисунок 2.36 – Додавання та задання відповідних параметрів

Ніжку розташовують у куті стільниці, використовуючи інструменти вирівнювання для точного позиціонування. Потім цю ніжку копіюють і переміщують до інших кутів стільниці, забезпечуючи симетричне розташування (див. рисунок 2.37).

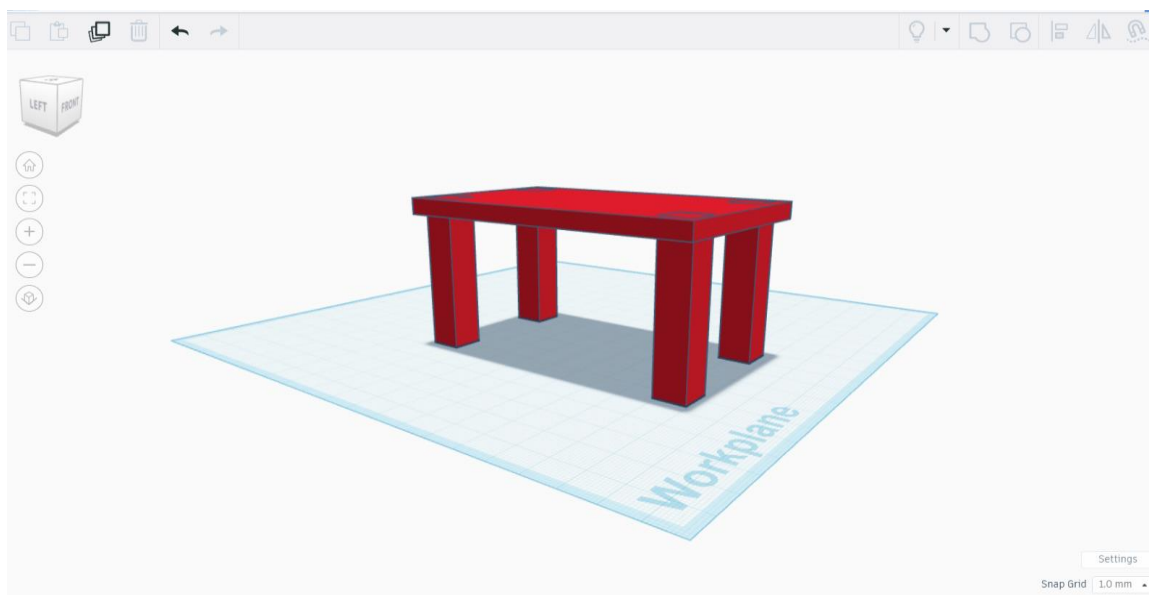


Рисунок 2.37 – Додавання і розташування усіх ніжок столу у куті стільниці

Щоб усі елементи конструкції функціонували як єдиний об'єкт, необхідно об'єднати їх. Для цього виділяються всі частини моделі, після чого використовується команда групування. Об'єднання дозволяє спростити подальше редагування та підготовку до друку.

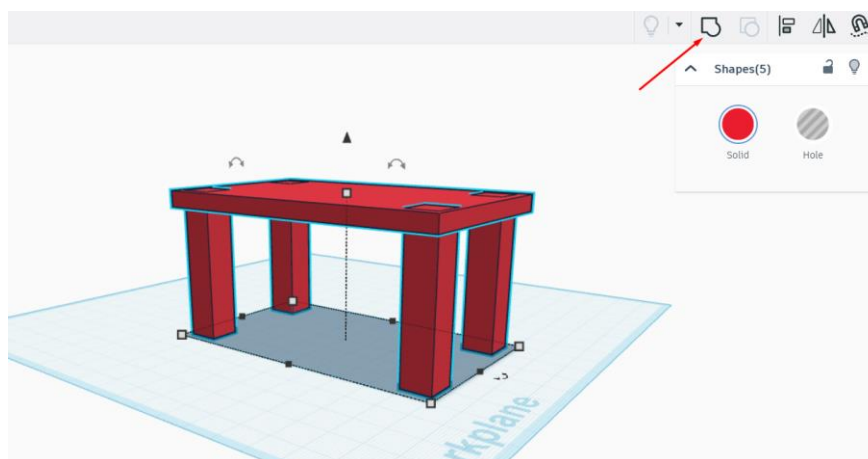


Рисунок 2.38 – Виділення і групування усіх об'єктів

У TinkerCAD можна змінювати колір кожного об'єкта, що дозволяє краще уявити дизайн моделі або зробити її більш привабливою. Колір не впливає на технічні характеристики моделі, але є корисним для візуального розподілу елементів і додавання естетичного вигляду. Це особливо важливо, коли модель

складається з кількох частин, і потрібно чітко відрізнати їх одну від одної. Тому можна замінити колір на відповідний до дерев'яного столу (див. рисунок 2.39).

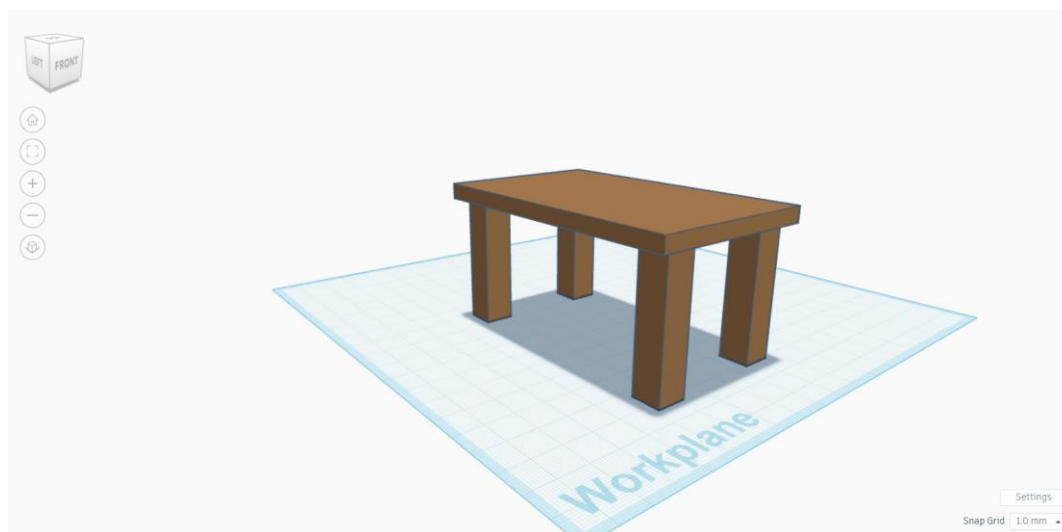
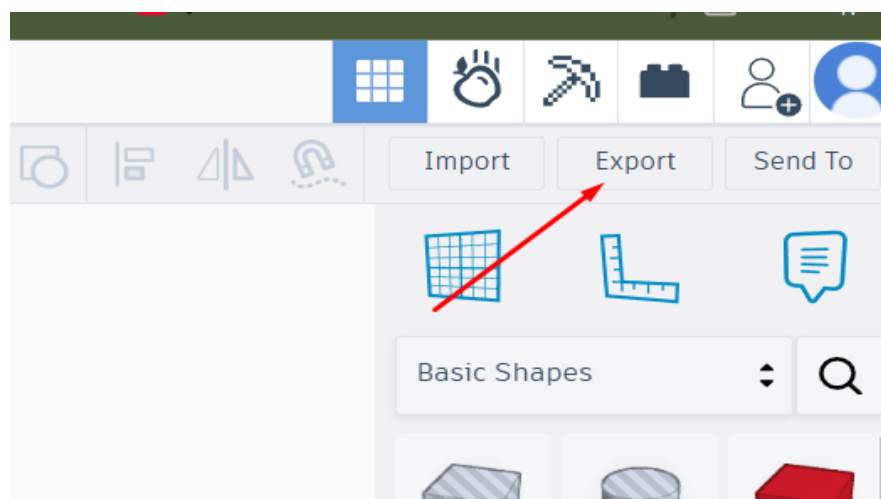


Рисунок 2.39 – Зміна кольору та готовий варіант моделі столу

Завершивши моделювання, можна перевірити модель, змінюючи ракурси огляду, використовуючи інструменти навігації в робочій області. На фінальному етапі модель готують для експорту. Для цього її зберігають у форматі STL, який підходить для 3D-друку. Готовий файл зберігається на комп'ютері, що дозволяє використати його для друку або подальшої обробки.



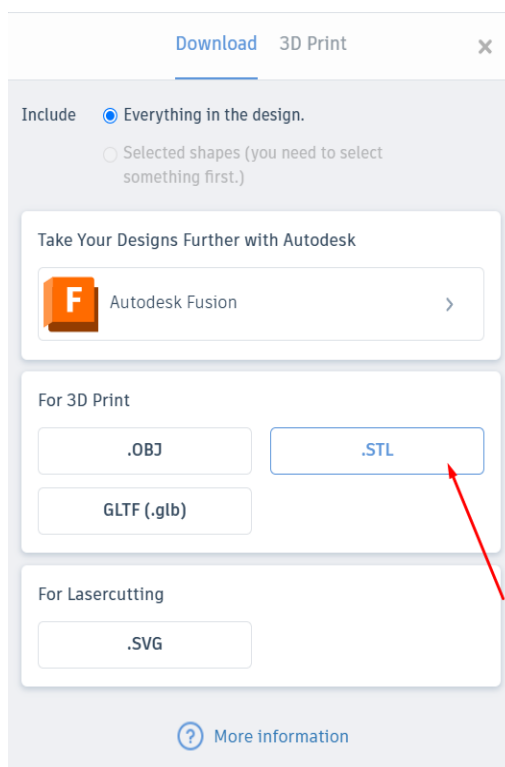


Рисунок 2.40 – Збереження готового файлу у форматі STL

У ході роботи учні освоюють ключові інструменти TinkerCAD, такі як створення форм, редагування розмірів, вирівнювання та групування, а також отримують практичний досвід у роботі з тривимірними моделями. У процесі розроблення та виготовлення об'єкта праці легкого рівня, такого як стіл, учні освоюють базові навички роботи в середовищі TinkerCAD. Вони вчаться створювати прості геометричні форми, змінювати їхні параметри, розташовувати елементи на робочій площині та об'єднувати їх у цілісну модель. Цей процес сприяє розвитку просторового мислення, розуміння пропорцій і роботи з цифровими інструментами. Завдяки простоті конструкції та інтуїтивному інтерфейсу програми учні отримують перший практичний досвід у проектуванні, що закладає основу для переходу до складніших завдань.

## 2.3 Порівняльний аналіз систем автоматичного комп'ютерного проектування для уроків технологій

Тут має бути що порівняльний аналіз проводився.....

Скільки етапів.....

Завданням було підготувати учнів до роботи з системами автоматизованого проектування (На початковому етапі **експериментального дослідження** **Якщо пишемо про порівняльний аналіз то кругом порівняльний аналіз**.головним САКП). Основна увага зосереджувалася на тому, щоб були створені комфортні умови для учнів, ознайомити їх із програмним забезпеченням і навчити основним прийомам роботи з ним. **Спершу (на початковому етапі)** **я краще в третій особі** ретельно відібрав (**відібрани**) завдання, які відповідали б їхньому рівню знань, а також забезпечив поступове ускладнення, що дозволяло учням відчувати себе впевнено на кожному етапі.

У рамках **експериментального дослідження**, спрямованого на вивчення ефективності використання САКП у навчальному процесі, для учнів 10-11 класів було організовано серію практичних занять із застосуванням програм TinkerCAD, Компас 3D і AutoCAD. Завданням дослідження було визначення, наскільки використання цих систем сприяє розвитку просторового мислення, технічних навичок і загального розуміння процесу створення тривимірних об'єктів.

На початковому етапі учням було представлено теоретичний матеріал, який охоплював основи роботи із зазначеними програмами. Зокрема, пояснювалися принципи створення геометричних фігур, моделювання та редагування об'єктів, робота з тривимірним простором і нанесення розмірів. Після цього учні були ознайомлені з конкретними завданнями, які включали моделювання реалістичних об'єктів праці.

Під час інструктажу я детально пояснював, як працювати з кожною програмою, демонстрував їхні основні функції та особливості інтерфейсу. Учні мали змогу не лише спостерігати, а й одразу пробувати виконувати прості

завдання, що допомагало їм краще запам'ятати інформацію. Я також створив покрокові інструкції, які дозволяли їм легко орієнтуватися під час самостійної роботи [18].

Щоб забезпечити ефективну підготовку, я приділив багато уваги організації технічного середовища. Було перевірено, чи відповідають комп'ютери технічним вимогам для роботи з обраними програмами, встановлено необхідне програмне забезпечення і забезпечено стабільність роботи системи. Крім того, я підготував додаткові навчальні матеріали, які учні могли використовувати вдома, щоб закріпити свої знання.

Особливе місце на цьому етапі займало формування зацікавленості учнів. Я показував, як створені ними моделі можуть бути використані в реальних умовах, наприклад, для 3D-друку або виготовлення деталей на лазерному різанні. Завдяки цьому учні розуміли, що їхня робота не просто навчальна, а має реальне практичне застосування. Це мотивувало їх до більш серйозного ставлення до завдань.

Підготовчий етап був важливим кроком у створенні сприятливих умов для навчання. Він забезпечив учням зрозумілу та доступну базу знань, а також допоміг їм почуватися впевнено під час роботи із САКП. Завдяки моїй підтримці учні швидко освоїли нові програми, що стало запорукою їх успіху на подальших етапах експерименту [29].

Під час виконання завдань я постійно підтримував учнів, допомагав їм справлятися з труднощами та надавав рекомендації щодо вдосконалення моделей. Я також звертав їхню увагу на можливі неточності й пояснював, як їх уникнути. Важливим елементом цього етапу було навчити школярів самостійно аналізувати свої результати та критично мислити, що сприяло вдосконаленню їхніх проєктів.

Завдяки впровадженню САКП у навчальний процес учні змогли застосувати теоретичні знання на практиці, використовуючи передові технології. Основний етап експерименту підтвердив ефективність таких завдань для

розвитку технічного мислення, підвищення інтересу до навчання та формування компетенцій, необхідних для майбутньої професійної діяльності.

Для першого завдання, що виконувалося в TinkerCAD, учні повинні були створити простий тривимірний об'єкт, наприклад, геометричну підставку для гаджетів. Етапи роботи включали вибір базових форм, таких як куби та циліндри, їх масштабування, об'єднання та корекцію позицій. Програма TinkerCAD дозволила учням швидко опанувати базові функції САКП завдяки зрозумілому інтерфейсу. На етапі оцінювання готових робіт аналізувалися точність пропорцій, логіка конструкції та відповідність початковим умовам.

Друге завдання виконувалося в Компас 3D і мало більш складний характер. Учні створювали технічний об'єкт - листову деталь. Робота передбачала використання параметричних інструментів для налаштування точних розмірів, створення ескізів і подальшого перетворення їх у тривимірні моделі. Важливим етапом було створення технічного креслення, що супроводжувало кожен об'єкт. Учні вчилися працювати з системою координат, створювати додаткові вигляди об'єктів і наносити розміри.

Найскладніше завдання виконувалося в програмі AutoCAD, де учні моделювали об'єкти з високою деталізацією, наприклад, настінний годинник або дверну ручку. Робота включала етапи побудови основних твердотілих форм, їх редагування, вирізання порожнин і додавання декоративних елементів. Особливу увагу приділяли візуалізації моделі, де учні налаштовували матеріали та текстури, створювали фотореалістичне зображення готового об'єкта. Це завдання дозволило оцінити рівень сформованості технічного мислення учнів і їх уміння працювати з інструментами професійного рівня.

Результати дослідження продемонстрували, що використання САКП значно підвищує зацікавленість учнів у навчальному процесі, розвиває їхні практичні навички та розуміння сучасних технологій. Учні, які брали участь в експерименті, показали помітний прогрес у створенні тривимірних моделей, підвищили точність і акуратність виконання завдань, а також змогли застосувати отримані знання у власних проєктах. Аналіз виконаних робіт дозволив зробити

висновок, що комбіноване використання TinkerCAD, Компас 3D і AutoCAD є ефективним способом навчання, адаптованим до рівня підготовки учнів та складності завдань.

Фінальний етап **експериментального дослідження** результативності роботи полягав у проведенні тестування та анкетування учнів для оцінки засвоєння матеріалу та їхнього ставлення до використання програм автоматизованого проєктування на уроках технологій і інформатики. Метою було визначити рівень знань і навичок, отриманих учнями, та оцінити ефективність інтеграції САКП у навчальний процес.

Тест складався з теоретичних і практичних запитань. Теоретична частина включала запитання на знання основних функцій програм TinkerCAD, Компас 3D і AutoCAD, принципів роботи з геометричними фігурами, параметричними моделями, твердотілими об'єктами та налаштуваннями візуалізації. Наприклад, учням пропонувалося пояснити, як створити ескіз у Компас 3D або які команди використовуються для редагування об'єктів в AutoCAD. Практична частина вимагала виконання невеликих завдань у вибраних програмах: створення простої моделі в TinkerCAD, побудова листової деталі в Компас 3D або редагування тривимірного об'єкта в AutoCAD. Результати тесту дозволили оцінити рівень опанування учнями базових, середніх і складних функцій САКП.

Анкетування було спрямоване на визначення емоційного ставлення учнів до роботи з програмами, рівня їхньої зацікавленості та труднощів, які вони відчували під час виконання завдань. Учням пропонувалося відповісти на запитання про те, яка програма здалася їм найзручнішою, яка – найскладнішою, а також висловити свої пропозиції щодо вдосконалення навчального процесу. Анкета також включала запитання про те, як учні оцінюють свої навички моделювання та чи вважають вони використання САКП корисним для подальшого навчання або професійного розвитку.

Після отримання результатів було проведено їх аналіз. На основі відповідей тесту та анкет було побудовано діаграми, що відображали успішність виконання завдань у кожній програмі, рівень зацікавленості учнів та їхню

суб'єктивну оцінку складності роботи. Наприклад, результати тестів показали, що більшість учнів успішно виконали завдання в TinkerCAD, продемонстрували середній рівень володіння Компас 3D і відчували найбільші труднощі в роботі з AutoCAD. Водночас результати анкетування свідчили про те, що багато учнів вважають складні завдання найцікавішими, адже вони дозволяють відчутти себе частиною реального інженерного процесу.

Діаграми були розподілені за категоріями: успішність виконання тестових завдань, рівень задоволеності від роботи з кожною програмою та складність завдань за відчуттями учнів. Наприклад, кругова діаграма відобразила співвідношення між програмами, які учні назвали найзручнішими. Гістограма дозволила порівняти відсоток виконаних практичних завдань у кожній із програм. Аналіз цих даних показав, що поєднання трьох програм – TinkerCAD, Компас 3D і AutoCAD – дозволило оптимально поєднати навчання базових і професійних навичок у процесі проектування.

Підсумки фінального етапу дослідження підтвердили ефективність використання програм автоматизованого проектування на уроках технологій і інформатики. Учні отримали як практичні, так і теоретичні знання, навчилися працювати з сучасними інструментами та сформували початкові інженерні компетенції, необхідні для подальшого навчання чи професійної діяльності (див. рисунок 2.41).

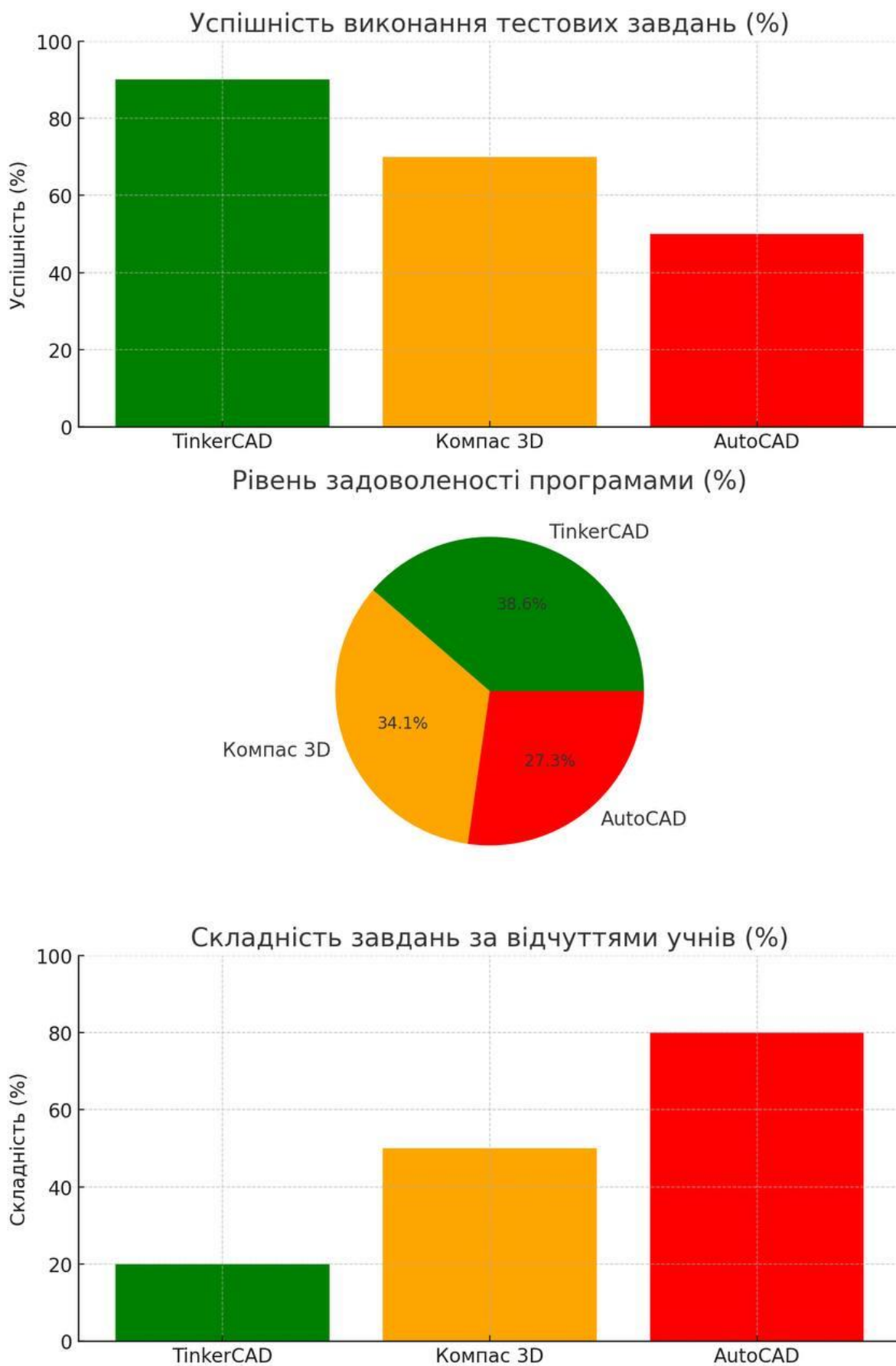


Рисунок 2.41 – Діаграми результатів тестувань і анкетування

У процесі магістерського дослідження було доведено ефективність використання САКП у навчальному процесі. Використання програм TinkerCAD, AutoCAD та Компас 3D сприяло не лише покращенню технічної підготовки учнів, але й підвищенню їхньої зацікавленості до уроків технології.

Дослідження показало, що інтеграція сучасних технологій дозволяє учням ефективніше засвоювати знання, застосовувати їх на практиці та розвивати творчий підхід до вирішення завдань. Зокрема, учні змогли глибше зрозуміти процеси проектування столярних виробів, освоїли навички параметричного моделювання та створення технічних креслень, що є основою для подальшого професійного розвитку.

Результати роботи підтвердили, що використання САКП формує у школярів сучасне технічне мислення, креативність та здатність працювати з інноваційними технологіями. Це особливо важливо в умовах швидкого розвитку цифрової індустрії та технологічних професій. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення освітніх програм, зокрема у сфері технологічної освіти, і стануть важливим підґрунтям для впровадження САКП у навчальний процес на рівні загальноосвітніх навчальних закладів.

**2.3 ще раз передивитись! Ляпи по у цьому тексті, багато повторень!**

**Все інше перечитав виправив усе що кинулось в око!**

**Зараз попрацюю над вступом а Ви цей параграф. Тоді співставимо і відправите! Ще перевірте чи всі розділи названо згідно з місту 2.2 я змінив!**

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської роботи було досліджено, обґрунтовано та охарактеризовано основні аспекти використання систем автоматизованого комп'ютерного проєктування (САКП) в освітньому процесі на уроках технологій у старших класах.

У першому розділі охарактеризовано САКП як важливий засіб навчання, який дозволяє учням розвивати технічні та креативні компетентності. Проаналізовано функціональність та освітній потенціал систем автоматичного комп'ютерного проєктування, таких як TinkerCAD, Компас 3D та AutoCAD. Було доведено, що використання цих програм сприяє формуванню просторового мислення, удосконаленню практичних навичок роботи з 3D-об'єктами та адаптації до сучасних вимог технічної освіти.

Прокласифіковано системи автоматизованого комп'ютерного проєктування за різними критеріями: функціональністю, доступністю та складністю роботи. Аналіз показав, що програми різних рівнів складності є необхідними для поетапного освоєння технологій, що забезпечує розвиток учнів із різним рівнем підготовки.

На основі досвіду практичного використання САКП було обґрунтовано переваги впровадження таких систем у навчальний процес на уроках технологій. Охарактеризовано приклади проєктів, які були виконані учнями за допомогою відповідних програм, та доведено їх ефективність у формуванні професійних компетенцій старшокласників.

У другому розділі охарактеризовано використання САКП на уроках технологій під час виготовлення столярних виробів. Досліджено та обґрунтовано добір орієнтовних об'єктів праці, які сприяють розвитку практичних навичок учнів. Зокрема, вибрані об'єкти, такі як підставки, рамки для фото, дверні ручки, настінні годинники, відповідали рівню складності учнів 10-11 класів.

Обґрунтовано вибір програм TinkerCAD, Компас 3D та AutoCAD для їх проектування.

Проаналізовано, як саме програмне забезпечення може бути інтегроване у підготовку учнів до виготовлення столярних виробів. Було обґрунтовано, що методичні підходи, спрямовані на поступове ускладнення завдань, забезпечують ефективний розвиток компетентностей.

Досліджено хід і результати експериментального впровадження САКП на уроках технологій. Було проаналізовано результати тестування та анкетування учнів, які брали участь у дослідженні. Одержані дані свідчать про підвищення рівня їхньої технічної грамотності, успішності виконання проєктів та задоволення від роботи у програмах САКП.

Практична частина роботи включала розробку методичних рекомендацій, добір об'єктів для виготовлення та організацію експериментального дослідження. Проведені уроки з використанням САКП дозволили проаналізувати ефективність цих систем, їх вплив на успішність учнів та рівень задоволення від роботи з програмами. За результатами анкетування та тестування було встановлено, що використання САКП сприяє зростанню інтересу учнів до технічних дисциплін, підвищенню їхньої мотивації та полегшенню освоєння складних технологічних операцій.

Таким чином, проведене дослідження підтвердило важливість і доцільність впровадження САКП у навчальний процес. Це не лише забезпечує формування ключових компетенцій учнів, але й відповідає сучасним тенденціям інтеграції технологій у систему освіти. Результати роботи можуть бути використані для вдосконалення методики викладання технологій та впровадження інноваційних підходів до навчання технічних дисциплін у старших класах.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Системи автоматизованого проєктування / За ред. В. С. Дорошенка. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 200 с.
- 2 Методика впровадження систем автоматизованого проєктування у навчальний процес / О. Б. Мелентьєв. – Умань: АЛМІ, 2018. – 155 с.
- 3 Теоретичні основи автоматизованого проєктування для освітнього процесу в школах / О. В. Сапронов, Л. П. Ковальчук. – Київ: Наукова думка, 2020. – 142 с.
- 4 Технічне креслення у школі за допомогою комп'ютерних технологій / І. Г. Васильчук, П. М. Демченко. – Харків: Освіта, 2019. – 200 с.
- 5 Навчання 3D-моделюванню в школах: посібник для викладачів / С. П. Іванченко, А. А. Коваленко. – Львів: Літопис / 2021. – 178 с.
- 6 Комп'ютерна графіка та основи САПР для уроків технологій / В. І. Головка, Н. В. Павленко. – Дніпро: Технограф / 2022. – 145 с.
- 7 Креативне навчання з використанням САПР / Т. І. Даниленко, С. В. Ляшенко. – Одеса: Південь / 2022. – 142 с.
- 8 Навчання технічному моделюванню за допомогою САПР / П. О. Коваленко, М. В. Шевченко. – Харків: Наука / 2019. – 120 с.
- 9 Інтеграція САПР у систему STEM-освіти / В. М. Ковтун, Ю. П. Семенюк. – Київ: Наукова думка / 2021. – 190 с.
- 10 Використання хмарних технологій у навчанні САПР у школах / Н. С. Бондаренко, І. М. Марченко. – Запоріжжя: Вид-во ЗНУ / 2018. – 135 с.
- 11 Основи САПР у навчальному процесі / В. С. Іванов, Л. П. Кравченко. – Київ: Освіта / 2019. – 190 с.
- 12 Технології інтеграції САПР у шкільне навчання / Н. С. Бондаренко. – Дніпро: Літопис / 2020. – 175 с. / Сторінки: 70-120
- 13 Практичні аспекти використання САПР у школах / І. Г. Петренко, Ю. О. Семенов – Львів: Техноцентр / 2021. – 165 с. / Сторінки: 50-80

- 14 САПР як інструмент розвитку технічних компетенцій" / А. О. Дорошенко – Харків: Основа /2019. – 140 с. / Сторінки: 30-85
- 15 КОМПАС-3D: Учебний курс / Ганін Н. Б. / 2008 / 448 сторінок / Створюємо креслення на комп'ютері в КОМПАС-3D LT / Ганін Н. Б. / 2005 / 184 сторінки
- 16 КОМПАС-3D для студентів та школярів. Креслення, інформатика, геометрія / Володимир Большаков / 2010 / 304 сторінки
- 17 КОМПАС-3D для школярів. Креслення та комп'ютерна графіка / Ірина Валеріївна Баранова / 2008 / 274 сторінки
- 18 Просторове моделювання та проектування в КОМПАС-3D LT / Солон-Пресс / 2004 / 128 с.
- 19 Основи проектування в AutoCAD / М. І. Антонов, О. В. Герасименко. – Харків: Техноцентр / 2022. – 210 с.
- 20 AutoCAD для початківців і професіоналів: навчальний посібник / І. П. Зубков, Л. С. Демченко. – Київ: Видавництво КНУБА / 2021. – 320 с.
- 21 AutoCAD у проектуванні: навчально-методичний посібник / С. І. Ткаченко. – Львів: Політехніка / 2019. – 275 с.
- 22 Технології тривимірного моделювання в AutoCAD для навчального процесу / В. І. Петров, А. М. Гнатюк. – Одеса: Південна Академія / 2020. – 240 с.
- 23 Моделювання об'єктів у TinkerCAD / Ю. П. Ляшенко, Н. Г. Марченко. – Дніпро: Видавництво ДДУ / 2021. – 180 с.
- 24 TinkerCAD: від основ до складних проектів / А. С. Васильєв, М. О. Коваленко. – Харків: Основа / 2022. – 165 с.
- 25 Інтерактивне навчання моделюванню в TinkerCAD / О. В. Сапронов, Л. В. Литвиненко. – Київ: Літопис / 2020. – 195 с.
- 26 САПР у загальноосвітніх школах: методичний посібник / В. М. Сидоренко, Л. П. Кравченко. – Полтава: Освіта / 2019. – 140 с.
- 27 Комп'ютерна графіка та САПР у навчанні / М. В. Дорошенко, Н. С. Головка. – Умань: Альмі / 2022. – 165 с.

- 28 AutoCAD, TinkerCAD та Компас 3D у навчальному процесі / І. Г. Васильчук, Т. М. Даниленко. – Львів: Технографія / 2021. – 210 с.
- 29 САПР: інтеграція програмного забезпечення у STEM-освіту / О. Б. Мелентьєв, Ю. В. Коваленко. – Київ: Наукова Думка / 2022. – 185 с.
- 30 Розробка та візуалізація проектів у Компас 3D / В. А. Большаков, І. В. Баранова. – Донецьк: Технопарк / 2021. – 260 с.
- 31 Методика навчання Компас 3D для старшокласників / О. В. Іванова. – Одеса: Південь / 2020. – 190 с.
- 32 Основи тривимірного проектування в TinkerCAD / П. М. Демченко, І. Г. Васильчук. – Харків: Освіта / 2021. – 155 с.
- 33 Використання САПР для формування технічних компетенцій у школярів / С. П. Іванченко, А. М. Гнатюк. – Львів: Літопис / 2022. – 200 с.
- 34 САПР у шкільній освіті: від креслення до 3D-моделювання / Ю. О. Семенов, М. П. Ткаченко. – Полтава: Літопис / 2020. – 230 с.

## ДОДАТОК А

(обов'язковий)

### Методичні вказівки для розроблення моделі листової деталі в програмі Компас 3D

Модель листової деталі була обрана для розгляду на середньому рівні складності, тому що вона демонструє принципи роботи з більш складними геометричними об'єктами, які вимагають точних розрахунків, застосування кількох операцій (згинання, вирізання, екструзії) та роботи з параметричною побудовою. Це дозволяє користувачу перейти від простих базових моделей до більш деталізованих конструкцій, що мають практичне застосування. Компас 3D має спеціальний модуль для роботи з листовими деталями, який дозволяє автоматизувати процес згинання, розгортання та додавання технологічних отворів [27].

Інтерфейс програми зрозумілий, і користувачі можуть швидко навчитися створювати складні форми за допомогою покрокового підходу. Листові деталі широко використовуються в машинобудуванні, меблевій промисловості, електротехніці та інших галузях. Це робить вибір такого об'єкта реалістичним і корисним для подальшого використання в реальному виробництві.

Таким чином, вибір саме листової деталі та програми Компас 3D обґрунтований її актуальністю, можливістю застосування в навчальному процесі та доступністю функцій для моделювання на середньому рівні.

Описаний процес створення листової деталі допоможе учням середнього рівня освоїти основи роботи в програмі «Компас-3D» під час виконання столярних проєктів [30].

Для початку потрібно встановити «Компас-3D» на ваш комп'ютер та відкрити програму. На стартовому екрані оберіть «Новий документ», а потім оберіть тип документу «Деталь». Інтерфейс програми відкриє робочу область

для проектування. Перевірте, чи активовано основні інструменти креслення та тривимірного моделювання на панелі управління (див. рисунок 1).

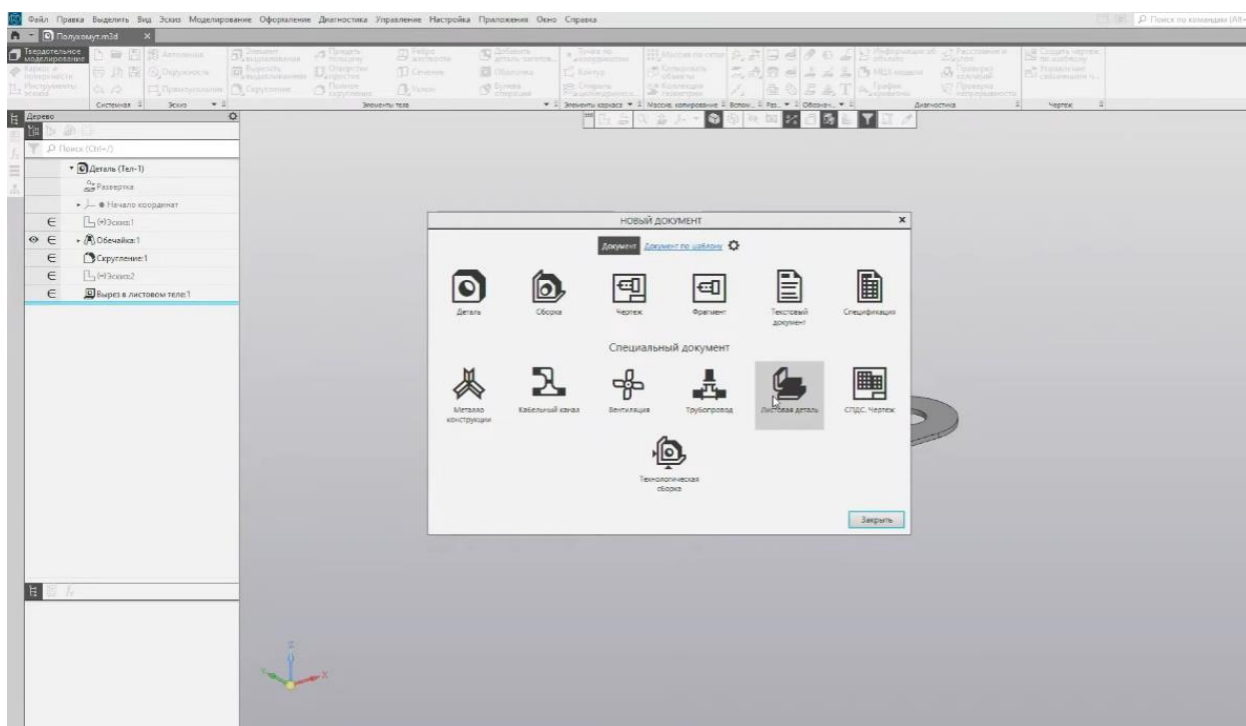


Рисунок 1 – Створення нового файлу і виберемо деталь

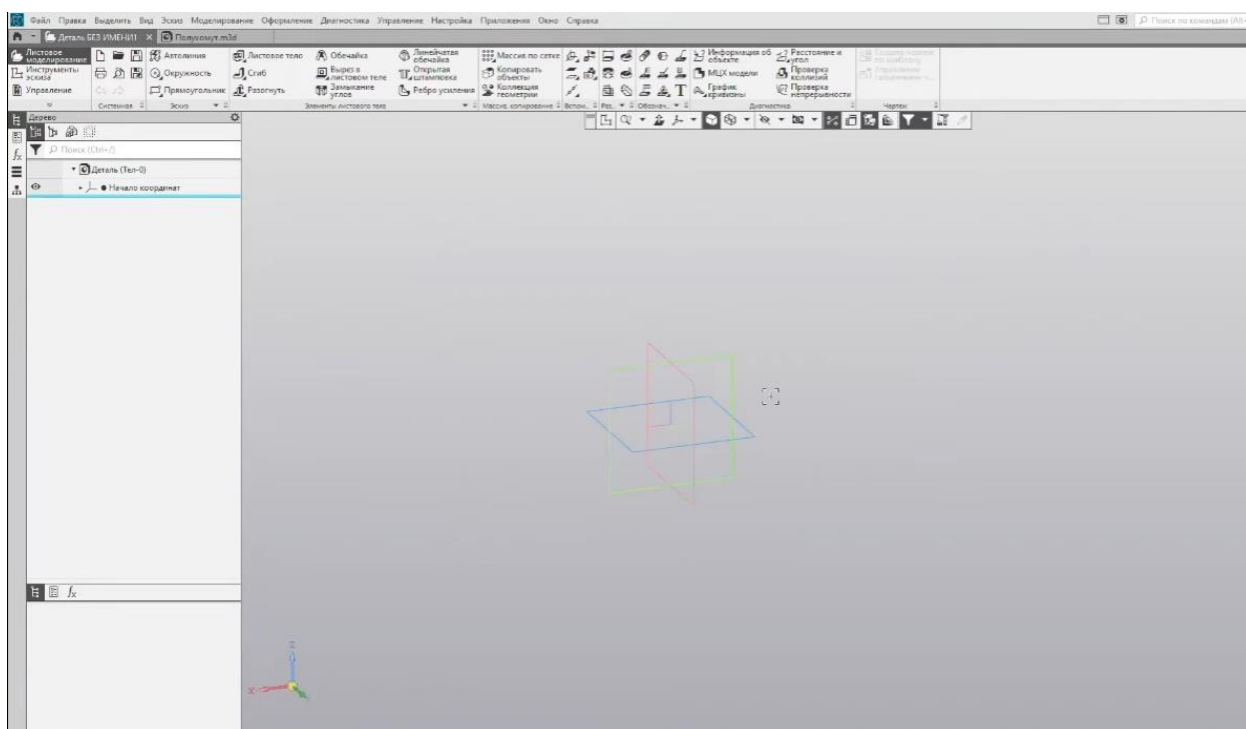


Рисунок 2 – Робоча область у програмі Компас 3Д

На панелі інструментів натисніть кнопку «Ескіз» і оберіть площину (наприклад, XY). У робочій області з'явиться сітка для побудови (див. рисунок 3).

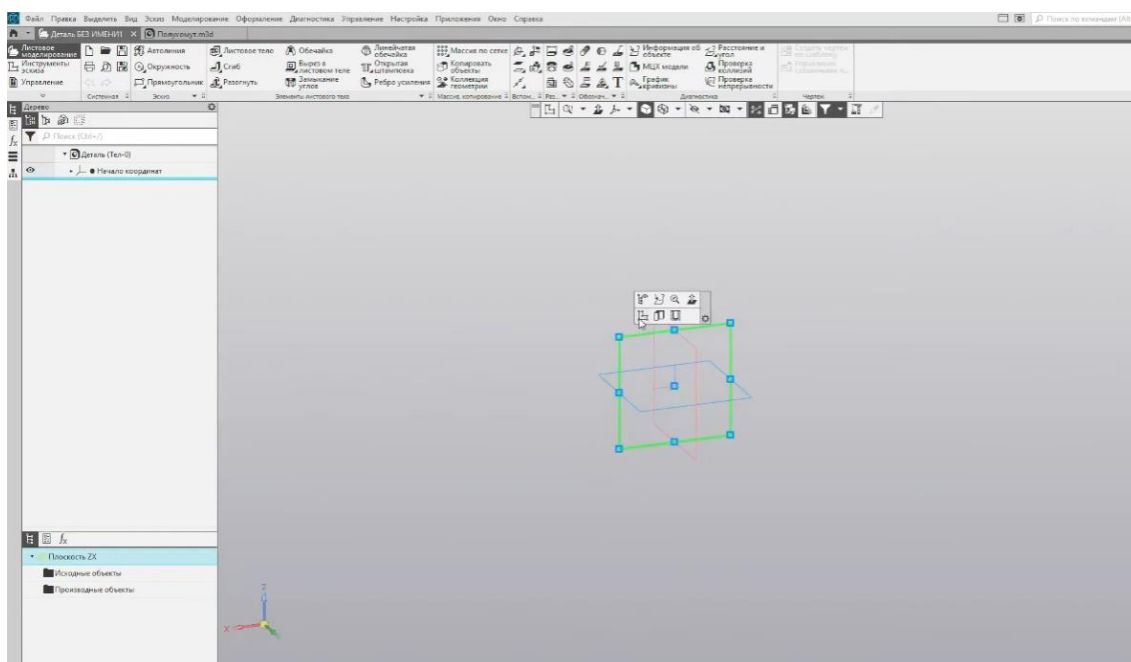


Рисунок 3 – Створення ескізу

Використовуючи інструменти креслення, потрібно створити контур деталі у формі геометричної форми. Для цього оберіть інструменти «Коло». Потім, потрібно завершити ескіз, натиснувши кнопку «Завершити ескіз».

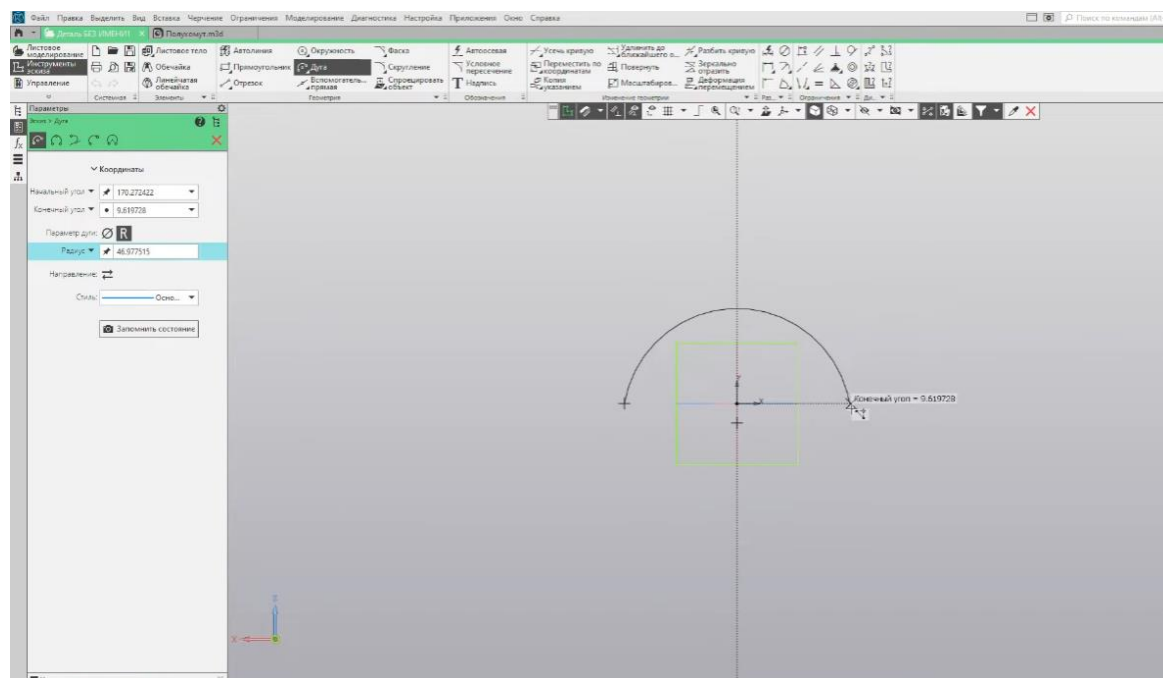


Рисунок 4 – Створення дуги за допомогою кола

Далі нажимаємо на відрізок і малюємо дві лінії. Після цього, потрібно нанести розміри нашої деталі (див. рисунок 5).

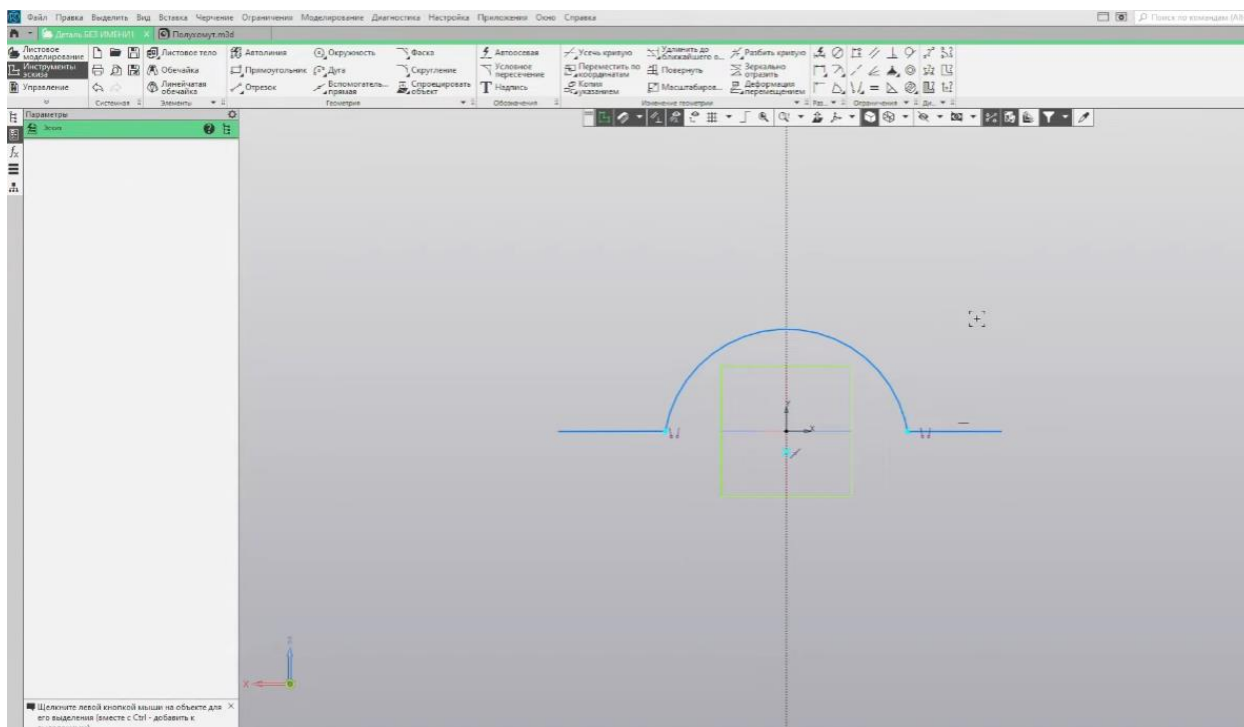


Рисунок 5 – Створення ліній

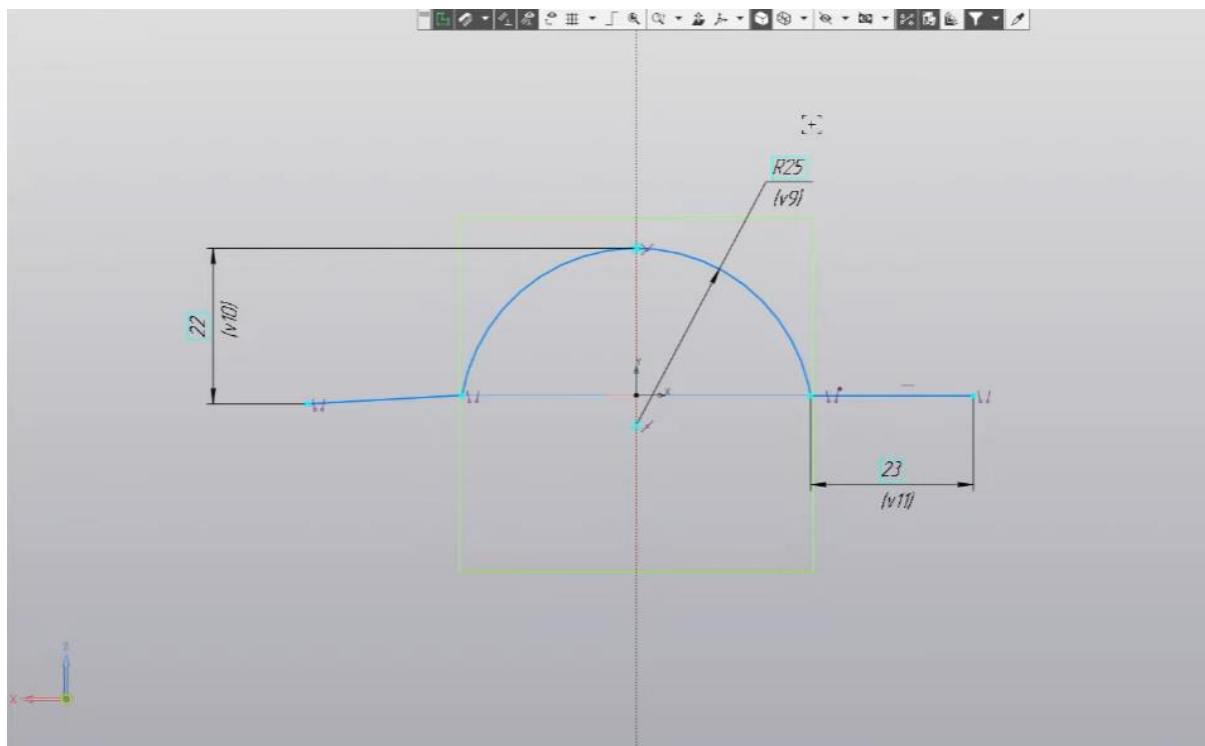


Рисунок 6 – Нанесення відповідних розмір деталі

Далі нам потрібно вирівняти увесь ескіз, усі лінії і точки. Це можна зробити за допомогою команди – «Вирівнювання». Ця команда у системах автоматизованого проєктування (САПР), таких як Компас-3D, використовується для точного розташування об'єктів відносно один одного або до певних

геометричних елементів (ліній, осей, точок тощо). Її основна мета – забезпечення коректної взаємодії частин проєкту та їхньої симетрії, пропорційності чи правильного просторового розташування [29].

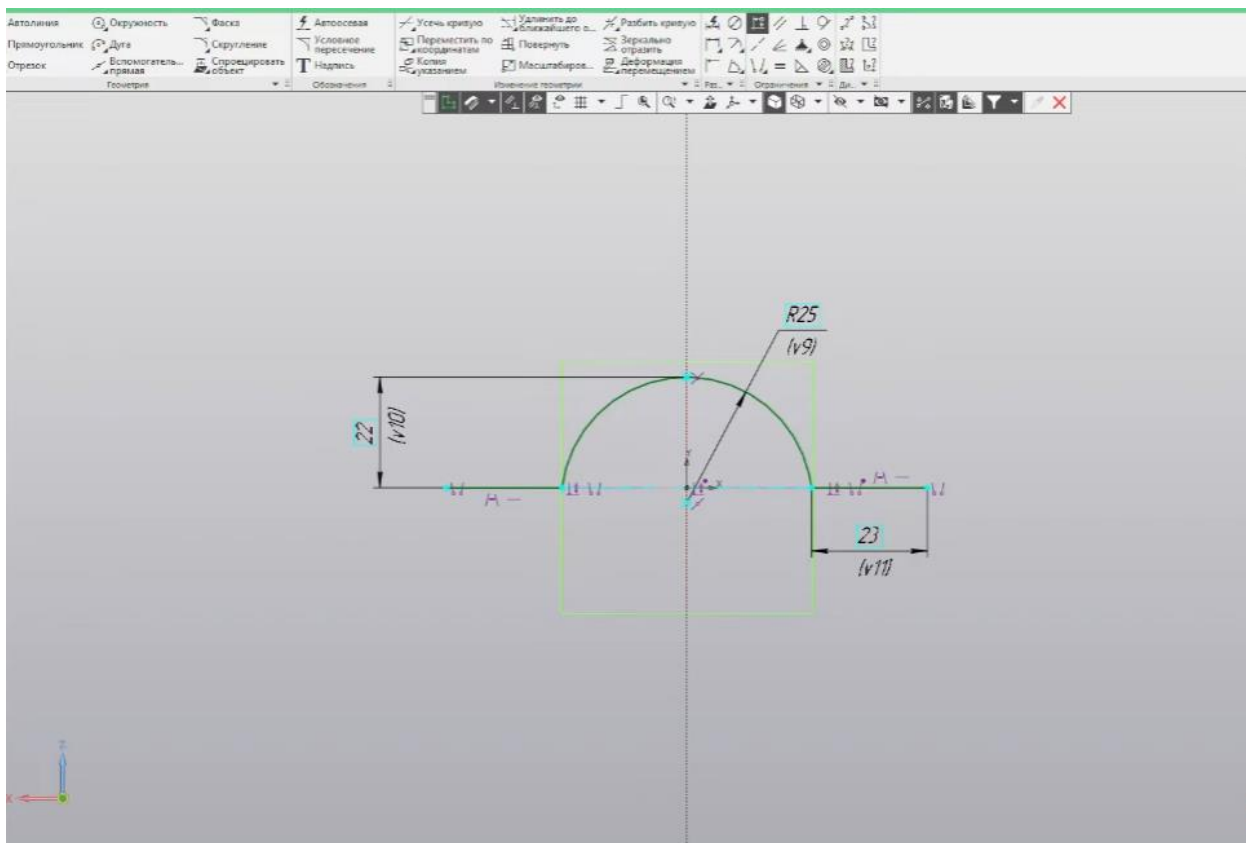


Рисунок 7 – Вирівнянний ескіз, який готовий до роботи

Команда «Обечайка» у системах автоматизованого проєктування, таких як Компас-3D, використовується для створення тонкостінних оболонок або деталей, які мають форму замкненого контуру, наприклад, циліндрів, труб або кілець [32]. Ця функція дозволяє швидко генерувати геометрію деталей, що мають постійну товщину стінки, на основі заданого профілю. Обечайка є важливим інструментом для моделювання корпусних або каркасних виробів, а також елементів, що використовуються у машинобудуванні, будівництві чи дизайні промислових об'єктів. Вводимо товщину, радіус і відстань (див. рисунок 8).

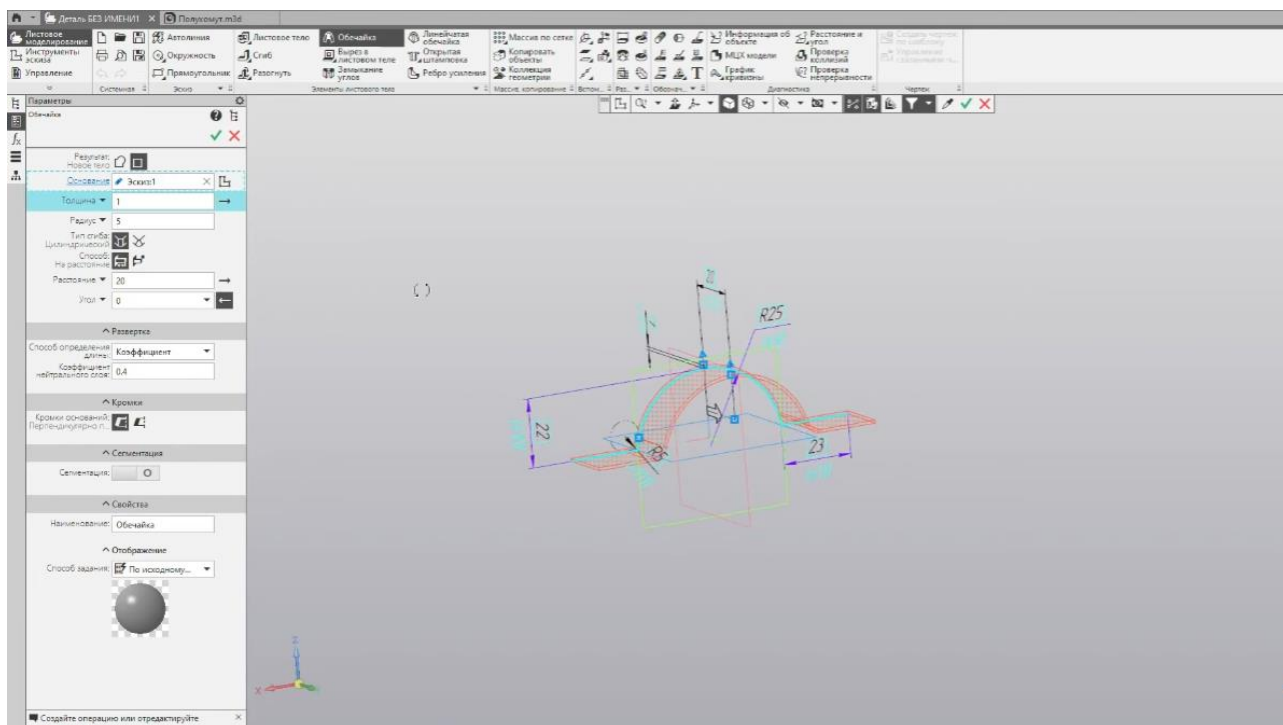


Рисунок 8 – Вирівняний ескіз, який готовий до роботи

Після чого нажимаємо Створити об'єкт і далі маємо такий макет.

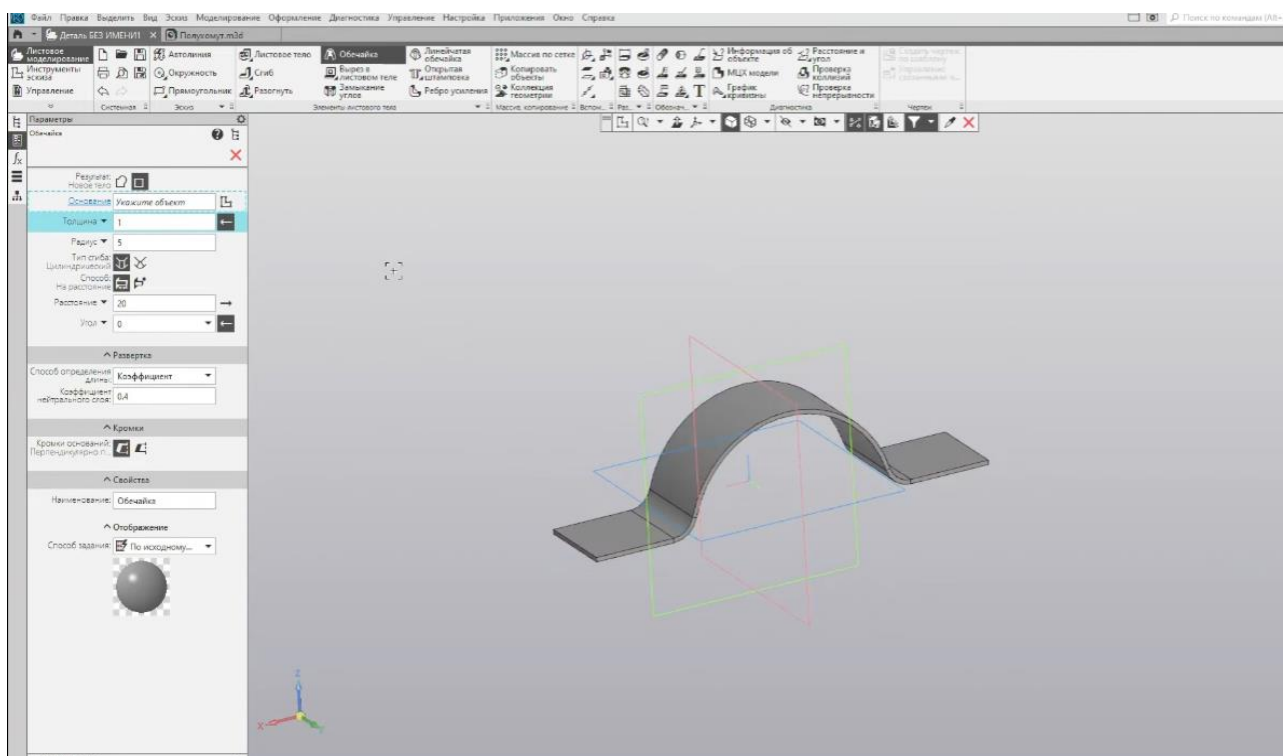


Рисунок 9 – Макет деталі після того, як ми його створили

Далі потрібно використовувати команду заокруглення, яка розміщена у верхньому меню (див. рисунок 10).

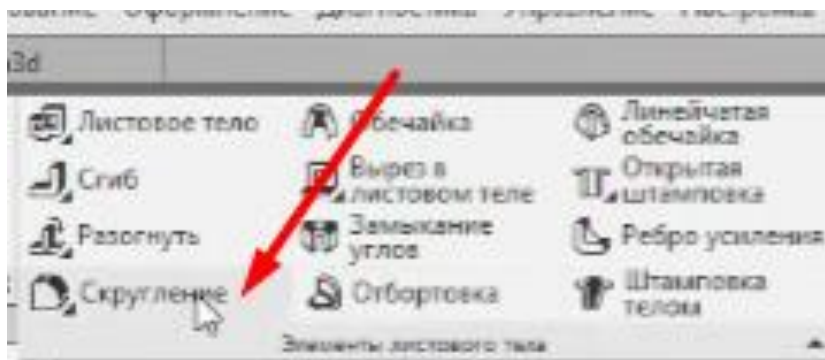


Рисунок 10 – Кнопка Заокруглення

Вона нам потрібна для того, щоб ми могли заокруглити 4 кути. Спочатку потрібно вибрати кількість міліметрів заокруглення радіуса, у нашому випадку це - 10мм.

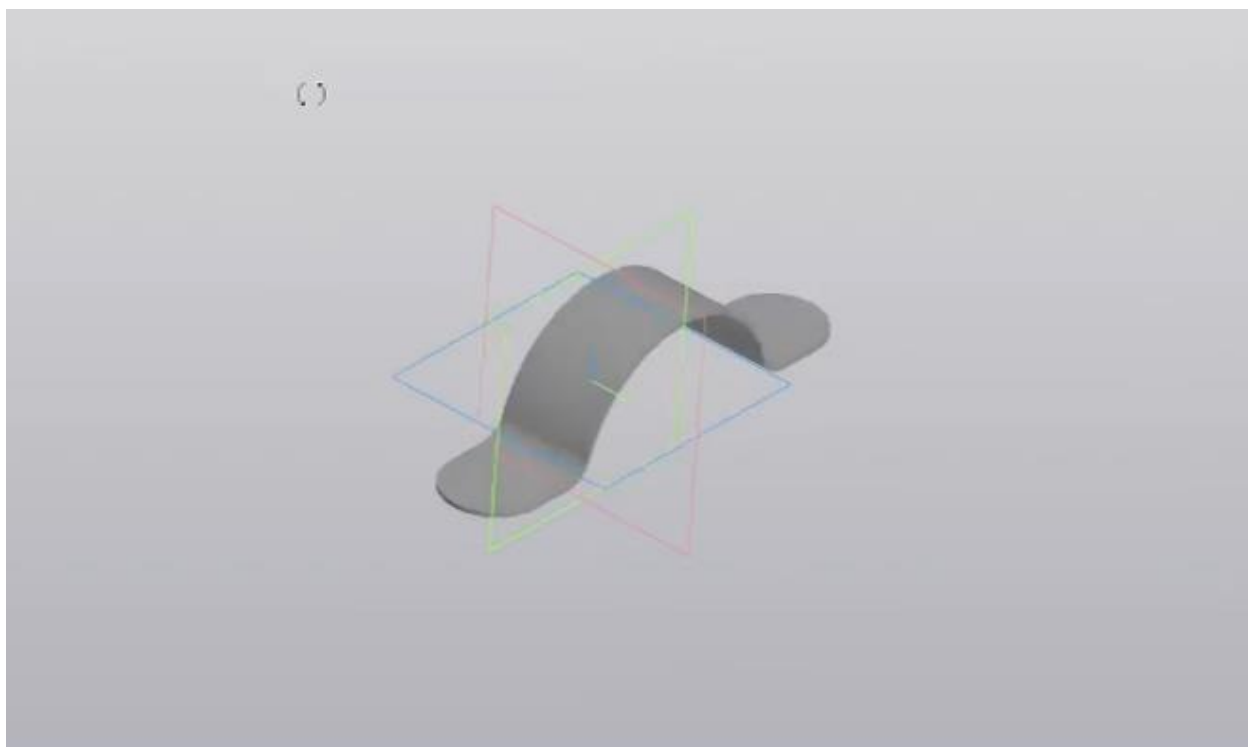


Рисунок 11 – Макет деталі із заокругленими кутами

Додавання отворів для кріплення виконується таким чином - на панелі інструментів оберіть функцію «Ескіз» і створіть новий ескіз на верхній площині вашої тривимірної моделі. За допомогою інструмента «Коло» створіть отвори в

потрібних місцях, визначаючи їхній діаметр, який дорівнює 8мм (див. рисунок 12).

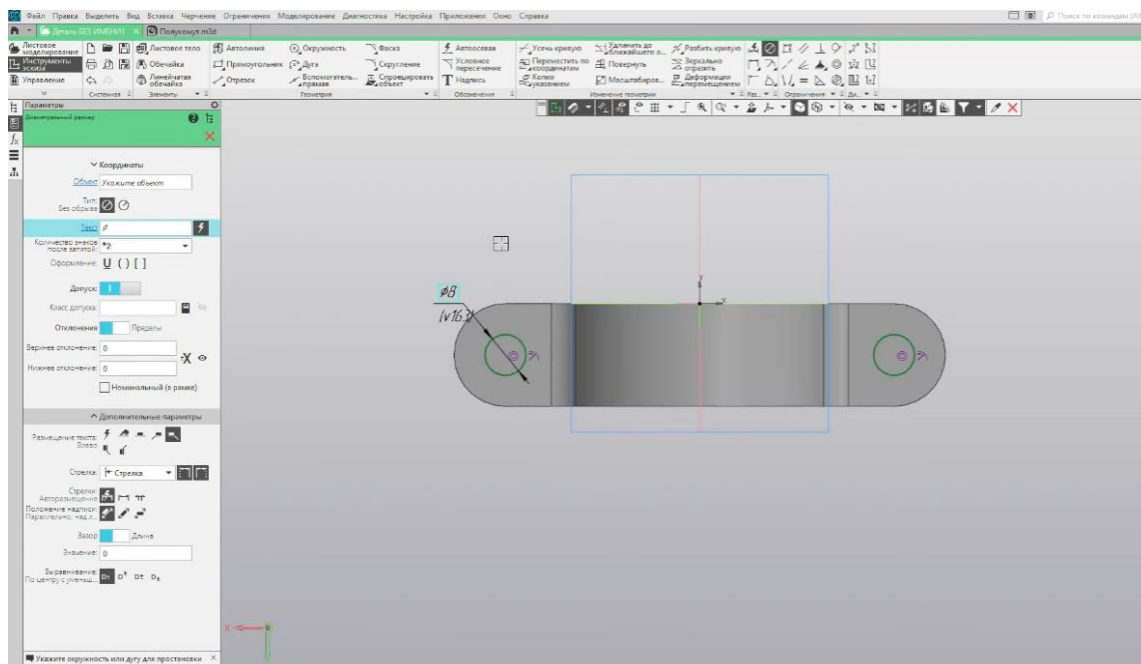


Рисунок 12 – Виставлені отвори за заданим розміром

Не потрібно забувати, щоб вирівняти отвори до самої деталі за допомогою команди обмеження. Далі потрібно використати функцією «Вирізати» для створення наскрізних отворів через весь об'єкт, де вказуєм наскірзний отвір – 1мм. Указвши параметри отворів, потрібно натиснути «Ок».

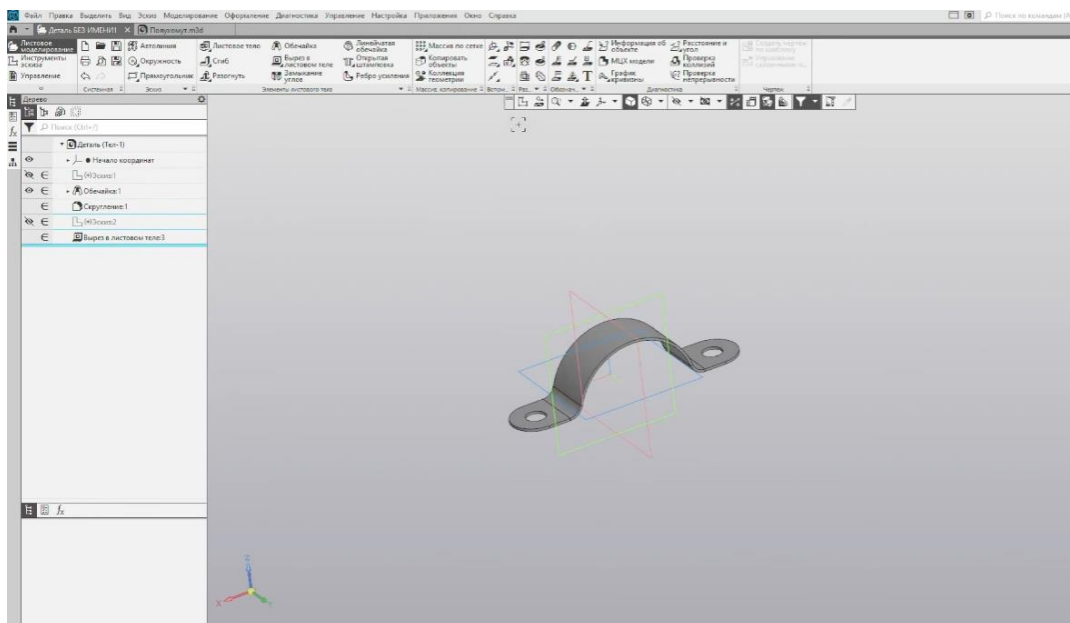


Рисунок 13 – Модель деталі з отвором

Коли всі елементи деталі створені, потрібно перевірити модель на помилки. Для цього потрібно використати функцію «Перегляд» для перевірки візуальної частини проєкту. Зберегти модель у форматі програми «Компас-3D» або експортувати в інші формати, такі як STL або DWG, залежно від подальших потреб (див. рисунок 14).



Рисунок 14 – Кінцевий результат листової деталі у програмі Компас-3D

Листова модель деталі, подібна до представленої, була обрана для середнього рівня складності через її оптимальну збалансованість між базовими навичками та необхідністю розуміння основних принципів роботи у середовищі Компас-3D. Така деталь вимагає використання основних інструментів програми, як-от створення ескізів, побудова тривимірних елементів і застосування команди "Обшивання", що дозволяє учням поступово розвивати свої знання і переходити до більш складних задач. Листова деталь також є типовою на уроках технологій, оскільки подібні елементи часто зустрічаються у реальних виробничих процесах, наприклад, у конструкціях кріплень, каркасів чи кронштейнів [28].

Вибір саме програми Компас-3D обумовлений її широкою доступністю, локалізованим інтерфейсом і простотою освоєння для початківців. Ця програма дозволяє ефективно працювати з листовими конструкціями завдяки наявності

спеціалізованих інструментів для створення подібних деталей. Вона забезпечує точність у побудові моделей і дозволяє візуалізувати конструкцію на всіх етапах розробки. Крім того, Компас-3D є однією з найпоширеніших САПР в українських навчальних закладах, що робить її зручною для інтеграції у навчальний процес.

## ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

### Методичні вказівки для розроблення моделі настінного годинника в програмі AutoCAD

Складний рівень роботи з САПР для учнів 10-11 класів потрібен для формування навичок, які дозволяють виконувати завдання високого рівня складності, пов'язані з проєктуванням і моделюванням тривимірних об'єктів. Цей рівень дає змогу старшокласникам не лише опанувати інструменти створення та редагування твердотілих об'єктів, але й розвивати просторове мислення, розуміння геометричних принципів і здатність до візуалізації складних моделей. Завдяки цьому учні можуть підготуватися до майбутньої професійної діяльності, яка передбачає роботу з інженерними й дизайнерськими задачами. Складний рівень також інтегрує знання з математики, фізики та креслення, сприяючи глибшому розумінню закономірностей, що лежать в основі технічних і виробничих процесів.

Одним із ключових об'єктів праці складного рівня є настінний годинник, створення якого вимагає ретельного планування, точності та креативності. Цей об'єкт не лише має естетичне значення, але й вимагає функціональності, оскільки кожна його частина повинна бути взаємопов'язаною і готовою до реального виготовлення. Для створення настінного годинника використовується програма AutoCAD, оскільки вона є універсальним інструментом із широким спектром можливостей для тривимірного моделювання. В AutoCAD учні починають із налаштування системи координат і створення основи годинника за допомогою базових 3D-примітивів, таких як циліндри, конуси чи прямокутні об'єми. Далі за допомогою інструментів редагування об'єктів вони додають отвори для механізму, циферблат і декоративні елементи, такі як стрілки чи рамка.

Особливість роботи з AutoCAD полягає у можливості виконувати детальне опрацювання кожного компонента годинника, використовуючи

функції масштабування, обертання й точного вимірювання. Учні вчать використовувати команди для вирізання, об'єднання чи модифікації об'єктів, щоб отримати бажаний результат. Додатково в програмі можна візуалізувати кінцевий виріб, додаючи текстури, кольори чи навіть освітлення, щоб зрозуміти, як годинник виглядатиме в реальності.

AutoCAD обрано для цього завдання через його універсальність і відповідність вимогам складного рівня. Він дозволяє працювати з деталями, що потребують високої точності, і дає змогу підготувати модель до подальшого використання, наприклад, для виготовлення на верстатах чи 3D-принтері. Створення настінного годинника в цій програмі навчає учнів аналізувати технічні характеристики об'єкта, перевіряти його функціональність і адаптувати під різні умови, що є ключовими навичками для сучасних інженерів і дизайнерів.

Методичні рекомендації для створення настінного годинника середнього рівня складності в AutoCAD. Почнемо з того, що потрібно треба зпустити програму AutoCAD (див. рисунок 1), користувач обирає команду "New Drawing" для створення нового файлу (див. рисунок 2).



Рисунок 1 – Ярлик програми AutoCAD

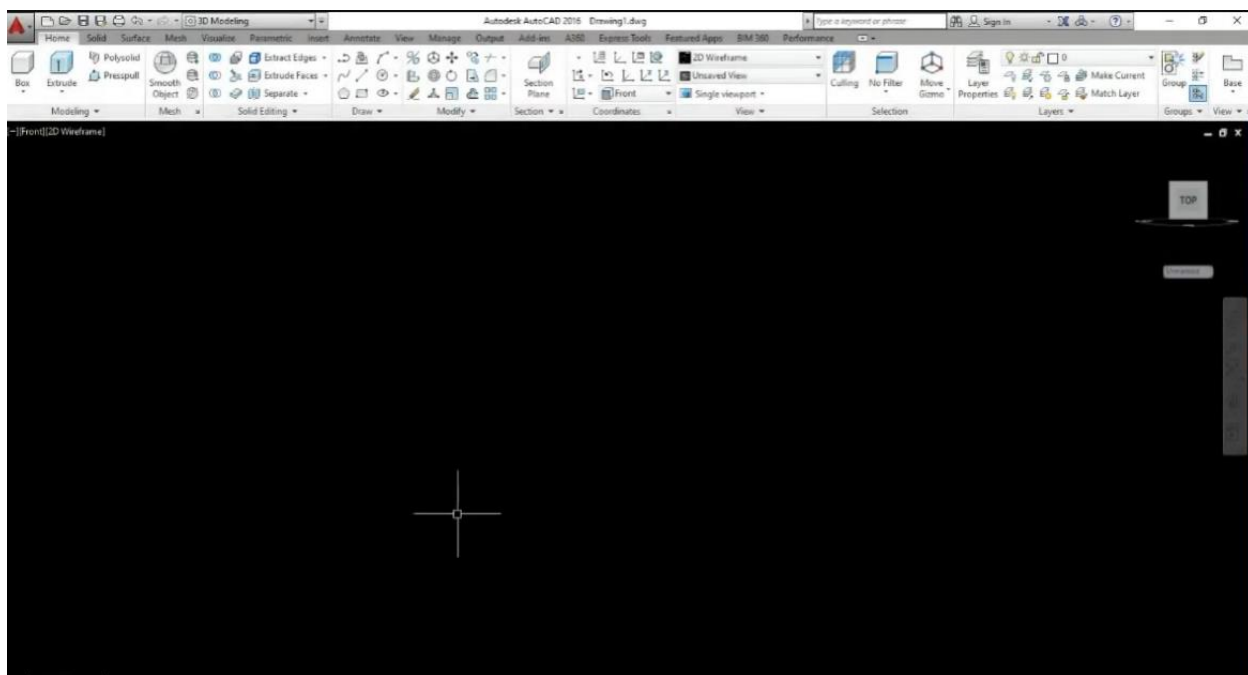


Рисунок 2 – Створення нового файлу для роботи у програмі AutoCAD

Далі необхідно вибрати інструмент "Circle" на панелі інструментів або ввести команду "C" в командному рядку, після чого вказується центр кола та його радіус. Це коло стане основою для циферблата (див. рисунок 3).

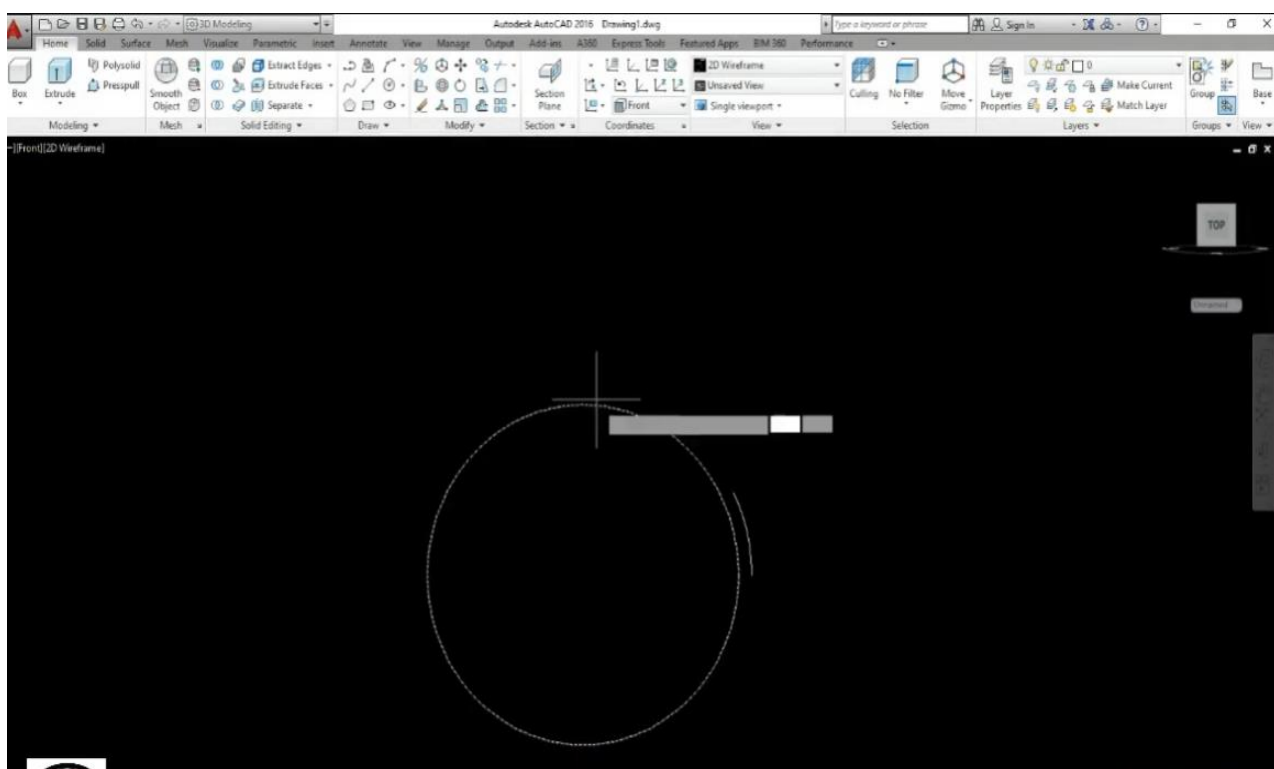


Рисунок 3 – Створення кола для основи циферблата

Наступним етапом будується ще два кола меншого і більшого радіусів, які утворюють обідок. Їх створюють, використовуючи ту саму команду "Circle", і задають радіуси, що відповідають пропорціям годинника.

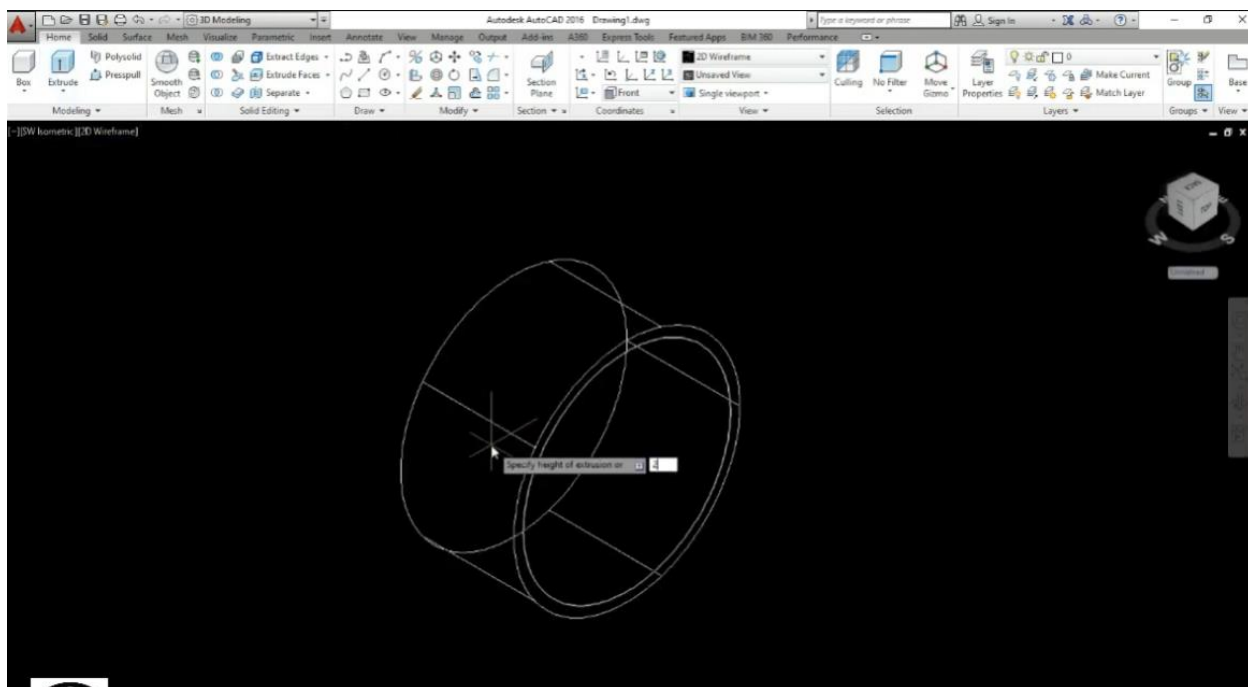


Рисунок 4 – Додавання ще двох кіл, що відповідають пропорціям

Далі ми переводимо нашу модель у реалістичну форму.

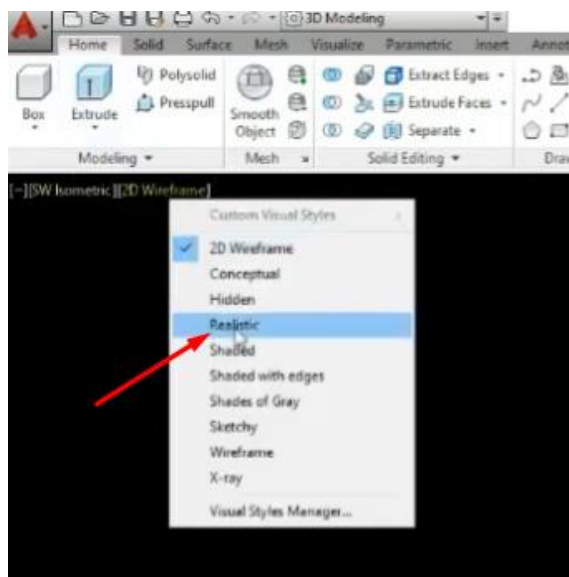


Рисунок 5 – Меню переводу у реалістичну форму

Застосування 3D ефектів для додавання об'ємності годиннику. За допомогою інструмента "Presspull" користувач може виділити окремі елементи моделі, такі як обідок або стрілки, і надати їм висоту. Це дозволяє

зробити годинник реалістичним та додати завершеного вигляду (див. рисунок 6).

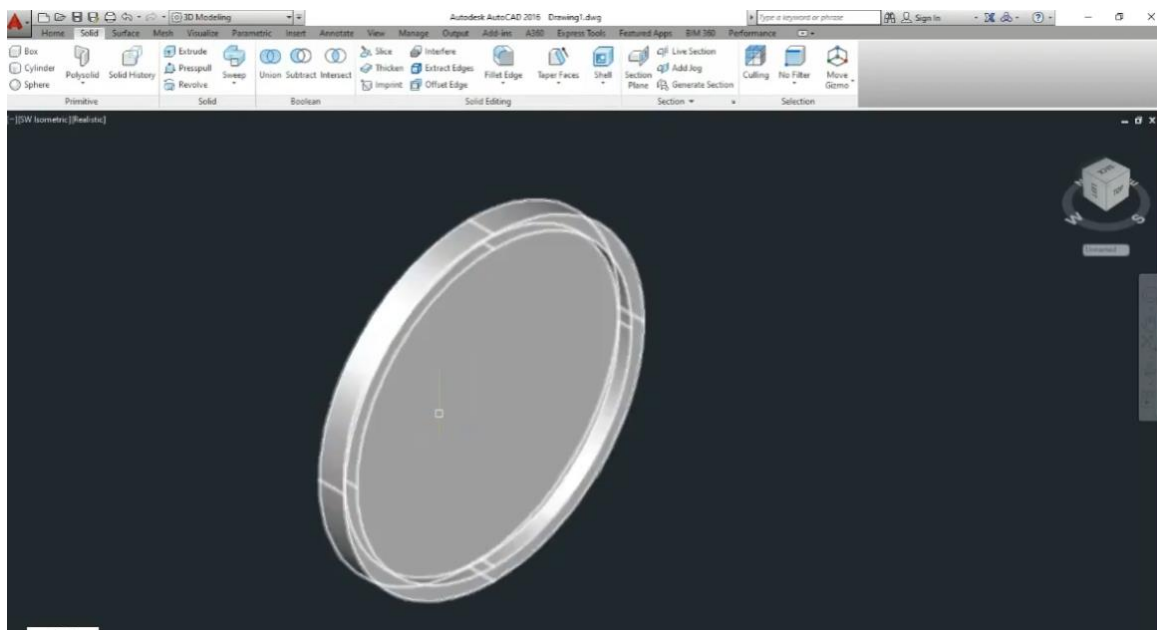


Рисунок 6 – Модель настінного годинника у реальному вигляді

Для заокруглення рамки годинника в AutoCAD використовується команда "Fillet". Ця команда дозволяє створювати заокруглення між двома обраними об'єктами (наприклад, лініями або полігонами) шляхом додавання радіуса. Далі потрібно вказати радіус заокруглення, ввівши значення параметра "Radius" і натиснувши Enter. Клацнути по двох сегментах рамки, які потрібно заокруглити. AutoCAD автоматично створить плавне заокруглення між вибраними сегментами (див. рисунок 7).

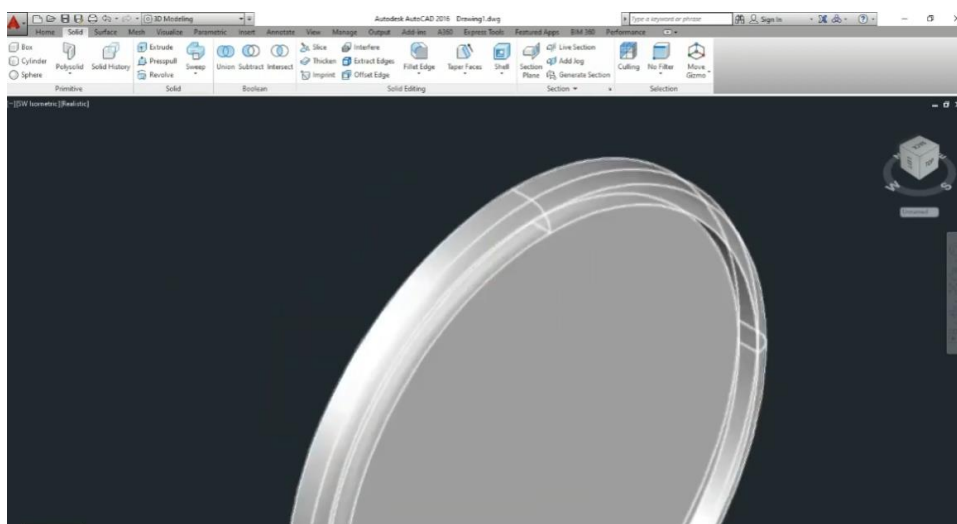


Рисунок 7 – Заокруглені рамки в моделі годинника

Для розмітки годин та хвилин слід обрати команду "Line" (див. рисунок 8). Вихідна лінія малюється від центру до зовнішнього краю циферблата. Далі за допомогою команди "Rotate" її копіюють на необхідні кути, відповідно до поділок годинника ( $30^\circ$  для кожної години) та хвилин ( $6^\circ$  для кожної хвилини).

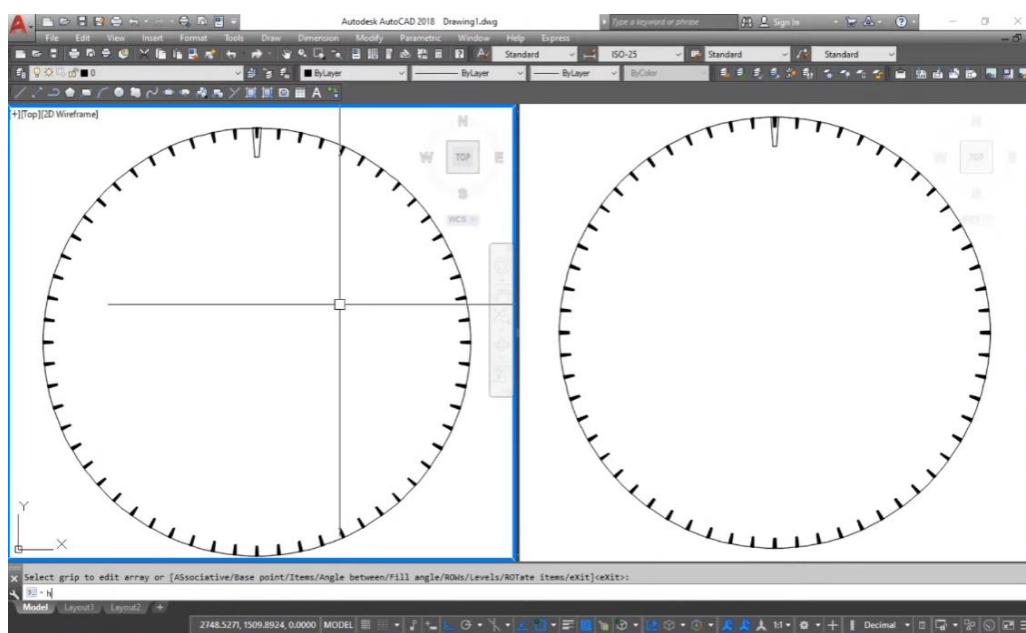


Рисунок 8 – Розмітка хвилин настінного годинника

Лінії для хвилин можна зробити коротшими, використовуючи функцію "Trim".

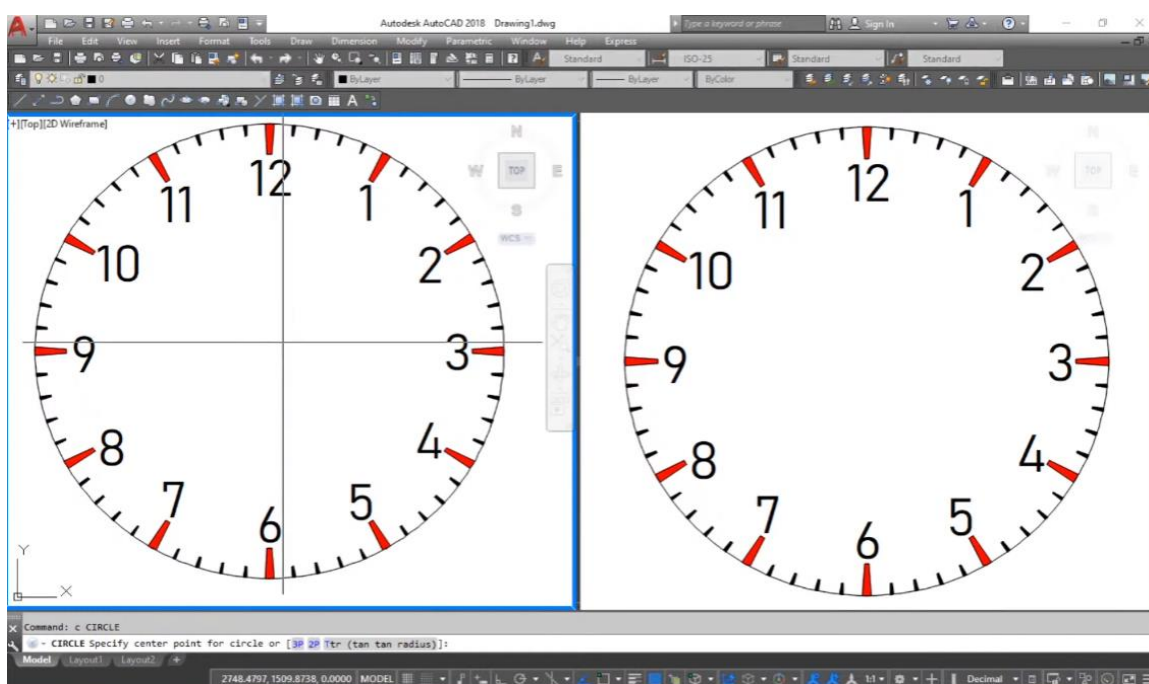


Рисунок 9 – Розмітка хвилин і годин настінного годинника

Стрілки годинника моделюються за допомогою інструмента "Polyline". Користувач створює полігональну форму стрілок і додає їм товщину за допомогою команди "Width". Щоб стрілки виглядали об'ємно, застосовується команда "Hatch", яка дозволяє заповнити їх кольором. Розташування стрілок відбувається відповідно до вибраного часу на циферблаті (див. рисунок 10).

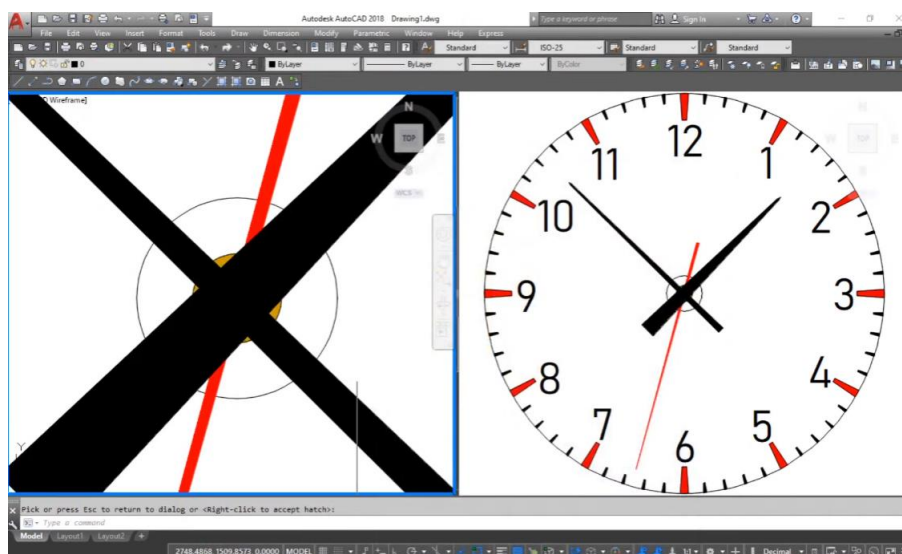


Рисунок 10 – Створення годинникової стрілки, хвилинної та секундної

У програмі AutoCAD цілком можливо вставити готову фотографію розмітки годин і хвилин замість того, щоб створювати її вручну. Для цього використовується функція вставки растрового зображення. Спочатку необхідно підготувати зображення розмітки, яке може бути у форматі PNG, JPEG або BMP. Важливо, щоб зображення було високої якості, а за необхідності – із прозорим фоном.

Далі потрібно в AutoCAD скористатися командою "IMAGEATTACH" або відповідною функцією у вкладці "Insert". Після вибору потрібного зображення вказується базова точка для його розміщення, що дозволяє визначити точне місце, де фотографія буде знаходитися на робочому полі.

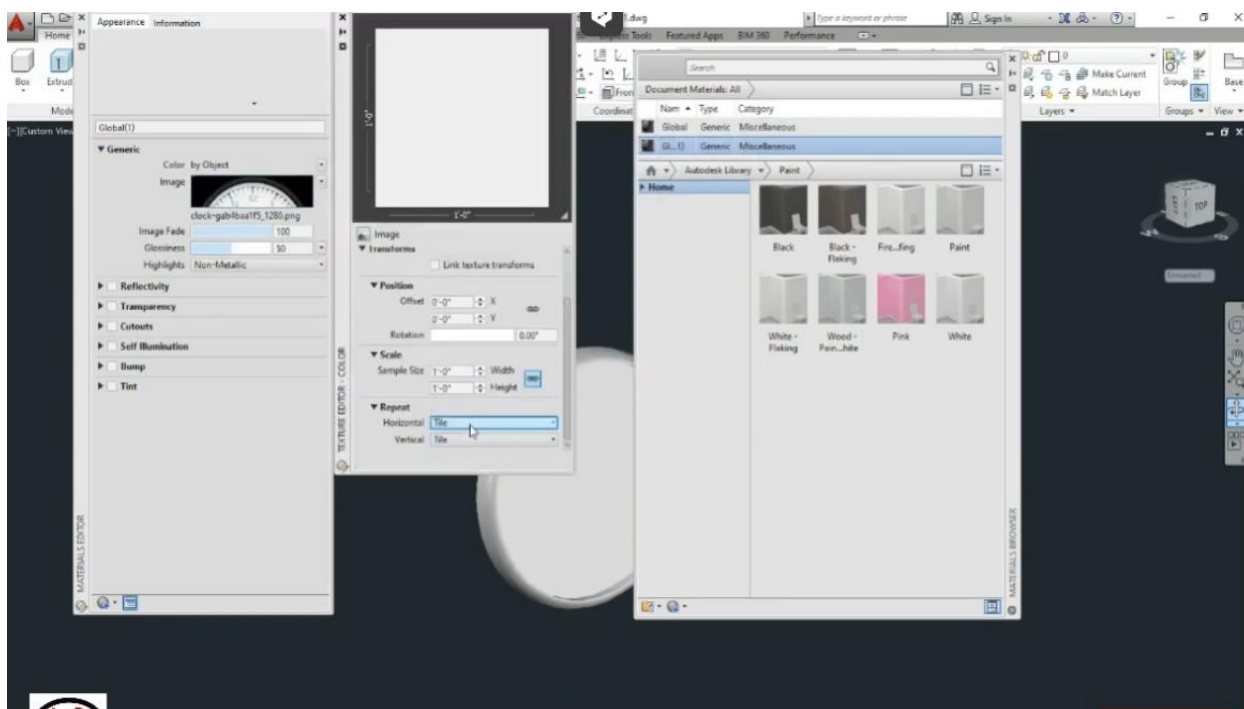


Рисунок 11 – Завантаження готову фотографію розмітки годин і хвилин з стрілками

Після вставки зображення можна налаштувати його розмір і положення, використовуючи інструменти масштабування, переміщення чи обертання. Це дозволяє точно підігнати фотографію під розмір годинникового циферблату та розташувати її в потрібній позиції (див. рисунок 12).

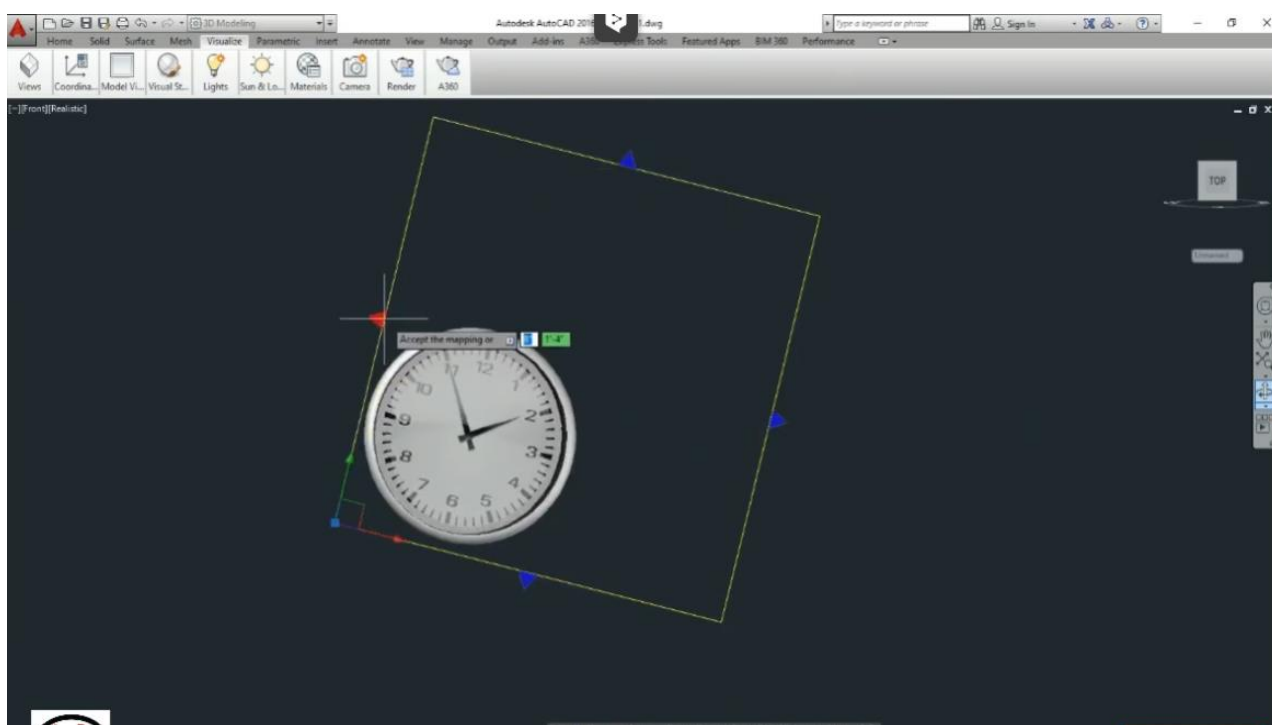


Рисунок 12 – Налаштування розміру зображення циферблату до розмірів годинного корпусу

У разі необхідності зображення можна закріпити, щоб воно не зміщувалося під час подальших маніпуляцій. Цей підхід значно спрощує процес створення графічної розмітки, особливо якщо вона складна. Проте варто пам'ятати, що вставлене зображення залишається растровим елементом, а не векторною графікою, тому воно не піддається редагуванню в межах AutoCAD. Усі елементи розфарбовуються у відповідні кольори за допомогою "Solid Fill", що дозволяє надати моделі бажаної естетики.

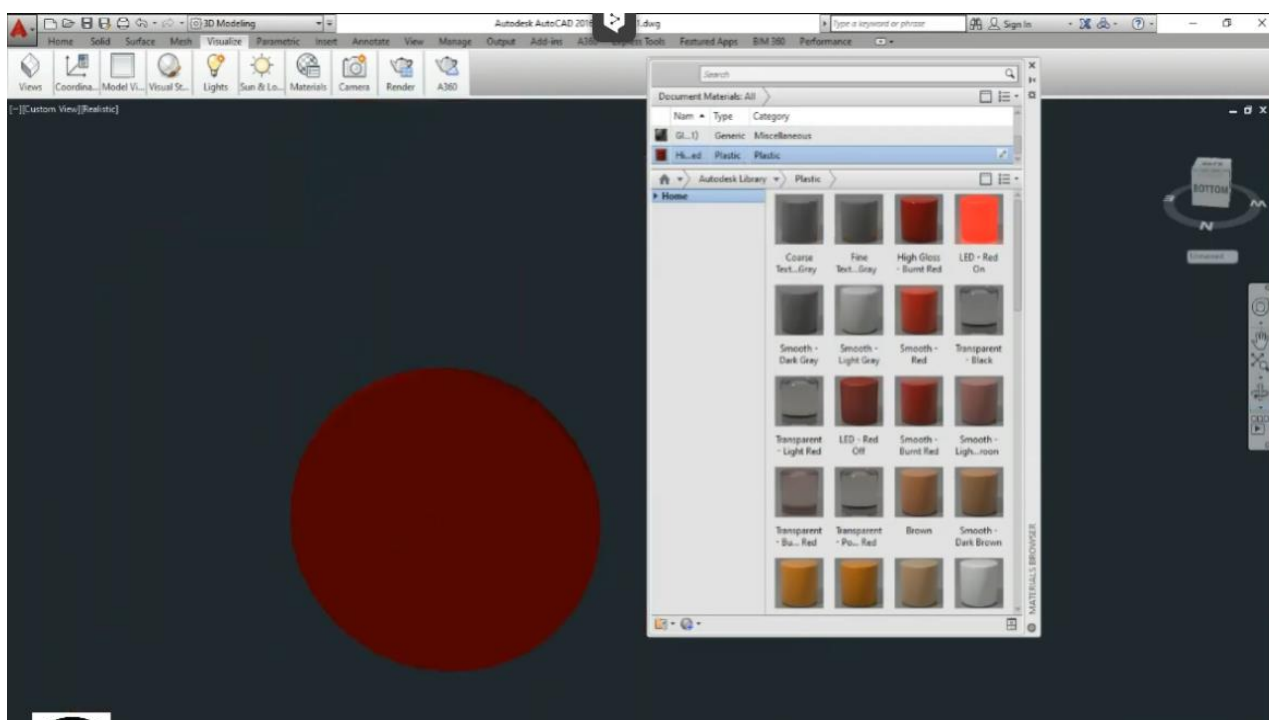


Рисунок 13 – Додавання кольору на усі частини рамки настінного годинника

У програмі AutoCAD, якщо стрілки та розмітка хвилин додані як частина готової фотографії (наприклад, вставленої у вигляді растрового зображення), для їхнього переміщення можна скористатися командою MOVE. Фотографію необхідно спочатку виділити, клацнувши на неї. У командному рядку введіть команду MOVE або виберіть її на панелі інструментів. Вкажіть точку, від якої почнеться переміщення (наприклад, центр годинника або інша зручна точка на стрілках).

Якщо стрілки та розмітка хвилин є частиною окремих об'єктів, наприклад, створених за допомогою векторних інструментів, команду MOVE

можна застосувати до кожного об'єкта окремо. У цьому випадку потрібно вибрати стрілки (чи інші елементи) і повторити той самий алгоритм (див. рисунок 14).

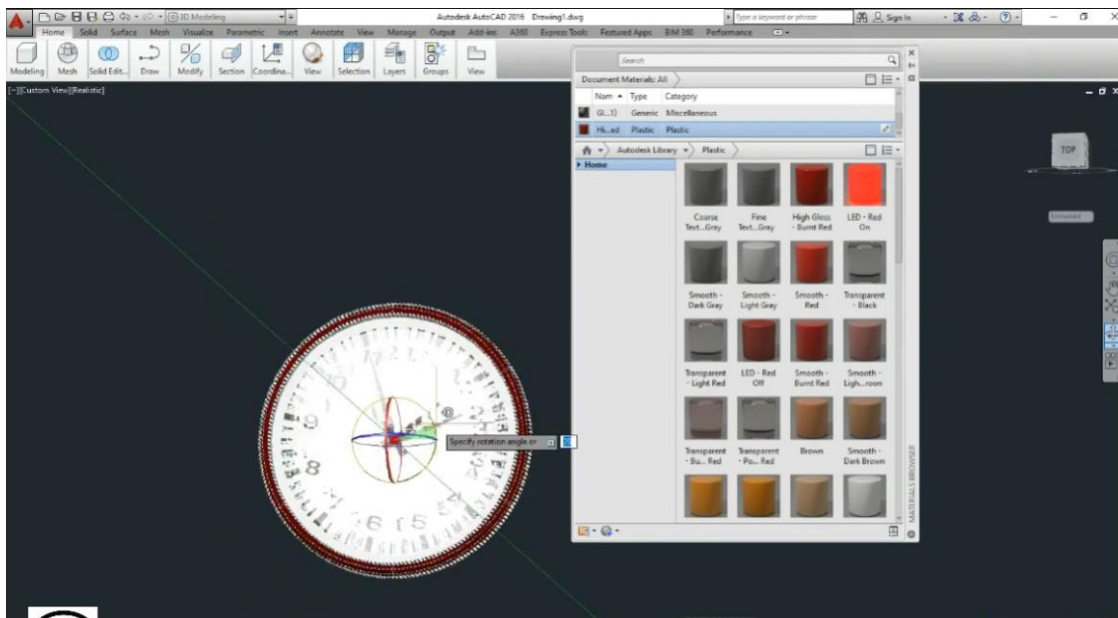


Рисунок 14 – Зміна положення стрілки, яка була додана за допомогою зображення у годиннику

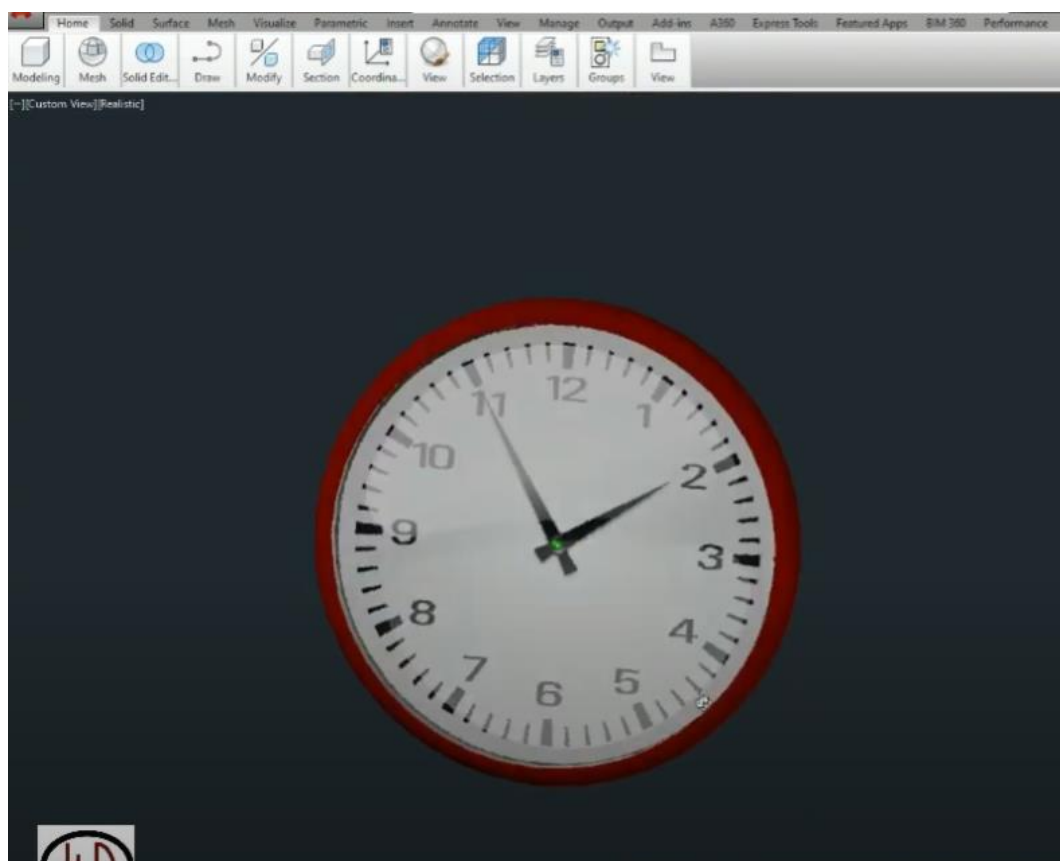


Рисунок 15 – Фінальний вигляд настінного годинника у програмі AutoCAD

Настінний годинник як об'єкт праці на складному рівні навчання учнів 10-11 класів є оптимальним вибором, оскільки він дозволяє реалізувати комплексний підхід до вивчення САПР у контексті реального інженерного проєктування. Використання програми AutoCAD для створення цієї моделі обумовлено її широкими функціональними можливостями, які забезпечують високу точність і деталізацію тривимірних об'єктів. AutoCAD дозволяє учням опанувати створення твердотілих моделей, редагування складних геометричних форм, роботу з сферами, нанесення розмірів і текстур, а також візуалізацію готового об'єкта.

Настінний годинник обрано як об'єкт праці завдяки його практичній значущості та багатокomпонентній структурі, що включає циферблат, стрілки, розмітку хвилин та інші елементи, які потребують ретельного проєктування. Ця робота сприяє розвитку в учнів просторового мислення, аналітичних навичок та вмінь вирішувати складні технічні завдання. Вибір складного рівня та такого об'єкта праці дозволяє підготувати учнів до реальних викликів професійної діяльності, навчити їх інтегрувати знання з різних дисциплін і створювати моделі, що відповідають сучасним стандартам у галузі проєктування та технологій.

ДОДАТОК В  
(довідковий)

Анкетування учнів

Мета: визначити рівень задоволеності, складність виконання завдань та їх відповідність очікуванням учнів.

1 Ваше ім'я (або псевдонім):

---

2 Якою програмою ви користувалися для виконання завдань?

- TinkerCAD
- Компас 3D
- AutoCAD

3 Чи зрозумілий для вас був інтерфейс програми?

- Так
- Частково
- Ні

4 Оцініть рівень складності завдання (від 1 до 5):

(дуже легко) - 5 (дуже складно)

---

5 Скільки часу знадобилося вам для завершення завдання?

- Менше 30 хвилин
- 30 хвилин – 1 година
- Понад 1 годину

6 Чи вдалося вам виконати завдання повністю?

- Так
- Ні, частково
- Ні

7 Що саме вам найбільше сподобалося у програмах?

---

8 Чи є аспекти, які вам здалися незручними або складними? Якщо так, які саме?

---

9 Оцініть свої враження від виконаного завдання (від 1 до 5):

- 1 (зовсім не цікаво) - 5 (дуже цікаво)
- 

10 Чи хотіли б ви використовувати цю програму ще раз у майбутніх проєктах?

- Так
- Ні
- Не знаю

11 Ваші загальні коментарі або пропозиції щодо програми чи завдання:

---

