

Національний лісотехнічний університет України  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра інформаційних систем та комп'ютерного моделювання  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Пояснювальна записка

до дипломної роботи  
перший (бакалаврський)  
(рівень вищої освіти)

на тему: Розроблення системи автоматизованого проектування  
комп'ютерного стола засобами AutoCAD

Виконав: студент 4 курсу групи ICT-41  
спеціальності  
126 "Інформаційні системи та технології"  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Папірковський М.А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Сторожук О.Л.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Крошній І.М.  
(прізвище та ініціали)

Національний лісотехнічний університет України  
(повне найменування вищого навчального закладу)

ННІ комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Кафедра інформаційних систем та комп'ютерного моделювання  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Спеціальність 126 "Інформаційні системи та технології"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ІСКМ

*Сторожук О.Л.*  
" 15 " 11 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Папірковському Максиму Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розроблення системи автоматизованого проєктування комп'ютерного стола засобами AutoCAD»

керівник роботи Сторожук Олександр Леонідович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 15.11.2024 року №С-884

2. Термін подання студентом роботи 12.06.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: Постановка задачі та її формалізація. Основні параметри та вимоги до проєктування корпусних меблів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1) Стан проблемної області;

2) Інформаційне забезпечення;

3) Програмне та технічне забезпечення.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація до диплому

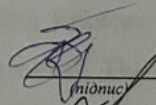
6. Дата видачі роботи 18.11.2024р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літературних даних.	28.11.2024р. 22.12.2024р.	– виконано
2.	Розділ 1. Стан проблемної області.	27.12.2024р. 09.01.2025р.	– виконано
3.	Розділ 2. Інформаційне забезпечення.	13.01.2025р. 06.02.2025р.	– виконано
4.	Розділ 3. Програмне та технічне забезпечення.	04.03.2025р. 15.05.2025р.	– виконано
5.	Аналіз отриманих результатів та написання висновків. Оформлення дипломної роботи.	12.05.2025р. 06.06.2025р.	– виконано
6.	Здача пояснювальної записки на перевірку керівнику, виправлення помилок та здача роботи рецензенту.	10.06.2025 р.	виконано

Студент

Керівник роботи

  
(підпис)

Папірковський М.А.  
(прізвище та ініціали)

Сторожук О.Л.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 48 сторінок пояснювальної записки, 11 рисунків, 1 додаток, 15 джерел.

У дипломній роботі проведено процес створення програмного забезпечення для автоматизованого проектування корпусних меблів на прикладі комп'ютерного стола. Розробка виконана у середовищі AutoCAD 2023 з використанням мови AutoLISP та опису діалогових форм у DCL. Запропоноване рішення забезпечує автоматичну побудову 3D-моделі комп'ютерного стола із заданням основних габаритних розмірів

*Ключові слова: AutoCAD, AutoLisp, VisualLisp, DCL, 3D, програмний код.*

## ABSTRACT

The thesis contains 48 pages of explanatory notes, 11 figures, 1 appendix, and 15 sources.

The thesis describes the process of creating software for automated design of cabinet furniture using the example of a computer desk. The development was carried out in AutoCAD 2023 using the AutoLISP language and a description of dialog forms in DCL. The proposed solution provides automatic construction of a 3D model of a computer desk with the specification of the main dimensions.

*Keywords: AutoCAD, AutoLisp, VisualLisp, DCL, 3D, program code.*

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Розробити програмне забезпечення автоматизованого проектування комп'ютерного стола у вигляді додатку до AutoCAD 2023. Програма повинна забезпечити:

- введення параметрів: ширина, глибина, висота стола і.т.д.;
- побудову 3D-моделі стола в AutoCAD;
- автоматичний експорт параметрів у текстовий файл;
- інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс на базі DCL.

Програмне забезпечення має бути реалізоване за допомогою AutoLISP, VisualLISP та DCL, об'єднане у VLX-додаток для AutoCAD 2023. Очікується підвищення точності, зменшення часу на проектування та покращення візуалізації виробу.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>7</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>8</b>
1.1 Характеристика об'єкта проєктування та постановка задачі .....	9
1.2 Огляд САD-систем для меблевого проєктування.....	11
<b>РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>18</b>
2.1 Виділення об'єктів дослідження.....	18
2.2 Побудова дерева проблем та дерева цілей .....	21
2.3 Специфікація вимог до програмного забезпечення .....	25
2.3.1 Характеристики розроблюваного продукту.....	25
2.3.2 Середовище функціонування .....	28
2.3.3 Характеристика функціональних компонентів системи.....	28
2.4 Структурна схема функціонування системи з урахуванням потоків даних	30
2.5 Засоби математичного забезпечення.....	32
<b>РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>35</b>
3.1 Основні функціональні можливості AutoCAD .....	35
3.2 Обґрунтування вибору програмного забезпечення та інструментів .....	37
3.3 Реалізація програмного забезпечення .....	39
3.4 Інтерфейс користувача та взаємодія.....	42
3.5 Формування результатів .....	44
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>47</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>48</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>49</b>
<b>ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ.....</b>	<b>49</b>

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- САПР – система автоматизованого проєктування;
- ПЗ – програмне забезпечення;
- ІЗ – інформаційне забезпечення;
- LISP – List Processor (обробник списків);
- AutoLISP – діалект мови LISP для роботи з AutoCAD;
- DCL – мова опису діалогових вікон AutoCAD;
- 3D – тривимірна модель;
- 2D – двовимірне креслення;
- ПК – персональний комп'ютер.

## ВСТУП

У сучасному виробництві меблів зростає потреба в автоматизованих рішеннях, що підвищують точність, швидкість та індивідуалізацію проєктування. Особливо актуальною є розробка автоматизованих інструментів для проєктування популярних меблевих виробів, таких як комп'ютерні столи, що широко використовуються в офісах, навчальних закладах і домашніх умовах.

Актуальність теми зумовлена необхідністю пришвидшення процесу створення технічної документації, візуалізації виробу та забезпечення адаптивності до різноманітних вимог користувача. У зв'язку з цим, дана дипломна робота присвячена розробці програмного забезпечення для автоматизованого проєктування комп'ютерного стола на базі AutoCAD 2023.

**Об'єкт дослідження** – процес створення додатку до AutoCAD для проєктування меблів.

**Предмет дослідження** – методи автоматизації креслення та параметричного моделювання меблів на прикладі комп'ютерного стола.

**Мета роботи** – розроблення системи автоматизованого проєктування комп'ютерного стола з використанням AutoLISP, VisualLISP і DCL у середовищі AutoCAD 2023.

**Практичне значення** – програмний додаток дозволить швидко генерувати креслення та 3D-модель комп'ютерного стола за заданими параметрами, спростить підготовку виробничих специфікацій та креслень.

# РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Характеристика об'єкта проєктування та постановка задачі

У межах даної дипломної роботи об'єктом проєктування є програмний модуль автоматизованого проєктування комп'ютерного стола, який реалізується у вигляді додатку для програмного середовища AutoCAD 2023. Основна мета такого модуля – забезпечити користувачеві можливість швидко та точно сформувати параметричну модель стола за індивідуальними вхідними параметрами, з подальшою побудовою 3D-моделі та формуванням технічної документації.

### Значення об'єкта проєктування

Комп'ютерний стіл є одним з найпоширеніших типів корпусних меблів. Він використовується у повсякденному житті вдома, в офісах, навчальних закладах, коворкінгах тощо. Основні функції цього типу меблів – забезпечення комфортного робочого місця для виконання завдань за комп'ютером, організація зберігання документів, приладдя та додаткової техніки.

Типовий комп'ютерний стіл може складатися з таких елементів:

- стільниця (основна робоча поверхня);
- опори (боковини) – з'єднані знизу планками або тумбами;
- висувна шухляда або кілька – для зберігання канцелярії;
- полиця для клавіатури (опційно);
- тумба з дверцятами або відкритими полицями;
- задня стінка для жорсткості конструкції.

Крім функціональних характеристик, важливо дотримуватись вимог ергономіки та стандартів, які визначають рекомендовану висоту робочої поверхні, простір для ніг, розміщення шухляд тощо. Так, згідно з рекомендаціями ДСТУ та європейських норм (наприклад, ISO 9241-5), висота стільниці має бути в межах 720–760 мм, глибина – не менше 450–500 мм, а ширина – не менше 900 мм для персонального використання. У разі

корпоративного застосування ці параметри можуть варіюватись залежно від особливостей приміщення та обладнання.

### **Мотивація до автоматизації проєктування**

Традиційне проєктування корпусних меблів у тому числі комп'ютерного стола передбачає багатоетапний ручний процес: побудова креслень, перевірка розмірів, формування 3D-візуалізацій, підготовка специфікацій і технічної документації для виробництва. Цей процес є:

- трудомістким – потребує значних витрат часу;
- схильним до помилок – особливо при багаторазовому ручному введенні числових параметрів;
- мало гнучким – зміна одного параметра потребує редагування кількох креслень.

У зв'язку з цим виникає потреба у створенні інструменту, який дозволить:

- швидко змінювати габарити конструкції;
- перевіряти введені параметри на правильність;
- автоматично будувати точну 3D-модель виробу;
- генерувати дані для подальшої обробки (виробництво, кошторис, склад).

### **Завдання, які вирішуються у дипломному проєкті**

На основі поставленої мети, сформовано перелік завдань, що вирішуються в межах дипломної роботи.

*Визначення параметрів конструкції, які підлягають змінюванню:*

- ширина, глибина, висота;
- кількість та розташування шухляд;
- наявність полиці для клавіатури;
- конфігурація опор.

*Реалізація геометричних розрахунків:*

- визначення координат і зв'язків між елементами;
- побудова логіки компоновання моделі відповідно до введених параметрів.

*Автоматичне створення 3D-моделі в середовищі AutoCAD:*

- використання мови AutoLISP / VisualLISP;
- побудова основних елементів конструкції (корпус, шухляди, боковини).

*Інтеграція з графічним інтерфейсом користувача:*

- створення діалогового вікна введення параметрів на базі DCL;
- забезпечення зворотного зв'язку при введенні некоректних значень.

*Формування текстових звітів і експорт даних:*

- вивід параметрів у .txt форматі;
- використання результатів для створення специфікації матеріалів.

*Інтеграція всієї логіки у вигляді готового додатку:*

- об'єднання LSP- і DCL-файлів у VLX-додаток;
- тестування у середовищі AutoCAD 2023.

## **1.2 Огляд CAD-систем для меблевого проєктування**

Сучасне меблеве виробництво тісно пов'язане з використанням систем автоматизованого проєктування (CAD – Computer-Aided Design). Вибір відповідного CAD-інструмента є ключовим етапом при розробці програмного забезпечення для параметричного моделювання меблів, зокрема комп'ютерних столів. Системи CAD дозволяють створювати точні двовимірні креслення, фотореалістичні візуалізації, тривимірні моделі, а також генерувати специфікації матеріалів і документацію для ЧПК-обладнання. Проте лише деякі з них підтримують інтеграцію з мовами програмування для створення автоматизованих інструментів, що робить питання вибору CAD-середовища стратегічно важливим.

### **Основні вимоги до CAD-системи для меблевого проєктування**

Щоб система CAD могла ефективно застосовуватись для автоматизованого проєктування корпусних меблів, вона має відповідати ряду вимог:

- підтримка 2D і 3D моделювання;
- можливість побудови параметричних моделей;

- сумісність з інженерними стандартами (розміри, допуски);
- генерація технічної документації;
- відкритість до розширення (плагіни, макроси, скрипти);
- зручний інтерфейс для інтерактивного проектування.

Розглянемо найбільш популярні CAD-системи, що застосовуються в меблевому проектуванні, та проаналізуємо їх можливості [1].

### **AutoCAD**

AutoCAD – це одна з найпотужніших і найуніверсальніших CAD-систем, розроблена компанією Autodesk. Вона широко використовується у різних галузях: архітектура, будівництво, машинобудування, електроніка та меблеве виробництво. AutoCAD підтримує як 2D-креслення, так і повноцінне 3D-моделювання. Однією з головних переваг AutoCAD є можливість програмування за допомогою AutoLISP, VisualLISP і DCL, що дозволяє створювати власні автоматизовані інструменти [2].

#### **Переваги AutoCAD:**

- підтримка параметричних об'єктів і 3D-моделей;
- повна сумісність з DWG, DXF та іншими стандартами креслення;
- можливість розробки додатків, які працюють в один клік;
- потужна екосистема документації, плагінів, навчальних ресурсів;
- гнучкий графічний інтерфейс.
- недоліки AutoCAD:
- висока вартість ліцензії;
- відсутність готових бібліотек меблевих елементів – усе створюється вручну або програмно;
- потребує часу для вивчення та налаштування автоматизації.

Завдяки своїй відкритості до програмування та широким функціональним можливостям, AutoCAD був обраний як базова платформа для створення програмного забезпечення автоматизованого проектування комп'ютерного стола в межах дипломної роботи.

## **SketchUp**

SketchUp – це зручна та інтуїтивно зрозуміла програма для 3D-моделювання, популярна серед дизайнерів інтер'єрів, архітекторів та початківців у меблевому проєктуванні. Вона має велику онлайн-бібліотеку компонентів (3D Warehouse), де можна знайти тисячі готових моделей.

### **Переваги SketchUp:**

- простота освоєння – навчитися моделювати можна за кілька годин;
- величезна спільнота та бібліотека моделей;
- візуально привабливий результат;
- доступна безкоштовна веб-версія.

### **Недоліки SketchUp:**

- обмежена точність для інженерних проєктів;
- відсутність розвиненого параметричного моделювання;
- не підтримує розширене програмування (немає AutoLISP-аналогів);
- відсутність вбудованих інструментів перевірки розмірів.

SketchUp чудово підходить для ескізного проєктування, але його недостатньо для точного технічного моделювання меблів із наступною генерацією виробничої документації.

## **SolidWorks**

SolidWorks – це потужна тривимірна CAD/CAE-система, розроблена компанією Dassault Systèmes (Франція). Вона широко використовується в машинобудуванні, промисловому дизайні, автоматизації та – меншою мірою – у проєктуванні меблів. Програма підтримує параметричне моделювання, аналіз фізичних навантажень, кінематичні розрахунки, а також генерацію виробничої документації [3].

### **Переваги SolidWorks:**

- підвищена точність моделювання – у тому числі для металічних і складних меблів;
- можливість створення моделі «від шухляди до болта»;
- візуалізація, анімація збірки, розгортання складових;

- професійна інженерна документація та підтримка стандартів ISO, DIN, ГОСТ тощо;
- підходить для інтеграції з ЧПУ та ERP-системами на підприємствах.

### **Недоліки SolidWorks:**

- висока вартість ліцензії, потреба у потужному ПК;
- складність інтерфейсу для початківців – крута крива навчання;
- призначений переважно для машинобудування, меблеве проектування реалізується через адаптацію;
- потребує багато налаштувань для ефективного використання у деревообробці;
- не підтримує AutoLISP і не призначений для інтеграції з AutoCAD.

SolidWorks ідеально підходить для моделювання індивідуальних, високоточних меблевих виробів, особливо з металу, скла або складних конструкцій. Проте для завдань створення власного автоматизованого програмного забезпечення, інтегрованого в AutoCAD, ця система є надлишково складною і не підтримує необхідну гнучкість у програмуванні, як це реалізовано в AutoLISP.

### **Fusion 360**

Fusion 360 – це хмарне CAD/CAM-рішення від Autodesk, яке об'єднує засоби тривимірного моделювання, симуляції, рендерингу та генерації керуючих програм для ЧПУ-обладнання. Fusion 360 орієнтований на інженерів, дизайнерів, винахідників і виробничі компанії.

### **Переваги Fusion 360:**

- повноцінне параметричне та вільне моделювання;
- підтримка зборок, спільної роботи та хмарного зберігання;
- можливість створювати моделі меблів з високою деталізацією;
- інтеграція з САМ – побудова шляхів інструменту для фрезерування;
- порівняно нижча вартість для студентів та малого бізнесу.
- Недоліки Fusion 360:

- не підтримує AutoLISP і DCL, що унеможлиблює створення повноцінного автоматизованого додатку;
- потребує стабільного інтернету;
- орієнтований більше на машинобудування, ніж на меблі.

Fusion 360 чудово підходить для виготовлення одиничних виробів або візуалізації, але менш ефективний для розробки інструментів автоматизації меблевого проектування.

### **Polyboard**

Polyboard – це сучасне програмне забезпечення для конструювання корпусних меблів від французької компанії Boole & Partners. Система підтримує параметричне 3D-моделювання шаф, столів, кухонь, вбудованих меблів тощо. Має підтримку розкрою, фурнітури, зв'язок із САМ/ЧПУ, а також вивід креслень і специфікацій.

#### **Переваги Polyboard:**

- створена спеціально для меблевого проектування;
- повністю параметричний підхід;
- автоматичне створення розкрійних карт;
- підтримка різних форматів експорту (DXF, CSV, CutList);
- інтуїтивний інтерфейс.

#### **Недоліки Polyboard:**

- платна (є безкоштовна демо-версія з обмеженнями);
- орієнтована переважно на виробництво меблів, а не загальне 3D-моделювання.

Polyboard особливо ефективна на підприємствах серійного виробництва меблів, а також у проектно-конструкторських бюро. Вона є безпечнішою і сучаснішою альтернативою застарілим або непідтримуваним рішенням.

### **Cabinet Vision**

Cabinet Vision – це професійна CAD/CAM-система для проектування корпусних меблів, кухонь, шаф, офісних меблів та ін. Розроблена компанією

Hexagon, Cabinet Vision широко використовується у деревообробній промисловості та виробництві меблів у США, Канаді та Європі.

#### **Переваги Cabinet Vision:**

- спеціалізоване ПЗ для меблевиків та виробників кухонь;
- підтримка параметричного моделювання та автоматичної генерації карт розкрою;
- генерація коду для верстатів з ЧПК (САМ-модуль);
- побудова звітів, специфікацій, розрахунків вартості.

#### **Недоліки Cabinet Vision:**

- платна ліцензія (сегмент середньо-високого бюджету);
- інтерфейс потребує навчання;
- основна мова – англійська.

#### **Узагальнення**

Системи автоматизованого проектування, що розглянуті у цьому розділі, демонструють різні підходи до моделювання меблів – від універсальних інженерних середовищ (AutoCAD, Fusion 360) до спеціалізованих рішень, адаптованих під меблеву галузь (Polyboard, Cabinet Vision).

#### **Зокрема:**

- AutoCAD забезпечує високу гнучкість, підтримку скриптів та модульність, що дозволяє створювати власні додатки для параметричного проектування – саме тому він є найбільш придатним для реалізації автоматизованого робочого місця меблевого конструктора в межах цієї дипломної роботи.
- Polyboard і Cabinet Vision є прикладами вузькоспеціалізованих рішень із фокусом на повний цикл – від моделі до виробництва, але їх складність, вартість або обмеження у кастомізації не завжди підходять для індивідуальних задач навчального або експериментального рівня.
- Fusion 360 та SketchUp – зручні для 3D-візуалізації та швидких прототипів, однак поступаються AutoCAD за точністю, підтримкою

AutoLISP та можливістю створення власних функціональних розширень.

- таким чином, вибір середовища AutoCAD обґрунтований його універсальністю, широкими можливостями інтеграції програмного коду (AutoLISP, VisualLISP, DCL), гнучкою підтримкою параметричних моделей і високим рівнем сумісності з виробничою документацією. Це робить його оптимальним інструментом для реалізації програмного забезпечення автоматизованого проєктування комп'ютерного стола.

## РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 2.1 Виділення об'єктів дослідження

В рамках створення системи автоматизованого проєктування (САПР) меблів, призначеної для облаштування передпокоїв та реалізованої з використанням програмного середовища AutoCAD, етап ретельного визначення та обґрунтування об'єктів дослідження набуває першочергового значення. Це методологічно важливий крок, що дозволяє сфокусувати аналітичні та розробницькі зусилля на ключових аспектах поставленої задачі, забезпечуючи тим самим цілісність, функціональність та високу ефективність проєктованої системи. Кожен виділений об'єкт дослідження розглядається як інтегральна складова, яка вимагає глибокого аналізу, моделювання та подальшої програмної реалізації для досягнення цілей, окреслених у дипломній роботі [4].

*Ключовими об'єктами, що підлягають всебічному дослідженню в контексті даної роботи, є:*

#### **Процедура проєктування меблевих конструкцій**

- Даний об'єкт охоплює весь послідовний ряд дій, пов'язаних зі створенням меблевих виробів: від формування концепції та визначення першочергових функціональних запитів до фіналізації та отримання повної комплексної конструкторської документації. У ході дослідження здійснюється всебічний аналіз традиційних підходів до проєктування меблів, оцінка їхніх сильних та слабких сторін, а також розкриваються перспективи та обмеження застосування сучасних комп'ютерних технологій для їхньої оптимізації. Особливий акцент робиться на унікальних вимогах до меблів, що включають врахування ергономічних аспектів, багатофункціональності (організація простору для зберігання верхнього одягу, взуття, аксесуарів) та ефективного використання часто обмеженої площі. Виявлення типових проблемних зон у ручному проєктуванні, таких як значні часові затрати, ризик виникнення

помилки та складності у внесенні оперативних змін, формує фундаментальне обґрунтування потреби в автоматизації процесу.

### **Сучасні програмні комплекси автоматизованого проєктування (САПР) та їх функціональний потенціал.**

- Цей напрям дослідження передбачає глибокий аналіз наявного ринку програмного забезпечення, що використовується для проєктування меблевих виробів. Розглядаються як універсальні CAD-системи (наприклад, AutoCAD, SolidWorks, Autodesk Inventor), так і спеціалізовані рішення, адаптовані під меблеву індустрію (наприклад, Базис-Мебельщик, PRO100, Woody). Детально вивчаються їхні функціональні можливості, архітектурні особливості, базові технології, інтерфейсні рішення для взаємодії з користувачем, а також оцінюються їхні переваги та недоліки в контексті розв'язання задач проєктування корпусних меблів. Окремий фокус уваги приділяється аналізу платформи AutoCAD як фундаментальної основи для розробки власної САПР, беручи до уваги її високу гнучкість, відкриту програмну архітектуру та наявність потужних вбудованих інструментів автоматизації, зокрема AutoLISP та DCL [15]. Кінцевою метою цього аналізу є ідентифікація передових практик у галузі та визначення унікальної ніші для інтеграції розроблюваної системи.

### **Мова програмування AutoLISP та специфіка її застосування в середовищі AutoCAD [5] [6].**

- Даний об'єкт дослідження концентрується на детальному вивченні AutoLISP як ключового інструментарію для програмної реалізації алгоритмів автоматизованого проєктування. Досліджуються синтаксичні правила та семантичні особливості AutoLISP, його органічна інтеграція в екосистему AutoCAD, а також можливості ефективної взаємодії з графічними об'єктами та елементами бази даних креслення. Особливо наголошується на реалізації складних математичних обчислень, виконанні булевих операцій над тривимірними об'єктами (такими як об'єднання, виключення, перетин), керуванні логікою складання комплексних геометричних форм, а також створенні кастомізованих користувацьких інтерфейсів за допомогою DCL (Dialog Control

Language). Всебічне дослідження AutoLISP дозволяє визначити діапазон можливостей автоматизації та розробити оптимальний програмний код для забезпечення максимальної ефективності функціонування системи.

### **Математичні моделі та алгоритмічні підходи до геометричної генерації меблевих компонентів.**

- Цей об'єкт дослідження включає розробку, адаптацію та верифікацію математичних моделей, що докладно описують геометричні характеристики та взаємне позиціонування всіх складових частин меблів для передпокою. Ретельно вивчаються алгоритми точного розрахунку розмірів кожної окремої деталі, беручи до уваги такі параметри, як товщина матеріалу, технологічні припуски для крайкування, необхідні функціональні зазори та особливості кріпильних елементів. Аналізуються методичні підходи до трансформації координат, необхідні для коректного позиціонування об'єктів у тривимірному просторі. Окрім цього, розглядаються алгоритми для автоматичного формування типових конструктивних елементів (наприклад, висувних шухляд, полицок, ніш, фасадів) та їхніх функціональних взаємозв'язків. Головною метою є створення міцної та обґрунтованої математичної основи, що гарантує високу точність, гнучкість та параметричну адаптивність розроблюваної САПР.

### **Користувацький інтерфейс та принципи взаємодії з розроблюваною системою.**

- Даний об'єкт дослідження охоплює аналіз методологій створення ергономічних та інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів користувача для систем автоматизованого проектування. Вивчаються вимоги до ефективної візуалізації вхідних параметрів, зручності вибору різних опцій, а також чіткого представлення отриманих результатів проектування. Особливу увагу приділено застосуванню мови DCL для конструювання інтерактивних діалогових вікон, що надають користувачеві можливість легко вводити необхідні числові значення, отримувати системні підказки та контролювати хід автоматизованої побудови. Досліджуються принципи реалізації ефективного зворотного зв'язку з користувачем, механізми обробки виняткових ситуацій та забезпечення

максимальної зручності використання системи для фахівців з проектування меблів.

## **2.2 Побудова дерева проблем та дерева цілей**

У процесі розробки програмного забезпечення важливо не лише технічно реалізувати функціональність, а й чітко усвідомити проблему, яку вирішує система. Одним із ефективних методів аналізу є побудова дерева проблем, що дозволяє систематизувати причини та наслідки існуючих труднощів, а також формалізувати цілі – у вигляді дерева цілей.

### **Дерево проблем**

**Головна проблема:** високий рівень трудомісткості та можливість помилок при ручному проектуванні корпусних меблів.

Ручне створення креслень і моделей меблів потребує значного часу, вимагає уважності, технічних навичок і не гарантує захисту від людського фактора. Це знижує ефективність проектування, ускладнює адаптацію моделей під потреби замовника та збільшує ймовірність геометричних або логічних помилок у документації.

### **Основна проблема 1: Неточність геометричних розрахунків**

Причина 1.1 – відсутність автоматизації обчислень

Проектувальник виконує розрахунки вручну або в сторонніх інструментах (наприклад, калькуляторах, Excel), що не інтегровані з CAD-середовищем. Це створює ризик помилок і потребує дублювання введення даних.

Причина 1.2 – помилки при введенні розмірів вручну

Навіть досвідчені користувачі можуть допускати помилки при введенні чисел: пропуски, неправильний формат, плутанина в одиницях виміру. Відсутність перевірки таких помилок у системі веде до спотворення проєкту.

### **Основна проблема 2: Складність перевірки допустимості параметрів**

Причина 2.1 – введення некоректних даних (текст, символи замість чисел)

Інтерфейси без валідації дозволяють ввести будь-яке значення, включаючи літери, пробіли, спецсимволи. Відсутність фільтрації даних підвищує ризик аварійної зупинки програми або генерації некоректної моделі.

Причина 2.2 – недотримання діапазону допустимих значень

Параметри (наприклад, висота стола, глибина шухляд) мають логічно обґрунтовані межі. Введення значень за межами (наприклад, 200 мм висоти або 5000 мм глибини) порушує ергономіку, конструктивну стабільність, а іноді і саму побудову моделі.

### **Основна проблема 3: Обмежена функціональність стандартного AutoCAD**

Причина 3.1 – відсутність спеціалізованих інструментів для меблевого проектування

AutoCAD є універсальним інструментом, однак не містить готових засобів для меблевих конструкцій: стандартних блоків шаф, полиць, шухляд, фурнітури тощо.

Причина 3.2 – відсутність параметризації без додаткових модулів

Стандартний AutoCAD не дозволяє легко змінювати габарити виробу без повного перемалювання. Для реалізації змін потрібна або ручна правка, або спеціально створені програмні модулі.

### **Основна проблема 4: Тривалий процес формування технічної документації**

Причина 4.1 – ручне формування креслень і специфікацій

Користувач має вручну створювати окремі креслення (вигляд зверху, спереду, збоку), розмітку, лінії зрізу, написи та таблиці специфікацій.

Причина 4.2 – відсутність автоматичного експорту в зручні формати



Рисунок 2.1 – Дерево проблем

Дані, які могли б бути використані для виробництва або обміну з партнерами, потрібно дублювати вручну (наприклад, знімати розміри з моделі, переписувати їх у таблицю, формувати вручну файл .txt).

### Дерево цілей (рішень)

**Головна мета.** Розробити програмне забезпечення для автоматизованого проектування комп'ютерного стола, що зменшить трудомісткість, підвищить точність і виключить людські помилки.

#### Основна ціль 1. Автоматизація геометричних розрахунків

Завдання 1.1 – розробити алгоритми автоматичного обчислення габаритів, координат елементів (стілниця, шухляди, боковини) залежно від введених параметрів.

Завдання 1.2 – реалізувати ці алгоритми мовами AutoLISP/VisualLISP для інтеграції в AutoCAD.

**Основна ціль 2. Перевірка коректності та допустимості введених параметрів**

Завдання 2.1 – створити функцію валідації типу введених даних (тільки числові значення).

Завдання 2.2 – реалізувати перевірку, що параметри знаходяться в заданому діапазоні (наприклад, ширина: 800–1600 мм).

Завдання 2.3 – виводити повідомлення про помилки користувачеві у вікні GUI.

### **Основна ціль 3: Розширення функціональності AutoCAD для меблевого проєктування**

Завдання 3.1 – створити параметризовану 3D-модель комп'ютерного стола.

Завдання 3.2 – реалізувати графічний інтерфейс користувача (GUI) з полями Введення параметрів через DCL.

Завдання 3.3 – інтегрувати функціональність у VLX-додаток.

### **Основна ціль 4. Автоматизація підготовки документації**

Завдання 4.1 – реалізувати вивід усіх геометричних параметрів у текстовий файл.

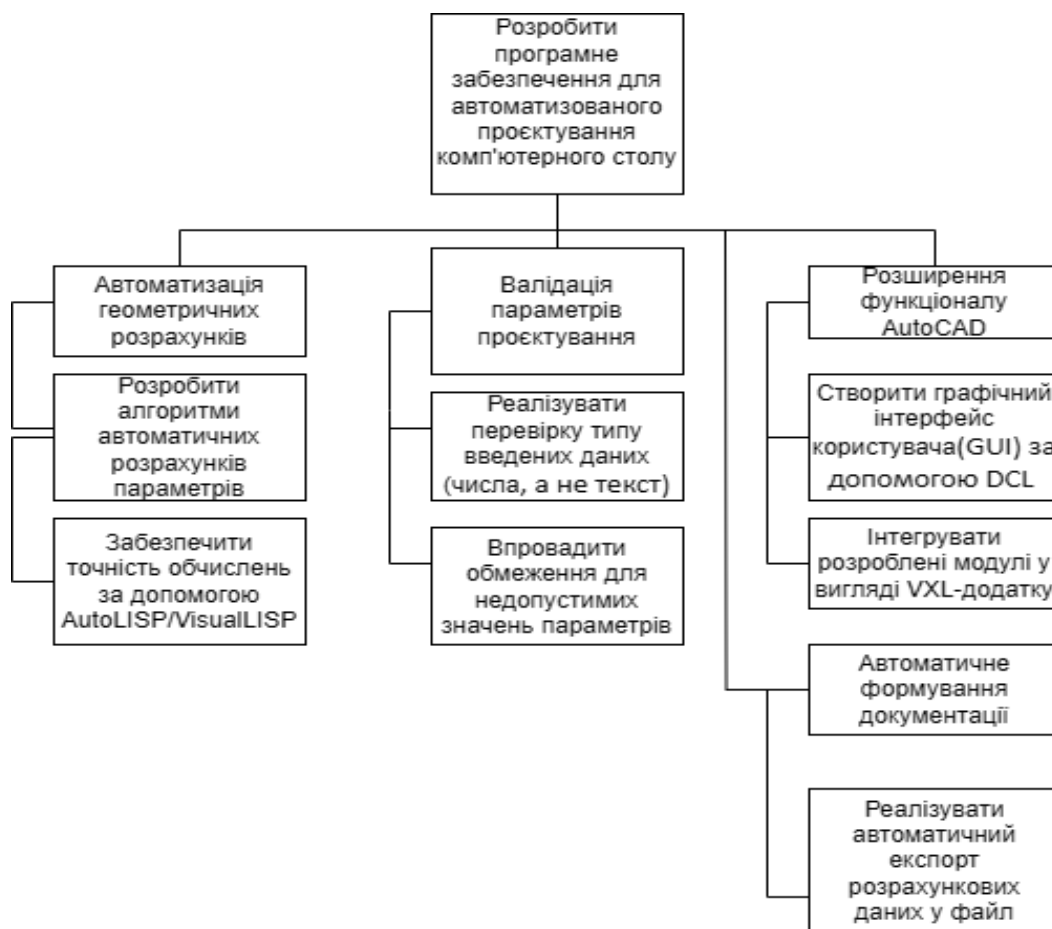


Рисунок 2.2 – Дерево рішень

Завдання 4.2 – забезпечити можливість подальшого використання цих файлів для формування технічних креслень або специфікацій.

Завдання 4.3 – зодати функцію автоматичного збереження 3D-моделі у форматі .DWG.

## **2.3 Специфікація вимог до програмного забезпечення**

У цьому пункті формалізовано функціональні, нефункціональні, системні та інтерфейсні вимоги до програмного забезпечення автоматизованого проектування комп'ютерного стола. Система має забезпечити інтерактивне введення параметрів, валідацію вхідних даних, побудову 3D-моделі виробу та експорт результатів у зручному форматі. Програма реалізується як надбудова для AutoCAD 2023, створена мовами AutoLISP та DCL.

### **2.3.1 Характеристики розроблюваного продукту**

*Призначення системи:*

Автоматизована побудова тривимірної моделі комп'ютерного стола на основі введених параметрів, з подальшим збереженням проєктних даних у текстовому форматі. Система розробляється для використання конструкторами та інженерами у сфері меблевого проєктування.

*Основні функції:*

- введення геометричних параметрів комп'ютерного стола (ширина, глибина, висота, кількість шухляд);
- автоматична перевірка правильності введених значень (тип та діапазон);
- розрахунок координат і розмірів усіх конструктивних елементів (стілниця, опори, шухляди, задня стінка);
- побудова параметричної 3D-моделі стола в середовищі AutoCAD;
- вивід параметрів у текстовий файл формату .txt або .csv;
- наявність графічного інтерфейсу користувача на базі DCL.

### *Нефункціональні вимоги:*

- висока швидкодія (повна побудова моделі – не більше 5 секунд);
- сумісність із AutoCAD 2023 та новішими версіями;
- інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, мінімізуючи потребу в навчанні;
- програма має працювати стабільно за будь-яких коректних вхідних параметрів.

### *Функціональні можливості:*

#### 1. Введення вихідних параметрів через діалогове вікно

Програма забезпечує зручне введення геометричних параметрів комп'ютерного стола через інтерфейс, побудований засобами DCL (Dialog Control Language).

Користувач у діалоговому вікні вводить наступні значення:

- ширина стола (мм) – від 800 до 1600;
- глибина стола (мм) – від 400 до 800;
- висота стола (мм) – від 650 до 850;
- кількість шухляд – від 0 до 4;
- товщина матеріалу корпусу (типово 18 мм).

#### 2. Автоматична перевірка коректності введених даних

**Для забезпечення надійності побудови, усі параметри перевіряються за двома критеріями:**

- тип перевірки: значення повинні бути числовими. Для цього використовується функція `atof` у VisualLISP, яка повертає 0.0 при некоректному введенні (наприклад, тексту замість числа);
- межі допустимих значень: кожен параметр порівнюється з мінімальним і максимальним дозволеним значенням (наприклад, ширина  $\geq 800$  мм та  $\leq 1600$  мм). При відхиленні – виводиться відповідне повідомлення `alert`, і користувач має змогу виправити введене.

#### 3. Автоматизована побудова 3D-моделі

Після підтвердження введених параметрів система генерує тривимірну модель комп'ютерного стола без втручання користувача:

- побудова тіла стола з урахуванням товщини матеріалу;
- генерація ніжок або боковин як опорних елементів;
- побудова шухляд (якщо зазначена кількість  $> 0$ ), включаючи корпуси та фасади;
- побудова задньої панелі (опціонально) для підвищення жорсткості.

Для побудови використовуються функції AutoLISP, які створюють паралелепіпеди в просторі AutoCAD із точними координатами.

#### 4. Побудова геометричної логіки зв'язків між компонентами

- всі елементи моделі взаємопов'язані. Наприклад:
- висота шухляд розраховується залежно від загальної висоти і кількості секцій;
- ширина кожної шухляди дорівнює половині ширини корпусу мінус товщина перегородки;

#### 5. Вивід технічної інформації у файл

Після побудови, програма формує текстовий файл з такими даними:

- усі введені користувачем параметри;
- розміри основних елементів конструкції (стілниця, шухляди, опори тощо);
- координати вставки кожної деталі в просторі AutoCAD;
- інформація про кромкування (якщо реалізовано підтримку розрахунку кромки).

Це дає змогу використовувати файл для підготовки розкрою, специфікації або імпорту в САМ-системи.

#### 6. Інтеграція в AutoCAD як окрема команда

Готовий додаток компілюється у форматі VLX (наприклад, stil3.vlx), який підключається до AutoCAD як надбудова. Команду запуску можна викликати через командний рядок (наприклад, STIL3 або \_STIL) або через призначену кнопку.

## 7. Зручність використання та адаптація

- користувач може редагувати параметри без перезапуску AutoCAD;
- передбачено очищення простору перед повторним створенням моделі;
- код LISP допускає розширення – додавання нових компонентів (наприклад, полиці, тумби).

### 2.3.2 Середовище функціонування

#### *Програмне забезпечення:*

- AutoCAD 2023 або вище;
- Visual LISP IDE (вбудоване середовище розробки AutoLISP);
- DCL-файли для побудови графічного інтерфейсу.

#### *Операційна система:*

- Microsoft Windows 10/11;
- сумісність із 64-розрядними системами.

#### *Системні вимоги:*

- процесор: Intel Core i5 або еквівалент;
- оперативна пам'ять: 8 ГБ або більше;
- відеокарта з підтримкою 3D-рендерінгу;
- вільне місце на диску: не менше 5 ГБ.

#### *Вимоги до користувача:*

- базові знання AutoCAD (побудова, орієнтація в просторі);
- розуміння принципів побудови корпусних меблів;
- вміння працювати з числовими параметрами (розміри, одиниці виміру).

### 2.3.3 Характеристика функціональних компонентів системи

#### **Функціональний компонент 1. Введення параметрів (через DCL)**

Опис: Графічна форма дозволяє ввести ширину, глибину, висоту стола, кількість шухляд. Усі поля – числові.

Пріоритет: високий – без введення параметрів неможлива побудова моделі.

*Особливості:*

- динамічна перевірка на введення чисел (через функцію atof);
- повідомлення про помилку, якщо введено нечислове або недопустиме значення.

## **Функціональний компонент 2. Побудова 3D-моделі комп'ютерного стола**

Опис: Модуль автоматично формує 3D-модель виробу за допомогою функцій AutoLISP, з урахуванням введених параметрів.

Пріоритет: критично високий.

*Етапи:*

- розрахунок координат і габаритів складових частин;
- створення об'єктів (паралелепіпедів) у просторі моделі;
- виведення результату в поточне креслення AutoCAD.

## **Функціональний компонент 3. Вивід параметрів у файл**

Опис: Після побудови моделі створюється текстовий файл зі списком параметрів і розмірів кожної деталі.

Формат: .txt або .csv.

Пріоритет: середній – допомагає створити специфікацію або таблицю розкрою.

## **Функціональний компонент 4. Перевірка допустимості даних**

Опис: Усі введені значення проходять подвійний контроль:

- перевірка типу (тільки числа);
- перевірка діапазону (наприклад: висота 650–850 мм, ширина 800–1600 мм).

При порушенні умов – виводиться повідомлення і форма не закривається.

## **Функціональний компонент 5. Інтерфейс користувача**

Опис: DCL-файл (наприклад, vkn1.dcl) формує вікно введення. Програма взаємодіє з користувачем через:

- поля введення (edit\_box);

- кнопки (accept, cancel);
- повідомлення про помилки (alert).

Інтерфейс дозволяє ввести параметри, змінити їх при помилці та повторно виконати побудову.

## **2.4 Структурна схема функціонування системи з урахуванням потоків даних**

Процес автоматизованого проєктування комп'ютерного стола за допомогою розробленого програмного забезпечення базується на поетапному опрацюванні вхідних даних користувача з подальшим генеруванням геометричної моделі та збереженням технічної інформації. Уся система функціонує як послідовність взаємозалежних логічних модулів, кожен з яких виконує окрему функцію в загальному алгоритмі роботи. Передача інформації між модулями відбувається у вигляді структурованих змінних AutoLISP, що дозволяє зберігати узгодженість та цілісність даних на всіх етапах.

Ініціація роботи програми починається із запуску користувачем відповідної AutoLISP-команди. У відповідь система активує графічне діалогове вікно, зібране засобами DCL, яке забезпечує взаємодію з користувачем у зручному та інтуїтивно зрозумілому форматі. У цьому вікні користувач вводить необхідні параметри виробу: ширину, глибину та висоту стола, розміри тумби, товщину матеріалу, кількість шухляд.

Після підтвердження введених даних, значення обробляються у внутрішньому модулі перевірки, що реалізований засобами AutoLISP. Тут відбувається переведення текстових полів у числові типи, контроль діапазонів допустимих значень, а також перевірка на наявність помилок вводу. Якщо виявляється помилка (наприклад, введено текст замість числа або число виходить за межі), система повідомляє користувача про некоректність даних та повертає його до форми введення.

У разі успішної валідації всі значення передаються до основного розрахункового ядра програми. Цей модуль виконує необхідні обчислення –

визначає положення кожної конструктивної частини, формує координатну сітку для побудови об'єктів, розраховує розміри шухляд, відступи тумбочки.

Побудова моделі виконується автоматично без залучення користувача, за допомогою функцій AutoLISP, що викликають вбудовані AutoCAD-команди для створення тривимірних тіл. Кожен елемент (стілниця, ніжки, боковини, шухляди тощо) генерується як окремий solid-об'єкт і вставляється в модель відповідно до розрахованих координат. Усі компоненти узгоджено зв'язані між собою у просторі креслення, що дозволяє одразу переглядати повну конструкцію столу у вікні AutoCAD.

Після завершення побудови виконується збереження вхідних і обчислених параметрів у текстовий файл. Цей файл формується у структурованому вигляді та містить повну інформацію про проєкт: початкові розміри, кількість елементів, координати компонентів, наявність додаткових опцій. Такий формат зручний для архівування, формування специфікацій або передавання на наступні етапи (наприклад, у системи виробництва або в розкрійні програми).

На рисунку (2.3) наведено концептуальне представлення логіки функціонування програмного забезпечення. У цій схемі послідовно відображено, як дані проходять шлях від введення до побудови моделі та збереження результату. Такий підхід дозволяє забезпечити автоматизацію проєктування, зменшити кількість помилок і значно пришвидшити створення креслень та моделей для подальшого виробництва.

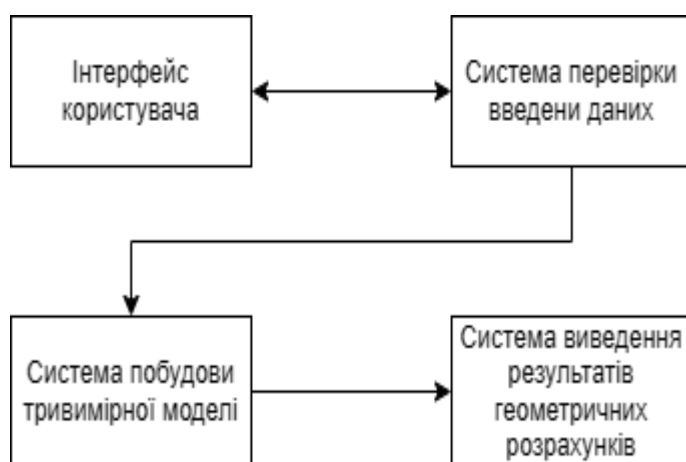


Рисунок 2.3 – Структурна схема системи із урахуванням інформаційних потоків

На діаграмі прецедентів (рис. 2.4) відображено узагальнену картину функціональної взаємодії між системою та залученими сторонами, серед яких – технолог, дизайнер і кінцевий користувач. Представлення окреслює функціональні обов’язки учасників та умовні межі системи, формуючи цілісне уявлення про її призначення й можливості.

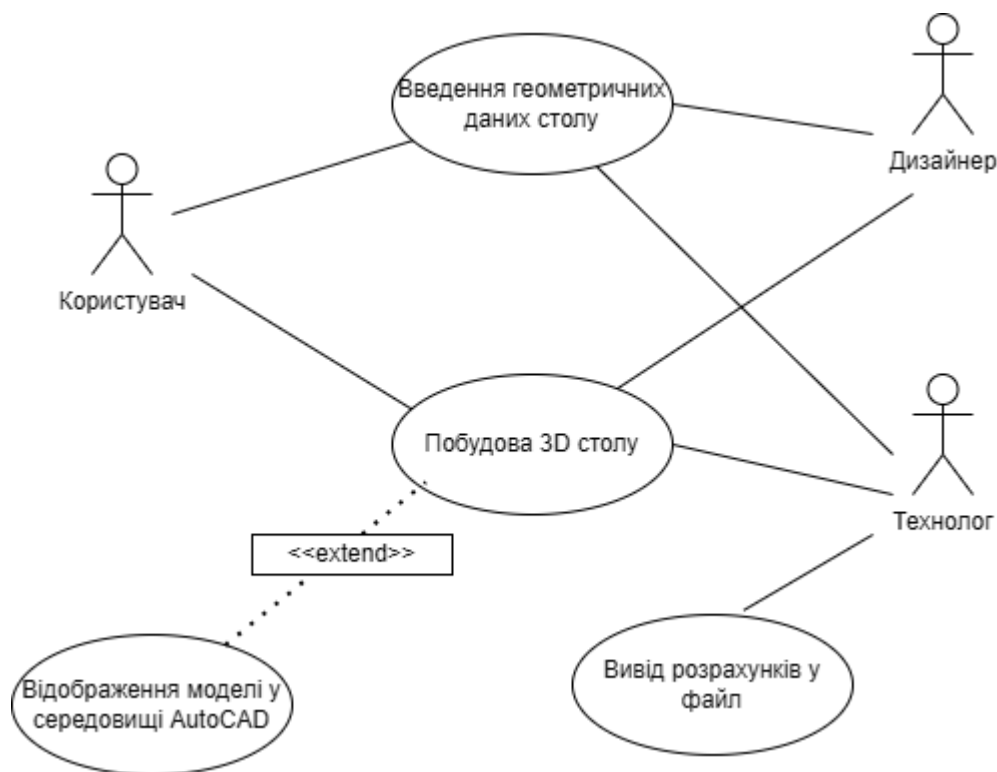


Рисунок 2.4 – Діаграма прецедентів проектованої системи.

## 2.5 Засоби математичного забезпечення

Математичне забезпечення розробленої системи автоматизованого проектування (САПР) меблів є її інтелектуальним ядром, що забезпечує точність, гнучкість та автоматизацію всіх етапів створення тривимірних моделей та технічної документації. Вся логіка обчислень та геометричних перетворень реалізована за допомогою вбудованої в середовище AutoCAD мови програмування AutoLISP, що дозволяє системі органічно інтегруватися в робочий процес проектування.

Основними функціями математичного забезпечення, які визначають його важливість для функціонування САПР, є:

- абстрагування та валідація вхідних даних. Система починає свою роботу з отримання від користувача ключових параметрів, що визначають габарити майбутніх меблів. Це включає загальну глибину, ширину, висоту виробу, а також розміри внутрішніх елементів, таких як ніші та шухляди. Математичне забезпечення відповідає за інтерпретацію цих введених значень, їхню конвертацію у числовий формат та, що не менш важливо, за перевірку їхньої коректності. Це забезпечує уникнення помилок на ранніх етапах проектування, які могли б призвести до неможливих або некоректних конструкцій.

- точний розрахунок розмірів компонентів. На підставі отриманих вхідних габаритів, математичний апарат автоматично обчислює точні розміри кожної окремої конструктивної деталі меблів. Це стосується не лише основних елементів, таких як бічні стінки чи полиці, але й допоміжних, враховуючи необхідні припуски на крайкування та технологічні зазори. Такі розрахунки, що виконуються автоматично, значно знижують ймовірність людської помилки та прискорюють процес проектування, забезпечуючи високу точність та відповідність стандартам виробництва. Наприклад, система самостійно визначає оптимальні розміри задніх стінок та елементів шухляд, виходячи з заданих параметрів, враховуючи при цьому товщину матеріалу та необхідні відступи.

- визначення просторових координат для геометричної побудови. Для успішної візуалізації та побудови 3D-моделей у робочому просторі AutoCAD, математичне забезпечення генерує точні просторові координати для кожної точки, що визначає геометрію деталей. Це дозволяє системі динамічно позиціонувати та орієнтувати кожен елемент відносно інших, формуючи цілісну та коректну тривимірну модель. Завдяки цьому кожна деталь, чи то стінка, полиця, чи фасад, займає своє чітко визначене місце у просторі, взаємодіючи з іншими компонентами з математичною точністю.

- керування логікою формування складних об'єктів. Математичне забезпечення не обмежується лише розрахунком розмірів; воно також відповідає за логіку складання комплексних об'єктів з базових геометричних примітивів. За

допомогою алгебраїчних операцій над об'ємами (такими як об'єднання, віднімання та перетин), система може автоматично створювати складні форми. Наприклад, формування внутрішніх ніш або отворів у деталях реалізується шляхом математичного віднімання об'ємів, що представляють ці порожнини, від об'єму основної деталі. Цей підхід забезпечує гнучкість у проектуванні, дозволяючи системі автоматично адаптуватися до різних конфігурацій.

- автоматизована генерація технічної документації. Після завершення побудови тривимірної моделі, математичне забезпечення використовує всі зібрані та розраховані дані для формування детального текстового звіту. Цей звіт містить вичерпний перелік усіх конструктивних елементів меблів з їхніми точними розмірами. Така автоматизована генерація звітності є надзвичайно цінною для виробничого процесу, оскільки вона надає необхідну інформацію для розкрою матеріалів, складання та контролю якості, мінімізуючи потребу в ручних обмірах та розрахунках.

Таким чином, математичне забезпечення, реалізоване засобами AutoLISP, виступає як фундаментальна основа розробленої САПР. Воно не лише забезпечує високу точність всіх геометричних обчислень, але й автоматизує рутинні процеси, підвищуючи ефективність проектування та значно скорочуючи час, необхідний для створення повноцінної моделі меблів та супутньої документації.

## РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 3.1 Основні функціональні можливості AutoCAD

AutoCAD – це одна з найпотужніших і найпоширеніших систем автоматизованого проєктування (САПР), яка широко застосовується в машинобудуванні, архітектурі, меблевій індустрії, ландшафтному дизайні та інших суміжних сферах [14]. Вона надає користувачам інструменти для точного креслення, тривимірного моделювання, параметричного проєктування та підготовки технічної документації. Крім того, AutoCAD має гнучке середовище для розширення своєї функціональності за допомогою внутрішніх мов програмування, що робить його надзвичайно ефективним для створення спеціалізованих програмних модулів.

Однією з ключових особливостей AutoCAD є його підтримка роботи як у 2D, так і в 3D-просторі. Система дозволяє створювати тривимірні об'єкти типу solid (тіла), surface (поверхні), mesh (сітки), з можливістю виконання базових геометричних операцій: витягання, обертання, віднімання тіл, перетину та об'єднання. Це дає змогу створювати складні конструкції з точними параметрами, що особливо актуально при розробці меблів, таких як комп'ютерні столи, шафи, тумби тощо.

У контексті проєкту, AutoCAD 2023 використовується як базова платформа, в якій відбувається побудова параметричної 3D-моделі комп'ютерного стола на основі даних, введених користувачем. Після запуску спеціально розробленої програми на AutoLISP, вікно AutoCAD автоматично створює відповідну модель з урахуванням усіх заданих габаритів і конфігурацій. Це стало можливим завдяки доступу до внутрішнього API AutoCAD, який дозволяє виконувати команди креслення, формувати solid-об'єкти, керувати шарами, прив'язками та координатами.

Крім того, середовище AutoCAD має такі функціональні можливості, що активно використовуються в межах цього проєкту:

- Підтримка мови AutoLISP – скриптової мови програмування, призначеної для автоматизації процесів креслення та моделювання. Завдяки їй можна створювати цілі програми, що працюють усередині AutoCAD без потреби в зовнішньому ПЗ.
- Виконання команд креслення через функцію (command ...), що дає змогу автоматично будувати об'єкти за заданими координатами та розмірами.
- Робота з параметричними даними – AutoCAD дозволяє застосовувати параметри та обмеження до об'єктів, що забезпечує точне позиціонування і масштабування моделей.
- Побудова solid-об'єктів: стільниця, тумбочка, ніжки та шухляди у програмі реалізовані через створення тривимірних паралелепіпедів за допомогою команд BOX, які підтримуються AutoCAD.
- Візуалізація та контроль: після побудови моделі користувач може змінювати вигляд креслення (ізометричний, фронтальний, перспективний), масштабувати, обертати модель для перевірки геометрії.
- Сумісність з іншими форматами: збереження моделей у форматах DWG та DXF дає змогу передавати результати у САМ-системи, програми розкрою або програми формування специфікацій.

Однією з найважливіших можливостей є підтримка DCL (Dialog Control Language) – мови опису графічних інтерфейсів, яка використовується для створення вікон, у яких користувач вводить параметри перед побудовою. У межах цього проєкту інтерфейс створено саме на основі DCL, що дало змогу побудувати зручну та зрозумілу форму для введення числових і логічних параметрів.

Іще однією перевагою AutoCAD є можливість одночасної роботи з геометрією та текстовими даними. В межах розробленої програми, після завершення побудови модельної частини, програмний код виконує вивід параметрів у текстовий файл. Це реалізується через функції open, write-line та close в AutoLISP, завдяки чому результати можуть бути використані в інших процесах – наприклад, для створення специфікацій або підготовки звітності.

Також слід відзначити такі додаткові функції AutoCAD, що сприяють ефективній роботі:

- підтримка системи координат користувача (UCS), що дозволяє задавати власну площину побудови;
- створення шарів (layers), які можуть використовуватись для окремих компонентів виробу (наприклад, тумба, стільниця, отвори);
- використання шаблонів оформлення креслень, які полегшують підготовку технічної документації.

### **3.2 Обґрунтування вибору програмного забезпечення та інструментів**

Розробка програмного забезпечення для автоматизованого параметричного проєктування комп'ютерного стола вимагала ретельного аналізу доступних середовищ, мов програмування та інструментів розробки. Основною метою було створити програму, яка дозволяє будувати повноцінну тривимірну модель меблевого виробу на основі змінних параметрів, заданих користувачем у графічному інтерфейсі. Для цього необхідно було забезпечити одночасно:

- високу точність геометричних побудов;
- інтерактивність введення даних;
- автоматичну обробку параметрів;
- мінімізацію ручних дій користувача;
- можливість збереження результатів у файл.

#### **AutoCAD – професійна система для 2D/3D-проєктування**

AutoCAD є однією з найпоширеніших і найпотужніших CAD-платформ, яка підтримує як плоске креслення, так і побудову тривимірних моделей. Програма містить зручний графічний інтерфейс, підтримує мову AutoLISP та дозволяє створювати та редагувати solid-об'єкти. Завдяки можливості інтеграції скриптів у середовище AutoCAD, стало можливим побудувати автоматизовану

систему проектування меблів, яка працює безпосередньо у робочому просторі креслення.

### **AutoLISP – мова автоматизації для AutoCAD**

AutoLISP – це діалект мови Lisp, що був адаптований спеціально для автоматизації задач у середовищі AutoCAD [13]. Його синтаксис дозволяє працювати зі списками, логікою, умовами, циклами, а також взаємодіяти безпосередньо з геометричними об'єктами AutoCAD. У межах даного проекту AutoLISP виконує ключову роль:

- приймає дані з інтерфейсу;
- виконує математичні розрахунки;
- будує об'єкти (команди типу BOX, UNION, SUBTRACT тощо);
- створює текстовий звіт;
- керує логікою перевірки правильності значень;
- зберігає параметри для повторного використання.

### **DCL – інтерфейсна мова для взаємодії з користувачем**

Для того щоб зробити програму максимально зручною у використанні, було застосовано мову опису діалогових вікон – DCL. Ця мова дозволяє створити власне графічне вікно з такими елементами:

- поля введення числових значень (edit\_box);
- кнопки підтвердження або скасування (button).

Використання DCL дало змогу створити інтерфейс, який не потребує від користувача знання команд AutoCAD – достатньо лише ввести розміри, кількість шухляд, параметри тумби та натиснути кнопку запуску.

### 3.3 Реалізація програмного забезпечення

У процесі реалізації програмного забезпечення основна увага була зосереджена на створенні повністю автоматизованої 3D-моделі комп'ютерного стола за параметрами, заданими користувачем. В основі побудови лежить концепція параметричного моделювання: вся геометрія формується автоматично у середовищі AutoCAD на основі конкретних числових значень, зафіксованих у коді або введених у діалоговому вікні.

Після запуску програми користувач вводить базові габарити майбутнього виробу – глибину, ширину, висоту, а також детальні параметри окремих конструктивних елементів: товщину плити, розміри тумби, параметри шухляд, зазори та відступи. Усі введені значення обробляються у AutoLISP-скрипті, на основі чого програма розраховує координати, розміри й положення кожного елемента та будує модель у просторі моделі AutoCAD.

За основу було взято комп'ютерний стіл «Знання» який існує у продажі [12] (рис 3.1).



Рисунок 3.1 – Комп'ютерний стіл «Знання».

Для побудовання 3D об'єкту було взято параметри столу зображеного вище, а саме його схематичне зображення з габаритними розмірами (рис.3.2)

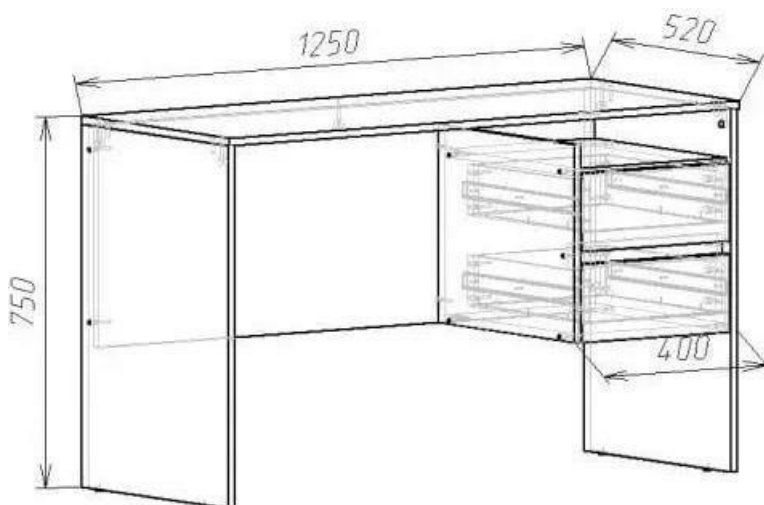


Рисунок 3.2 – Креслення комп'ютерного столу з розмірами.

*У створеній моделі враховано такі параметри:*

**Основні розміри столу:**

- $glub\ 520.0$  – глибина столу, тобто відстань від переднього до заднього краю стільниці;
- $shur\ 1250.0$  – ширина столу, від лівого до правого краю по горизонталі;
- $vus\ 750.0$  – висота столу від підлоги до верхньої поверхні кришки.

**Матеріали та відступи:**

- $h\ 18.0$  – товщина плити (ДСП/МДФ), з якої зроблені всі деталі (кришка, боковини, полички тощо);
- $nicheOffset\ 100.0$  – відступ зверху від кришки до верхньої полички тумби, тобто наскільки нижче починається тумба від кришки;
- $dvrH\ 5.0$  – товщина дна шухляди (ДВП або інша тонка панель).

**Розміри тумби та шухляд:**

- $nicheW\ 420.0$  – ширина ніші під шухляди, від внутрішньої сторони правої стійки до вертикальної стінки тумби;

- drawerW 400.0 – ширина самої шухляди (по корпусу без фасаду);
- drawerD 460.0 – глибина шухляди, тобто скільки вона заходить у тумбу;
- drawerH 180.0 – висота шухляди;
- drawerGap 10.0 – відстань (зазор) між шухлядами по вертикалі (щоб шухляди не торкались одна одної, або для монтажу направляючих/фасадів).

У результаті виконання коду формується повноцінна 3D-модель виробу (рис 3.3), що відповідає заданим параметрам, придатна для подальшого оформлення креслень, візуалізації або передачі у виробництво.

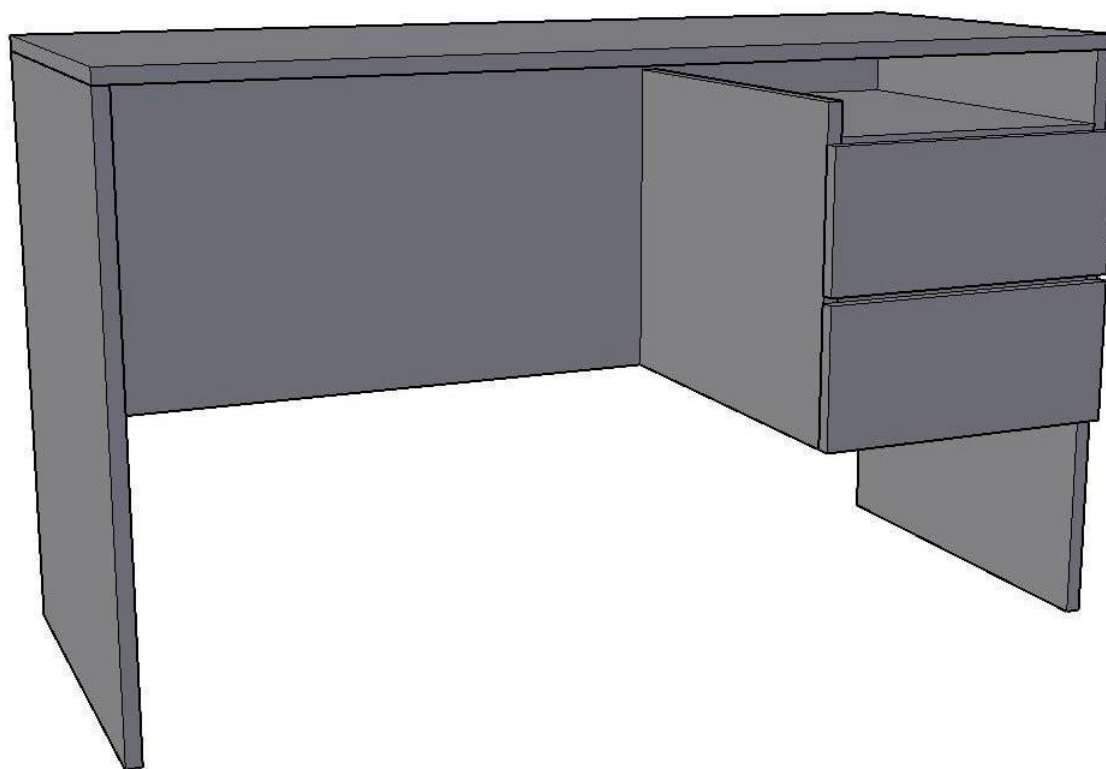


Рисунок 3.3 – Концептуальний вигляд (в перспективі) комп’ютерного стола у середовищі AutoCAD2023.

Кожна деталь створюється як окремий solid-об’єкт із фіксованими координатами, що дозволяє при потребі змінювати або аналізувати модель. Всі об’єкти побудовані так, що між ними збережено технічні зазори, необхідні для коректного монтажу: зокрема, між шухлядами, між шухлядою та боковиною ніші, між корпусом тумби й опорами столу.

У результаті реалізації програмного забезпечення було створено параметричну 3D-модель сучасного комп'ютерного стола середнього класу, що відповідає як функціональним, так і конструктивним вимогам. Модель побудована у повністю автоматизованому режимі за допомогою мови AutoLISP у середовищі AutoCAD, з використанням графічного інтерфейсу, що забезпечує введення ключових параметрів користувачем.

### **3.4 Інтерфейс користувача та взаємодія**

У межах розробки програмного забезпечення особливу увагу було приділено побудові зручного та функціонального графічного інтерфейсу, який дозволяє вводити параметри комп'ютерного стола безпосередньо в AutoCAD, без необхідності звертатися до командного рядка. Інтерфейс створений за допомогою мови DCL (Dialog Control Language) [7], що дозволяє будувати діалогові форми з текстовими написами, полями введення, кнопками управління та іншими елементами.

Діалогове вікно містить набір полів для введення розмірів ключових частин конструкції: стільниці, опор, тумби з шухлядами, а також інших елементів. Для кожного параметра передбачено підпис, одиниці вимірювання (мм) та поле для числового введення. Всі поля згруповані логічно: спочатку вводяться загальні габарити столу, далі – параметри тумби, після чого – параметри висоти полиці та товщини матеріалів.

Розміщення елементів вікна (рис. 3.4) виконано компактно, у вертикальних блоках, що дозволяє користувачеві швидко зорієнтуватися у формі. Після заповнення всіх необхідних значень користувач натискає кнопку «ОК», після чого всі дані передаються у програму на AutoLISP.

Додаток AutoCAD для побудови комп'ютерного стола, кафедра ІСКМ НЛТУ України

глибина комп'ютерного стола (1):	520.0
ширина комп'ютерного стола (2):	1250.0
висота комп'ютерного стола (3):	750.0
відступ зверху від кришки до верхньої полицки тумби (4):	100.0
ширина шухляд (5):	400.0
глибина шухляд (6):	460.0
висота шухляд (7):	180.0
відстань (зазор) між шухлядами (8):	10.0
технічний боковий відступ для направляючих шухляди (9):	12.5
товщина плити	18мм
товщина облицювальної кромки	2мм
шлях для збереження файлу	C:/stil/3.txt
<input checked="" type="checkbox"/> зберегти результати у текстовий файл	

OK Cancel

Рисунок 3.4 – Діалогове вікно для побудови комп'ютерного стола

Візуальний інтерфейс діалогового вікна описаний у файлі `vikno1.dcl`, який містить структуру діалогу, а також опис кожного елемента – підпису (`label`), поля для введення (`edit_box`) та кнопки (`button`). Кожен блок логічно названий – наприклад, "Розміри стола", "Параметри тумби", "Шухляди", "Параметри полиці", що забезпечує зручність для подальшої модифікації інтерфейсу.

У кожному `edit_box` вказано унікальний ідентифікатор (наприклад, "`width`", "`height`"), який потім використовується у програмі для зчитування значення. Усі елементи згруповані за допомогою `tile`-менеджера – розділів типу `:boxed_column` та `:column`, що дозволяє візуально відокремити частини виробу.

```
vikno1.DCL
stil: dialog{label="Додаток AutoCAD для побудови комп'ютерного стола, кафедра ІСМН НЛТУ України";
:row{label="";
:column{label="";children_alignment=centered;
:edit_box{label="глибина комп'ютерного стола (1):";key="glub";value="520.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="ширина комп'ютерного стола (2):";key="shur";value="1250.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="висота комп'ютерного стола (3):";key="vus";value="750.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="відступ зверху від кришки до верхньої полицки тумби (4):";key="nicheOffset_1";value="100.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="ширина шухляд (5):";key="drawerW";value="400.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="глибина шухляд (6):";key="drawerD";value="460.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="висота шухляд (7):";key="drawerH";value="180.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="відстань (zasor) між шухлядами (8):";key="drawerGap";value="10.0";edit_width=6;}
:edit_box{label="технічний боковий відступ для направляючих шухляди (9):";key="drawerClearance";value="12.5";edit_width=6;}
:popup_list{label="товщина плити ";key="h_1";list="10мм\n16мм";width=10;}
:popup_list{label="товщина облицювальної кромки";key="h1_1";list="2мм\n1мм";width=10;}
:edit_box{label="шлях для збереження файлу";key="bl_1";value="C:/stil/3.txt";edit_width=30;}
:toggle {label="зберегти результати у текстовий файл";key="bl";value="1";}
} //column
} //row
:spacer{height=1;}
ok cancel;
} //dialog
```

Рисунок 3.5 – Програмний код діалогового вікна на мові DCL

Після того як користувач заповнює всі поля у діалоговому вікні та натискає кнопку підтвердження, програма переходить до наступного етапу – побудови моделі. Перед безпосереднім формуванням 3D-об'єктів програма запитує у користувача координати початкової точки вставки майбутньої конструкції. Це реалізовано за допомогою функції (setq xyz (getpoint " Вкажіть передній нижній лівий кут стола ")), яка викликає повідомлення у командному рядку AutoCAD із текстом типу (рис 3.6)

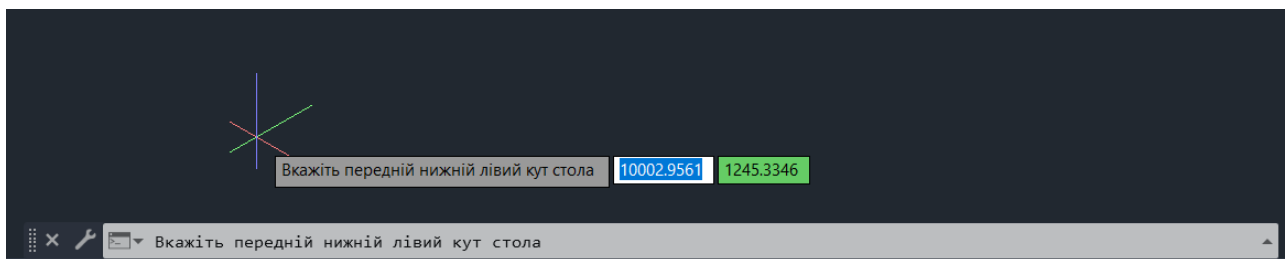


Рисунок 3.6 – Повідомлення для вибору початкової точки вставки столу

Це дає змогу гнучко розмістити готову модель у будь-якому місці простору креслення.

### 3.5 Формування результатів

У результаті виконання програми користувач отримує не лише побудовану тривимірну модель комп'ютерного стола у середовищі AutoCAD, але й структуровані вихідні дані(рис 3.6), які фіксують усі основні параметри проєкту.

Формування результатів реалізується у два основні способи: візуальний результат (3D-модель) та текстовий вивід параметрів (звітний файл). Його основне призначення – збереження проектних даних у зручній для читання та подальшого використання формі.

```

3.txt: Блокнот
Файл Редагування Формат Вигляд Довідка
Розміри заготовок плити з врахуванням личківки:

Розміри заготовок стола:

1. Розмір кришки стола:-----(1250.0 520.0)
2. Розмір лівої бокової стінки стола:-----(520.0 714.0)
3. Розмір правої бокової стінки стола:-----(520.0 714.0)
4. Розмір задньої стінки стола:-----(1214.0 470.0)
5. Ліва вертикальна стінка ніші:-----(502.0 420.0)
6. Горизонтальна полицка ніші:-----3шт-----(364.0 502.0)
7. Передня панель (фасад) шухляди:----2шт-----(400.0 180.0)
8. Бокова стінка шухляди:-----4шт-----(460.0 110.0)
9. Задня стінка шухляди:-----2шт-----303.0 110.0)
10.Передня стінка шухляди:----2шт-----303.0 110.0)
11.Дно шухляди з ДВП:-----2шт,-----303.0 424.0)

Розміри плити в чистоті (без личківки по торцях):

Розміри заготовок стола:

1. Розмір кришки стола:-----(1246.0 516.0)
2. Розмір лівої бокової стінки стола:-----(518.0 710.0)
3. Розмір правої бокової стінки стола:-----(518.0 710.0)
4. Розмір задньої стінки стола:-----(1212.0 466.0)
5. Ліва вертикальна стінка ніші:-----(498.0 418.0)
6. Горизонтальна полицка ніші:-----3шт-----362.0 502.0)
7. Передня панель (фасад) шухляди:----2шт-----396.0 176.0)
8. Бокова стінка шухляди:-----4шт-----456.0 106.0)
9. Задня стінка шухляди:-----2шт-----299.0 110.0)
10.Передня стінка шухляди:----2шт-----299.0 110.0)
  
```

Рисунок 3.7 – Результат запису у файл

*У текстовому звіті фіксуються такі дані:*

- введені користувачем розміри: ширина, висота, глибина стола;
- параметри тумби: кількість шухляд, її габарити;
- конфігурація додаткових елементів.

Структура текстового звіту дозволяє легко імпортувати ці дані в інші програмні системи (наприклад, САМ, специфікаційні модулі або облікові

системи підприємства), а також зберігати параметри проєкту для подальшого редагування чи архівування.

*Такий підхід до формування результатів дає змогу:*

- фіксувати всі проєктні параметри в момент побудови;
- уникнути втрати інформації при переході до наступних етапів роботи;
- забезпечити прозору і точну передачу технічних характеристик виробу.

Таким чином, результат роботи програми – це не лише створена модель у графічному вигляді, а й повний набір супровідних даних, які відображають технічну суть і параметри побудованого виробу. Це дозволяє використовувати розроблене програмне забезпечення як інструмент для підготовки креслень, документації та технічного обґрунтування меблевих проєктів.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи досягнуто поставленої мети – розроблено програмне забезпечення для автоматизованого проектування комп'ютерного стола з використанням засобів AutoCAD, AutoLISP та DCL. Система забезпечує генерацію параметричної 3D-моделі за вхідними розмірами користувача, що дозволяє скоротити час проектування, мінімізувати помилки та автоматизувати формування технічної документації.

1. **Проаналізовано** сучасні CAD-системи, що використовуються для меблевого проектування, та обґрунтовано вибір середовища AutoCAD 2023 як найбільш придатного для реалізації задач параметричного моделювання.
2. **Розроблено** структуру та логіку програмного модуля, що реалізує побудову комп'ютерного стола з урахуванням заданих геометричних характеристик і конструктивних особливостей.
3. **Реалізовано** інтерфейс введення параметрів користувача на базі мови DCL, який забезпечує інтуїтивну взаємодію та перевірку правильності введення даних.
4. **Застосовано** мову програмування AutoLISP для створення алгоритмів автоматичного розрахунку та побудови 3D-моделі конструкції без участі користувача.
5. **Введено** функціонал експорту проєктних параметрів у зовнішній текстовий файл, що забезпечує збереження результатів моделювання та можливість подальшої інтеграції з САМ- або ERP-системами.
6. **Проведено** тестування розробленої системи у середовищі AutoCAD 2023, що підтвердило її працездатність, ефективність та стабільність при різних вхідних параметрах.
7. **Систематизовано** етапи розробки програмного забезпечення: від аналізу проблемної області – до формування технічного рішення у вигляді готового продукту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бортняк С. В., Бортняк А. С. Проєктування меблів у САD-середовищі. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2022. – 278 с.
2. Autodesk. AutoCAD 2023 Help [Електронний ресурс]. – Ел. версія технічної документації AutoCAD, опублікована на офіційному сайті Autodesk. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com> (дата звернення: 05.06.2025)
3. Dassault Systèmes. SolidWorks 2024 User Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.solidworks.com> (дата звернення: 05.06.2025)
4. Макаров С. Ю., Гончарук А. М. Параметричне моделювання в AutoCAD. – Дніпро: Наука і освіта, 2023. – 211 с.
5. Кайдалов В. І. AutoLISP і VisualLISP: програмування в AutoCAD. – Київ: Видавництво «Кондор», 2021. – 368 с.
6. Voikov D., Automation in AutoCAD using AutoLISP and VisualLISP // Journal of Computer-Aided Design. – 2020. – Vol. 52. – P. 55–61.
7. Глєбов В. Ю. Основи роботи з DCL у середовищі AutoCAD // САD-системи. – 2021. – №2. – С. 45–52.
8. Чала О. О. Системи автоматизованого проєктування. Теорія і практика: навч. посіб. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 312 с.
9. Шевченко Р. І. Інженерна графіка з використанням AutoCAD. – Харків: Основа, 2018. – 198 с.
10. Крамаренко Т. А. Технології 3D моделювання для предметного дизайну // Вісник НТУ "ХПІ". – 2023. – №17(1407). – С. 33–38.
11. Wood Designer Ltd. PolyBoard Manual [Електронний ресурс]. – Офіційний посібник користувача PolyBoard з оглядом налаштувань бібліотек і можливостей CNC-експорту. – Режим доступу: <https://wooddesigner.org/polyboard-manual/> (дата звернення: 05.06.2025)
12. Комп'ютерний стіл «Знання» 458446. <https://meblishop.com.ua>. URL: [https://meblishop.com.ua/kompiuternyi-stil-znannia/6482/?srsltid=AfmBOoqg20yRL9g\\_sK37u1E\\_uuCagCjCG2FlfRRpok08sc91keMPрах1p5g](https://meblishop.com.ua/kompiuternyi-stil-znannia/6482/?srsltid=AfmBOoqg20yRL9g_sK37u1E_uuCagCjCG2FlfRRpok08sc91keMPрах1p5g) (дата звернення: 14.01.2025).

13. About AutoLISP Applications. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://help.autodesk.com/view/OARX/2026/ENU/?guid=GUID-16DC15FC-5329-492E-B66A-401D49CF971F> (дата звернення: 08.04.2025).
14. Congdon-Fuller A., Ramirez A., Smith D. Technical Drawing 101 with AutoCAD 2025, 2024, P. 58–70.
15. CADArtifex, John Willis, and Sandeep Dogra. AutoCAD 2023: A Power Guide for Beginners and Intermediate Users. XYZ Press, 2023, 20-25.

## ДОДАТКИ

### ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ

```
(defun c:stil3 (/ glub shur vus h nicheOffset drawerW drawerD drawerH drawerGap dvpH x y z)
  (setq p_ortho (getvar "ORTHOMODE")
        p_snapm (getvar "SNAPMODE")
        p_osmode (getvar "OSMODE")
        p_3dosmode (getvar "3DOSMODE"))
  ; Вимикання режимів ORTHO, SNAP, OSNAP
  (setvar "ORTHOMODE" 0)
  (setvar "SNAPMODE" 0)
  (setvar "OSMODE" 0)
  (setvar "3DOSMODE" 0)
  ;Встановлення виглядів, тонування, відключення сітки
  (vl-cmdf "_UCS" "_World")
  (vl-cmdf "_.-view" "_sei")
  (vl-cmdf "_vscurrent" "_c")
  (vl-cmdf "_grid" "_off")
  ;завантаження вікна
  (if (<(setq dcl_id (load_dialog "C:/stil/vikno1.dcl")) 0) (exit))
  (if (not (new_dialog "stil" dcl_id)) (exit))
    (action_tile "accept" (strcat "(setq glub (atof(get_tile \"glub\")))"
                                   "(setq shur (atof(get_tile \"shur\")))"
                                   "(setq vus (atof(get_tile \"vus\")))"
                                   "(setq nicheOffset (atof(get_tile \"nicheOffset_1\")))"
                                   "(setq drawerW (atof(get_tile \"drawerW\")))"
                                   "(setq drawerD (atof(get_tile \"drawerD\")))"
                                   "(setq drawerH (atof(get_tile \"drawerH\")))"
                                   "(setq drawerGap (atof(get_tile \"drawerGap\")))"
                                   "(setq drawerClearance (atof(get_tile \"drawerClearance\")))"
                                   "(setq h_1_1 (atof(get_tile \"h_1_1\")))"
                                   "(setq h1_1_1 (atof(get_tile \"h1_1_1\")))"
                                   "(setq b1 (atof(get_tile \"b1\")))"
                                   "(setq vuvid (get_tile \"b1_1\"))"
                                   "(done_dialog 0)"))
      (start_dialog)
      ;товщина плити
      (if (= h_1_1 0.0)
        (progn (setq h 18.0)
               (progn (setq h 16.0)
                      );if

        ;товщина облицювальної кромки
        (if (= h1_1_1 0.0)
          (progn (setq vt7 2.0)
                 (progn (setq vt7 1.0)
                        );if

          ; Основні параметри
          ; (setq glub 520.0
```

```

; shur 1250.0
; vus 750.0
; h 18.0
; nicheOffset 100.0
; drawerW 400.0
; drawerD 460.0
; drawerH 180.0
; drawerGap 10.0
; drawerClearance 12.5
; dvpH 5.0
(setq dvpH 5.0)

(defun box (xyz1 x1 y1 z1 / xyz1 x1 y1 z1 )
(vl-cmdf "_box" xyz1 "_1" x1 y1 z1 "")
)
; Базові координати початку
(setq xyz (getpoint " Вкажіть передній нижній лівий кут стола "))
(setq x (car xyz)
      y (cadr xyz)
      z (nth 2 xyz))
; === Кришка столу ===
(setq t1 (list x y (-(+ z vus)h)))
(box t1 shur glub h)
(setq krushka (list shur glub h)); ----- vuvid
; === Бокові стійки ===
(setq t2 (list x y z))
(box t2 h glub (- vus h))

(setq t3 (list (+ x(- shur h)) y z))
(box t3 h glub (- vus h))
(setq b_st (list glub (- vus h h) h)); -----vuvid
; === Задня стінка ===
(setq t4 (list (+ x h) (-(+ y glub)h)(- (+ z vus)h)))
(box t4 (- shur (* 2 h)) h (* -1(apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset)) ))
(setq z_st (list (- shur (* 2 h)) (apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset)) h));-----
-----vuvid
; === Вертикальна стінка тумби (ліва) ===
(setq t5 (list (+ x(- shur drawerW)) y
              (+ z (- vus (apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset h))))
              ))
(box t5 h (- glub h)
      (- (apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset))/( nicheOffset 2.0)))
(setq v_st (list (- glub h) (- (apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset))/( nicheOffset
2.0)) h));-----vuvid
; === Три горизонтальні стінки для шухляд ===
(setq t6 (list (+ x(- shur drawerW)h) y
              (+ z (- vus (apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset h))))
              ))
(box t6 (- drawerW h h) (- glub h) h) ; нижня

(setq t7 (list (+ x(- shur drawerW)h) y
              (+ z (- vus (apply '+ (list nicheOffset drawerGap h))))
              ))

```

```

(box t7(- drawerW h h) (- glub h) h) ; верхня

(setq t8 (list (+ x(- shur drawerW)h) y
              (+ z (- vus (apply '+ (list drawerH drawerGap nicheOffset h))))))
)
(box t8(- drawerW h h) (- glub h) h) ; середня
(setq gor_st (list (- drawerW h h) (- glub h) h));-----vuid

;=== Шухляда 1 ===
(setq dx drawerW)
(setq dy drawerD)
(setq dz drawerH)

(setq tx (+ x(- shur drawerW)h drawerClearance))
(setq ty y)
(setq tz (+ z (- vus (apply '+ (list drawerH drawerH drawerGap nicheOffset )))) )
(setq t9 (list tx ty tz)) ; ліва
(box t9 h dy (- dz 70.0))
(setq bok_st (list dy (- dz 70.0) h));-----vuid
(setq t10 (list (+ tx (- drawerW h h h drawerClearance drawerClearance))
               ty tz)) ; права
(box t10 h dy (- dz 70.0))

(setq t11 (list (+ tx h) ty tz)) ; передня внутрішня
(box t11 (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) h (- dz 70.0))

(setq t12 (list (+ tx h) (+ ty (- drawerD h)) tz)) ; задня
(box t12 (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) h (- dz 70.0))
(setq per_st (list (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) (- dz 70.0) h));-----
-----vuid
(setq t13 (list (+ tx h) (+ ty h) tz)) ; дно (ДВП)
(box t13 (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) (- drawerD (* 2 h)) dvpH)
(setq DVP (list (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) (- drawerD (* 2 h)) dvpH));-----
-----vuid
(setq t14 (list (- tx h drawerClearance) (- ty h) (- tz h))) ; фасад
(box t14 drawerW h dz)
(setq fasad (list drawerW dz h));-----vuid
;=== Шухляда 2 ===
(setq tz2 (+ tz drawerH))
(setq t15 (list tx ty tz2)) ; ліва
(box t15 h dy (- dz 70.0))

(setq t10 (list (+ tx (- drawerW h h h drawerClearance drawerClearance))
               ty tz2)) ; права
(box t10 h dy (- dz 70.0))

(setq t11 (list (+ tx h) ty tz2)) ; передня внутрішня
(box t11 (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) h (- dz 70.0))

(setq t12 (list (+ tx h) (+ ty (- drawerD h)) tz2)) ; задня
(box t12 (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) h (- dz 70.0))

(setq t13 (list (+ tx h) (+ ty h) tz2)) ; дно (ДВП)

```

```
(box t13 (- drawerW (* 4 h) (* 2 drawerClearance)) (- drawerD (* 2 h)) dvpH)
```

```
(setq t14 (list (- tx h drawerClearance) (- ty h) (+(- tz2 h) drawerGap) )) ; фасад  
(box t14 drawerW h dz)
```

```
(defun obrizka3 (len3 / )  
  (setq ob_x (abs(car len3))  
        ob_y (abs(cadr len3))  
        ob_z (abs(nth 2 len3)))  
  (setq vuvid3 (list ob_x ob_y))  
  )
```

; створення функцій які формують вивід даних у текстовий файл враховуючи відсутність кромки

```
(defun obrizka_kromku1 (len4 / )  
  (setq ob_x (- (abs(car len4)) vt7)  
        ob_y (abs(cadr len4)))  
  (setq vuvid_kr1 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku2 (len5 / )  
  (setq ob_x (abs(car len5))  
        ob_y (- (abs(cadr len5)) vt7))  
  (setq vuvid_kr2 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku12 (len6 / )  
  (setq ob_x (- (abs(car len6)) vt7)  
        ob_y (- (abs(cadr len6)) vt7))  
  (setq vuvid_kr12 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku11 (len7 / )  
  (setq ob_x (- (- (abs(car len7)) vt7) vt7)  
        ob_y (abs(cadr len7)))  
  (setq vuvid_kr11 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku22 (len8 / )  
  (setq ob_x (abs(car len8))  
        ob_y (- (- (abs(cadr len8)) vt7) vt7))  
  (setq vuvid_kr22 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku1122 (len9 / )  
  (setq ob_x (- (- (abs(car len9)) vt7) vt7)  
        ob_y (- (- (abs(cadr len9)) vt7) vt7))  
  (setq vuvid_kr1122 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku112 (len10 / )  
  (setq ob_x (- (- (abs(car len10)) vt7) vt7)  
        ob_y (- (abs(cadr len10)) vt7))  
  (setq vuvid_kr112 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```
(defun obrizka_kromku122 (len11 / )  
  (setq ob_x (- (abs(car len11)) vt7)  
        ob_y (- (- (abs(cadr len11)) vt7) vt7))  
  (setq vuvid_kr122 (list ob_x ob_y))  
  )
```

```

;запис в тестовий файл результатів розрахунків
(if (= b1 1)
  (progn
    (setq desk (open (strcat vuvid) "w"))
    (write-line (strcat "Розміри заготовок плити з врахуванням личківки: " ) desk )
    (princ "\n" desk )
    (write-line (strcat "Розміри заготовок стола: " ) desk )
    (princ "\n" desk )
    (write-line (strcat "1. Розмір кришки стола -----" (vl-prin1-to-
string (obrizka3 krushka)) ) desk )
    (write-line (strcat "2. Розмір лівої бокової стінки стола:-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka3 b_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "3. Розмір правої бокової стінки стола:-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka3 b_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "4. Розмір задньої стінки стола-----" (vl-prin1-to-
string (obrizka3 z_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "5. Ліва вертикальна стінка ніші -----" (vl-prin1-to-
string (obrizka3 v_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "6. Горизонтальна полицка ніші:-----3шт-----" (vl-
prin1-to-string (obrizka3 gor_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "7. Передня панель (фасад) шухляди:---2шт-----" (vl-
prin1-to-string (obrizka3 fasad)) ) desk )
    (write-line (strcat "8. Бокова стінка шухляди:----4шт-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka3 bok_st )) ) desk )
    (write-line (strcat "9. Задня стінка шухляди:-----2шт-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka3 per_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "10.Передня стінка шухляди:---2шт-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka3 per_st)) ) desk )
    (write-line (strcat "11.Дно шухляди з ДВП:-----2шт.-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka3 DVP)) ) desk )
    (princ "\n" desk )
    (princ "\n" desk )
    (write-line (strcat "Розміри плити в чистоті (без личківки по торцях): " ) desk )
    (princ "\n" desk )
    (write-line (strcat "Розміри заготовок стола: " ) desk )
    (princ "\n" desk )
    (write-line (strcat "1. Розмір кришки стола -----" (vl-prin1-to-
string (obrizka_kromku122(obrizka3 krushka))) ) desk )
    (write-line (strcat "2. Розмір лівої бокової стінки стола:-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka_kromku122(obrizka3 b_st))) ) desk )
    (write-line (strcat "3. Розмір правої бокової стінки стола:-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka_kromku122(obrizka3 b_st))) ) desk )
    (write-line (strcat "4. Розмір задньої стінки стола-----" (vl-prin1-to-
string (obrizka_kromku122(obrizka3 z_st))) ) desk )
    (write-line (strcat "5. Ліва вертикальна стінка ніші -----" (vl-prin1-to-
string (obrizka_kromku122(obrizka3 v_st))) ) desk )
    (write-line (strcat "6. Горизонтальна полицка ніші:-----3шт-----" (vl-
prin1-to-string (obrizka_kromku122(obrizka3 gor_st))) ) desk )
    (write-line (strcat "7. Передня панель (фасад) шухляди:---2шт -----" (vl-
prin1-to-string (obrizka_kromku122(obrizka3 fasad))) ) desk )
    (write-line (strcat "8. Бокова стінка шухляди:----4шт-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka_kromku122(obrizka3 bok_st ))) ) desk )

```

```

(write-line (strcat "9. Задня стінка шухляди:-----2шт -----" (vl-prin1-
to-string (obrizka_kromku11(obrizka3 per_st))) ) desk )
(write-line (strcat "10.Передня стінка шухляди:----2шт-----" (vl-prin1-
to-string (obrizka_kromku11(obrizka3 per_st))) ) desk )
(princ "\n" desk )
(close desk)
)
);if
; Відновлення стану режимів ORTHO, SNAP , OSNAP
(setvar "ORTHOMODE" p_ortho)
(setvar "SNAPMODE" p_snapm)
(setvar "OSMODE" p_osmode)
(setvar "3DOSMODE" p_3dosmode)
(princ)

```

### vikno1.DCL

```

stil: dialog {label="Додаток AutoCAD для побудови комп'ютерного стола, кафедра ІСКМ
НЛТУ України";
:row {label="";
:column {label="";children_alignment=centered;
:edit_box {label="глибина комп'ютерного стола (1):";key="glub";value="520.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="ширина комп'ютерного стола (2):";key="shur";value="1250.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="висота комп'ютерного стола (3):";key="vus";value="750.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="відступ зверху від кришки до верхньої полицки тумби
(4):";key="nicheOffset_1";value="100.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="ширина шухляд (5):";key="drawerW";value="400.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="глибина шухляд (6):";key="drawerD";value="460.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="висота шухляд (7):";key="drawerH";value="180.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="відстань (зазор) між шухлядами
(8):";key="drawerGap";value="10.0";edit_width=6;}
:edit_box {label="технічний боковий відступ для направляючих шухляди
(9):";key="drawerClearance";value="12.5";edit_width=6;}
:popup_list {label="товщина плити
";key="h_1";list="18мм\n16мм";width=10;}
:popup_list {label="товщина облицювальної кромки
";key="h1_1";list="2мм\n1мм";width=10;}
:edit_box {label="шлях для збереження
файлу";key="b1_1";value="C:/stil/3.txt";edit_width=30;}
:toggle {label="зберегти результати у текстовий файл";key="b1";value="1";}
} //column
} //row
:spacer {height=1;}
ok_cancel;
} //dialog

```