

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Приазовський державний технічний університет»  
Кафедра Підйомно-транспортних машин та деталей машин

Сагіров Ю. Г.

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОТІЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ**

Конспект лекцій  
з дисципліни «Комп'ютерне моделювання багатотільних моделей»  
для здобувачів освітнього ступеня бакалавр  
спеціальності: 163 «Біомедична інженерія»  
всіх форм навчання

Маріуполь  
2019

УДК 621.96 /077/

Комп'ютерне моделювання багатотільних моделей [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності: 163 «Біомедична інженерія» всіх форм навчання / уклад.: Ю. Г. Сагіров. – Маріуполь: ПДТУ, 2019. – 104 с. – Режим доступу:

У лекціях викладено інформацію про загальні принципи моделювання, інформацію про програмне забезпечення для 3D моделювання та з їхнього практичного використання.

Укладач Ю. Г. Сагіров, канд. техн. наук, доцент

Рецензенти В. В. Суглобов, д-р техн. наук, професор

Рекомендовано  
на засіданні кафедри ПТМ та ДМ,  
протокол № 17 від 9 січня 2019 р.

Затверджено  
методичною комісією факультету машинобудування та зварювання,  
Протокол від «13» січня 2020 року № 9

© ДВНЗ «ПДТУ», 2019  
© Ю. Г. Сагіров, 2019

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лекція 1. Моделювання.....	7
Лекція 2. Пакети графічних редакторів «AutoCAD», «Solid Works», «Компас 3D».....	22
Лекція 3. SolidWorks.....	30
Лекція 4. «Компас».....	45
Лекція 5. Графічний призначений для користувача інтерфейс. Основні поняття і принципи роботи системи AutoCAD.....	49
Лекція 6. Вкладка Properties.....	59
Лекція 7. Робота з примітивами та командами редагування.....	70
Лекція 8. Системи координат.....	79
Рекомендована література.....	104

## ВСТУП

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання багатотільних моделей» є основні засоби та методи комп'ютерного твердотільного моделювання; вирішення практичних завдань тривимірного моделювання фізичних об'єктів.

Вивчення цієї дисципліни потребують усі дисципліни навчального плану, де передбачається конструювання, проектування деталей і конструкцій, розробка креслень тощо.

Дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1 Введення в комп'ютерне проектування. Пакети програм автоматизованого проектування. Сучасні CAD (computer-aided design)-системи.

Змістовий модуль 2. Система комп'ютерного дизайну «Solid Works». Основи моделювання в «Solid Works». Параметризація моделей.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни

«Комп'ютерне моделювання багатотільних моделей» є забезпечення фахівців необхідним рівнем теоретичних знань для розробки просторових моделей у сучасних системах твердотільно-деформованого моделювання, застосування сучасного програмного забезпечення під час проектування.

У процесі вивчення дисципліни студенти повинні навчитися працювати у середовищі сучасних систем автоматизованого проектування: «AutoCAD», «Solid Works», «Компас 3D». Уміти вибирати оптимальні шляхи для розробки просторових моделей.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни

«Комп'ютерне моделювання багатотільних моделей» є одержання знань з основоположних принципів комп'ютерного просторового твердотільного моделювання, вміння використовувати чисельні методи у міцністних розрахунках при вирішенні проектних завдань.

### 1.3. Перелік компетенції:

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

загальні поняття інженерного та автоматизованого проектування;

забезпечення САД;

існуючі САД системи та їх можливості;

уміти:

розробляти графічні матеріали у середовищах програм «AutoCAD», «Solid Works», «Компас 3D»;

у середовищі «Solid Works» розробляти об'ємні моделі, виконувати розрахунки МСЕ.

Мета лабораторних занять – формування знань і умінь, необхідних для рішення наукових і інженерно-технічних задач з використанням комп'ютера та сучасних САД систем.

Отримані знання повинні сприяти успішному вивченню спеціальних курсів, високої ефективності виконання курсових і дипломного проектів спеціальності.

Самостійна робота студентів може бути направлена на закріплення навиків алгоритмізації та використання сучасного програмного забезпечення. Базою для самостійного вивчення окремих розділів курсу можуть служити пакети прикладних програм «AutoCAD», «Solid Works», «Компас 3D», «MathCAD» а також програми розрахунку на ЕОМ вузлів і деталей. Читання лекцій супроводжується демонстрацією програмного забезпечення з застосуванням проектору, наочних матеріалів.

AutoCAD пропонує найдосконаліші засоби для виконання креслень, а також зручні інструменти тривимірного моделювання.

Швидкість і легкість, з якими створюються тривимірні моделі проєктованих виробів, широкі можливості їх перетворення і редагування, різні способи отримання плоских зображень цих виробів (видів, розрізів,

перерізів), асоціативно пов'язаних з моделями, — усе це забезпечує величезне заощадження часу в порівнянні з «ручним» кресленням.

Сучасний пакет AutoCAD дозволяє працювати одночасно з декількома кресленнями, має потужні засоби візуалізації створених тривимірних об'єктів і розширені можливості адаптації системи до вимог користувача, забезпечує зв'язок графічних об'єктів із зовнішніми базами даних, дозволяє переглядати і копіювати компоненти креслення без відкриття його файлу, редагувати зовнішні посилання і блоки, що знаходяться в зовнішніх файлах, і багато що інше.

AutoCAD служить базовою платформою для сімейства машинобудівних — AutoCAD Mechanical, Mechanical Desktop і інших застосувань. Додатки, розроблені різними фірмами, дозволяють на основі створеної в AutoCAD тривимірної моделі швидко визначити прочностные характеристики проєктованого виробу методом кінцевих елементів і скоректувати геометрію моделі, виконати розрахунки кінематики і динаміки механізму, моделювати і досліджувати його роботу без виготовлення дорогої моделі-прототипу.

## Лекція 1. Моделювання.

Моделювання в наукових дослідженнях стало застосовуватися ще в глибокій старовині і поступово захоплювало усі нові галузі наукових знань : технічне конструювання, прикладну механіку, будівництво і архітектуру, астрономію, фізику, хімію, біологію і, нарешті, громадські науки. Великі успіхи і визнання практично в усіх галузях сучасної науки приніс методу моделювання ХХ ст.

Передусім, дамо відповідь на питання: що таке модель?

Модель - це матеріальний або подумки уявлений об'єкт, який в процесі пізнання (вивчення) заміщає оригінал, зберігаючи деякі важливі для цього дослідження типові властивості.

Добре побудована модель доступніше для дослідження - ніж реальний об'єкт. Наприклад, недопустимі експерименти з економікою країни в пізнавальних цілях, тут без моделі не обійтись.

Що позитивного у будь-якій моделі? Вона дозволяє отримати нові знання про об'єкт, але, на жаль, в тому або іншому ступені не повна.

Модель в широкому сенсі - це будь-який образ, аналог уявний або встановлений зображення, опис, схема, креслення, карта і т. п. якого-небудь об'єму, процесу або явища, використовуваний як його замітник або представник. Сам об'єкт, процес або явище називається оригіналом цієї моделі.

Моделювання - це дослідження якого-небудь об'єкту або системи об'єктів шляхом побудови і вивчення їх моделей. Це використання моделей для визначення або уточнення характеристик і раціоналізації способів побудови знову конструйованих об'єктів.

На ідеї моделювання базується будь-який метод наукового дослідження, при цьому, в теоретичних методах використовуються різного роду знакові, абстрактні моделі, в експериментальних - предметні моделі.

При дослідженні складне реальне явище замінюється деякою спрощеною копією або схемою, іноді така копія служить тільки для того, щоб запам'ятати і при наступній зустрічі упізнати потрібне явище. Іноді побудована схема відбиває які - те істотні риси, дозволяє розібратися в механізмі явища, дає можливість передбачити його зміну. Одному і тому ж явищу можуть відповідати різні моделі.

Завдання дослідника - передбачати характер явища і хід процесу.

Іноді, буває, що об'єкт доступний, але експерименти з ним або дорого коштують або можуть привести до серйозних екологічних наслідків. Знання про такі процеси отримують за допомогою моделей.

Важливий момент - сам характер науки припускає вивчення не одного конкретного явища, а широкого класу споріднених явищ. Припускає необхідність формулювання яких - те загальних категоричних тверджень, які називаються законами. Природно, що при такому формулюванні багатьма подробицями нехтують. Щоб чіткіше виявити закономірність свідомо йдуть на огрублення, ідеалізацію, схемну, тобто вивчають не саме явище, а більш менш точну її копію або модель. Усі закони - це закони про моделі, а тому немає нічого дивовижного в тому, що з часом деякі наукові теорії визнаються непридатними. Це не призводить до краху науки, оскільки одна модель замінилася іншою сучаснішою.

Модель, сформульована на мові математики з використанням математичних методів, називається математичною моделлю.

Яким чином відбувається побудова математичної моделі?

- По-перше, формулюється мета і предмет дослідження.
- По-друге, виділяються найбільш важливі характеристики, що відповідають цій меті.
- По-третє, словесно описуються взаємозв'язки між елементами моделі.
- Далі взаємозв'язок формалізується.
- І робиться розрахунок по математичній моделі і аналіз отриманого рішення.



Використовуючи цей алгоритм можна вирішити будь-яке оптимізаційне завдання, у тому числі і багатокритерійну, тобто ту в якій переслідується не одна, а декілька цілей, у тому числі суперечливих.

Наведемо приклад. Теорія масового обслуговування - проблема утворення черг. Треба урівноважити два чинники - витрати на зміст обслуговуючих пристроїв і витрати на перебування в черзі. Побудувавши формальний опис моделі роблять розрахунки, використовуючи аналітичні і обчислювальні методи. Якщо модель хороша, то відповіді, знайдені з її допомогою, адекватні моделюючій системі, якщо погана, то підлягає поліпшенню і заміні. Критерієм адекватності служить практика.

**Оптимізаційні моделі, у тому числі багатокритерійні, мають загальну властивість - відома мета (чи декілька цілей)** для досягнення якої часто доводиться мати справу із складними системами, де йдеться не стільки про рішення оптимізаційних завдань, скільки про дослідження і прогнозування станів залежно від обраних стратегій управління. І тут ми стикаємося з труднощами реалізації колишнього плану. Вони полягають в наступному:

- складна система містить багато зв'язків між елементами
- реальна система підпадає під вплив випадкових чинників, облік їх аналітичним шляхом неможливий
- можливість зіставлення оригіналу з моделлю існує лише на початку і після застосування математичного апарату, оскільки проміжні результати можуть не мати аналогів в реальній системі.

У зв'язку з перерахованими труднощами, що виникають при вивченні складних систем, практика зажадала гнучкіший метод, і він з'явився - імітаційне моделювання "Simulation modeling".

Зазвичай під імітаційною моделлю розуміється комплекс програм для ЕОМ, що описує функціонування окремих блоків систем і правил взаємодії між ними. Використання випадкових величин робить необхідним багатократне проведення експериментів з імітаційною системою (на ЕОМ) і подальший статистичний аналіз отриманих результатів. Дуже поширеним

прикладом використання імітаційних моделей є рішення задачі масового обслуговування методом МОНТЕ-КАРЛО.

Таким чином, робота з імітаційною системою є експериментом, здійснюваним на ЕОМ. У чому ж полягають переваги?

– Велика близькість до реальної системи, чим у математичних моделей;

– Блоковий принцип дає можливість верифікувати кожен блок до його включення в загальну систему;

– Використання залежностей складнішого характеру, що не описуються простими математичними співвідношеннями.

Перераховані достоїнства визначають недоліки

– побудувати імітаційну модель довше, важче і дорожче;

– для роботи з імітаційною системою потрібна наявність відповідної по класу ЕОМ;

– взаємодія користувача і імітаційної моделі (інтерфейс) має бути не занадто складною, зручною і добре відомою;

– побудова імітаційної моделі вимагає глибшого вивчення реального процесу, ніж математичне моделювання.

Резюмуючи сказане можна відповісти на питання: для чого потрібні моделі? Для того, щоб

- зрозуміти, як влаштований об'єкт (його структура, властивості, закони розвитку, взаємодії з навколишнім світом).

- навчитися управляти об'єктом (процесом) і визначати найкращі стратегії

- прогнозувати наслідки дії на об'єкт.

## **1.1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ**

Моделювання - це вивчення об'єкту шляхом побудови і дослідження його моделі, здійснюване з певною метою і полягає в заміні експерименту з оригіналом експериментом на моделі.

Модель повинна будуватися так, щоб вона якнайповніше відтворювала ті якості об'єкту, які необхідно вивчити відповідно до поставленої мети. В усіх відношеннях модель має бути простіша за об'єкт і зручніша його для вивчення. Таким чином, для одного і того ж об'єкту можуть існувати різні моделі, класи моделей, що відповідають різним цілям його вивчення.

Необхідною умовою моделювання є подібність об'єкту і його моделі. Від фахівця, що займається побудовою моделей, потрібно наступні основні якості:

чітке уявлення про суть фізико-хімічних явищ, що протікають в об'єкті;  
уміння математично описувати протікаючі процеси і застосовувати методи моделювання;

бути в змозі забезпечити отримання на моделі змістовних результатів.

Цілі і завдання моделювання :

1. Оптимальне проектування нових і інтенсифікація діючих технологічних процесів.

2. Контроль за ходом процесу, отримання необхідної інформації про нього і обробка отриманої інформації з метою управління ходом технологічного процесу.

3. Рішення завдань дослідження об'єктів, де неможливо проводити активні експерименти - режими роботи реакторів, траєкторії космічних об'єктів і так далі

4. Максимальне прискорення перенесення результатів лабораторних досліджень в промислові масштаби.

Вимоги до моделі:

1. Витрати на створення моделі мають бути значно менше витрат на створення оригіналу.

2. Мають бути чітко визначені правила інтерпретації результатів обчислювального експерименту.

3. Основна вимога - модель має бути істотною. Ця вимога полягає в тому, що модель повинна відбивати необхідні, істотні для вирішення

конкретного завдання властивості об'єкту. Для одного і того ж об'єкту складно створити узагальнену модель, що відбиває усі його властивості. Тому важливо забезпечити істотність моделі.

## 1.2. КЛАСИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ

Класифікацію моделей можна проводити по різних типах ознак :

- за способом пізнання : науково-технічні, художні, життєві.
- за природою моделей: предметні (фізичні / матеріальні), знакові (уявні).

Матеріальні моделі - зменшене (збільшене) відображення оригіналу зі збереженням фізичної суті (реактор - пробірка).

Уявна модель - відображення оригіналу, що відбиває істотні риси і виникає у свідомості людини в процесі пізнання.

Образні моделі носять описовий характер.

Знакові моделі - є математичними описами процесів, явищ, об'єктів і зазвичай називаються математичними моделями. Знакові моделі можуть також включати схеми і креслення - наприклад, схема з рециклом.

Математична модель - сукупність математичних залежностей, суть технологічного процесу, що відбиває в явній формі, тобто усі істотні параметри технологічного об'єкту пов'язані системою математичних рівнянь.

## 1.3. ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Фізичне моделювання - це метод дослідження на моделях, які мають однакову фізичну природу з об'єктом моделювання, тобто є деяким макетом об'єкту, що вивчається.

Фізичні моделі відтворюють увесь комплекс властивостей явищ, що вивчаються.

У фізичному моделюванні важливу роль грає теорія подібності. Її основне положення: необхідна фізична подібність моделі і об'єкту забезпечується лише при рівності усіх однотипних визначальних

безрозмірних комплексів (критеріїв подібності) в подібних точках моделі і об'єкті. При фізичному моделюванні на додаток до геометричної подібності передбачається подібність швидкостей, сил, матеріальних середовищ і т. п. При моделюванні на основі методу подібності безрозмірні комплекси грають двояку роль. По-перше, на їх основі визначають, коли модель подібна до оригіналу, при цьому комплекси служать власне критеріями подібності. По-друге, значення тих же комплексів в подібних точках і є та кількісна міра, яка і переноситься з моделі на об'єкт.

Достоїнства методу фізичного моделювання :

наочність, т. до. фізична модель відтворює практично усі сторони досліджуваного оригіналу

можливе вивчення процесу без складання його математичного опису  
можливість відтворення виробничого процесу в лабораторних умовах.

Недоліки методу фізичного моделювання :

відсутність універсальності, оскільки для кожного нового процесу необхідно створювати нову модель

висока вартість моделей для дослідження складних процесів

неможливість застосування цього методу для моделювання більшої частини хімічних процесів і реакторів, а також інших складних об'єктів.

Більше детально зупинимося на останньому недоліку. Застосування теорії подібності дозволяє сформулювати вимоги до моделі, задоволення яких забезпечує можливість кількісного поширення результатів експерименту з моделі на оригінал. Але в тих випадках, коли процес в оригіналі складений, задовольнити цим вимогам виявляється дуже важко. Коли число критеріїв, що визначають подібність, досить велике, побудова подібної моделі стає нереальним завданням. Саме цим визначаються труднощі, що виникли при спробах застосування методу подібності для моделювання хімічних процесів і реакторів.

Рядом дослідників були сформульовані критерії подібності для цього класу процесів. Але виявилось, що переважній більшості випадків ці процеси

настільки складні, що для дотримання подібності моделі і оригіналу знадобилося б ідентичність дуже великого числа критеріїв подібності відразу, забезпечити яку практично неможливо.

Як приклад розглянемо систему, в якій протікає хімічна реакція. Виходячи з теорії подібності, для такої системи можна скласти критерії подібності, зокрема критерій Рейнольдса, що характеризує гідродинамічний режим, критерій Дамкелера, що характеризують хімічне перетворення та ін.

У приведених критеріях  $C$  - концентрація початкової реагуючої речовини,  $r$  - швидкість хімічної реакції. Інші позначення приведені вище.

Критерії  $Re$ ,  $Da$  (інші критерії в цілях спрощення не розглядаються) характеризують систему, що вивчається. Проте ці критерії неспільні між собою, оскільки при  $Re = \text{const}$  величина  $W$  обернено пропорційна, а при  $Da = \text{const}$  - прямо пропорційна величині  $L$ . З приведенного зіставлення виходить, що для збереження гідродинамічної подібності швидкість потоку  $W$  повинна змінюватися обернено пропорційно, а для збереження хімічної подібності - прямо пропорційно лінійному розміру  $L$ . Природно, що в одному і тому ж процесі це неможливо. Причина цього лежить не в невдалому виборі критеріїв подібності, а в неможливості, в загальному випадку, зберегти однаковим вплив фізичних чинників на швидкість хімічного перетворення в реакторах різного масштабу.

Насправді, в складних системах зміна масштабу викликає, як правило, зміну структури системи і характеру процесів, що протікають в ній. Усім відоме існування критичних розмірів системи,  $U$ , що містить, - 235 і  $U - 239$ . Ці розміри визначаються співвідношенням між числом нейтронів, що утворюються при діленні, і числом що поглинаються і йдуть назовні. Зі збільшенням масштабу доля часток, що втрачаються, зменшується і міняється характер протікання процесу - замість повільного ділення настає вибух.

Крім того, широко використовується фізичне моделювання гідродинамічних і теплових процесів, що протікають в тих частинах

реактора, де хімічне перетворення відсутнє (наприклад, розподільні і змішувачі пристрої і ін.).

#### 1.4 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

З середини ХХ ст. в найрізноманітніших областях людської діяльності стали широко застосовувати математичні методи і ЕОМ. Виникли такі нові дисципліни, як «математична економіка», «математична хімія», «математична лінгвістика» і т. д., математичні моделі відповідних об'єктів і явищ, що вивчають, а також методи дослідження цих моделей.

Математична модель — цей наближений опис якого-небудь класу явищ або об'єктів реального світу на мові математики. Основна мета моделювання — досліджувати ці об'єкти і передбачити результати майбутніх спостережень. Проте моделювання — це ще і метод пізнання навколишнього світу, що дає можливість управляти їм.

Математичне моделювання і пов'язаний з ним комп'ютерний експеримент незамінні в тих випадках, коли натурний експеримент неможливий або ускладнений з тих або інших причин. Наприклад, не можна поставити натурний експеримент в історії, щоб перевірити, «що було б, якби...». Неможливо перевірити правильність тієї або іншої космологічної теорії. В принципі можливо, але навряд чи розумно, поставити експеримент по поширенню якої-небудь хвороби, наприклад, чуми, або здійснити ядерний вибух, щоб вивчити його наслідки. Проте усе це цілком можна зробити на комп'ютері, побудувавши заздалегідь математичні моделі явищ, що вивчаються.

Під математичною моделлю (ММ) конструкції, технологічного процесу і його елементів розуміють систему математичних співвідношень, що описують з необхідною точністю об'єкт, що вивчається, і його поведінку у виробничих умовах. При побудові математичних моделей використовують різні математичні засоби опису об'єкту — теорію великих кількостей, теорію

графів, теорію вірогідності, математичну логіку, математичне програмування, диференціальні або інтегральні рівняння і т. д.

Виконання проектних операцій і процедур в САПР засноване на операції математичними моделями (ММ). З їх допомогою прогноуються характеристики і оцінюються можливості запропонованих варіантів схем і конструкцій, перевіряється їх відповідність вимогам, що пред'являються, проводиться оптимізація параметрів, розробляється технічна документація і т. п.

У САПР для кожного ієрархічного рівня сформульовані основні положення математичного моделювання — вибраний і розвинений відповідний математичний апарат, отримані типові ММ елементів проєктованих об'єктів, формалізовані методи отримання і аналізу математичних моделей систем. Складність завдань проєктування і суперечність вимог високої точності, повноти і малої трудомісткості аналізу обумовлюють доцільність компромісного задоволення цих вимог за допомогою відповідного вибору моделей. Ця обставина призводить до розширення безлічі використовуваних моделей і розвитку алгоритмів адаптивного моделювання.

До математичних моделей пред'являють вимоги високої точності, економічності і універсальності. Економічність математичних моделей визначається витратами машинного часу (роботи ЕОМ). Міра універсальності математичних моделей залежить від можливості їх використання для аналізу великого числа технологічних процесів і їх елементів. Вимоги до точності, економічності і міри універсальності математичних моделей суперечливі. Тому необхідно мати вдале компромісне рішення.

Основними вимогами, що пред'являються до математичних моделей, є вимоги адекватності, універсальності і економічності

Класифікація моделей



Класифікувати моделі можна за різними критеріями. Наприклад, за характером вирішуваних проблем моделі можуть бути розділені на функціональні і структурні. У першому випадку усі величини, що характеризують явище або об'єкт, виражаються кількісно. При цьому одні з них розглядаються як незалежні змінні, а інші — як функції від цих величин. Математична модель зазвичай є системою рівнянь різного типу (диференціальних, алгебри і т. д.), що встановлюють кількісні залежності між даними величинами. У другому випадку модель характеризує структуру складного об'єкту, що складається з окремих частин, між якими існують певні зв'язки. Як правило, ці зв'язки не піддаються кількісному виміру. Для побудови таких моделей зручно використати теорію графів. Граф — це математичний об'єкт, що є деякою безліччю точок (вершин) на площині або в просторі, деякі з яких сполучені лініями (ребрами).

За характером початкових даних і результатів пророцтва моделі можуть бути розділені на детерміністичні і ймовірносно-статистичні. Моделі першого типу дають певні, однозначні пророцтва. Моделі другого типу засновані на статистичній інформації, а пророцтва, отримані з їх допомогою, мають імовірнісний характер.

Особливу роль в науці грають математичні моделі, будівельний матеріал і інструменти цих моделей - математичні поняття. Вони накопичувалися і удосконалювалися в течії тисячоліть. Сучасна математика дає виключно потужні і універсальні засоби дослідження. Практично кожне поняття в математиці, кожен математичний об'єкт, починаючи від поняття числа, є математичною моделлю. При побудові математичної моделі, об'єкту, що вивчається, або явища виділяють ті його особливості, риси і деталі, які з одного боку містять більш менш повну інформацію про об'єкт, а з іншою допускають математичну формалізацію. Математична формалізація означає, що особливостям і деталям об'єкту можна поставити у відповідність відповідні адекватні математичні поняття: числа, функції, матриці і так далі. Тоді зв'язки і стосунки, виявлені і передбачувані в об'єкті, що вивчається, між

окремими його деталями і складовими частинами можна записати за допомогою математичних стосунків : рівності, нерівностей, рівнянь. В результаті виходить математичний опис процесу, що вивчається, або явище, тобто його математична модель.

Вивчення математичної моделі завжди пов'язаної з деякими правилами дії над об'єктами, що вивчаються. Ці правила відбивають зв'язки між причинами і наслідками.

Побудова математичної моделі - це центральний етап дослідження або проектування будь-якої системи. Від якості моделі залежить увесь подальший аналіз об'єкту. Побудова моделі - це процедура не формальна. Сильно залежить від дослідника, його досвіду і смаку, завжди спирається на певний досвідчений матеріал. Модель має бути досить точною, адекватною і має бути зручна для використання.

Математичні моделі можуть бути детерменованими і стохастичними.

Детерменовані моделі- це моделі, в яких встановлена взаємно-однозначна відповідність між змінними що описують об'єкт або явища.

Такий підхід заснований на знанні механізму функціонування об'єктів. Часто модельований об'єкт складений і розшифровка його механізму може виявитися дуже трудомісткою і довгою в часі. В цьому випадку поступають таким чином: на оригіналі проводять експерименти, обробляють отримані результати і, не вникаючи в механізм і теорію модельованого об'єкту за допомогою методів математичної статистики і теорії вірогідності, встановлюють зв'язки між змінними, що описують об'єкт. В цьому випадку отримують стохастичну модель. У стохастичній моделі зв'язок між змінними носить випадковий характер, іноді це буває принципово. Дія величезної кількості чинників, їх поєднання приводить до випадкового набору змінних об'єкт, що описують, або явище. За характером режимів модель бувають статичними і динамічними.

Статична модель включає опис зв'язків між основними змінними модельованого об'єкту в режимі, що встановився, без урахування зміни параметрів в часі.

У *динамічній моделі* описуються зв'язки між основними змінними модельованого об'єкту при переході від одного режиму до іншого.

Моделі бувають *дискретними* і *безперервними*, а також *змішаного* типу. У *безперервних* змінні набувають значень з деякого проміжку, в *дискретних* змінні набувають ізольованих значень.

*Лінійні моделі*- усі функції і стосунки, що описують модель лінійно залежать від змінних і *не лінійні* інакше.

## **Основні етапи моделювання.**

### **1. Постановка завдання.**

Визначення мети аналізу і шляху її досягнення і вироблення загального підходу до досліджуваної проблеми. На цьому етапі потрібно глибоке розуміння істоти поставленого завдання. Іноді, правильно поставити завдання не менш складно чим її вирішити. Постановка - процес не формальний, загальних правил немає.

### **2. Вивчення теоретичних основ і збір інформації про об'єкт оригіналу.**

На цьому етапі підбирається або розробляється відповідна теорія. Якщо її немає, встановлюються причинно - слідчі зв'язки між змінними що описують об'єкт. Визначаються вхідні і вихідні дані, приймаються спрощуючі припущення.

### **3. Формалізація.**

Полягає у виборі системи умовних позначень і з їх допомогою записувати стосунки між складовими об'єкту у вигляді математичних виразів. Встановлюється клас завдань, до яких може бути віднесена отримана математична модель об'єкту. Значення деяких параметрів на цьому етапі ще можуть бути не конкретизовані.

### **4. Вибір методу рішення (побудова моделі).**

На цьому етапі встановлюються остаточні параметри моделей з урахуванням умови функціонування об'єкту. Спочатку виявляються основні особливості явища і зв'язку між ними на якісному рівні. Потім знайдені якісні залежності формулюються на мові математики, тобто будується математична модель. Для отриманого математичного завдання вибирається який- або метод рішення або розробляється спеціальний метод. При виборі методу враховуються знання користувача, його переваги, а також переваги розробника.

### **5. Реалізація моделі.**

Розробивши алгоритм, пишеться програма, яка відлагоджується, тестується і виходить рішення потрібної задачі. На цьому етапі велика увага приділяється розробці алгоритмів і чисельних методів рішення задачі на ЕОМ, за допомогою яких результат може бути знайдений з необхідною точністю і за допустимий час.

#### **6. Аналіз (інтерпретація) отриманої інформації.**

Наслідки, виведені з моделі на мові математики, інтерпретуються на мові, прийнятій в цій області. Зіставляється отримане і передбачуване рішення, проводиться контроль погрішності моделювання.

#### **7. Перевірка адекватності реальному об'єкту.**

На цьому етапі з'ясовується, чи узгоджуються результати експерименту з теоретичними наслідками з моделі в межах певної точності. Результати, отримані по моделі, зіставляються або з наявною про об'єкт інформацією або проводиться експеримент і його результати зіставляються з розрахунковими.

**8. Модифікація моделі.** На цьому етапі відбувається або ускладнення моделі, щоб вона була адекватнішою дійсності, або її спрощення заради досягнення практично прийнятного рішення.

Процес моделювання є ітеративним. У разі незадовільних результатів етапів **6.** чи **7.** здійснюється повернення до одного з ранніх етапів, який міг привести до розробки невдалої моделі. Цей етап і усі подальші уточнюються і таке уточнення моделі відбувається до тих пір, поки не будуть отримані прийнятні результати.

## Лекція 2. Пакети графічних редакторів «AutoCAD», «Solid Works», «Компас 3D».

### Основні поняття і принципи роботи системи

#### AutoCAD

Для користувачів, що звикли до стандарту Windows і тільки початкуючих освоювати AutoCAD, його інтерфейс буде знайомим. Користувачам, знайомим із стандартним Windows -інтерфейсом і попередніми версіями системи, короткий опис основних можливостей елементів інтерфейсу буде цілком досить, щоб успішно їм користуватися.

Отже, після того, як ви завантажили систему, у вас на екрані з'явиться графічне вікно AutoCAD (рис.1). На екрані можна виділити чотири функціональні зони:

- робоча графічна зона, безпосередньо в якій і відбувається створення креслення;
- системне меню і панелі інструментів;
- командний рядок;
- рядок стану.

#### Креслення в системі AutoCAD

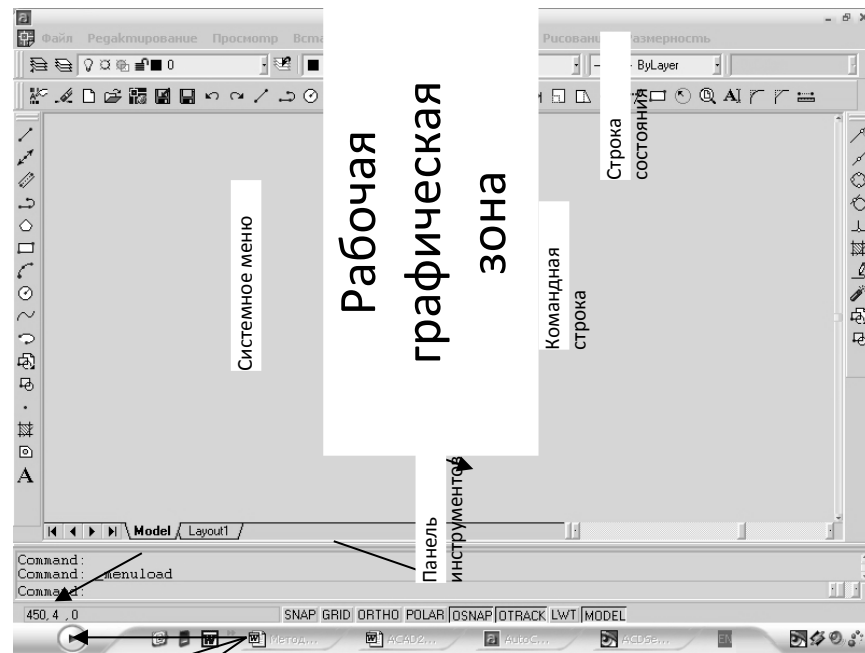
Креслення в системі AutoCAD — це файл, що містить опис графічної і іншій інформації в спеціальному форматі (.DWG).

В процесі роботи над кресленням він тимчасово зберігається в оперативній пам'яті комп'ютера. Тривале зберігання креслень здійснюється на жорсткому або гнучкому дисках.

Для роботи з файлами система має звичайні можливості додатків *Windows*: меню File і відповідні кнопки стандартної панелі інструментів. У меню File знаходяться команди, що дозволяють зберегти креслення, викликати існуюче креслення для редагування, закрити креслення.

- ✓ **New** — почати нове креслення;

- ✓ **Open** — відкрити існуюче креслення;
- ✓ **Close** — закрити поточне креслення;
- ✓ **Partial Load** — відкрити іншу частину завантаженого креслення (команда доступна тільки у разі часткового відкриття креслення);
- ✓ **Save** — зберегти поточне креслення;
- ✓ **Save As** — зберегти поточне креслення під іншим ім'ям.



Малюнок 1. Робочий екран AutoCAD 2002.

Для збереження файлу креслення на жорсткому диску необхідно виконати наступні дії:

- ✓ клацнути на пункт е File в рядку заголовків меню головного вікна AutoCAD 2002;
- ✓ клацнути на пункт е Save меню File;
- ✓ вибрати в діалоговому вікні Save Drawing As, що відкрилося, теку для зберігання файлу креслення;
- ✓ ввести ім'я файлу (без розширення);
- ✓ клацнути на кнопці Save.

Ім'я файлу може мати довжину до 255 символів, включаючи пропуски. У нім можна використати прописні і рядкові букви, цифри і спеціальні символи : дефіс, підкреслення і знак оклику.

Забороняється використати наступні символи:

- ✓ зірочка;
- ✓ двокрапка;
- ✓ крапка з комою;
- ✓ знак питання;
- ✓ символи похилої риси (прямий і зворотний);
- ✓ лапки;
- ✓ знаки «більші» і «менші».

Точки допустимі тільки в якості роздільника між ім'ям і розширенням файлу.

За умовчанням файли креслень записуються в кореневий каталог системи AutoCAD. Таке зберігання украй незручно і небезпечно: можна помилково разом з непотрібними файлами креслень видалити важливі системні файли. Ми рекомендуємо використати для зберігання креслень окремі теки і ретельно продумати їх структуру. Для створення нової теки в процесі збереження креслення (діалогове вікно Save Drawing As) необхідно натиснути праву кнопку миші, потім вибрати в контекстному меню пункт **Створити і Тека**.

*Панель інструментів* (Мал. 1) — це елемент інтерфейсу AutoCAD, набір значків (піктограм) групи подібних команд, оформлених у вигляді кнопок, що є. Щоб значок був зрозуміліший, при затримці на нім покажчика миші з'являється спливаюче вікно, що містить ім'я відповідної команди AutoCAD. Одночасно утримуване рядки стану (нижній рядок екрану) замінюється коротким описом призначення команди, у кінці якого показано ім'я цієї ж команди для введення з клавіатури.

Деякі з кнопок панелей інструментів мають в правому нижньому кутку маленький трикутник, що означає інструментальну панель, що розкривається, містить додаткові інструменти. Для доступу до цих додаткових кнопок необхідно натиснути ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, вибрати на панелі, що розкрилася, необхідний значок.



Зазвичай при запуску програми AutoCAD на екран монітора виводяться чотири панелі інструментів: **STANDARD TOOLBAR, OBJECT PROPERTIES, DRAW і MODIFY** . Окрім згаданих панелей інструментів програма AutoCAD має в розпорядженні велику кількість інших панелей, перелік яких приведений в списку Toolbars діалогового вікна Customize (всього 26 панелей). Для того, щоб відкрити потрібну панель інструментів, користувач може скористатися одним з трьох способів.

1. Кладнути правою кнопкою миші на полі будь-якої раніше відкритої панелі. При цьому на екрані монітора з'явиться список існуючих панелей інструментів, склад якого визначається поточною групою меню. Інструментальні панелі, вже присутні в головному вікні AutoCAD, відмічені в списку галочками. Щоб відкрити нову панель інструментів, досить клацанням миші відмітити її в списку.

2. Відкрити випадне меню View і вибрати позицію Toolbars. У діалоговому вікні Customize, що відкрилося, вибрати вкладку Toolbars. Щоб відкрити нову панель інструментів, досить встановити прапорець у відповідному рядку списку.

3. Ввести команду TOOLBAR, яка відкриває діалогове вікно Customize.

Будь-яку активну панель інструментів можна переміщати по робочому полю і, крім того, система AutoCAD дозволяє змінювати форму панелі. У стандартному положенні, коли панель інструментів закріплена у позиції уздовж верхньої, нижньої або бічної сторін екрану, вона не має рядка заголовка.

### **Миша**

Маніпулятором миша є додаткове облаштування позиціонування, яке дозволяє переміщати графічний покажчик на екрані монітора за рахунок руху миші по поверхні столу. За допомогою миші можна відкрити файл креслення, вибрати об'єкт або пункт меню, здійснити різні дії з редагування об'єктів креслення, настроїти панелі інструментів, управляти вікнами і т. д.

Функції кнопок двокнопочної миші наступні:

- ліва кнопка служить для вибору об'єктів, пункт ов меню або кнопок панелей інструментів;

- права кнопка служить для виклику контекстного меню або по своїй дії відповідає натисненню клавіші ENTER клавіатури. Режим функціонування кнопки вибирає користувач.

Спеціальні клавіші CTRL і SHIFT можуть змінювати ефект, що викликається стандартними діями миші. Наприклад, одночасне натиснення клавіші SHIFT і правої кнопки миші призводить до появи на екрані монітора контекстного меню режимів об'єктної прив'язки.

Покажчик миші на екрані монітора зазвичай виглядає у вигляді перехрестя з невеликим прямокутником, який служить для вказівки і вибору графічних елементів креслення. Проте при виконанні конкретних операцій вид покажчика може змінюватися.

### **Алфавітно-цифрова клавіатура**

Подібно до більшості складних програм, AutoCAD використовує усі можливості, що представляються клавіатурою. Будь-яка клавіатура містить основну і цифрову частини, спеціальні і функціональні клавіші. Нижче описано призначення деяких спеціальних і функціональних клавіш алфавітно-цифрової клавіатури, часто використовуваних при роботі з пакетом AutoCAD.

### **Засоби організації креслення**

Програма AutoCAD дозволяє економити час при створенні креслень і зображень, пов'язаних з виконуваною конструкторською роботою. У ній реалізовані методи і системні підходи, що дозволяють користувачеві вести найбільш ефективну розробку проектів.

#### **Системи координат**

Система координат — фіксована система, що включає точку — початок координат і пов'язані з нею осі для визначення положення об'єктів в просторі.

У пакеті AutoCAD застосовується тривимірна прямокутна декартова система координат. При використанні цієї стандартної системи точка

розміщується в тривимірному просторі за допомогою визначення відстані і напрямлення зі встановленого початку відліку, вимірюваного по трьох ортогональних осях (X, Y, Z). Система визначення координат незалежна від використовуваних одиниць виміру. Початок відліку передбачається в точці (0, 0, 0). Позитивний напрям осі абсцис (вісь X системи координат) і осі ординат (вісь Y системи координат) відповідає напрямку стрілок піктограми. Вісь Z спрямована від площини екрану монітора до користувача.

У програмі AutoCAD дозволено застосування двох систем координат : фіксованої світової системи координат (МСК) і переміщуваної призначеної для користувача системи координат (ПСК).

У МСК визначається місце розташування усіх об'єктів креслення, вона використовується для визначення інших систем координат. МСК — система координат, відносно якої об'єкт не міняє свого положення і орієнтації.

ПСК — визначається користувачем система координат, яка використовується для зручного завдання геометрії моделі. У одному кресленні можна створювати і зберігати довільну кількість ПСК. Якщо потрібне використання світових координат при роботі в призначеній для користувача системі координат, то перед координатами слід ввести символ \*. ПСК — система координат, відносно якої об'єкт може міняти своє положення і орієнтацію, залишаючись нерухомим в МСК.

З метою полегшення орієнтації в просторі креслення головне вікно AutoCAD містить піктограму поточної системи координат, яка за умовчанням розміщується в нижньому лівому кутку вікна. Піктограма може бути пов'язана з точкою початку координат або розташовуватися в лівому нижньому кутку робочої зони. Управління піктограмою здійснюється з меню View -« Display -» DCS Ucon :

- перемикач **ON** дозволяє відображення піктограми в робочій зоні головного вікна AutoCAD;

- перемикач **Origin** визначає місце відображення піктограми;

○ кнопка **Properties** відкриває діалогове вікно UCS Icon, в якому можна вибрати форму представлення піктограми, призначити її розміри і колір.

Якщо точка початку координат знаходиться поза видимою робочою зоною, то піктограма відображається в її лівому нижньому кутку.

### Одиниці виміру

Одиниця виміру — задана користувачем величина, що визначає відстань.

У системі AutoCAD користувач вибирає одиниці виміри лінійних величин, прийняті в області його професійної діяльності : міліметри, метри, кілометри, дюйми і т. д. Таким чином, при роботі з пакетом можна вважати, що графічне вікно AutoCAD безрозмірно і вироби викреслюються в нім у натуральну величину. У робочій зоні екрану монітора відстані вимірюються системою в умовних одиницях, що визначають тільки формат представлення числа : цілий, речовий, в експоненціальному виді або у вигляді дробів. Відповідність між реальною і умовною системами виміру встановлюється при виборі масштабу виведення креслення на плоттер.

Кутові величини зазвичай задаються в програмі AutoCAD в градусах і долях градуса. Також як у попередньому випадку користувачеві надається право вибрати для представлення кутових величин інші одиниці виміру : радіани, гради або топографічні одиниці. За позитивну зміну кутових величин прийнято обертання проти годинникової стрілки від позитивного напрямку осі координат X.

### ШАРИ

Для структуризації графічної інформації в системі AutoCAD застосовується корисний і зручний спосіб, заснований на техніці шарів. Шар — цей потужний засіб для логічного угруповання даних, подібне до накладення один на одного прозорих калік з фрагментами креслення. Таким чином, креслення представляється у вигляді необмеженої безлічі шарів, на кожному з яких можуть бути розміщені різні об'єкти. Шар може

відобразитися на екрані монітора окремо або в комбінації з іншими шарами, він може бути включений, вимкнений або заблокований для редагування.

Кожен шар має своє ім'я (ім'я шару може містити до 255 символів) і характеризується кольором, типом і завтовшки ліній, які встановлюються для усіх об'єктів, що належать шару. Крім того, кожному шару може бути дозволений або заборонений виведення об'єктів, що належать шару, на обляштування друку. Тому, замість того щоб вказувати ці властивості для кожного об'єкту, можна користуватися їх значеннями для цього шару, якщо вони відповідають вашим бажанням.

## Лекція 3. SolidWorks

**SolidWorks** (Солідворкс) — програмний комплекс САПР для автоматизації робіт промислового підприємства на етапах конструкторської і технологічної підготовки виробництва. Забезпечує розробку виробів будь-якої міри складності і призначення. Працює в середовищі Microsoft Windows. Розроблений компанією SolidWorks Corporation, створеною з нуля Джоном Хирштиком, а з 1997 року компанії Dassault Systemes (Франція), що є незалежним підрозділом. Програму почали розробляти в 1993 році, вона почала продаватися в 1995[2] і склала конкуренцію таким продуктам, як AutoCAD і Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I — DEAS і Pro/ENGINEER. Система SolidWorks стала першою САПР, такою, що підтримує твердотіле моделювання для платформи Windows.

Вирішувані завдання:

- **Конструкторська підготовка виробництва (КПП) :**

- **3DD** проектування виробів (деталей і складок) будь-якої міри складності з урахуванням специфіки виготовлення.

- Створення конструкторської документації в строгій відповідності з ГОСТ.

- Промисловий дизайн.

- Зворотна розробка.

- Проектування комунікацій (електроджгути, трубопроводи і ін.).

- Інженерний аналіз (міцність, стійкість, теплопередача, частотний аналіз, динаміка механізмів, газо/гідродинаміка, оптика і світлотехніка, електромагнітні розрахунки, аналіз розмірних ланцюгів і ін.).

- Експрес-аналіз технологічності на етапі проектування.

- Підготовка даних для ІЕТР.

- Управління даними і процесами на етапі КПП.

- **Технологічна підготовка виробництва (ТВП) :**

- Проектування оснащення і інших засобів технологічного оснащення.

- Аналіз технологічності конструкції виробу.
- Аналіз технологічності процесів виготовлення (литво пластмас, аналіз процесів штампування, витягу, гнучкі і ін.).
- Розробка технологічних процесів по ЕСТД.
- Матеріальне і трудове нормування.
- Механообработка: розробка програм, що управляють, для верстатів з ЧПУ, верифікація УП, імітація роботи верстата. Фрезерна, токарна, токарно-фрезерна і електроерозійна обробка, лазерне, плазмове і гідроабразивне різання, вирубні штампи, координатно-вимірювальні машини.

- Управління даними і процесами на етапі ТВП.

• **Управління даними і процесами :**

- Робота з єдиною цифровою моделлю виробу.
- Електронний технічний і розпорядливий документообіг.
- Технології колективної розробки.
- Робота територіально-розподілених команд.
- Ведення архіву технічної документації по ГОСТ.
- Проектне управління.
- Захист даних. ЕП.
- Підготовка даних для ERP, розрахунок собівартості.

Система включає програмні модулі власної розробки, а також сертифіковане ПО від спеціалізованих розробників (SolidWorks Gold Partners).

**Склад комплексу**

Програмний комплекс SolidWorks включає базові конфігурації SolidWorks Standard, SolidWorks Professional, SolidWorks Premium, а також різні прикладні модулі :

- Управління інженерними даними: SolidWorks Enterprise PDM
- Інженерні розрахунки: SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation
- Електротехнічне проектування: SolidWorks Electrical

- Розробка інтерактивної документації : SolidWorks Composer
- Механообробка, ЧПУ: CAMWorks
- Верифікація УП : CAMWorks Virtual Machine
- Контроль якості : SolidWorks Inspection
- Аналіз технологічності : SolidWorks Plastics, DFM і ін.
- Бесчертежные технології : SolidWorks MBD
- та ін.

Надаються комерційні і навчальні ліцензії.

### **SolidWorks Standard**

Включає:

- Гібридне параметричне моделювання: твердотіле моделювання, моделювання поверхонь, каркасне моделювання і їх комбінація без обмеження міри складності.

- Проектування виробів з урахуванням специфіки виготовлення : деталі з пластмас, листовий матеріал, прес-форми і штампи металоконструкції і ін.

- Проектування складок : проектування «від низу до верху» і зверху «вниз». Проектування від концепції. Робота із складними складками: SpeedPak — управління продуктивністю системи, управління відображеннями, управління конфігураціями, робота з мозаїчними даними, режим скорочених складок і креслень.

- Бібліотеки проектування : єдина бібліотека фізичних властивостей матеріалів, текстур і штрихувань. Типові конструктивні елементи, стандартні деталі і вузли, елементи листових деталей, профілі прокатного сортаменту і т. п. Бібліотека стандартних компонентів від постачальників-виробників.

- Пряме редагування геометрії : технології Instant3D.

- Проектування на основі баз знань : технології DriveWorksXpress.

- Експертні системи:

- SketchXpert — аналіз конфліктів в ескізах, пошук оптимального рішення.



- FeatureXpert, FilletXpert, DraftXpert — автоматичне управління елементами скруглень і ухилів, оптимізація порядку побудови моделі.
- Instant3D — динамічне пряме редагування 3D моделей деталей і складок, стандартних компонентів.
- DimXpert — автоматизована проstanовка розмірів і допусків в 3D моделей, а також розмірів в кресленнях, можливість роботи з імпортованою геометрією.
- AssemblyXpert — аналіз продуктивності великих складок, підготовка варіантів рішень по поліпшенню швидкодії.
- MateXpert — аналіз сполучень складок, пошук оптимального рішення.
- Інженерний аналіз: експрес-розрахунки масово-інерційних характеристик, кінематики і динаміки механізмів, міцності і аеро/гідродинаміки.
  - Аналіз технологічності моделі : механообробка, обробка листа, литво, заповнення прес-форм.
  - Екологічна експертиза проекту : технології SustainabilityXpress.
  - Оформлення креслень по ЕСКД: двонаправлена асоціативність 3D моделей, креслення і специфікації. Використання бібліотек оформлення КД по ГОСТ: спеціальні символи, бази, допуски і посадки, шорсткості, таврування і маркіровка, технічні вимоги, елементи гідравлічних і електричних схем і т. д.
    - Трансляція даних :
      - нейтральні формати
      - STEP AP203/AP214
      - Parasolid
      - ACIS
      - IGES
      - VDAFS
      - STL
      - VRML.

- Прямі транслятори
  - Pro/ENGINEER
  - NX
  - Solid Edge
  - Inventor
  - AutoCAD
  - CATIA Graphics.
- Побудова 3D моделей друкованої плати за імпортованими даними з
  - P - CAD
  - Altium Designer
  - Mentor Graphics
  - CADENCE та ін.
- Анімація: створення мультиплікації (анімацій) на основі 3D моделей.
- API SDK : підтримка програмування на мовах Visual Basic, Visual C++ та ін., запис і редагування макросів (VBA).
  - SolidWorks Rx : утиліта автоматичної діагностики комп'ютера на відповідність вимогам SolidWorks.
  - SolidWorks eDrawings: засоби узгодження технічної документації.
  - DraftSight: спеціальні ліцензії професійної 2D САПР для створення додаткових робочих місць роботі з даними DWG (створення, редагування, перегляд). Ліцензії надаються безкоштовно у необхідній кількості.

### **SolidWorks Professional**

Включає функціональні можливості SolidWorks Standard, а також:

- Бібліотеки стандартних виробів (SolidWorks Toolbox) : кріплення, підшипники, прокатний сортамент, куркульки, шківи, шестерні і т. п.) за стандартами ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC, PEM®, SKF®, Torrington®, Truarc®, Unistrut®. Toolbox різних версій Solidworks несумісний і при установці Solidworks є можливість оновлення або установки нової версії Toolbox. Відновити Toolbox можна і вручну.

- Інтерактивна документація: підготовка даних для ІЕТР — Photoview 360, eDrawings Professional.

- Розпізнавання і параметризація імпортованої геометрії : технології FeatureWorks.

- Автоматична перевірка і коригування моделей/креслень на відповідність СтП : технології Design Checker.

- Порівняння документів SolidWorks : деталі, складки, креслення : технології SolidWorks Utilities.

- Планування завдань (Task Scheduler) : налаштування завдань для виконання за розкладом. Плановані завдання: груповий друк, імпорт/експорт, перевірка проекту на відповідність стандартам підприємства і т. д.

### **SolidWorks Premium**

Включає функціональні можливості SolidWorks Standard і SolidWorks Professional, а також:

- Проектування трубопроводів (SolidWorks Routing) : жорсткі збірні трубопроводи (на зварюванні і різьбленні), гнуті трубопроводи, гнучкі підведення і шланги. Формування даних для трубогибов. Бібліотеки стандартних елементів по ГОСТ.

- Зворотний інжиніринг (ScanTo3D) : перетворення хмари точок, що сканує, в 3D моделей SolidWorks.

- Аналіз розмірних ланцюгів в 3D моделей зборки (TolAnalyst) : розрахунок і оптимізація допусків і посадок.

- Обмін даними з радіотехнічними САПР (CircuitWorks) : двонаправлений обмін даними з радіотехнічним САПР (P - CAD, Altium Designer, Mentor Graphics, CADENCE та ін.).

- Інженерний аналіз: SolidWorks Motion — комплексний динамічний і кінематичний аналіз механізмів. SolidWorks Simulation — розрахунок на міцність конструкцій (деталей і складок) в пружній зоні.

### **SolidWorks Simulation**

Сімейство додаткових модулів інженерного аналізу. Включає:

**SolidWorks Simulation** — Розрахунок на міцність конструкцій (деталей і складок) в пружній зоні. Входить у базову конфігурацію SolidWorks Premium.

**SolidWorks Simulation Professional** — Розрахунок на міцність конструкцій в пружній зоні, постановка і рішення контактних завдань, розрахунок складок; визначення власних форм і частот коливань, розрахунок конструкції на стійкість, втомні розрахунки, імітація падіння, теплові розрахунки. Оптимізація параметрів моделі SolidWorks Motion : комплексний динамічний і кінематичний аналіз механізмів, визначення швидкостей, прискорень і взаємних дій елементів системи.

**SolidWorks Simulation Premium** — Нелінійні розрахунки: облік нелінійних властивостей матеріалу, нелінійного вантаження, розрахунок нелінійних контактних завдань; аналіз втомної напруги і визначення ресурсу конструкцій. Лінійна і нелінійна динаміка систем, що деформуються. Оптимізація параметрів моделі. Розрахунок багат шарових композиційних оболонок. Включає функціональність SolidWorks Simulation Professional.

### **SolidWorks Flow Simulation**

Сімейство додаткових модулів по газо/гідродинамічним розрахункам. Включає:

**SolidWorks Flow Simulation** — моделювання течії рідин і газів, управління розрахунковою сіткою, використання типових фізичних моделей рідин і газів, комплексний тепловий розрахунок, газо/гідродинамічні і теплові моделі технічних пристроїв, нединамічний і нестационарний аналіз, розрахунок об'єктів, що обертаються, експорт результатів в SolidWorks Simulation.

**SolidWorks Flow Simulation Electronic Cooling Module Add — In** — додатковий модуль для теплового розрахунку електронних пристроїв. Включає: розширена база даних по віртуальних вентиляторах; матеріалам електротехнічного призначення, термоелектричним охолоджувачам (елементи Пельтьє), компонентам двохрезисторів. Імітація проходження

постійного струму і нагріву джоуля постійним струмом, моделі компонентів двохрезисторів, теплових трубок, багат шарових друкованих плат.

**SolidWorks Flow Simulation HVAC Module Add — In** — додатковий модуль SolidWorks Flow Simulation для розрахунку систем вентиляції, опалювання і кондиціонування. Включає: розширена база даних по будівельних матеріалах і вентиляторах; уточнена модель теплообміну випромінюванням з урахуванням відображення, заломлення і спектральних характеристик; розрахунок параметрів комфорту : середньої прогнозованої оцінки, допустимого числа незадоволених, среднерадиационной температури та ін.

### **SolidWorks Plastics**

Сімейство додаткових модулів по аналізу проливаемости прес-форм. Включає:

**SolidWorks Plastics Professional** — Аналіз проливаемости прес-форм з урахуванням фізичних властивостей полімерів. Аналіз заливки матеріалу. Аналіз рух потоку матеріалу. Визначення місць холодного спаю. Розподіл полів температур і тиску. Бібліотеки матеріалів.

**SolidWorks Plastics Premium** — Аналіз процесу твердіння матеріалу. Розрахунок залишкових зусиль зімкнення прес-форми. Включає функціональність SolidWorks Plastics Professional.

**SolidWorks Plastics Advanced** — Розрахунок викривлення деталі. Розрахунок деформації деталі. Розрахунок залишкової напруги. Облік усадки по лінійній моделі. Тепловий аналіз. Визначення полів температури в моделі. Розрахунок часу охолодження. Розрахунок теплової напруги. Включає функціональність SolidWorks Plastics Premium.

### **SolidWorks Electrical**

Сімейство додаткових модулів для електротехнічного проектування. Включає:

**SolidWorks Electrical Schematic** — Професійна 2D САПР електричних схем. Проектування логічних, структурних, електричних принципів схем,

блок-схем кабельних підключень, таблиць з'єднань и.т.д. з використанням поповнюваної номенклатурної бази компонентів від світових виробників радіоелектроніки. Автоматична нумерація і маркіровка компонентів проекту з оновленням в режимі реального часу. Двовимірне компонування компонентів в шафах і модулях. Створення документації і звітів на основі даних проекту. Спільна робота розробників над цифровим макетом електричної складової виробу з урахуванням змін в режимі реального часу. Можливість використати напрацювання у форматі DWG/DXF.

**SolidWorks Electrical 3D** — 3D компонування електричних шаф на основі 2D даних проекту і великої бази 3D моделей комплектуючих. Автоматичне прокладення дротів з урахуванням кабель-каналов. Автоматичне розділення прокладення кабельної системи по силових і сигнальних лініях. Розрахунок заповнюваної кабель-каналов.

**SolidWorks Electrical Professional** — включає функціональність SolidWorks Electrical Schematic і SolidWorks Electrical 3D.

### **SolidWorks Composer**

Додатковий модуль для створення електронного контенту для технічних описів і керівництва по експлуатації. Дозволяє на основі тривимірних конструкторських моделей, із застосуванням широкого спектру інструментів оформлення, створювати анімаційні ролики і ілюстративний матеріал високого розділення. Дозволяє сформувати інформативний HTML документ з підтримкою об'єктних гіперпосилань і анімованих переходів. Прямі підтримка файлів SolidWorks, CATIA, Pro/E, STEP, IGES. Представлення результатів у форматах Microsoft Office®, PDF, HTML, SVG, CGM та ін.

### **SolidWorks Inspection**

Сімейство додаткових модулів для аналізу якості виробничих виробів. Включає:

**SolidWorks Inspection.** Автоматизація перевірки першого випущеного зразка виробу на відповідність технічним умовам. Автоматичне і інтерактивне створення таблиці контролю якості деталі на основі креслення

SolidWorks. Підтримка розмірів з допусками, допусків форми і розташування поверхонь, позначень шорсткості поверхні, елементів технічних вимог креслення. Додавання в креслення посилань на елементи таблиці. Призначення вагових коефіцієнтів контрольованим параметрам. Підтримка стандартів AS9102, PPAP, ISO 13485 і інших. Експорт створених таблиць і анотованих креслень у файли Excel і PDF. Налаштування шаблонів таблиць контролю якості деталі відповідно до стандартів підприємства.

**SolidWorks Inspection Professional.** Створення таблиць контролю якості на основі креслень у форматах TIFF і PDF без використання ліцензії SolidWorks. Розпізнавання текстів, розмірів, технологічних позначень. Введення в створені таблиці результатів обміру контрольованої деталі вручну або з використанням електронних засобів виміру, пакетне введення результатів обмірів з координатно-вимірювальних машин (КИМ). Аналіз результатів обміру і складання звіту про придатність контрольованої деталі. Включає функціональність SolidWorks Inspection.

### **SolidWorks MBD**

Автоматичне управління примітками PMI в тривимірній моделі і їх структурування. Створення представлень довгомірних моделей з розривами. Створення локальних представлень моделі з урахуванням вибраних для кожного представлення орієнтації і масштабу моделі, конфігурації, використання рознесених станів, розрізів і розривів і з фільтрами видимості приміток PMI, розмірів, таблиць і текстових приміток. Публікація створеної анотованої моделі з доданими в неї елементами управління примітками PMI у форматах eDrawings і 3D PDF. Редактор шаблонів документів PDF, налаштування шаблонів відповідно до державних і галузевих стандартів і стандартів підприємства. Підтримка стандартів MIL - STD - 31000, ASME14.41, ISO 16792, DIN ISO 16792 і GB/T 24734 і інших.

### **Ліцензії для учбових закладів**

- SolidWorks School Edition
- SolidWorks CAMPUS

- SolidWorks Engineering Kit
- SolidWorks Research

### **SolidWorks School Edition**

SolidWorks Education Edition — учбовий програмний комплекс SolidWorks, призначений для забезпечення учбового процесу в школах, технікумах і коледжах. Надається мережева ліцензія місткістю до 60 учбових місць. Включає наступні модулі:

- SolidWorks Premium : Система автоматизованого проектування деталей і складок будь-якої складності і призначення; проектування виробів з урахуванням специфіки виготовлення (листовий матеріал, оснащення, зварні конструкції.); оформлення креслень по ЕСКД; експертні системи проектування; робота з даними 3D сканувань; створення інтерактивної документації; проектування трубопроводів і електроджгутів; аналіз розмірних ланцюгів; аналіз технологічності; бібліотеки стандартних виробів ГОСТ, DIN, ISO та ін.

- SolidWorks Simulation Premium : Розрахунок на міцність в лінійному і нелінійному наближенні, частотний аналіз, стійкість, втомні розрахунки, імітація падіння, теплові розрахунки. Лінійна і нелінійна динаміка систем, що деформуються. Розрахунок багатошарових композиційних оболонок. Динамічний аналіз механізмів.

- SolidWorks Flow Simulation : Газо/гідродинаміка, тепловий розрахунок, стаціонарний і нестаціонарний аналіз.

- SolidWorks Plastics Premium — Аналіз проливаемости прес-форм з урахуванням фізичних властивостей полімерів.

- SolidWorks Sustainability : Екологічна експертиза проекту.

Учбовий програмний комплекс не має яких-небудь обмежень по функціоналу по відношенню до комерційних версій. Термін дії ліцензій не обмежений.

### **SolidWorks CAMPUS**



SolidWorks CAMPUS — університетський пакет учбових ліцензій SolidWorks для одноразового оснащення ліцензійним ПО усіх підрозділів учбового закладу. Надаються безстрокові мережеві ліцензії SolidWorks на 200, 500 і 1000 учбових місць. Включає усі функції SolidWorks School Edition, а також додаткові опції по використанню SolidWorks в домашніх умовах: запозичення ліцензій на строк до 300 днів, студентські і домашні ліцензії SolidWorks, доступ до складання міжнародних іспитів на професійний сертифікат Certified SolidWorks Professional — CSWP.

### **SolidWorks Student Engineering Kit**

SolidWorks Student Engineering Kit (SEK) — студентська (домашня) ліцензія SolidWorks Premium, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation для використання студентами і викладачами в домашніх умовах. Поширюються кафедрами внаслідок актуальними версіями SolidWorks CAMPUS на 200-1000 місць. Термін дії ліцензії — 1 навчальний рік.

### **SolidWorks Research**

SolidWorks Research — пільгові комерційні ліцензії програмного комплексу SolidWorks, призначені для проведення учбовим закладом робіт по замовленнях державних підприємств, приватних компаній і різних фондів. Цей тип ліцензій — SolidWorks Research — є повним аналогом комерційних ліцензій по функціоналу і правам використання. Ліцензії Research також можуть використати малі інноваційні підприємства, засновниками яких є внаслідок.

### **Історія версій**

Минулі версії (найважливіші нововведення) :

- SolidWorks 95: Перша 3D САПР на ОС Windows. Drag & Drop. Дерево конструювання (Feature Manager).
- SolidWorks 96: Проектування механізмів і аналіз кінематики.
- SolidWorks 97: Feature Palette — бібліотека проектування.
- SolidWorks 97Plus: Підтримка інтернет-технологій при проектуванні.
- SolidWorks 98: Sketch Diagnostics — автоматичний пошук конфліктів в ескізі. Управління касательністю в елементах по перерізах і по траєкторії.

- SolidWorks 98Plus: Автосполучення. Легковагі компоненти в складках. Робота з поверхнями. Параметризація імпортованої геометрії — FeatureWorks.
- SolidWorks 99: Пошук конфліктів в рухливих складках. Тривимірні ескізи. Проектування трубопроводів. Управління структурою зборки.
- SolidWorks 2000: Поява eDrawings. Новий майстер отворів. Динамічний аналіз проміжків між рухливими компонентами.
- SolidWorks 2001: Дзеркальне відображення компонентів у зборці.
- SolidWorks 2001Plus: Проектування механізмів з урахуванням фізичної динаміки. Робота з великими складками. Засоби автоматизованої конвертації даних 2D проектувань в ті, що параметризуються 3D моделей.
- SolidWorks 2003: Експрес-розрахунок на міцність — COSMOSXPress. Інтернет-бібліотеки постачальників комплектуючих і стандартних виробів у форматі SolidWorks. Робота з багатотільними деталями. Робота з багатоконтурними ескізами. Поява базової конфігурації SolidWorks Professional.
- SolidWorks 2004: Реалістичне відображення деталей і складок в процесі проектування. Автоматична простановка позицій. Зварні конструкції. Інструменти автоматизованого створення формотворних.
- SolidWorks 2005: Об'ємний електромонтаж. Порівняння версій креслення. Автоматичне розставляння розмірів.
- SolidWorks 2006: Автокомпоненти бібліотечних деталей. Перевірка проекту.
- SolidWorks 2007: Експертні системи проекту : аналіз технологічності, КВЕ -проектирование. Зворотний інжиніринг. Free - Form моделювання.
- SolidWorks 2008: Пряме моделювання і редагування 3D. Аналіз і оптимізація розмірних ланцюгів в 3D.
- SolidWorks 2009: Інтегровані засоби підготовки даних для ІЭТР. Технологія роботи з великими проектами — SpeedPak.

- SolidWorks 2010: Екологічна експертиза проекту. Динамічний аналіз «по події». Інтелектуальні засоби образмеривання креслень.

- SolidWorks 2011: Аналіз виробу за довільними критеріями і графічна візуалізація результатів. Хмарні технології управління інженерними даними. Спеціалізовані модулі за розрахунком радіоелектронної апаратури, кліматичних і вентиляційних систем. Підтримка даних у форматі IFC для будівельних конструкцій. Віртуальна «прогулянка» по моделі. Функції автоматизованого нормоконтроля.

- SolidWorks 2012: Механізм заморожування дерева конструювання. Спеціалізована технологія роботи з особливо великими проектами. Експертна система розрахунку собівартості виробу. Управління даними об'ємного електромонтажу і EDA : E3, EPLAN.

- SolidWorks 2013: Нові типи кривих, розширені інструменти адміністрування (CAD Administration Tool), можливість читання даних нової версії у рамках попереднього реліза. Нові програмні модулі SolidWorks Plastics (повнофункціональний аналіз литва пластмас), SolidWorks Electrical (комплексне проектування і конструювання електротехнічних виробів). SWE - PDM: інтеграція с MS Project, конфігуратор виробів, імпорт довідників з довільних баз даних, нова платформа бази матеріалів.

- SolidWorks 2014: Обертання компонентів в рознесених станах, сполучення для пазів (прорізів), ординатные кутові розміри, заміна моделі у видах креслення, скруглення коніками, елементи посилення згину листової деталі, криві Безье. Спільний режим роботи CircuitWorks і SolidWorks Flow Simulation, електричні розрахунки в звітах SolidWorks Electrical, спільний режим роботи SolidWorks Plastics і SolidWorks Simulation, інтеграція SWE - PDM і Altium Designer. Нові програмні модулі: SolidWorks Plastics Advanced і SolidWorks Inspection.

- SolidWorks 2015: Асиметричні скруглення, розгортки нерозгортаних поверхонь, керований розмірами масив, ланцюгові масиви в складках, радіальне рознесення компонентів зборки, четвертні вирізи в моделі і види

моделі з розривами, зони в кресленнях, проектування коробів вентиляції. Нові переділи в Costing: литво, зварювання, 3D-печать. Treehouse — проектування структури виробу. SolidWorks MBD — 3D анотування (технології PMI). Ковзаючі сітки в SolidWorks Flow Simulation. Облік симетрії в SolidWorks Plastics. SolidWorks Simulation : перевірка самопересечений при деформації, осьова симетрія в нелінійних розрахунках.

- SolidWorks 2016: Перероблений інтерфейс під монітори надвисокого дозволу, розширена підтримка зовнішніх посилань при заміні компонента зборки, експрес-оцінка собівартості зборки, асоціативність заміток на полі креслення з пунктами технічних вимог на кресленні, анотування схем SolidWorks Electrical Schematics в eDrawings, моделювання тривимірного різьблення, двонаправлені елементи по траєкторії, SolidWorks PDM Standard — управління інженерними даними у рамках робочої групи.

## Лекція 4. «Компас»

**«Компас»** — сімейство систем автоматизованого проектування з можливостями оформлення проектної і конструкторської документації згідно із стандартами серії ЕСКД і СПДС.

Розробляється російською компанією «Аскон». Назва лінійки є акронимом від фрази «комплекс автоматизованих систем». У торгових марках використовується написання заголовними буквами: «КОМПАС». Перший випуск «Компаса» (версія 1.0) відбувся в 1989 році. Перша версія під Windows — «Компас 5.0» — вийшла в 1997 році.

### Можливості

Програми цього сімейства автоматично генерують асоціативні види тривимірних моделей (у тому числі розрізи, перерізи, місцеві розрізи, місцеві види, види по стрілці, види з розривом). Усі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі призводять до зміни зображення на кресленні.

Стандартні види автоматично будуються в проекційному зв'язку. Дані в основному написі креслення (позначення, найменування, маса) синхронізуються з даними з тривимірної моделі. Є можливість зв'язку тривимірних моделей і креслень із специфікаціями, тобто при «належному» проектуванні специфікація може бути отримана автоматично; крім того, зміни в кресленні або моделі передаватимуться в специфікацію, і навпаки.

### Варіанти

«Компас» випускається в декількох редакціях: »Компас-графік«, »Компас-СПДС«, »Компас-3D«, »Компас - 3D LT«, »Компас - 3D Home«[1]. »Компас-графік« може використовуватися і як повністю інтегрований в »Компас-3D« модуль роботи з кресленнями і ескізами, і в якості самостійного продукту, що надає засоби рішення завдань 2D-проектирования і випуску документації. »Компас - 3D LT« і »Компас - 3D Home« призначені для некомерційного використання, »Компас-3D« без спеціалізованої ліцензії

не дозволяє відкривати файли, створені в цих програмах. Така спеціалізована ліцензія надається тільки учбовим закладам.

### **Комерційні версії**

#### **«Компас-3D»**

Система «Компас-3D» призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей (у тому числі, деталей, що формуються з листового матеріалу шляхом його гнучкі[2]) і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко отримувати моделі типових виробів на основі проєктованого раніше прототипу. Численні сервісні функції полегшують рішення допоміжних завдань проєктування і обслуговування виробництва.

Система «Компас-3D» включає наступні компоненти: система тривимірного твердотілого моделювання, універсальна система автоматизованого проєктування «Компас-графік» і модуль формування специфікацій. Ключовою особливістю «Компас-3D» є використання власного математичного ядра і параметричних технологій.

#### **«Компас-графік»**

Креслення, виконане в САПР «Компас-графік» і експортований у формат SVG

Система «Компас-графік» входить до складу «Компас-3D» і призначена для автоматизації проєктно-конструкторських робіт в різних галузях діяльності (машинобудування, архітектура, будівництво) при створенні креслень окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи, схем, специфікацій, таблиць, інструкцій, розрахунково-пояснювальних записок, технічних умов, текстових і інших документів.

#### **«Компас-будівельник»**

Система «Компас-будівельник» призначена для автоматизації проектно-конструкторських робіт у будівельній галузі. Вона дозволяє створювати робочу документацію згідно із стандартами СПДС.

### **Некомерційні версії**

Файли, створені або відредаговані в некомерційних версіях, мають спеціальний тип і їх можна відкривати тільки в «Компас - 3D LT», «Компас - 3D Home», «Учбовій версії »Компас - 3D«» і в учбових комплектах вnz. При цьому на роздруковуваних кресленнях ставиться позначка «Не для комерційного використання».

#### **«Компас-3D LT»**

Система «Компас - 3D LT» є безкоштовною спрощеною версією «Компас-3D» (без можливості моделювання складок) і призначена для використання в школах, кухлях, а також в особистих освітніх цілях[3]. До її складу, окрім спрощеної версії «Компас-3D», також входить система автоматизованого проектування «Компас-графік».

#### **«Компас-3D Home»**

Випущена в 2011 році безкоштовна система «Компас - 3D Home» призначена для використання в домашніх і освітніх цілях[4]. До складу системи за станом на 2013 рік входило понад 50 застосувань для машинобудування, приладобудування і будівництва[4]. У постачання з системою «Компас - 3D Home» входить вбудований в неї інтерактивний навчальний посібник «Азбука КОМПАС» з уроками по освоєнню 3D-технологии[4]. Функціонально «Компас - 3D Home» відрізняється від «Компас-3D» відсутністю деяких бібліотек і додатків.

#### **«Учбова версія «Компас - 3D»»**

Система «Учбова версія »Компас - 3D«», що є повнофункціональною безкоштовною версією «Компас-3D», призначена для використання школярами, студентами і аспірантами на домашніх комп'ютерах в учбових цілях, доступна для завантаження після реєстрації на сайті освітньої програми Аскон[3]. Використання в освітньому процесі в учбових закладах

не передбачене. Функціонально «Учебна версія »Компас - 3D«» нічим не відрізняється від професійної і має повний комплект бібліотек і додатків.

### Порівняння продуктів

За станом на 2011 рік на сайті компанії «Аскон» заявлені, зокрема, наступні відмітні особливості представників сімейства «Компас»:

Функція	«Компас-графік»	«Компас-СПДС»	«Компас-3D»	«Компас-3D LT»	«Компас-3D Home»
Можливість комерційного використання	Так	Так	Так	Ні	Ні
Створення креслень будь-якої складності	Так	Так	Так	Так	Так
Тривимірне моделювання деталей	Ні	Ні	Так	Так	Так
Тривимірне моделювання складок	Ні	Ні	Так	Ні	Так
Поверхневе моделювання	Ні	Ні	Так	Так	Так
Створення текстових документів	Так	Так	Так	Ні	Так
Створення специфікацій	Так	Ні	Так	Ні	Так
Імпорт DXF і DWG	Так	Так	Так	Так	Так
Імпорт 3D-форматов	Ні	Ні	Так	З обмеженнями	Так
Експорт документів в інші системи	Так	Так	Так	Ні	З обмеженнями



## Лекція 5. Графічний призначений для користувача інтерфейс. Основні поняття і принципи роботи системи AutoCAD

Для користувачів, що звикли до стандарту Windows і тільки початкуючих освоювати AutoCAD, його інтерфейс буде знайомим. Користувачам, знайомим із стандартним Windows -інтерфейсом і попередніми версіями системи, короткий опис основних можливостей елементів інтерфейсу буде цілком досить, щоб успішно їм користуватися.

Отже, після того, як ви завантажили систему, у вас на екрані з'явиться графічне вікно AutoCAD (рис.1). На екрані можна виділити чотири функціональні зони:

- робоча графічна зона, безпосередньо в якій і відбувається створення креслення;
- системне меню і панелі інструментів;
- командний рядок;
- рядок стану.

### Креслення в системі AutoCAD

Креслення в системі AutoCAD — це файл, що містить опис графічної і іншій інформації в спеціальному форматі (.DWG). AutoCAD має формат файлу креслення, повністю сумісний з файлами, створеними в **попередніх версіях**, тому усі застосування, написані для цих програм, підтримуються новою версією AutoCAD без обмежень.

В процесі роботи над кресленням він тимчасово зберігається в оперативній пам'яті комп'ютера. Тривале зберігання креслень здійснюється на жорсткому або гнучкому дисках.

Для роботи з файлами система має звичайні можливості додатків *Windows* : меню File і відповідні кнопки стандартної панелі інструментів. У меню File знаходяться команди, що дозволяють зберегти креслення, викликати існуюче креслення для редагування, закрити креслення.

- ✓ **New** — почати нове креслення;
- ✓ **Open** — відкрити існуюче креслення;

- ✓ **Close** — закрити поточне креслення;
- ✓ **Partial Load** — відкрити іншу частину завантаженого креслення (команда доступна тільки у разі часткового відкриття креслення);
- ✓ **Save** — зберегти поточне креслення;
- ✓ **Save As** — зберегти поточне креслення під іншим ім'ям.

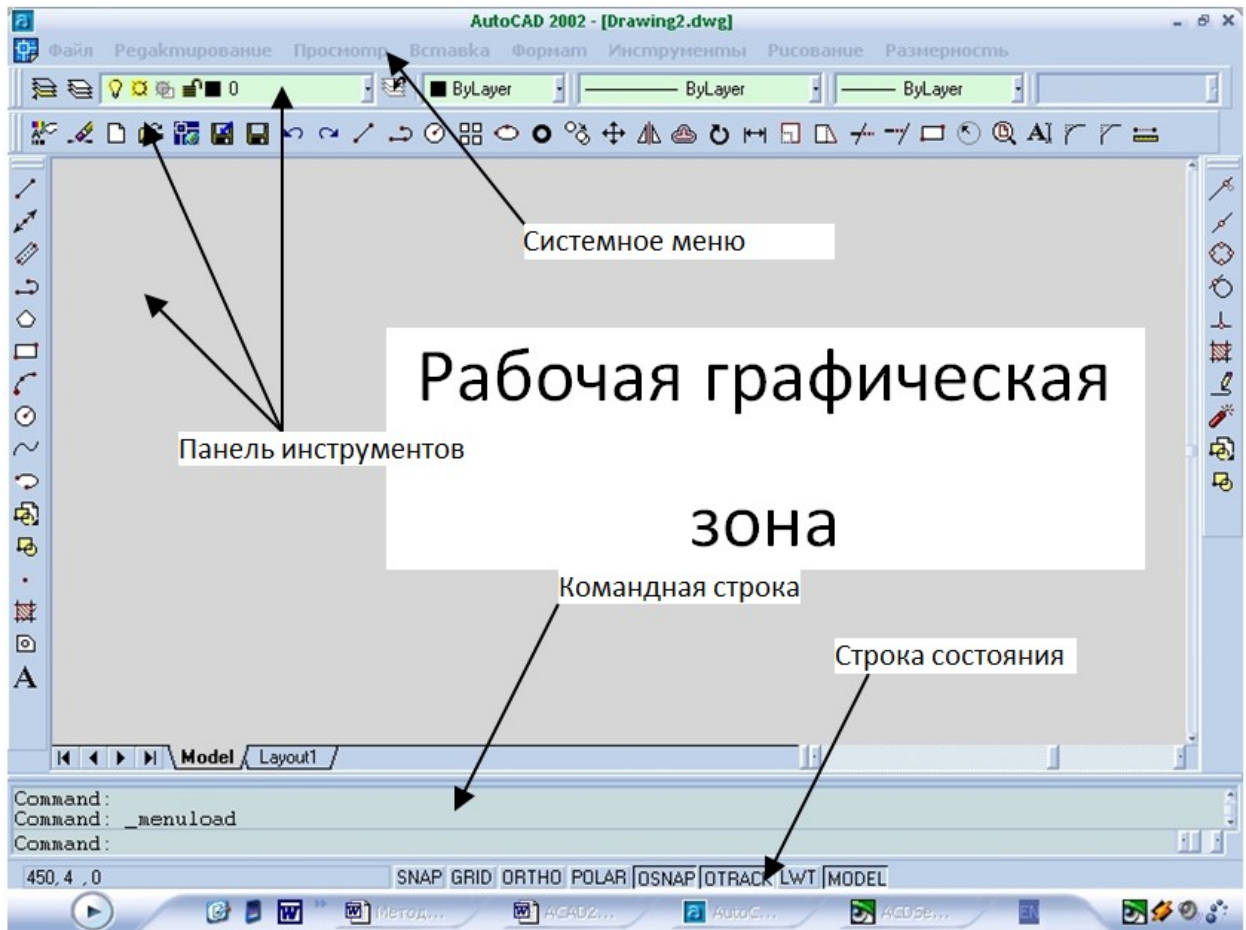


Рисунок 1. Рабочий экран AutoCAD .

Для збереження файлу креслення на жорсткому диску необхідно виконати наступні дії:

- ✓ клацнути на пункт е File в рядку заголовків меню головного вікна AutoCAD;
- ✓ клацнути на пункт е Save меню File;
- ✓ вибрати в діалоговому вікні Save Drawing As, що відкрилося, теку для зберігання файлу креслення;
- ✓ ввести ім'я файлу (без розширення);

- ✓ клацнути на кнопці Save.

Ім'я файлу може мати довжину до 255 символів, включаючи пропуски. У нім можна використати прописні і рядкові букви, цифри і спеціальні символи : дефіс, підкреслення і знак оклику.

Забороняється використати наступні символи:

- ✓ зірочка;
- ✓ двокрапка;
- ✓ крапка з комою;
- ✓ знак питання;
- ✓ символи похилої риси (прямий і зворотний);
- ✓ лапки;
- ✓ знаки «більші» і «менші».

Точки допустимі тільки в якості роздільника між ім'ям і розширенням файлу.

За умовчанням файли креслень записуються в кореневий каталог системи AutoCAD. Таке зберігання украй незручно і небезпечно: можна помилково разом з непотрібними файлами креслень видалити важливі системні файли. Ми рекомендуємо використати для зберігання креслень окремі теки і ретельно продумати їх структуру. Для створення нової теки в процесі збереження креслення (діалогове вікно Save Drawing As) необхідно натиснути праву кнопку миші, потім вибрати в контекстному меню пункт **С** Створити і Тека.

*Панель інструментів* (Рис. 1) — це елемент інтерфейсу AutoCAD, набір значків (піктограм) групи подібних команд, оформлених у вигляді кнопок, що є. Щоб значок був зрозуміліший, при затримці на нім покажчика миші з'являється спливаюче вікно, що містить ім'я відповідної команди AutoCAD. Одночасно утримуване рядки стану (нижній рядок екрану) замінюється коротким описом призначення команди, у кінці якого показано ім'я цієї ж команди для введення з клавіатури.

Деякі з кнопок панелей інструментів мають в правому нижньому кутку маленький трикутник, що означає інструментальну панель, що розкривається, містить додаткові інструменти. Для доступу до цих додаткових кнопок необхідно натиснути ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, вибрати на панелі, що розкрилася, необхідний значок.

Зазвичай при запуску програми AutoCAD на екран монітора виводяться чотири панелі інструментів : **STANDARD TOOLBAR, OBJECT PROPERTIES, DRAW і MODIFY** . Окрім згаданих панелей інструментів програма AutoCAD має в розпорядженні велику кількість інших панелей, перелік яких приведений в списку Toolbars діалогового вікна Customize (всього 26 панелей). Для того, щоб відкрити потрібну панель інструментів, користувач може скористатися одним з трьох способів.

4. Клацнути правою кнопкою миші на полі будь-якої раніше відкритої панелі. При цьому на екрані монітора з'явиться список існуючих панелей інструментів, склад якого визначається поточною групою меню. Інструментальні панелі, вже присутні в головному вікні AutoCAD, відмічені в списку галочками. Щоб відкрити нову панель інструментів, досить клацанням миші відмітити її в списку.

5. Відкрити випадне меню View і вибрати позицію Toolbars. У діалоговому вікні Customize, що відкрилося, вибрати вкладку Toolbars. Щоб відкрити нову панель інструментів, досить встановити прапорець у відповідному рядку списку.

6. Ввести команду TOOLBAR, яка відкриває діалогове вікно Customize.

Будь-яку активну панель інструментів можна переміщати по робочому полю і, крім того, система AutoCAD дозволяє змінювати форму панелі. У стандартному положенні, коли панель інструментів закріплена у позиції уздовж верхньої, нижньої або бічної сторін екрану, вона не має рядка заголовка. Для зміни місця розташування такої панелі на робочому полі необхідно:

- перемістити покажчик миші на край панелі так, щоб він змінив форму і жоден значок при цьому не був би вибраний;

- натиснути ліву кнопку миші (при цьому з'явиться сірий прямокутник) і, не відпускаючи її, перемістити покажчик в нове положення на робочому полі;

- відпустити кнопку, щоб зафіксувати нове положення панелі.

Для переміщення панелі інструментів в стандартне положення треба перемістити курсор на заголовок панелі, натиснути ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перетягнути панель до краю вікна програми AutoCAD.

При нестандартному положенні панелі інструментів можлива зміна її форми. Для цього необхідно:

- встановити покажчик миші на нижню або верхню межу панелі (форма покажчика зміниться, він перетвориться на двонаправлену стрілку);

- натиснути ліву кнопку миші (при цьому з'явиться сірий прямокутник) і, не відпускаючи її, перемістити покажчик вниз або вгору, домагаючись необхідної форми прямокутника;

- відпустити кнопку, щоб зафіксувати нову форму панелі.

Метод доступу до команд з використанням панелей інструментів є найпростішим і таким, що легко запам'ятовується. Він може бути рекомендований як для новачків, так і для досвідчених користувачів. Важливою перевагою цього методу, стосовно системи AutoCAD, являється можливість здійснювати індивідуальне налаштування панелей за допомогою діалогового вікна Customize (рис. 1.15). Вікно відкривається командою TOOLBAR. Цю ж команду містить меню View.

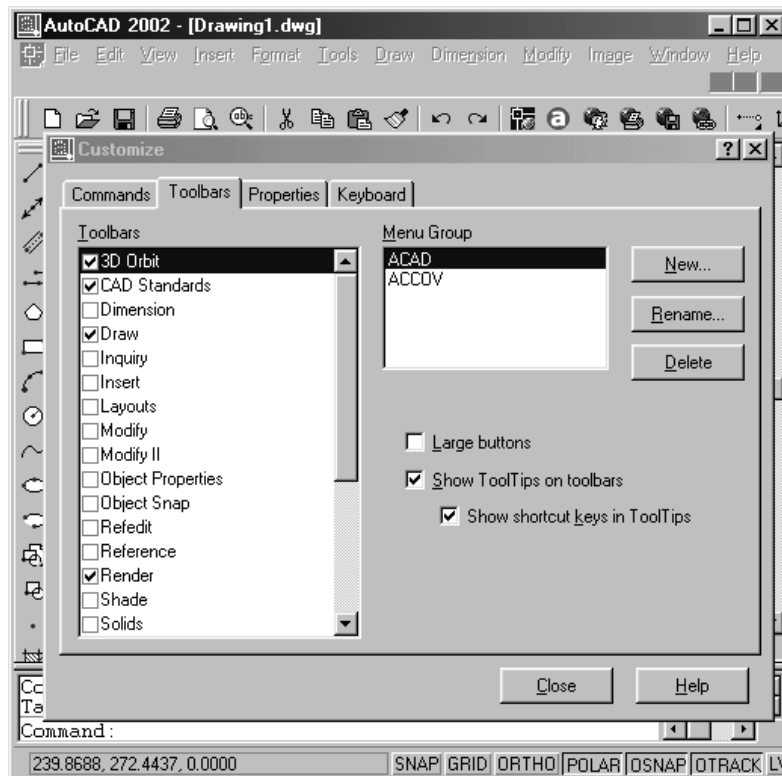


Рисунок 2. Налаштування панелей інструментів

Діалогове вікно **Customize** можна також відкрити з контекстного меню. Для цього необхідно помістити покажчик миші в область будь-якої інструментальної панелі і натиснути праву кнопку миші, а потім в контекстному меню, що відкрилося, вибрати пункт **Customize**.

Діалогове вікно **Customize** управляє виведенням панелей інструментів на робоче поле AutoCAD, дозволяє здійснювати налаштування існуючих панелей, створювати нові і видаляти непотрібні панелі інструментів.

Вікно містить чотири вкладки: **Commands**, **Toolbars**, **Properties** і **Keyboard**.

Вкладка **Toolbars**

Вкладка **Toolbars** (рис. 1.15) дозволяє управляти видимістю панелей інструментів в головному вікні AutoCAD, а також дозволяє створювати, перейменовувати і видаляти панелі інструментів.

Вкладка містить два прості списки, три кнопки для створення, перейменування і видалення інструментальних панелей і три кнопки вибору.

- Список **Toolbars** містить перелік панелей інструментів, приведений нижче.

- Панель **3D Orbit** містить команди, що дозволяють управляти переглядом об'єктів в тривимірному просторі.

- Панель **CAD Standards** містить команди, що забезпечують відповідність креслень прийнятим правилам оформлення (перевірка параметрів шарів, розмірних і текстових стилів, типів ліній і т. д.).

- Панель **Dimension** містить команди, використовувані для нанесення розмірів на кресленнях.

- Панель **Draw** містить команди, використовувані для викреслювання примітивів AutoCAD.

- Панель **Inquiry** містить команди, використовувані для наведення довідок про існуючі об'єкти AutoCAD (довжина, площа, маса, координати точок).

- Панель **Insert** містить команди, використовувані для вставки в поточне креслення блоків, зовнішніх посилань, растрових зображень і, - об'єктів *OLE*.

- Панель **Layouts** містить команди, використовувані для створення нових компонувань простору листа.

- Панель **Modify** містить команди, використовувані для редагування існуючих об'єктів.

- Панель **Modify II** містить команди, використовувані для редагування складних об'єктів.

- Панель **Object Properties** містить команди, використовувані для зміни властивостей об'єктів.

- Панель **Object Snap** містить команди, використовувані для вибору і налаштування режимів об'єктної прив'язки.

- Панель **Refedit** містить команди, використовувані для редагування блоків і зовнішніх посилань.

- Панель **Reference** містить команди, використовувані для управління зовнішніми посиланнями і растровими зображеннями.

- Панель **Render** містить команди, використовувані для створення реалістичних зображень тривимірних моделей.
- Панель **Shade** містить команди, використовувані для виконання розфарбовування тривимірних моделей.
- Панель **Solids** містить команди, використовувані для створення твердотілих об'єктів.
- Панель **Solids Editing** містить команди, використовувані для редагування твердотілих об'єктів.
- Панель **Standard Toolbar** містить команди, використовувані для управління зображенням на екрані, найчастіше вживані команди редагування об'єктів і стандартні засоби додатків *Windows*.
- Панель **Surfaces** містить команди, використовувані для створення тривимірних поверхонь.
- Панель **Text** містить команди, використовувані для створення і редагування текстів.
- Панель **UCS** містить команди, використовувані для завдання робочої площини.
- Панель **UCS II** містить команди, використовувані для роботи з іменованими і стандартними робітниками площинами.
- Панель **View** містить команди, використовувані для вибору стандартних основних видів виробу.
- Панель **Viewports** містить команди, використовувані для створення і розміщення видових екранів.
- Панель **WEB** містить команди, використовувані для роботи з Інтернетом.
- Панель **Zoom** містить команди, використовувані для зміни розмірів поточного виду.

Щоб включити (відобразити в головному вікні AutoCAD) панель інструментів, необхідно встановити прапорець зліва від її імені. Поява



галочки вказує, що панель інструментів включена. Для виключення панелі інструментів досить клацнути мишею на встановленому прапорці.

- Список **Menu Group** містить імена усіх завантажених командою MENULOAD меню, яким належать відповідні панелі інструментів. Якщо необхідно працювати з інструментальними панелями, які не пов'язані із стандартним меню Acad, то заздалегідь треба вибрати ім'я потрібного меню зі списку Menu Group.

- Кнопка **New** відкриває діалогове вікно New Toolbar для створення нової порожньої панелі інструментів; у вікні можна вказати ім'я панелі і визначити її приналежність якій-небудь групі меню.

- Кнопка **Rename** відкриває діалогове вікно Rename Toolbar, де можна змінити ім'я панелі інструментів, заздалегідь виділеною в списку Toolbars.

- Кнопка **Delete** дозволяє видалити панель інструментів, відмічену в списку Toolbars.

- Прапорець **Large Buttons** дозволяє використання великих кнопок в панелях інструментів. За умовчанням кнопки маленькі.

- Прапорець **Show ToolTips** управляє появою спливаючого вікна, в якому міститься ім'я команди такою, що відповідає значку кнопки, при переміщенні курсора поверх кнопок на інструментальній панелі. За умовчанням спливаюче вікно відображається.

- Прапорець **Show Shortcut Keys in Tooltip** дозволяє відображення в спливаючому вікні, що містить ім'я команди, додатковій інформації про комбінацію «швидких клавіш», що служить для виклику цієї команди. За умовчанням додаткова інформація відображається.

#### Вкладка Commands

Вкладка **Commands** (рис. 1.16) дозволяє додавати і видаляти кнопки на існуючих панелях інструментів, а також дозволяє створювати нові панелі інструментів.

Вкладка містить інформаційне поле, два прості списки і одну кнопку-перемикач.

- Список **Categories** містить перелік випадних меню AutoCAD, кожне з яких пов'язане з відповідною групою команд, імена і піктограми яких відображаються в сусідньому списку. Крім того, тут можна вибрати для відображення в списку **Commands** команди, пов'язані тільки з інструментальними засобами користувача, або команди, пов'язані з випадними панелями інструментів, або, нарешті, вибрати усі команди.

- Список **Commands** містить групу команд, що відповідають вибраною в списку **Categories** позиції.

- Кнопка-перемикач **Show Image and Name** дозволяє або забороняє відображати в списку **Commands** одночасно піктограму і ім'я команди.

- Інформаційне поле **Description** відображає коротку інформацію про призначення команди і ім'я команди для введення в командному рядку. Така ж довідкова інформація відображається в рядку стану, при переміщенні курсора поверх кнопок на інструментальній панелі. Відмітимо, що ім'я команди, що відповідає значку кнопки інструментальної панелі, і ім'я команди Для введення в командному рядку можуть розрізнятися.

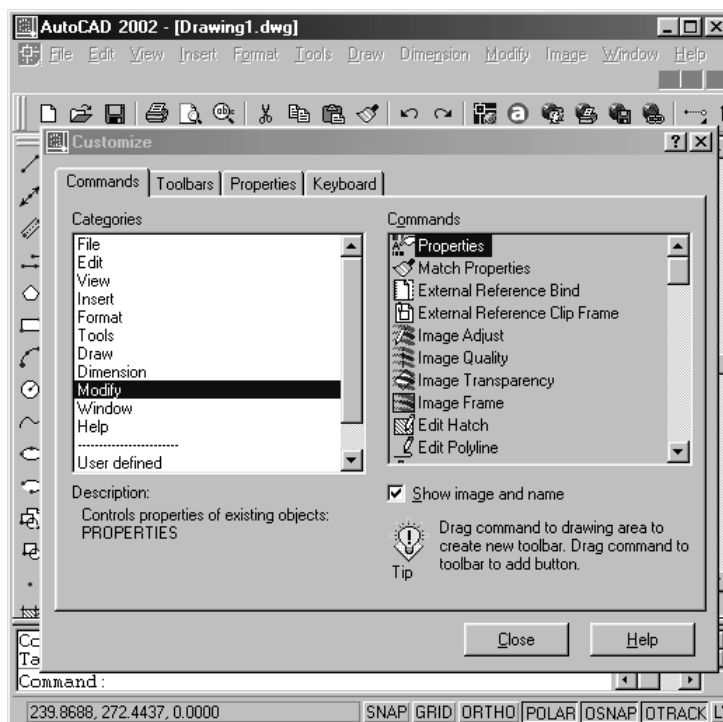


Рисунок 3. Вкладка **Commands** - засіб модифікації і створення панелей інструментів

## Лекція 6. Вкладка Properties

Вкладка Properties дозволяє редагувати властивості інструментів і змінювати зображення піктограм, що представляють ці інструменти на інструментальній панелі. Залежно від вибору інструменту — кнопка або випадна панель — система відкриває різні діалогові вікна: Button Properties або Flyout Properties.

Діалогове вікно **Button Properties** (рис. 4) містить панель і три поля введення.

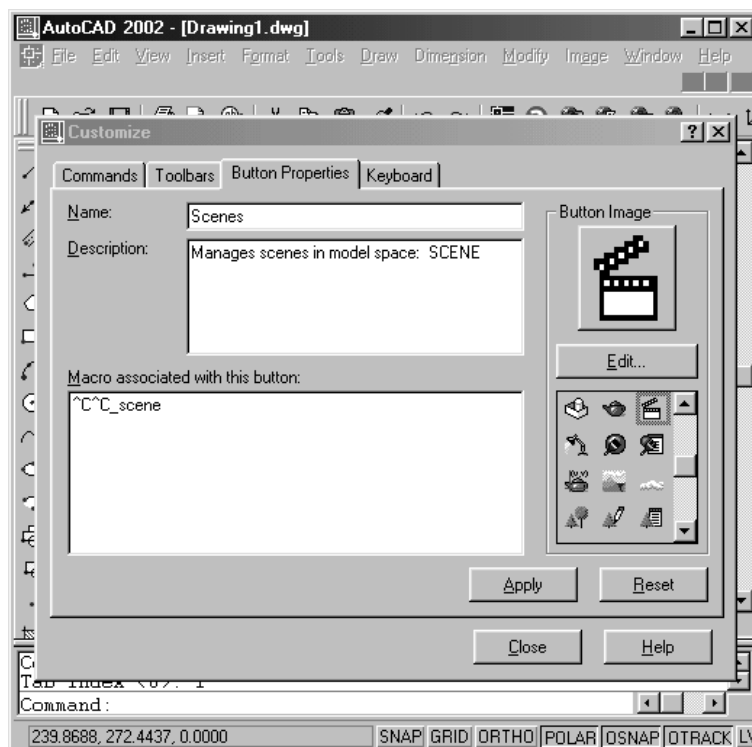


Рисунок 4. Діалогове вікно Button Properties - засіб модифікації кнопок панелей інструментів

- Полі введення **Name** містить назву вибраної кнопки. Користувач може призначити іншу назву кнопки, надруквавши нове ім'я у вікні введення, або скористатися для введення доступним контекстним меню.

- Полі введення **Description** містить коротку інформацію про призначення команди, пов'язаної з вибраною кнопкою. Тут же, як правило, вказується ім'я команди для введення в командному рядку. Приведена у вікні інформація відображається в рядку стану при переміщенні курсора поверх

кнопок на інструментальній панелі. Користувач може змінити зміст довідки, надрукувавши новий опис у вікні введення, або скористатися для введення доступним контекстним меню.

- Полі введення **Macro Associated with This Button** містить макрос (макрос — це послідовність команд, згрупованих разом для прискорення і спрощення часто виконуваних операцій) вибраної кнопки. Користувач може змінити макрос, безпосередньо надрукувавши нові команди або вираження на мові AutoLisp у вікні введення, або скористатися для введення доступним контекстним меню.

Швидкість і легкість редагування існуючих панелей інструментів за допомогою засобів діалогового вікна **Customize** часто викликає у початкуючих користувачів бажання модифікувати стандартні панелі інструментів. Ми не рекомендуємо змінювати стандартні панелі. Якщо потрібне індивідуальне налаштування, то слід створювати і використати власні панелі інструментів.

Щоб створити нову панель, треба виконати наступні дії:

- клацнути правою кнопкою миші на будь-якій панелі інструментів, відображеній на робочому полі;
- клацнути в контекстному меню, що відкрилося, на кнопці **Customize**;
- вибрати в діалоговому вікні **Customize**, що відкрилося, вкладку **Toolbars** і клацнути на кнопці **New**;
- ввести в текстовому полі **Toolbar Name** діалогового вікна **New Toolbar** ім'я нової панелі інструментів;
- вибрати в списку **Menu Group**, що розкривається, групу меню для нової панелі інструментів;
- клацнути на кнопці **OK** діалогового вікна **New Toolbar** (ім'я нової панелі з'явиться в списку існуючих панелей інструментів **Toolbars** і одночасно на екрані монітора з'явиться порожня нова панель).

Щоб створити нову випадну панель, треба виконати наступні дії:

- клацнути правою кнопкою миші на будь-якій панелі інструментів, відображеній на робочому полі;

- клацнути в контекстному меню, що відкрилося, на кнопці **Customize**;

- вибрати в діалоговому вікні **Customize**, що відкрилося, вкладку **Commands**;

- вибрати в списку **Categories** пункт **User defined** (вікно списку **Commands** відобразить піктограми і імена команд, пов'язаних з вибраною позицією);

- вибрати у вікні списку **Commands** піктограму **User Defined Flyout** (опис призначення вибраної команди з'явиться в нижній частині діалогового вікна);

- перетягнути вибраний значок в робочу зону головного вікна AutoCAD, утримуючи натиснутою ліву кнопку миші (з'явиться нова порожня випадна панель інструментів);

- вибрати в діалоговому вікні **Customize** вкладку **Toolbars**;

- вибрати зі списку **Toolbars** назву нової панелі (за умовчанням **Toolbar 1**) і клацнути на кнопці **Rename**;

- ввести в текстовому полі **Toolbar Name** діалогового вікна **Rename Toolbar** потрібне ім'я нової панелі інструментів;

- клацнути на кнопці **OK** діалогового вікна **Rename Toolbar**;

- клацнути на піктограмі нової випадної панелі правою кнопкою миші і в контекстному меню, що відкрилося, вибрати **Properties**;

- вибрати в списку **Toolbar Associated with This. Flyout** вкладки **Flyout Properties** панель інструментів, яка повинна з'являтися при клацанні на піктограмі нової панелі;

- клацнути на кнопці **Apply**;

- закрити діалогове вікно **Customize**.

Створити нову панель можна також за допомогою засобів вкладки **Commands**, для чого досить перемістити будь-яку піктограму з вікна списку

**Commands** в головне вікно AutoCAD (нова панель в цьому випадку не порожня).

Додати інструменти на створену панель можна з вкладки **Commands** або перемістити їх з іншої, відображеної на екрані монітора панелі інструментів.

Порядок роботи з вкладкою **Commands** наступний:

- вибрати в діалоговому вікні **Customize вкладку Commands;**
- вибрати в списку **Categories** потрібну позицію (вікно списку **Commands** відобразить піктограми і імена команд, пов'язаних з вибраною позицією);
- вибрати у вікні списку **Commands** потрібну піктограму (опис призначення вибраної команди з'явиться в нижній частині діалогового вікна);
- перетягнути вибраний значок на нову панель інструментів, утримуючи натиснутою ліву кнопку миші;
- після того, як нова панель інструментів сформована остаточно, закрити діалогове вікно **Customize.**

При переміщенні кнопки з однієї панелі інструментів на іншу панель, рекомендується виконувати копіювання значків (зміст інструментальної панелі — джерела при цьому не зміниться). Послідовність дій в цьому випадку наступна:

- відкрити діалогове вікно **Customize;**
- перетягнути потрібний значок із стандартної панелі інструментів на нову, утримуючи при цьому натиснутою клавішу CTRL;
- закрити діалогове вікно *Customize.*

Щоб видалити команду з інструментальної панелі, необхідно виконати наступні дії:

- відкрити діалогове вікно **Customize;**
- перетягнути непотрібний значок з панелі інструментів в робочу зону головного вікна **AutoCAD;**
- закрити діалогове вікно **Customize.**

Таким чином, користувач отримує потужний інструмент для створення будь-яких власних панелей при виконанні поточних завдань проектування : можна створити панель, що містить значки команд створення робочого середовища; можна створити панель, що містить значки команд креслення і редагування або будь-яку іншу панель.

*Рядок заголовка* містить значок пакету AutoCAD , назва поточного креслення і кнопки управління вікном. Вибір значка призводить до появи системного меню управління вікном, за допомогою якого можна згорнути вікно до мінімального розміру, відновити його до попереднього розміру або розгорнути вікно до максимального розміру, також можна змінювати розміри вікна і переміщати його на екрані монітора. Кнопки управління вікном, рядки заголовка, що знаходяться в правій частині, дублюють, в основному, системне меню.

*Рядок випадних меню* (другий рядок згори) містить назви меню, в яких за функціональною ознакою згруповані часто використовувані команди AutoCAD. Команди в таких меню можуть розташовуватися на декількох рівнях (відмітна ознака — суцільний трикутник у кінці рядка з ім'ям команди). Якщо за ім'ям команди йде багатокрапка, це означає, що параметри команди визначаються в діалоговому вікні. Зазвичай в рядку меню зліва направо вказуються назви наступних випадних меню.

- Меню **File** містить набір команд, розділений на наступні групи :
  - команди завантаження файлів креслень;
  - команди збереження файлів креслень;
  - команди для налаштування і управління виведенням креслення на графічний пристрій;
  - команди перевірки і відновлення графічної бази даних креслення;
  - список файлів креслень, які були відкриті останніми;
  - команда виходу з головного вікна AutoCAD і припинення роботи з системою.
- Меню **Edit** містить набір команд, розділений на наступні групи :

- команди відміни помилкових дій користувача під час поточного сеансу роботи з графічним редактором AutoCAD;

- команди переміщення вибраних об'єктів креслення у буфер обміну *Windows* і вставки утримуваного буфера обміну в активне креслення;

- команди очищення поточного креслення від усіх об'єктів;

- команда для управління існуючими OLE -об'єктами;

- команда для пошуку і заміни тексту, що міститься в кресленні.

- Меню **View** містить набір команд, розділений на наступні групи :

- команди оновлення і регенерації екрану;

- команди управління зображенням на екрані монітора;

- команди для роботи з видами і видовими екранами;

- команди для динамічної і фотореалістичної візуалізації;

- команди управління відображенням піктограми поточної системи координат, дисплеєм і інструментальними панелями.

- Меню **Insert** містить набір команд, розділений на наступні групи :

- команди вставки блоків, зовнішніх посилань і растрових зображень;

- команди створення нових компонувань простору листа;

- команди для імпорту в креслення об'єктів інших додатків *Windows*;

- команди управління зовнішніми посиланнями і растровими зображеннями;

- команда створення гіперпосилання.

- Меню **Format** містить набір команд, розділений на наступні групи :

- команди управління шарами, типом ліній, їх товщиною і кольором;

- команди управління розмірним і текстовим стилями, стилем плоттера, стилем мультилінії і видом маркера точки;

- команди вибору одиниць виміру лінійних і кутових величин на кресленні і меж креслення;

- команда, що дозволяє перейменовувати іменовані об'єкти креслення.

- Меню **Tools** містить великий набір команд, розділений на наступні групи :



- команди для спільної роботи у рамках локальної мережі або з використанням Інтернету і набору інструментів, що забезпечують відповідність прийнятим правилам оформлення креслень;

- команди дозволяють здійснювати переклад тексту, отримувати різного роду довідкову інформацію і здійснювати швидкий вибір об'єктів креслення;

- команди витягання атрибутів в текстовий файл, редагування властивостей об'єктів, включення засобу AutoCAD Designer Center і підключення зовнішніх баз даних;

- команди завантаження додатків, пакетних файлів і засобів програмування Visual Basic або AutoLisp;

- команди перегляду і збереження растрових зображень;

- команди створення і управління призначеними для користувача системами координат;

- команди налаштування процесу отримання копії креслення за допомогою спеціальних майстрів, налаштування засобів креслення, управління планшетом, адаптації меню, панелей інструментів і «швидких клавіш», налаштування системного середовища.

- Меню **Draw** містить набір команд розділений на наступні групи:

- команди для викреслювання відрізків прямих ліній різного типу і спеціальних ліній;

- команди для викреслювання ліній, що містять прямолінійні і дугові сегменти, а також прямокутників і правильних багатокутників;

- команди для викреслювання раціональних B-сплайнов, кіл, еліпсів і їх дуг;

- команди створення блоків і точок;

- команди нанесення штрихувань і створення замкнутих контурів і областей;

- команди нанесення текстів;

- команди створення поверхневих і твердотілих моделей об'єктів.

- Меню **Dimension** містить набір команд, розділений на наступні групи :

- команда швидкого нанесення розмірів;
- команди нанесення лінійних розмірів;
- команди нанесення кутових розмірів, розмірів радіусу і діаметру;
- команди нанесення розмірів від однієї бази і ланцюжка розмірів;
- команди нанесення допусків відхилення від форми і розташування поверхонь;

- команди редагування положення розмірного тексту;
- команди редагування розмірів і розмірного стилю.

- Меню **Modify** містить набір команд, розділений на наступні групи :

- команди редагування об'єктів і їх властивостей;
- команди редагування блоків і зовнішніх посилань;
- команди видалення і копіювання об'єктів;
- команди переміщення, повороту і зміни розмірів об'єктів;
- команди для обрізання об'єктів по вибраній кромці або їх подовження до заданих меж, розділення об'єкту на дві частини, команди виконання фасок і закруглень;

- команди редагування тривимірних об'єктів;
- команда руйнування складених об'єктів на прості об'єкти.

- Меню **Windows** містить засоби управління вікнами при роботі у багатовіконному режимі.

- Меню **Help** містить засоби довідкової системи AutoCAD.

Інструментальні панелі **Standard Toolbar, Object Properties, Draw і Modify**, як правило, постійно присутні в головному вікні при роботі з пакетом, містять інструменти, що відповідають найчастіше використовуваним командам AutoCAD. Вони представляють користувачеві зручний засіб для швидкого виконання команд і процедур. Для того, щоб виконати команду, представлену на панелі інструментів відповідною кнопкою, досить клацнути мишею на цій кнопці. Як уже згадувалося, програма AutoCAD має в розпорядженні велику кількість інших панелей, перелік яких приведений в списку Toolbars діалогового вікна Customize.

Панелі інструментів **Standard Toolbar** і **Object Properties** розташовуються під рядком випадних меню.

Панель **Standard Toolbar** в пакеті **AutoCAD** виконана аналогічно подібним елементам інших сучасних додатків *Windows*. Це зручно, тому що базові інструменти розташовуються в звичних місцях і позначаються стандартними значками. Коротка інформація про призначення окремих кнопок цієї панелі, перерахованих зліва направо, приведена нижче.

- Кнопка **New** дозволяє відкрити новий файл креслення.
- Кнопка **Open** дозволяє відкрити існуючий файл креслення.
- Кнопка **Save** забезпечує швидке збереження файлу креслення без виходу з графічного редактора.
- Кнопка **Plot** дозволяє вивести креслення на плоттер (принтер) або у файл для подальшого отримання твердої копії креслення.
- Кнопка **Plot Preview** забезпечує попередній перегляд креслення на екрані монітора перед виведенням його на плоттер або принтер для отримання твердої копії.
- Кнопка **Find and Replace** дозволяє здійснити пошук і заміну символів в текстових фрагментах поточного креслення.
- Кнопка **Cut to Clipboard** дозволяє скопіювати заздалегідь вказані об'єкти креслення у буфер обміну *Windows* і видалити їх з поточного креслення.
- Кнопка **Copy to Clipboard** дозволяє скопіювати заздалегідь вказані об'єкти креслення у буфер обміну *Windows*.
- Кнопка **Paste from Clipboard** дозволяє вставити вміст буфера обміну *Windows* в поточне креслення.
- Кнопка **Match Properties** дозволяє присвоїти властивості вказаного об'єкту креслення іншому об'єкту.
- Кнопка **Undo** дозволяє відмінити останню виконану дію.
- Кнопка **Redo** дозволяє відновити зміни, зроблені попередньою командою **Undo**.

Розглянуті кнопки ідентичні інструментам більшості додатків *Windows*, наприклад, усіх програмних продуктів Microsoft Office. Призначення інших кнопок панелі Standard Toolbar наводиться нижче.

- Кнопка **TODAY** дозволяє відкрити діалогове вікно AutoCAD TODAY.
- Кнопка **Autodesk Point A** дозволяє приєднатися під час сеансу роботи до сайтів фірми Autodesk і інших сайтів Інтернету.
- Кнопка **Meet Now** дозволяє спільну роботу над проектом по мережі.
- Кнопка **Publish to WEB** дозволяє відкрити однойменне діалогове вікно, за допомогою якого можна публікувати проект в Інтернеті.
- Кнопка **eTransmit** дозволяє автоматично архівувати вибрані файли креслень разом з усіма зовнішніми посиланнями і пов'язаними файлами.
- Кнопка **Insert Hyperlink** дозволяє приєднати гіперпосилання на графічний об'єкт до поточного креслення або змінити існуюче гіперпосилання.
- Кнопка **Object Snap flyout** містить панель режимів об'єктної прив'язки, що розкривається.
- Кнопка **UCS flyout** містить панель інструментів, що розкривається, для роботи з призначеною для користувача системою координат.
- Кнопка **View flyout** містить панель, що розкривається, з набором інструментів для вибору виду аксонометричних проекцій і роботи з іменованими видами (діалогове вікно View).
- Кнопка **3D Orbit** — інструмент для інтерактивного перегляду об'єктів в тривимірному просторі.
- Кнопка **Pan Realtime** використовується для переміщення вікна AutoCAD в режимі реального часу, щоб проглянути частини великого креслення, які не видно на екрані монітора.
- Кнопка **Zoom Realtime** дозволяє змінювати в режимі реального часу масштаб зображення на екрані монітора.
- Кнопка **Zoom flyout** містить панель, що розкривається, з інструментами для зміни масштабу зображення на екрані монітора.

- Кнопка **Zoom Previous** дозволяє повернутися до попереднього масштабу зображення.

- Кнопка **AutoCAD DesignCenter** завантажує вікно AutoCAD Design Center, за допомогою якого в поточне креслення можна вставляти блоки, шари і зовнішні посилання з інших файлів, з мережевих дисків або з Інтернету.

- Кнопка **Properties** відкриває діалогове вікно Properties, за допомогою якого можна змінювати властивості об'єктів.

- Кнопка **Help** містить засоби інтерактивної довідкової системи AutoCAD.

- Кнопка **Active Assistance** завантажує вікно Active Assistance, в якому відображається підказка для активної команди

Панель інструментів **Object Properties** найчастіше розташовується під рядком панелі Standard Toolbar. Вона містить інструменти, що полегшують роботу з шарами і властивостями ліній.

- Кнопка **Make Object's Layer Current** дозволяє встановити шар вибраного об'єкту в якості поточного.

- Кнопка **Layers** відкриває діалогове вікно Layer Properties Manager, в якому користувачеві представлені засоби для роботи з шарами і редагування їх властивостей.

- Кнопка **Layer Previous** дозволяє відновити попередній стан шару.

- Список Layer Control, що розкривається, служить для управління шарами. Кожен пункт списку містить п'ять значків, що описують його стан (статус) : включений/вимкнений; заморожений/розморожений; блокований/розблокований; викреслюється/не викреслюється при отриманні твердої копії; колір і ім'я шару.

- Список **Color Control**, що розкривається, служить для управління кольором об'єктів.

- Список **Linetype Control**, що розкривається, служить для управління типами ліній і забезпечення доступу до діалогового вікна завантаження нових типів ліній.

- Список **Lineweight Control**, що розкривається, служить для вибору поточної товщини лінії.

- Список **Plot Style**, що розкривається, служить для управління стилем виведення зображення на плоттер. Список доступний тільки при використанні іменованих стилів друку.

## Лекція 7. Робота з примітивами та командами редагування.

Панелі інструментів Draw і Modify зазвичай розташовуються в робочій зоні вікна AutoCAD ліворуч. Вони містять інструменти з найчастіше використовуваними командами для викреслювання примітивів і їх редагування. Детальний опис цих команд і способів роботи з ними буде представлений в наступних главах книги, тут же перераховані тільки назви і призначення значків.

Панель інструментів Draw містить інструменти для викреслювання примітивів.

- Кнопка **Line** служить для виклику команди викреслювання відрізків прямих ліній.

- Кнопка **Construction Line** служить для виклику команди викреслювання допоміжних нескінченних прямих ліній.

- Кнопка **Multiline** служить для виклику команди викреслювання мульти-линии (набір паралельних ліній).

- Кнопка **Polyline** служить для виклику команди викреслювання полилинии (набір пов'язаних між собою сегментів відрізків прямих ліній і дуг кіл).

- Кнопка **Polygon** служить для виклику команди викреслювання правильних багатокутників.

- Кнопка **Rectangle** служить для виклику команди викреслювання прямокутників.

- Кнопка **Arc** служить для виклику команди викреслювання дуги кола.

- Кнопка **Circle** служить для виклику команди викреслювання кіл.

- Кнопка **Spline** служить для виклику команди викреслювання сплайна.

- Кнопка **Ellipse** служить для виклику команди викреслювання еліпса.

- Кнопка **Ellipse Arc** служить для виклику команди викреслювання дуги еліпса.

- Кнопка **Insert Block** служить для виклику команди вставки блоку.

- Кнопка **Make Block** служить для виклику команди створення блоку.

- Кнопка **Point** служить для виклику команди викреслювання окремої точки.

- Кнопка **Hatch** служить для виклику команди викреслювання штрихування.

- Кнопка **Region** служить для виклику команди створення областей.

- Кнопка **Text** служить для виклику команди створення багаторядкових текстових написів.

Панель інструментів **Edit** містить інструменти для редагування об'єктів.

- Кнопка **Erase** служить для виклику команди видалення вказаних об'єктів з поточного креслення.

- Кнопка **Copy Object** служить для виклику команди викреслювання копії вказаних об'єктів.

- Кнопка **Mirror** служить для виклику команди викреслювання дзеркальної копії вказаних об'єктів.

- Кнопка **Offset** служить для виклику команди викреслювання еквідистантних ліній.

- Кнопка **Array** служить для виклику команди викреслювання копій об'єктів, які можуть бути поміщені в прямокутний або круговий масиви.

- Кнопка **Move** служить для виклику команди паралельного перенесення вказаних об'єктів.

- Кнопка **Rotate** служить для виклику команди повороту об'єктів навколо вказаного центру.

- Кнопка **Scale** служить для виклику команди пропорційної зміни лінійних розмірів об'єктів (масштабування об'єктів).

- Кнопка **Stretch** служить для виклику команди зміни геометрії вказаних об'єктів, при цьому безперервність пов'язаних ліній зберігається.

- Кнопка **Lengthen** служить для виклику команди зміни довжини незамкнених об'єктів.

- Кнопка **Trim** служить для виклику команди видалення частини вибраних об'єктів, що перетинають вказану межу.

- Кнопка **Extend** служить для виклику команди, що дозволяє подовжувати незамкнуті об'єкти до перетину з іншими об'єктами.

- Кнопка **Break at Point** служить для виклику команди тій, що дозволяє розділити вказаний об'єкт на дві частини.

- Кнопка **Break** служить для виклику команди, що дозволяє видалити частину об'єкту або розділити його на дві частини.

- Кнопка **Chamfer** служить для виклику команди, що дозволяє «зняти фаску» з кутів, утворених в результаті перетину двох відрізків.

- Кнопка **Fillet** служить для виклику команди викреслювання сполучення двох відрізків, дуг кіл або кіл.

- Кнопка **Explode** служить для виклику команди, що дозволяє розчленувати блок, розмірний блок, область або полілінію на складові частини, не змінюючи геометрії об'єкту.

*Робоча зона* (рис. 1) — це найбільша зона головного вікна програми AutoCAD, в якій викреслюються різні фрагменти креслення. Одночасно можуть бути відкриті вікна для декількох креслень. У лівому нижньому кутку робочої зони розміщена піктограма поточної призначеної для користувача системи координат. Напрямок стрілок піктограми співпадає з позитивним напрямком відповідних осей системи координат. Управління



піктограмою здійснюється командою UCSICON. Внизу робочої зони знаходяться заголовки вкладок Model і Layout.

*Зона вікна команд* зазвичай розташовується в нижній частині екрану перед рядком стану (самий нижній рядок головного вікна AutoCAD). Вікно служить для введення команд і ведення діалогу з системою, що уточнює дію цієї команди. Задати команду системі можна, набравши її ім'я за допомогою клавіатури в командному рядку. У вікні команд за умовчанням розміщуються три командні рядки. Самий нижній рядок показує поточну команду, а верхні — попередні команди або повідомлення системи. Необхідно уважно стежити за повідомленнями, що виводяться у вікні команд, оскільки таким чином підтримується зв'язок користувача з системою AutoCAD.

Встановити необхідне число командних рядків (збільшити або зменшити розмір вікна команд) можна на панелі Window Elements вкладки Display діалогового вікна Options.

Повну інформацію про дії користувача і повідомлення системи за поточний сеанс роботи з AutoCAD можна отримати в текстовому вікні, яке відкривається при натисненні на клавішу F2 (при повторному натисненні тієї ж клавіші вікно закривається). Смуга прокрутки, розташована справа, допоможе проглянути передісторію виконання команд. Крім того, при необхідності можна повторити їх виконання без повторного введення. Послідовність дій в цьому випадку наступна:

- знайдіть, користуючись смугою прокрутки, команду, яку хочете повторити;
- виділіть текст команди;
- клацніть правою кнопкою миші на виділеній ділянці тексту;
- вкажіть в контекстному меню, що відкрилося, рядок Paste To CmdLine.

В результаті програма AutoCAD вставить виділений текст з текстового вікна в поточний командний рядок.

*Рядок стану* — самий нижній рядок головного вікна AutoCAD. У лівій частині рядка стану відображаються поточні координати перехрестя графічного курсора. Вони змінюються при переміщенні перехрестя в межах робочої зони екрану монітора. Передбачені три формати відображення координат :

- динамічні координати, які показують поточне положення графічного курсора в робочій зоні креслення в прямокутній системі координат (режим за умовчанням);

- статичні координати, значення яких змінюються тільки у момент фіксації нового положення графічного курсора (індикатор координат при використанні такого формату приглушений);

- динамічні полярні координати, які показують поточне положення графічного курсора в робочій зоні креслення в полярних координатах, при цьому координати визначаються відносно останньої введеної точки.

Можливі наступні способи послідовної зміни формату відображення поточних координат перехрестя графічного курсора :

- одночасно натиснути клавіші CTRL і D;
- натиснути клавішу F6;
- клацнути мишею на індикаторі координат в рядку стану.

Налаштування формату відображення координат перехрестя графічного курсора роблять, коли задана початкова точка для побудови об'єкту.

Крім того, рядок стану містить індикатори режиму креслення, які інформують, в якому з режимів ви працюєте зараз. Зображення натиснутої кнопки відповідає включеному стану режиму, а зображення віджатої кнопки — вимкненому. Для перемикавання режиму залишково клацнути мишею на зображенні відповідної кнопки. Включення/виключення режимів креслення здійснюється також командами SNAP, GRID, ORTHO або DSETTINGS.

Є наступні індикатори режиму креслення.

- Індикатор **Snap Mode** включає або вимикає режим крокової прив'язки курсора (Snap), при якому графічний курсор переміщається строго по вузлах уявної сітки із заданим кроком.

- Індикатор **Grid Display** включає або вимикає зображення фонові допоміжної сітки на екрані монітора.

- Індикатор **Ortho Mode** включає або вимикає ортогональний режим (Ortho), при якому система дозволяє викреслювати відрізки прямих ліній, спрямовані строго уздовж осей координат.

- Індикатор **Polar Tracking** включає або вимикає режим полярного трасування, при якому система дозволяє викреслювати відрізки прямих ліній під кутами, кратними заданим користувачем, при цьому на екрані точками відображаються тимчасові допоміжні лінії (лінії трасування), що допомагають користувачеві створювати нові об'єкти, точно позиціонуючи їх по куту. Помітимо, що режими Ortho і Polar Tracking повинні встановлюватися по черзі, їх спільна дія не допускається.

- Індикатор **Object Snap** включає або вимикає постійні режими об'єктної прив'язки, що дозволяють користувачеві задавати нові точки, спираючись на характерні точки існуючих об'єктів.

- Індикатор **Object Snap Tracking** включає або вимикає режим викреслювання відрізків прямих ліній від характерних точок існуючих об'єктів під кутами, кратними заданим користувачем, що дозволяє точно позиціонувати нові об'єкти відносно існуючих.

- Індикатор **Show/Hide Lineweight** включає або вимикає відображення товщини лінії на екрані монітора.

- Індикатор **Model or Paper space** служить для перемикання з простору моделі в простір листа і навпаки.

## **Миша**

Маніпулятором миша є додаткове облаштування позиціонування, яке дозволяє переміщати графічний покажчик на екрані монітора за рахунок руху миші по поверхні столу. За допомогою миші можна відкрити файл

креслення, вибрати об'єкт або пункт меню, здійснити різні дії з редагування об'єктів креслення, настроїти панелі інструментів, управляти вікнами і т. д.

Функції кнопок двокнопочної миші наступні:

- ліва кнопка служить для вибору об'єктів, пункт ов меню або кнопок панелей інструментів;
- права кнопка служить для виклику контекстного меню або по своїй дії відповідає натисненню клавіші ENTER клавіатури. Режим функціонування кнопки вибирає користувач.

Спеціальні клавіші CTRL і SHIFT можуть змінювати ефект, що викликається стандартними діями миші. Наприклад, одночасне натиснення клавіші SHIFT і правої кнопки миші призводить до появи на екрані монітора контекстного меню режимів об'єктної прив'язки.

Показчик миші на екрані монітора зазвичай виглядає у вигляді перехрестя з невеликим прямокутником, який служить для вказівки і вибору графічних елементів креслення. Проте при виконанні конкретних операцій вид показчика може змінюватися.

### **Алфавітно-цифрова клавіатура**

Подібно до більшості складних програм, AutoCAD використовує усі можливості, що представляються клавіатурою. Будь-яка клавіатура містить основну і цифрову частини, спеціальні і функціональні клавіші. Нижче описано призначення деяких спеціальних і функціональних клавіш алфавітно-цифрової клавіатури, часто використовуваних при роботі з пакетом AutoCAD.

- Клавіша **ESC** служить для відміни помилково введеної команди.
- Клавіші **ENTER** і **SPACE** служать для запуску на виконання тільки що введеної команди.
- Клавіша **TAB** дозволяє переміщатися в діалоговому вікні з одного поля на інше.

Далі наводиться призначення спеціальних клавіш клавіатури при використанні їх для редагування тексту в командному рядку AutoCAD.

- Клавiша **BACKSPACE** дозволяє стерти символ перед курсором.
- Клавiші **ВЛIВО** і **УПРАВО** здійснюють перемiщення курсора за текстом без змiни самого тексту.

- Клавiша **НОМI** робить перемiщення курсора в початок командного рядка.

- Клавiша **END** робить перемiщення курсора в кiнець командного рядка.

- Клавiша **INS** робить перемикання режимiв введення : Вставка/ Замiна.

- Клавiша **DEL** дозволяє стерти символ праворуч вiд курсора.

Клавiші **F1 - F12**, розташованi у верхнiй частинi алфавiтно-цифрової клавiатури, використовують для швидкого перемикання режимiв креслення.

- Клавiша **F1** вiдкриває предметний покажчик довідкової системи AutoCAD.

- Клавiша **F2** включає або вiдклучає текстове вiкно.

- Клавiша **F3** включає або вiдклучає режим об'єктної прив'язки.

- Клавiша **F4** включає або вiдклучає планшет.

- Клавiша **F5** послiдовно перемикає площини проєкцiй в iзометрiї.

- Клавiша **F6** включає або вiдклучає режим вiдображення координат графiчного курсора в рядку стану.

- Клавiша **F7** включає або вiдклучає режим вiдображення фонової допомiжної сiтки на екранi монiтора.

- Клавiша **F8** включає або вiдклучає режим Ortho.

- Клавiша **F9** включає або вiдклучає режим Snap.

- Клавiша **F10** включає або вiдклучає режим Polar Tracking.

- Клавiша **F11** включає або вiдклучає режим Object Snap Tracking.

Для зручної роботи система AutoCAD має в розпорядженнi також набiр «швидких клавiш».

- Комбiнацiя клавiш **Ctrl + B** забезпечує вклучення або вiдклучення режиму Snap.

- Комбiнацiя клавiш **Ctrl + I** забезпечує копiювання об'єктiв поточного креслення у буфер обмiну *Windows*.

- Комбінація клавіш **Ctrl + D** забезпечує включення або відключення відображення поточних координат графічного курсора в рядку стану.
- Комбінація клавіш **Ctrl + E** забезпечує перемикання площин проєкцій в ізометрії.
- Комбінація клавіш **Ctrl + F** забезпечує включення або відключення режиму об'єктної прив'язки.
- Комбінація клавіш **Ctrl + G** забезпечує включення або відключення фонові сітки на екрані монітора.
- Комбінація клавіш **Ctrl + L** забезпечує включення або відключення режиму Ortho.
- • Комбінація клавіш **Ctrl + J** забезпечує повторення попередньої команди.
- Комбінація клавіш **Ctrl + N** відкриває діалогове вікно створення нового креслення.
- Комбінація клавіш **Ctrl + Про** відкриває діалогове вікно завантаження існуючих файлів креслень.
- Комбінація клавіш **Ctrl + P** відкриває діалогове вікно виведення поточного креслення на графічний пристрій.
- Комбінація клавіш **Ctrl + S** забезпечує збереження поточного креслення.
- Комбінація клавіш **Ctrl + V** забезпечує вставку об'єктів з буфера обміну *Windows* в поточне креслення.
- Комбінація клавіш **Ctrl + X** забезпечує копіювання вказаних об'єктів у буфер обміну *Windows* і видалення їх з поточного креслення.
- Комбінація клавіш **Ctrl + Z** забезпечує відміну попередньої команди.

### **Засоби організації креслення**

Програма AutoCAD дозволяє економити час при створенні креслень і зображень, пов'язаних з виконуваною конструкторською роботою. У ній реалізовані методи і системні підходи, що дозволяють користувачеві вести найбільш ефективну розробку проєктів.



## Лекція 8. Системи координат

Система координат — фіксована система, що включає точку — початок координат і пов'язані з нею осі для визначення положення об'єктів в просторі.

У пакеті AutoCAD застосовується тривимірна прямокутна декартова система координат. При використанні цієї стандартної системи точка розміщується в тривимірному просторі за допомогою визначення відстані і напрямлення зі встановленого початку відліку, вимірюваного по трьох ортогональних осях (X, Y, Z). Система визначення координат незалежна від використовуваних одиниць виміру. Початок відліку передбачається в точці (0, 0, 0). Позитивний напрям осі абсцис (вісь X системи координат) і осі ординат (вісь Y системи координат) відповідає напрямку стрілок піктограми. Вісь Z спрямована від площини екрану монітора до користувача.

У програмі AutoCAD дозволено застосування двох систем координат : фіксованої світової системи координат (МСК) і переміщуваної призначеної для користувача системи координат (ПСК).

У МСК визначається місце розташування усіх об'єктів креслення, вона використовується для визначення інших систем координат. МСК — система координат, відносно якої об'єкт не міняє свого положення і орієнтації.

ПСК — визначувана користувачем система координат, яка використовується для зручного завдання геометрії моделі. У одному кресленні можна створювати і зберігати довільну кількість ПСК. Якщо потрібне використання світових координат при роботі в призначеній для користувача системі координат, то перед координатами слід ввести символ \*. ПСК — система координат, відносно якої об'єкт може міняти своє положення і орієнтацію, залишаючись нерухомим в МСК.

З метою полегшення орієнтації в просторі креслення головне вікно AutoCAD містить піктограму поточної системи координат, яка за умовчанням розміщується в нижньому лівому кутку вікна. Піктограма може бути пов'язана з точкою початку координат або розташовуватися в лівому



нижньому кутку робочої зони. Управління піктограмою здійснюється з меню View -« Display -» DCS Ucon :

- перемикач **ON** дозволяє відображення піктограми в робочій зоні головного вікна AutoCAD;
- перемикач **Origin** визначає місце відображення піктограми;
- кнопка **Properties** відкриває діалогове вікно UCS Icon, в якому можна вибрати форму представлення піктограми, призначити її розміри і колір.

Якщо точка початку координат знаходиться поза видимою робочою зоною, то піктограма відображається в її лівому нижньому кутку.

### Одиниці виміру

Одиниця виміру — задана користувачем величина, що визначає відстань.

У системі AutoCAD користувач вибирає одиниці виміри лінійних величин, прийняті в області його професійної діяльності : міліметри, метри, кілометри, дюйми і т. д. Таким чином, при роботі з пакетом можна вважати, що графічне вікно AutoCAD безрозмірно і вироби викреслюються в нім у натуральну величину. У робочій зоні екрану монітора відстані вимірюються системою в умовних одиницях, що визначають тільки формат представлення числа : цілий, речовий, в експоненціальному виді або у вигляді дробів. Відповідність між реальною і умовною системами виміру встановлюється при виборі масштабу виведення креслення на плоттер.

Кутові величини зазвичай задаються в програмі AutoCAD в градусах і долях градуса. Також як у попередньому випадку користувачеві надається право вибрати для представлення кутових величин інші одиниці виміру : радіани, гради або топографічні одиниці. За позитивну зміну кутових величин прийнято обертання проти годинникової стрілки від позитивного напрямку осі координат X.

### ШАРИ

Для структуризації графічної інформації в системі AutoCAD застосовується корисний і зручний спосіб, заснований на техніці шарів. Шар

— цей потужний засіб для логічного угруповання даних, подібне до накладення один на одного прозорих калік з фрагментами креслення. Таким чином, креслення представляється у вигляді необмеженої безлічі шарів, на кожному з яких можуть бути розміщені різні об'єкти. Шар може відображатися на екрані монітора окремо або в комбінації з іншими шарами, він може бути включений, вимкнений або заблокований для редагування.

Кожен шар має своє ім'я (ім'я шару може містити до 255 символів) і характеризується кольором, типом і завтовшки ліній, які встановлюються для усіх об'єктів, що належать шару. Крім того, кожному шару може бути дозволений або заборонений виведення об'єктів, що належать шару, на облаштування друку. Тому, замість того щоб вказувати ці властивості для кожного об'єкту, можна користуватися їх значеннями для цього шару, якщо вони відповідають вашим бажанням.

*Менеджер властивостей шарів (Layer Properties Manager)* — інструмент впорядкування відображення примітивів креслення. Зупинимося детальніше на його функціях.

Використовуючи піктограму Layer (рис. 5), викличте вікно менеджера властивостей шарів (рис. 6)



Рисунок 5. Виклик вікна менеджера властивостей шарів.

Ось декілька нових особливостей цього інструменту :

- ✓ тепер за допомогою миші можна змінювати розміри вікна;
- ✓ імена шарів тепер можуть мати імена завдовжки до 256 символів, включаючи пропуски, комбінації заголовних букв і спеціальні символи. При довгих іменах відображаються початок і кінець імені шару (середина замінюється точками).

✓ подвійне клацання лівою кнопкою миші на розділовій лінії заголовків (вид курсора при цьому не міняється) змінює ширину колонки на мінімально можливу.

Використовуючи контекстне меню, що відкривається після натиснення правої кнопки миші, в полі вікна менеджера шарів можна викликати різні фільтри. На малюнку 7 показаний вибір фільтру, що дозволяє викликати шари, що містять зовнішні посилання.

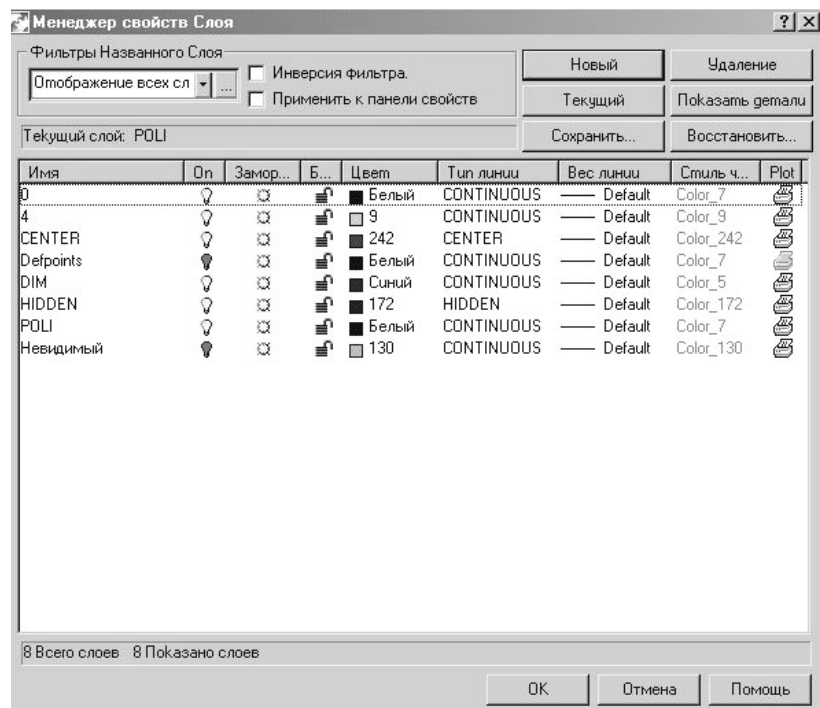


Рисунок 6. Менеджер властивостей шарів.

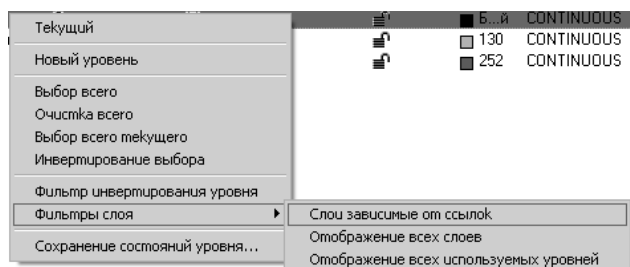


Рисунок 7. Вибір фільтру з контекстного меню

Для того, щоб зробити шар поточним, окрім стандартного способу (вказівка на клавішу Current (поточний)) можна скористатися вибором в

контекстному меню рядка **Make Current** або подвійним клацанням лівою кнопкою миші на вибраному шарі.

Для створення нового шару досить натиснути на піктограму / (New). При створенні нового шару за прототип береться виділений шар. У списку шарів, новий розташовується нижче виділеного. Якщо ж жоден з шарів не був виділений, новий шар буде розташований у кінці списку шарів з усіма значеннями за умовчанням.

У менеджері властивостей шарів, в порівнянні з попередніми версіями (до AutoCAD) з'явилися нові колонки: Товщина ліній (Lineweight), Стиль друку (Plot Style), Друк шару (Plot).

### Створення нового креслення

Як вже відзначалося, при запуску система AutoCAD пропонує в діалоговому вікні **Start Up** декілька режимів початку роботи. Вибір режиму початку роботи визначає набір первинних робочих параметрів для нового креслення. Після вибору режиму початку роботи його назва відображається в діалоговому вікні **Start Up**.

✓ Кнопка **Open a Drawing** дозволяє продовжити роботу із вже існуючим кресленням. Щоб завантажити файл креслення, треба вибрати його ім'я в списку **Select a file** і клацнути на кнопці **OK**. Якщо список не містить потрібного файлу, натисніть кнопку **Browse** для його пошуку способом, стандартним для усіх додатків *Windows*.

✓ Кнопка **Start from Scratch** дозволяє почати нове креслення з параметрами, встановленими в системі за умовчанням. В цьому випадку користувачеві при створенні нового креслення треба вибрати тільки одиниці виміру зі списку **Default Settings** діалогового вікна **Start Up**.

✓ Кнопка **Use a Template** дозволяє почати нове креслення з використанням параметрів існуючого креслення-шаблону. Шаблон — графічний файл з розширенням **.DWT**. Цей файл містить інформацію про розміри креслення, прийняті одиниці виміру, параметри шарів і налаштувань

режиму креслення. Після вибору цього режиму програма AutoCAD виведе в центрі діалогового вікна Start Up список усіх доступних шаблонів, з якого користувач вибирає необхідний. Помітимо, що будь-яке існуюче креслення може бути збережене в якості шаблону, для цього в діалоговому вікні **Save Drawing As** в списку Files, що розкривається, of type треба вибрати рядок **AutoCAD Drawing Template File (\*.DWT)**. Потім в текстовому полі File name введіть ім'я нового шаблону і клацніть на кнопці Save.

✓ Кнопка **Use a Wizard** дозволяє почати нове креслення з параметрами, які встановлює спеціальний майстер. Можливі два способи підготовки робочого середовища : швидкий і детальний. У першому випадку задаються формат одиниць виміру лінійних величин і межі креслення. У другому випадку необхідно задати формат одиниць виміру лінійних і кутових величин, початок і напрям відліку виміру кута і межі креслення.

## Діалогове вікно Options

У програмі **AutoCAD** попереднє налаштування системного середовища і її модифікацію в процесі роботи можна здійснювати за допомогою діалогового вікна **Options**. Вікно відкривається командою **OPTIONS** і містить дев'ять вкладок: **Files, Display, Open and Save, Plotting, System, User Preferences, Drafting, Selection, Profiles**, параметри яких оптимізують роботу AutoCAD з конкретним апаратним забезпеченням. Цю ж команду містить меню **Tools**, її можна вибрати і з контекстного меню, помістивши покажчик миші в область командного рядка або в робочу зону, а потім натиснути праву кнопку миші.

У діалоговому вікні **Options** виберіть вкладку, а потім — параметр налаштування, який хочете змінити. Для того, щоб програма відреагувала на зміну значення параметра, клацніть на кнопці **Apply**, якщо хочете продовжити налаштування системи, або на кнопці **ОК**, якщо налаштування закінчене.

Помітимо, що при роботі з будь-якою вкладкою діалогове вікно **Options** містить наступні загальні елементи управління вікном:

- ✓ інформаційні поля **Current profile** і **Current drawing**. **Current profile** — відображає ім'я поточного профілю користувача (профіль — набір параметрів налаштування системи AutoCAD). **Current drawing** — відображає назву активного креслення.

- ✓ командні кнопки **ОК, Cancel, Apply, Help** (призначення і використання кнопок дивися вище).

### Вкладка Files

Вкладка **Files** (рис. 8) дозволяє встановити імена файлів і тек (каталогів) програмного забезпечення відповідно до вимог системи

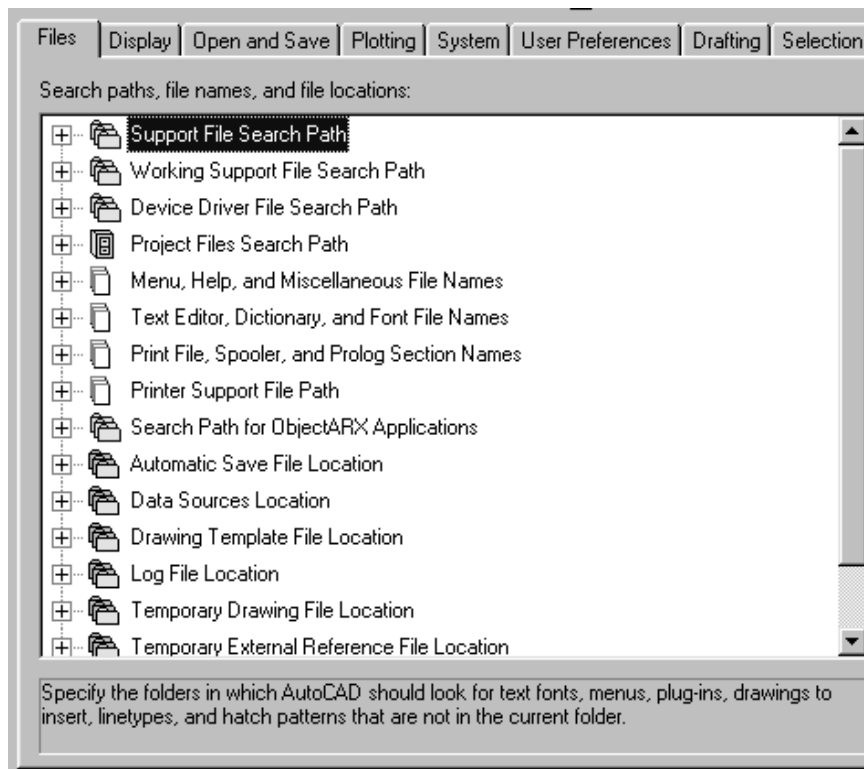


Рисунок 8. Визначення шляхів доступу до файлів підтримки

AutoCAD , а також вказати шляху для пошуку файлів. Вкладка містить інформаційне поле, список і шість кнопок управління.

- Список **Search Path, file names and file locations** відображає шістнадцять пунктів налаштування системного середовища, кожен з яких є структурованим ієрархічним списком. Знак «+» відповідає стану об'єкту списку, що містить об'єкти нижнього рівня, якщо доступ до цих об'єктів закритий (згорнутий список). Знак «-» відповідає стану об'єкту списку, що містить об'єкти нижнього рівня, якщо підпорядковані об'єкти доступні для редагування (розгорнутий список). Перехід об'єкту ієрархії з одного стану в інший здійснюється при клацанні мишею по відповідному символу. Не рекомендується видаляти встановлені за умовчанням шляхи пошуку, а розроблені користувачем меню, зразки штрихувань і подібні елементи слід помістити в окрему нову теку, яку потім потрібно додати в список шляхів пошуку програми AutoCAD.

- *Пункт* **Support File Search Path** вказує каталоги, в яких програма AutoCAD шукає файли підтримки.

○ *Пункт* **Working Support File Search Path** визначає розташування активних каталогів, в яких програма **AutoCAD** шукає файли підтримка, специфічна для вашої системи. Пункт є розширенням попереднього пункту а. Він включає ті шляхи пошуку з набору Support File Search Path, які дійсно існують усередині структури каталогів поточного сеансу роботи.

○ *Пункт* **Device Driver File Search Path** вказує каталог для розміщення драйверів зовнішніх пристроїв (за умовчанням встановлений каталог DRV). Змінювати цей параметр не рекомендується.

○ *Пункт* **Project Files Search Path** визначає каталог проекту, в якому зберігаються додаткові файли зовнішніх посилань або растрові зображення, використовувані в поточному кресленні. Можна створити довільне число проектів, кожному з яких відповідає окремий каталог, але креслення може бути пов'язане тільки з одним проектом.

○ *Пункт* **Menu, Help, and Miscellaneous File Names** визначає місце розташування різних допоміжних файлів програми AutoCAD : меню, файлів довідки, файлу протоколу дій користувача і файлів конфігурації і автозбереження. Тут же задається адреса в Інтернеті, який використовується за умовчанням і визначається . розміщення сервера мережових ліцензій. Список ліцензій зберігається в системній змінній ACADSERVER (доступною тільки для читання) і не може змінюватися в діалоговому вікні Options системи AutoCAD.

○ *Пункт* **Text Editor, Dictionary, and Font File Names** визначає імена файлів текстового редактора, основного і додаткового словників, альтернативного шрифту і файлу підстановки шрифтів.

○ *Пункт* **Print File, Spooler, and Prolog Section Names** визначає ім'я файлу креслення для командних файлів, ім'я виконуваного файлу для фонового друку креслень, ім'я розділу прологу у файлі PostScript.

○ *Пункт* **Printer Support File Path** визначає місцезнаходження файлів підтримки принтера : розташування файлу підключення для друку, файлів



конфігурацій принтера (.PC3) і файлів опису принтера (.PMP), файлів з таблицями іменованих і колірних стилів (.STB або .CTB).

○ *Пункт* **Search Path for ObjectARX Applications** визначає шляхи пошуку файлів додатків ObjectARX.

○ *Пункт* **Automatic Save File Location** вказує місцезнаходження файлів автозбереження.

○ *Пункт* **Data Sources Location** визначає розміщення початкових файлів бази даних, що підключається.

○ *Пункт* **Drawing Template File Location** вказує місцезнаходження шаблонів (за умовчанням встановлений каталог Template), використовуваних при запуску програми AutoCAD .

○ *Пункт* **Log File Location** визначає місцезнаходження файлу із записом протоколу дій користувача.

○ *Пункт* **Temporary Drawing File Location** вказує місце розміщення тимчасових робочих файлів, які програма AutoCAD створює на жорсткому диску і видаляє після закінчення роботи. За умовчанням такі файли створюються в каталозі Winnt.

○ *Пункт* **Temporary External Reference File Location** вказує місце розміщення тимчасових копій файлів зовнішніх посилань.

○ *Пункт* **Texture Maps Search Path** визначає каталоги програми AutoCAD , в яких розміщені файли карт текстур.

- Кнопка **Browse...** дозволяє настроїти шлях пошуку для вибраної позиції списку.

- Кнопка **Add** дозволяє додати новий шлях пошуку.

- Кнопка **Remove** дозволяє видалити вибраний шлях пошуку.

- Кнопка **Move Up** дозволяє перемістити вибраний шлях пошуку на один рядок вгору.

- Кнопка **Move Down** дозволяє перемістити вибраний шлях пошуку ; один рядок вниз.

- Кнопка **Set Current** дозволяє встановити поточним вибраний словник для перевірки правопису.
- Інформаційне поле відображає коротку довідку про призначення пункт а, виділеного в списку **Search Path, file names and file locations**.

### Вкладка Display

Вкладка Display (рис. 9) управляє зовнішнім виглядом головного вікна системи AutoCAD при роботі як в просторі листа, так і в просторі моделі.

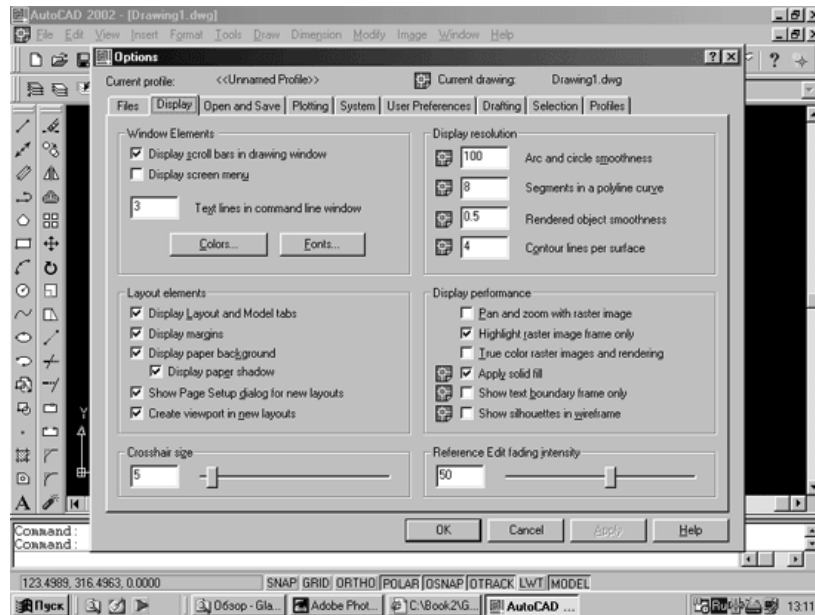


Рисунок 9. Налаштування головного вікна системи AutoCAD .

Параметри вкладки дозволяють повністю змінити конфігурацію вікна програми. Ви можете змінювати:

- реквізити елементів вікна;
- параметри налаштування дозволи, що впливають на якість представлення тривимірних об'єктів на кресленні;
- розміри перехрестя графічного курсора;
- параметри налаштування, що впливають на частоту оновлення креслення, і т. д.

Вкладка містить шість панелей.

Панель Window Elements вкладки Display визначає основні параметри вікна.

- Прапорець **Display Scroll Bars in Drawing Window** дозволяє виведення смуг прокрутки, які розташовані в робочій зоні внизу і справа. При роботі з монітором, що має маленький екран, рекомендується відключати смуги прокрутки з метою збільшення робочої зони головного вікна AutoCAD.

- Прапорець **Display Screen Menu** включає або відключає відображення екранного меню в робочій зоні (за умовчанням справа).

- Полі введення **Text Lines in Command Line Window** дозволяє встановити число рядків тексту у вікні команд. При роботі з монітором, що має маленький екран, рекомендується зменшувати це значення для збільшення робочої зони графічного вікна (допустимий діапазон від 1 до 100).

Розташовані в нижній частині панелі Window Elements кнопки Colors і Fonts відкривають діалогові вікна для управління, відповідно, кольором і шрифтами елементів головного вікна AutoCAD.

Діалогове вікно Color Options (рис. 10) управляє кольором елементів головного вікна AutoCAD. Тут можна встановити:

1. колір фону при роботі в просторі моделі (Model Tab Background);
2. колір фону при роботі в просторі листа (Layout Tabs Background);
3. колір графічного курсора при роботі в просторі моделі (Model Tab Pointer);
4. колір графічного курсора при роботі в просторі листа (Layout Tabs Pointer);
5. колір фону вікна команд (Command Line Background);
6. колір тексту повідомлень у вікні команд (Command Line Text);
7. колір векторів трасування (AutoTracking Vector Color);
8. колір фону при попередньому перегляді креслення (Plot Preview Background).

Вікно містить дві панелі, два списки, що розкриваються, і дві кнопки.

Панель Model Tab відображає поточний колір елементів головного вікна при роботі в просторі моделі. За допомогою курсора тут можна вибрати

елемент головного вікна, колір якого бажано змінити. Після вказівки елементу вікна в списку Window Element, що розкривається, встановлюється відповідне значення.

Панель Layout Tabs відображає поточний колір елементів головного вікна при роботі в просторі листа. За допомогою курсора тут можна вибрати елемент головного вікна, колір якого бажано змінити. Після вказівки елементу вікна в списку Window Element, що розкривається, встановлюється

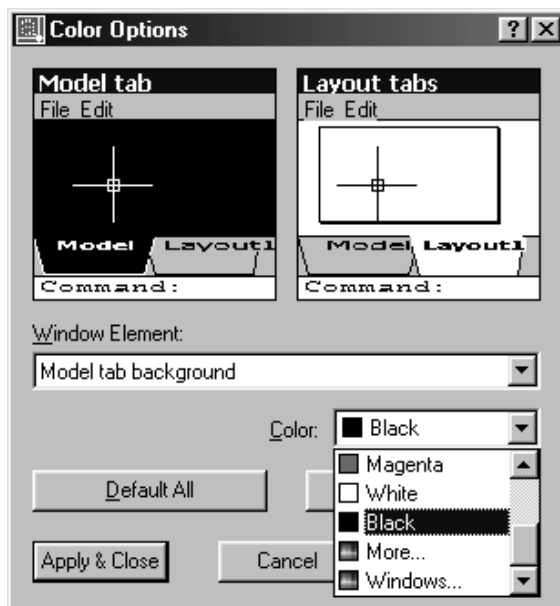


Рисунок 10. Налаштування кольору елементів головного вікна AutoCAD.

Список Window Element, що розкривається, дозволяє вибрати з переліку елементів головного вікна той елемент, колір якого бажано змінити.

Список Color, що розкривається, дозволяє призначити колір для елементу головного вікна, вибраного в списку Window Element або на панелях Model Tab і Layout Tabs. Якщо приведений в списку набір кольорів не влаштовує користувача, слід звернутися до кольірних палітр AutoCAD або Windows (кнопки More... чи Windows). Діалогові вікна Select Color і Колір дуже наочні і не вимагають спеціальних пояснень.

Кнопка **Default All** дозволяє повернути значення усіх параметрів управління кольором елементів головного вікна в стан, визначений за умовчанням.

Кнопка **Default One Element** дозволяє повернути значення одного вибраного параметра управління яким-небудь елементом головного вікна в стан, визначений за умовчанням.

Діалогове вікно **Command Line Window Font** (рис. 11) управляє шрифтом для повідомлень у вікні команд. Вікно містить три панелі, інформаційне поле і дві кнопки.

Панель **Font** містить поле введення, в якому приведено значення поточного шрифту, і список, що розкривається, де можна вибрати ім'я іншого шрифту для тексту повідомлень в командному рядку.

Панель **Font Style** містить поле введення, в якому приведено значення поточного стилю шрифту, і список, де можна вибрати інший стиль шрифту для тексту повідомлень в командному рядку.

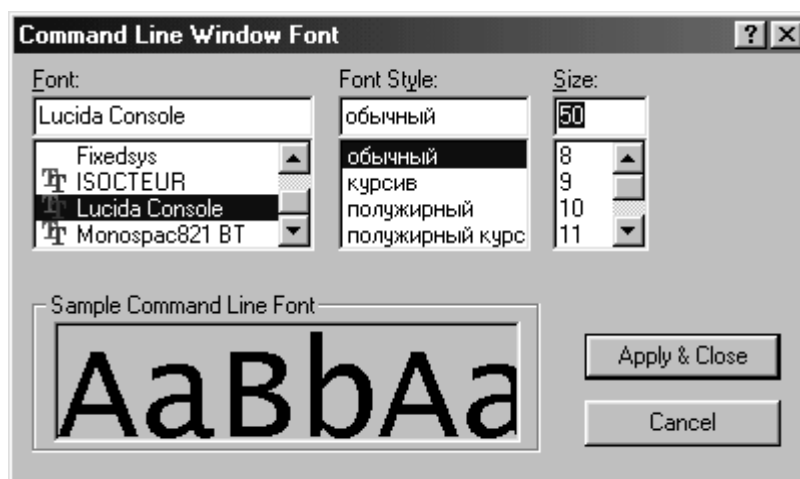


Рисунок 11. Вибір шрифту для командного рядка.

Панель **Size** містить поле введення, в якому приведено значення поточного розміру шрифту, і список, де можна вибрати інший розмір шрифту для тексту повідомлень в командному рядку.

Інформаційне поле **Sample Command Line Font** відображає зображення поточного шрифту.

Панель **Layout Elements** вкладки **Display** містить параметри управління для існуючих і нових компонувань простору листа. Відповідне використання простору листа вимагає деякого досвіду поводження з ним, тому ми не

рекомендуємо початкуючому користувачеві змінювати налаштування, задані на цій панелі за умовчанням.

- **Прапорець Display Layout and Model Tabs** включає або відключає відображення ярликів вкладок Layout і Model в нижній частині області креслення. При роботі з монітором, що має невеликий екран, можна відключати відображення цих ярликів з метою збільшення робочої зони головного вікна AutoCAD. За умовчанням прапорець включений.

- **Прапорець Display Margins** дозволяє відображення країв поля друку при роботі в просторі листа. Краї зображаються пунктирними лініями, їх положення відповідає поточним налаштуванням плоттера або принтера. Об'єкти, виведені поза краями поля, відсікаються при виведенні креслення на облаштуванні друку. За умовчанням прапорець включений.

- **Прапорець Display Paper Background** включає або відключає затінювання області за межами розміру паперу, визначеного в налаштуваннях облаштування друку. За умовчанням при відображенні простору листа на екрані монітора затінювання дозволене.

- **Прапорець Display Paper Shadow** визначає, чи відображатиметься тінь навколо листа. За умовчанням прапорець включений.

- **Прапорець Show Page Setup Dialog for New Layouts** вказує, чи відображати діалогове вікно Page Setup в ході створення нового простору листа. Це вікно використовується для установки параметрів, пов'язаних з налаштуванням простору листа. За умовчанням прапорець включений.

- **Прапорець Create Viewport in New Layouts** дозволяє автоматичне створення видового екрану в новому просторі листа. За умовчанням прапорець включений.

**Панель Display Resolution** вкладки Display дозволяє налаштувати параметри виводу на екран об'єктів системи AutoCAD. Установки діють тільки на відображення об'єктів на екрані і не діють при отриманні твердої копії креслення (в цьому випадку вони визначаються можливостями

облаштування виводу). Змінювати значення цих параметрів зазвичай не вимагається.

- **Полі введення Arc and Circle Smoothness** забезпечує управління гладкістю відображення кіл, дуг кіл і еліпсів на екрані монітора. Чим більше значення цього параметра, тим більший час потрібно системі AutoCAD, щоб відтворити вказані об'єкти. Допустимий діапазон зміни значень параметра — від 1 до 0. Значення за умовчанням — 100. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній VIEWRES.

- **Полі введення Segments in a Polyline Curve** встановлює число сегментів, які утворюють криволінійні ділянки в полілінії. Дія параметра аналогічно попередньому. Допустимий діапазон зміни значень параметра — від — 32767 до +32767. Значення за умовчанням — 8. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній SPLINESEGS.

- **Полі введення Rendered Object Smoothness** забезпечує управління гладкістю тривимірних криволінійних поверхонь об'єктів системи AutoCAD. Чим більше значення цього параметра, тим більший час потрібно програмі AutoCAD для візуалізації об'єктів. Допустимий діапазон — від 0,01 до 10. Значення за умовчанням — 0,5. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній FACETRES.

- **Полі Contour Lines per Surface** встановлює число ізоліній, що утворюють, для поверхні об'єкту. Чим більше значення цього параметра, тим більший час потрібно програмі AutoCAD, щоб побудувати вказані об'єкти. Допустимий діапазон — від 0 до 2047. Значення за умовчанням — 4. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній ISOLINES.

Панель **Display Performance** вкладки **Display** містить параметри, які впливають на продуктивність системи AutoCAD.

- **Прапорець Pan and Zoom with Raster Image** дозволяє відображення растрових зображень при виконанні команд PAN і ZOOM в реальному часі. Рекомендується використати значення параметра за умовчанням, оскільки

включення цього режиму істотно уповільнює роботу системи. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній RTDISPLAY.

- **Прапорець Highlight Raster Image Frame Only** управляє підсвічуванням вибраних растрових зображень. Включення цього прапорця підвищує ефективність роботи системи, оскільки при виборі об'єкту висвічується тільки рамка, що обмежує растрове зображення. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній IMAGEHLT.

- **Прапорець True Color Raster Images and Rendering** управляє якістю відображення растрових зображень. Його включення значно зменшує ефективність роботи системи.

- **Прапорець Apply Solid Fill** управляє заливкою плоских фігур, широких ліній (полилиний і мультиліній) і штрихувань. Щоб підвищити ефективність системи при роботі з тривимірними об'єктами, цей параметр можна вимкнути. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній FILLMODE.,

- **Прапорець Show Text Boundary Frame Only** управляє відображенням тексту на екрані монітора. У разі установки цього прапорця замість тексту відобразатиметься прямокутна рамка, дозволяючи заощадити час, що витрачається на регенерацію креслення. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній QTEXTMODE.

- **Прапорець Show Silhouettes in Wireframe** управляє відображенням кривих контура тривимірних моделей. Рекомендується використати значення параметра за умовчанням. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній DISPSILH.

У нижній частині вкладки **Display** розташовані дві панелі: **Crosshair Size i Reference Fading Intensity**.

Панель **Crosshair Size** дозволяє встановити, за допомогою поля введення або шкали, розмір перехрестя графічного курсора у відсотках від розміру екрану. Числове значення розміру курсора задають в полі введення. Допустимий діапазон — від 1 до 100 відсотків, за умовчанням розмір курсора



— 5% . Вь можете також встановити розмір перехрестя графічного курсора, використовуючи системну змінну CURSORSIZE.

Панель **Reference Fading Intensity** дозволяє встановити, за допомогою поля введення або шкали, значення інтенсивності підсвічування навколишніх об'єктів при редагуванні блоків і зовнішніх посилань. Об'єкти, які не редагуються, відображаються з меншою інтенсивністю. Числове значення інтенсивності підсвічування задають в полі введення. Допустимий діапазон— від 0% до 90%. Значення за умовчанням — 50%. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній XFADECTL.

Вкладка **Open and Save** (рис. 12) забезпечує налаштування операцій збереження і відкриття креслярських файлів. Файли автоматично зберігаються у форматі AutoCAD . Діалогове вікно містить п'ять панелей.

Панель **File Save** управляє параметрами збереження креслень. Панель містить список **Save As**, що розкривається, прапорець **Save a Thumbnail Preview Image** і поле введення **Incremental Save Percentage**.

- Список **Save As**, що розкривається, дозволяє призначити формат файлів креслень, що зберігаються командами **Save As** і **Save** за умовчанням. Як правило, креслення зберігають у форматі AutoCAD .

- Прапорець **Save a Thumbnail Preview Image** визначає можливість створення при збереженні креслення його растрового зображення, яке потім можна буде переглядати в області попереднього перегляду діалогового вікна **Select File**. Рекомендується завжди використати таку можливість. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній **RASTERPREVIEW**.

- Полі введення **Incremental Save Percentage** дозволяє вказати відсоток змін у файлі креслення, після досягнення якого виконується повне збереження. Оптимальне значення параметра відповідає значенню за умовчанням. При значеннях нижче 20% програма AutoCAD завжди виконує повне збереження, що істотно знижує ефективність роботи. Допустимий діапазон — від 0% до 100%. Значення за умовчанням — 50%. Поточне значення параметра зберігається в системній змінній **ISAVEPERCENT**.

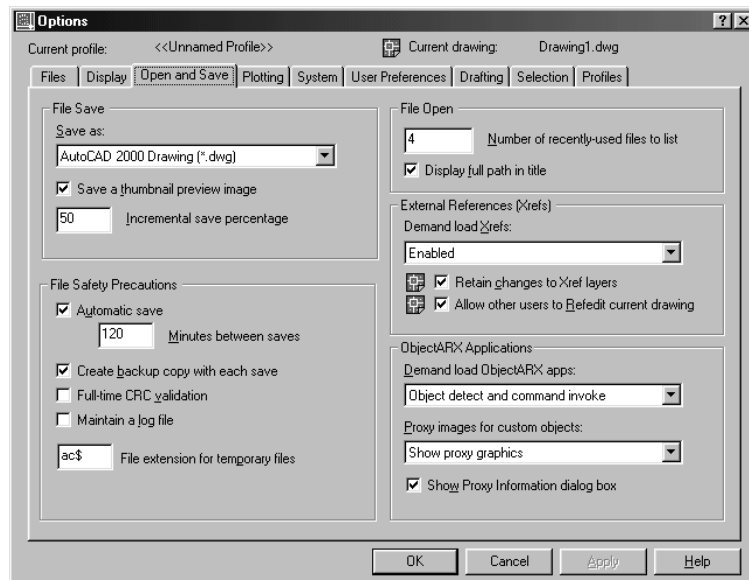


Рисунок 12. Налаштування параметрів збереження і відкриття файлів креслень

### Вкладка Plotting

Вкладка **Plotting** (рис. 13) забезпечує налаштування загальних параметрів управління графічним пристроєм, вибір його конфігурації, вибір стилю друку і способів обробки об'єктів OLE. Вкладка містить три панелі.

Засоби, безпосередньо призначені для виведення зображень на облаштуванні друку і що забезпечують повний спектр відповідних налаштувань, детально розглянуті в додатку А.

Панель **Default plot settings for new drawings** вкладки **Plotting** визначає облаштування виводу, що приймається за умовчанням при створенні нового креслення. Панель містить дві кнопки вибору, список, що розкривається, і кнопка **Add or Configure Plotters**.

- Кнопка вибору **Use as default output device** дозволяє вибрати з нижче розташованого списку, що розкривається, облаштування друку для використання за умовчанням.

- Кнопка вибору **Use last successful plot settings** дозволяє призначити в якості пристрою друк за умовчанням останнє облаштування виводу, що використалося.

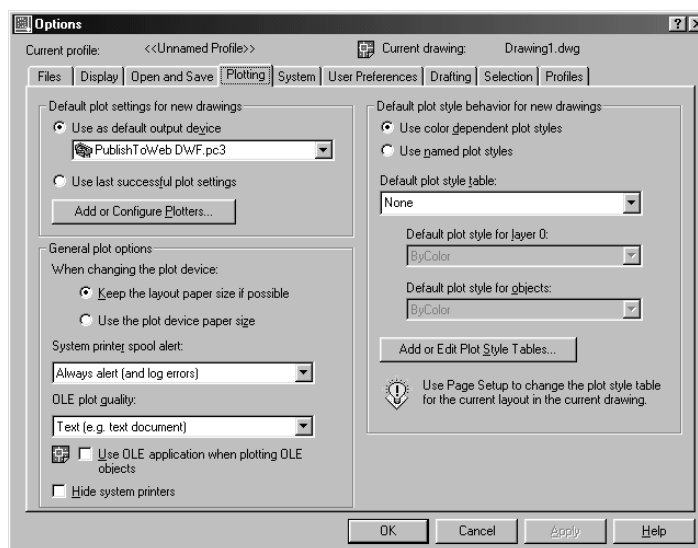


Рисунок 13. Визначення параметрів облаштування друку

- Список, що розкривається, містить системні облаштування виводу, наявні в теці Принтери *Windows*, а також плоттери для друку зображень в Інтернеті.

- Кнопка **Add or Configure Plotters** відкриває діалогове вікно Plotters кореневого каталогу системи AutoCAD, яке містить ярлик майстра установок нових облаштувань друку і файли конфігурацій встановлених пристроїв. Дія кнопки **Add or Configure Plotters** аналогічно дії команди PLOTTERMANAGER.

Панель **General plot options** визначає загальні параметри друку. Панель містить дві кнопки вибору, два списки, що розкриваються, і прапорець.

- Кнопка вибору **Keep the layout paper size if possible** дозволяє призначити режим, при якому розмір креслення, встановлений користувачем в просторі листа, залишається по можливості незмінним при зміні облаштування друку. Цей режим відповідає значенню системної змінної PAPERUPDATE = 0.

- Кнопка вибору **Use the plot device paper size** дозволяє призначити режим, коли при зміні облаштування друку розмір паперу змінюється на прийнятий за умовчанням для цього друкуючого пристрою. Цей режим відповідає значенню системної змінної PAPERUPDATE = 1.

- Список System, що розкривається, **printer spool alert** дозволяє визначити реакцію системи AutoCAD при виникненні помилки під час друку:

- пункт **Always Alert (And Log Errors)** дозволяє системі кожного разу видавати повідомлення користувача і вносити відповідний запис в журнал помилок;

- пункт **Alert First Time Only (And Log Errors)** дозволяє системі видавати повідомлення користувача і вносити відповідний запис в журнал помилок тільки при появі нової помилки;

- пункт **Never Alert (And Log First Error)** забороняє системі видавати повідомлення користувача, але дозволяє при появі нової помилки вносити запис в журнал помилок;

- пункт **Never Alert (Do Not Log Errors)** забороняє системі видавати повідомлення користувача і вносити відповідний запис, журнал помилок.

- Список **OLE**, що розкривається, **plot quality** дозволяє вибрати якість друку OLE -об'єктів поточного креслення (призначити якість друку OLE - об'єктів можна також за допомогою системної змінної OLEQUALITY) :

- пункт **Line Art** відповідає якості друку штрихового малюнка;

- пункт **Text** відповідає якості друку тексту (режим за умовчанням);

- пункт **Graphics** відповідає якості друку ділової графіки;

- пункт **Photograph** відповідає якості друку фотографії;

- пункт **High Quality Photograph** відповідає друку фотографії високої якості.

- Прапорець **Use OLE application when plotting OLE objects** включає або відключає режим звернення до початкового застосування для друку OLE - об'єктів. Якщо бажано мати найвищу якість таких об'єктів, прапорець рекомендується включати. Управляти якістю друку OLE -об'єктів можна також за допомогою системної змінної OLESTARTUP.

- Прапорець **Hide System Printer** забороняє або дозволяє відобразити системні принтери в діалогових вікнах Page Setup.

Панель **Default plot style behavior for new drawings** вкладки **Plotting** визначає, які стилі друку будуть використані за умовчанням при створенні нового креслення. Помітимо, що змінити стиль друку за умовчанням для поточного креслення не можна. Панель містить дві кнопки вибору, три списки, що розкриваються, і одна кнопка.

- Кнопка вибору **Use color dependent plot styles** встановлює використання кольорних стилів друк, в якому властивості отриманого зображення поставлені у відповідність кольору початкових об'єктів. Цей режим відповідає значенню системної змінної  $PSTYLEPOLICY = 1$ .

- Кнопка вибору **Use named plot styles** встановлює використання іменованих стилів друк, який може привласнюватися конкретним об'єктам або їх групам і не залежить від кольору об'єкту. Цей режим відповідає значенню системної змінної  $PSTYLEPOLICY = 0$ .

- Список **Default**, що розкривається, **plot style table** містить доступні стилі друку для використання за умовчанням.

- Список **Default**, що розкривається, **plot style for layer 0** встановлює дочірній стиль друку для нульового шару. Список доступний тільки при використанні іменованого стилю друку як стилю за умовчанням.

- Список **Default**, що розкривається, **plot style for objects** встановлює дочірній стиль друку для новостворюваних об'єктів. Список доступний тільки при використанні іменованого стилю друку як стилю за умовчанням.

- Кнопка **Add or Edit Plot Style Tables** відкриває вікно **Plot Styles** кореневого каталогу системи AutoCAD, що містить ярлик майстра створення нових стилів друку і файли готових стилів. Дія кнопки аналогічно дії команди `STYLESMANAGER`.

#### ВКЛАДКА User Preferences

Вкладка **User Preferences** (рис. 14) дозволяє настроїти систему відповідно до індивідуальних вимог користувача. Вкладка містить шість панелей і кнопку **Lineweight Settings**.

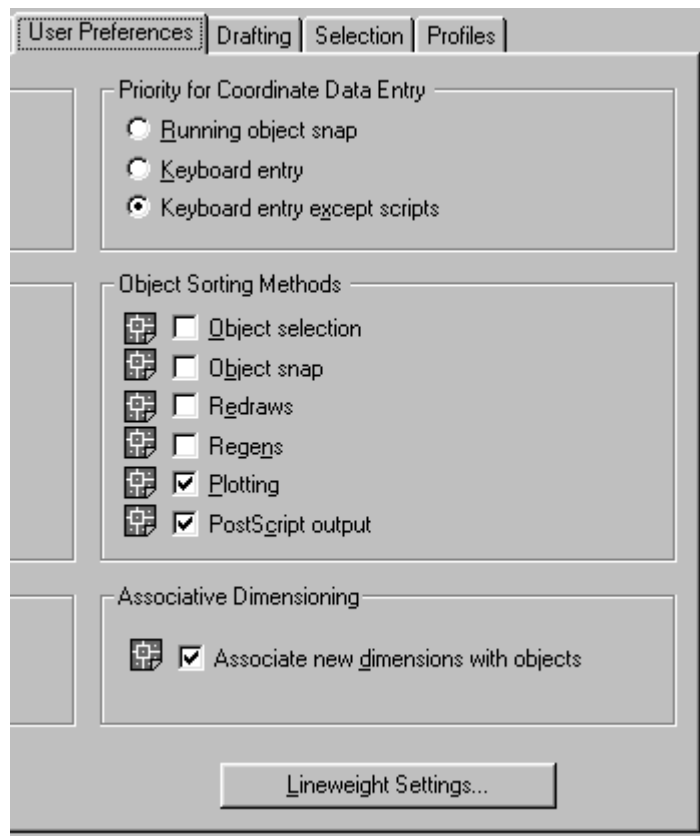


Рисунок 14. Призначені для користувача налаштування.

Панель Windows Standard Behavior дозволяє визначити тип клавіш прискореного доступу (*Windows* або *AutoCAD*) і режим роботи правої кнопки миші. Панель містить два прапорці і кнопку *Right Click Customization*.

- Прапорець **Windows Standard Accelerator Keys** дозволяє використання клавіш прискореного доступу що відповідають стандарту *Windows* (якщо цей перемикач вимкнути, то використовуватимуться комбінації клавіш, що відповідають колишнім версіям *AutoCAD*).

- Прапорець **Shortcut Menus in Drawing Area** включає режим роботи системи, при якому натиснення правої кнопки миші викликає контекстне меню. Інакше таке натиснення відповідає натисненню клавіші *ENTER*. Якщо ви звикли використати останній метод, цей прапорець рекомендується відключити.

- Кнопка **Right - Click Customization** відкриває однойменне діалогове вікно, в якому можна детально настроїти режим обробки клацання правої

кнопки миші (рис. 15). Поточне значення параметра зберігається в системній змінній SHORTCUTMENU.



Рисунок15. Налаштування режиму обробки клацання правої кнопки миші.



## Рекомендована література

### Базова

1. Steve Heather AutoCAD 3D Modeling. –Industrial Press, Incorporated, 2017.– 296 pages. ISBN 0831136138, 9780831136130:
2. David C. Planchard SOLIDWORKS 2018 Quick Start with Video Instruction. – Published on: 2018 CSWP
3. Theo Zizka 3D Modeling. – Cherry Lake, 2014. - 32 pages/
4. AutoCAD 2019 From Zero to Hero Paperback. – Independently published (January 22, 2019), ISBN-10: 1794614664, ISBN-13: 978-1794614666, 201 pages
5. Clarence T. Rivers 3D Printing: The Ultimate 3D Printing Guide. 44 pages. 2014

### Допоміжна

6. Shaun Foster, David Halbstein Integrating 3D Modeling, Photogrammetry and Design. – Springer London Heidelberg ISSN 2191-5768 ISSN 2191-5776 (electronic) ISBN 978-1-4471-6328-2 ISBN 978-1-4471-6329-9 (eBook) DOI 10.1007/978-1-4471-6329-9
7. James Floyd Kelly 3D Modeling and Printing with Tinkercad: Create and Print Your Own 3D Models. – Que Publishing 800 East 96th Street, Indianapolis, Indiana 46240 USA. 294 pages
8. Аттетков А. В. Методы оптимизации: учеб. для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С.Зарубин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 440 с.
9. Алямовский А. А. Solid Works/ Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е.В. Одинцов.- СПб.: БВХ-Петербург.– 2005. – 800 с.
10. Алямовский А. А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2010. 464 с., ил. (Серия «Проектирование»). ISBN 978-5-94074-586-0
11. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. - М.: ДМК Пресс, 2004. - 432 с.: ил. (Серия «Проектирование»). ISBN 5-94074-218-1

### Методичне забезпечення

12. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Основи автоматизованого проектування машин» для студентів денного та заочного відділень спеціальності 133: галузеве машинобудування / Ю. Г. Сагіров - Маріуполь, 2019. – 69с.
13. Сагіров Ю.Г. Методичні вказівки до самостійної роботи щодо вивчення дисципліни «Автоматизоване проектування ПТМ» для студентів денного та заочного відділень. Галузь знань: 13 - механічна інженерія. Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування. Освітній ступінь - бакалавр. - Маріуполь, 2019. – 52 с.