

ЛІТЕРАТУРА

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя**

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра будівельної механіки



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Конспект лекцій

для студентів спеціальності

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

всіх форм навчання

Тернопіль
2018

УДК 69.04
О-75

Укладач:

Сорочак А.П., канд. техн. наук, доцент.

Рецензенти:

Маруцак П.О., докт. техн. наук, професор.

Методичний посібник розглянуто й затверджено на засіданні
кафедри будівельної механіки
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 4 від 29 листопада 2017 р.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної ради
факультету інженерії машин, споруд та технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 5 від 27 грудня 2017 р.

Основи автоматизації проектування в будівництві : конспект лекцій
О-75 Укладач : Сорочак А.П. – Тернопіль : Тернопільський національний
технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 120 с.

УДК 69.04

Конспект лекцій розроблено відповідно до навчального плану підготовки
фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю
192 «Будівництва та цивільна інженерія».

© Сорочак А.П., 2018
© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2018

ЗМІСТ

Мета та завдання навчальної дисципліни	4
ТЕМА 1. Загальна характеристика систем автоматизованого проектування.....	5
ТЕМА 2. Інтерфейс, можливості та налаштування системи AutoCAD.....	10
ТЕМА 3. Робота з шарами. Об'єктна прив'язка та режими відстежування.....	20
ТЕМА 4. Побудова, редагування та властивості об'єктів креслення.	28
ТЕМА 5. Нанесення та редагування тексту, таблиць та штриховки.	52
ТЕМА 6. Нанесення та редагування розмірів. Шаблони креслень.....	64
ТЕМА 7. Створення та використання блоків. Робота з растровими зображеннями.	73
ТЕМА 8. Виведення креслень на друк.	83
ТЕМА 9. Основи роботи у тривимірному просторі.....	85
ТЕМА 10. Створення простих просторових примітивів.	91
ТЕМА 11. Моделювання об'єктів складної форми.....	93
ТЕМА 12. Редагування просторових об'єктів.....	97
ТЕМА 13. Каркасні та поверхневі моделі.....	101
ТЕМА 14. Твердотільні моделі.	104
ТЕМА 15. Компонівка моделей.	1067
ТЕМА 16. Рендеринг та створення фотореалістичних зображень.....	110
Рекомендована література	118

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу «Основи автоматизації проектування в будівництві» є надання знань про основи побудови та функціонування сучасних систем автоматизованого проектування в будівництві, прийоми та методи ефективного, швидкого та коректного оформлення технічної документації за допомогою програмних засобів САПР, засвоєння практичних навиків застосування технічних і програмних засобів ЕОМ в архітектурному проектуванні.

Завдання курсу:

- ознайомити студентів із основними особливостями застосування сучасних систем автоматизованого проектування будівельних конструкцій;
- розвинути навики застосування сучасного програмного забезпечення для автоматизації проектування будівельних конструкцій;
- освоїти основні методи та прийоми формування робочої документації в сфері промислового та цивільного будівництва з використанням сучасних комплексів САПР із дотриманням вимог діючих нормативних документів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи комп'ютерної графіки;
- алгоритми формування зображень;
- управління зображенням на екрані;
- управління режимами креслення;
- редагування зображень;
- робота з блоками;
- побудова тривимірних об'єктів;
- вимоги державних стандартів до оформлення будівельних та машинобудівних креслень;
- проєкційне креслення;
- машинобудівні креслення;
- будівельні креслення;
- проєкційні системи;
- способи утворення поверхонь;
- геометричні задачі в системах автоматизованого проектування;

вміти:

- виконувати архітектурно-будівельні та машинобудівні креслення;
- вільно користуватися графічною документацією об'єктів будівництва та машинобудування;
- застосовувати методи і засоби машинної графіки при складанні документації об'єктів будівництва та машинобудування.

ТЕМА 1. Загальна характеристика систем автоматизованого проектування

1. Поняття інженерного проектування.
2. Системний підхід до проектування.
3. Структура САПР.
4. Класифікація САПР.

1. Створення будь-яких виробів промисловості починається з розробки конструкторської документації. Рівень її виконання значною мірою впливає на скорочення строків створення та освоєння виробів, зниження трудомісткості їх виробництва, підвищення надійності та якості.

Розвиток обчислювальної техніки, розповсюдження персональних комп'ютерів і графічних дисплеїв як технічних засобів відображення графічної інформації привели до появи засобів генерації графічних зображень і автоматизованого виконання креслень – комп'ютерної графіки.

Комп'ютерна графіка – сукупність методів і способів перетворення за допомогою комп'ютера даних у графічне зображення і графічного зображення у дані (ДСТУ 2939-94. «Система оброблення інформації. Комп'ютерна графіка. Терміни та визначення»).

Застосування комп'ютерної графіки та САПР дозволяє більшу частину рутинної роботи з проектування передати комп'ютеру і цим самим вивільнити час інженера-конструктора для творчої діяльності, суттєво підвищуючи при цьому якість результатів та скорочуючи строки проектування.

Проектування технічного об'єкту – це створення, перетворення і представлення в зрозумілій формі образу цього ще не існуючого об'єкту на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового і конструкторського характеру.

Образ об'єкту або його складових частин може створюватися в уяві людини в результаті творчого процесу або генеруватися у відповідності з деякими алгоритмами в процесі взаємодії людини і комп'ютера. У будь-якому випадку інженерне проектування починається за наявності вираженої потреби суспільства в деяких технічних об'єктах, якими можуть бути об'єкти будівництва, промислові вироби або процеси.

Проектування включає розробку технічної пропозиції і технічного завдання (ТЗ), що відбивають ці потреби, і реалізацію ТЗ в виді проектної документації.

Зазвичай ТЗ представляють у вигляді деяких документів, і воно являється початковим (первинним) описом об'єкту. Результатом проектування, як правило, служить повний комплект документації, що містить достатні відомості для

виготовлення об'єкту в заданих умовах. Ця документація і є *проект*, точніше, остаточний опис об'єкту.

Зміст технічних завдань на проектування включає в себе:

1. Призначення об'єкту.

2. Умови експлуатації. Разом з якісними характеристиками (представленими у вербальній формі) є числові параметри, для яких вказані області допустимих значень (температура довкілля, зовнішні сили, навантаження і т.п.).

3. Вимоги до вихідних параметрів, тобто до величин, що характеризують властивості об'єкту, які цікавлять споживача.

Проектування, при якому усі проектні рішення або їх частину отримують шляхом взаємодії людини і комп'ютера, називають *автоматизованим*, на відмінність від *ручного* (без використання комп'ютера) або *автоматичного* (без участі людини на проміжних етапах). Система, що реалізує автоматизоване проектування, є *системою автоматизованого проектування (САПР)*.

Автоматичне проектування можливе лише в окремих часткових випадках для порівняно нескладних об'єктів. На сьогодні переважаючим є автоматизоване проектування.

Всі завдання, які доводиться вирішувати і виконувати в процесі розробки і виготовлення продукту, називаються *життєвим циклом продукту*. Приклад життєвого циклу продукту приведений на рис. 1.1.

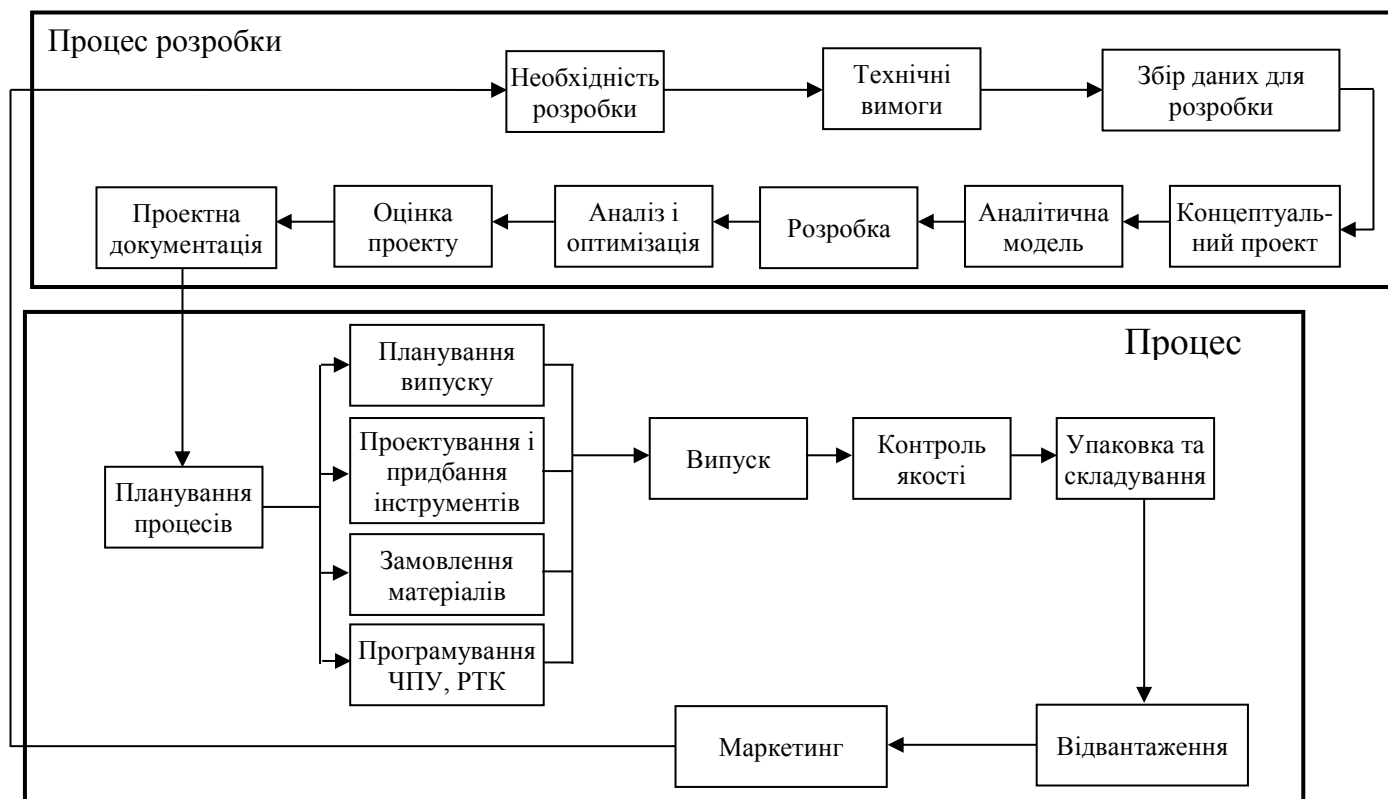


Рисунок 1.1. Схема життєвого циклу продукції

2. Основний загальний принцип системного підходу полягає в розгляді частин явища або складної системи з урахуванням їх взаємодії. Системний підхід включає виявлення структури системи, типізацію зв'язків, визначення атрибутів, аналіз впливу зовнішнього середовища.

Системи автоматизованого проектування відносяться до числа найбільш складних сучасних штучних систем. Їх проектування і супровід неможливі без системного підходу.

Інтерпретація і конкретизація системного підходу мають місце в ряді відомих підходів з іншими назвами. Це структурний, блоково-ієрархічний та об'єктно-орієнтований підходи.

При *структурному підході*, як різновиді системного, проводиться синтез варіантів системи з стандартних компонентів (блоків) і оцінюються варіанти при їх частковому переборі з попереднім прогнозуванням характеристик компонентів.

Блоково-ієрархічний підхід до проектування використовує ідеї декомпозиції складних описів об'єктів на ієрархічні рівні і аспекти, вводить поняття стилю проектування (висхідне і низхідне), встановлює зв'язок між параметрами сусідніх ієрархічних рівнів.

В *об'єктно-орієнтованому підході* до проектування виражено ряд важливих структурних принципів, що використовуваних при розробці інформаційних систем і програмного забезпечення.

Для усіх підходів до проектування складних систем характерні також наступні *особливості*:

1. Структуризація процесу проектування, що виражається декомпозицією проектних завдань і документації, виділенням стадій, етапів, проектних процедур. Ця структуризація є суттю блоково-ієрархічного підходу до проектування.

2. Ітераційний характер проектування.

3. Типізація і уніфікація проектних рішень і засобів проектування.

У відповідності з принципами системного підходу виділяють окремі *стадії проектування* – найбільш великі частини проектування як процесу, що розвивається в часі. У загальному випадку виділяють стадії науково-дослідних робіт (НДР), ескізного, технічного, робочого проектів, випробувань дослідних зразків.

Стадії (етапи) проектування підрозділяють на складові частини, що називаються *проектними процедурами*. Прикладами проектних процедур можуть служити підготовка креслень окремих деталей, аналіз кінематики, моделювання перехідного процесу тощо. У свою чергу, проектні процедури можна поділити на дрібніші компоненти, що називаються *проектними операціями*, наприклад побудова сітки скінченних елементів, вибір або розрахунок зовнішніх дій, представлення результатів моделювання. Таким чином проектування зводиться до виконання деяких послідовностей проектних процедур.

3. Як і будь-яка складна система, САПР складається з підсистем. Розрізняють підсистеми проектуючі і обслуговуючі.

Проектуючі підсистеми безпосередньо виконують проектні процедури. Прикладами проектуючих підсистем можуть служити підсистеми геометричного тривимірного моделювання об'єктів, виготовлення конструкторської документації, аналізу трасувань з'єднань в друкованих платах тощо.

Обслуговуючі підсистеми забезпечують функціонування проектуючих підсистем, їх сукупність часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР. Типовими обслуговуючими підсистемами є підсистеми управління проектними даними, підсистеми допомоги та навчання користувачів, вводу-виводу інформації.

Структуризацію САПР по різних аспектах обумовлює поява **видів забезпечення** САПР. Прийнято виділяти сім видів забезпечення САПР:

- 1) технічне – включає різні апаратні засоби (ЕОМ, периферійні пристрої, мережеве комутаційне устаткування, лінії зв'язку, вимірювальні засоби);
- 2) математичне – об'єднує математичні методи, моделі і алгоритми для виконання проектування;
- 3) програмне, що представляється комп'ютерними програмами САПР;
- 4) інформаційне, що складається з бази даних проектної інформації та СКБД;
- 5) лінгвістичне, виражене мовою спілкування між проектувальником і комп'ютером, мовами програмування і мовами обміну даними між технічними засобами САПР;
- 6) методичне – включає різні методики проектування;
- 7) організаційне, представлене штатними розкладами, посадовими інструкціями і іншими документами, що регламентують роботу проектного підприємства.

4. Класифікацію САПР здійснюють по ряду ознак, наприклад по застосуванню, цільовому призначенню, масштабах (комплексності вирішуваних завдань).

По застосуванню найбільш показними і широко використовуваними являються наступні групи САПР:

1. САПР для застосування в галузях загального машинобудування (AutoCAD, Inventor, Компас).
2. САПР для радіоелектроніки (P-CAD, OrCAD, Mentor).
3. САПР в області архітектури і будівництва (ArchiCAD, Allplan, Revit Structure).

Крім того, відоме велике число спеціалізованих САПР, що виділяються у вказаних групах або представляють самостійну гілку класифікації. Прикладами

таких систем є САПР великих інтегральних схем (ВІС); САПР літальних апаратів тощо.

За цільовим призначенням розрізняють САПР, що забезпечують проектування різних етапів життєвого циклу продукції:

Автоматизоване проектування (computer-aided design – CAD) – технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, зміни і аналізу проектів. Найосновніша функція CAD - визначення геометрії конструкції (деталі механізму, архітектурних елементів, електронні схеми, плани будівель і т.п.), оскільки геометрія визначає усі наступні етапи життєвого циклу продукту. Для цієї мети зазвичай використовуються системи розробки робочих креслень і геометричного моделювання. (AutoCAD, ArchiCAD, Компас).

Автоматизоване виробництво (computer-aided manufacturing – CAM) – це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління і контролю операцій виробництва через інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. Одним з найбільш зрілих підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління, що полягає у використанні запрограмованих команд для управління верстатами. Ще одна важлива функція систем автоматизованого виробництва – програмування роботів, які можуть працювати на гнучких автоматизованих дільницях чи конвеєрах. (CAM350, T-Flex).

Автоматизоване конструювання (computer-aided engineering – CAE) – це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії, моделювання і вивчення поведінки продукту для удосконалення і оптимізації його конструкції. Засоби CAE можуть здійснювати багато різних варіантів аналізу – кінематичний розрахунок, динамічний аналіз, аналіз логіки електронних ланцюгів, розрахунок напружено-деформованого стану конструкцій. З усіх методів комп'ютерного аналізу найширше в використовується метод скінченних елементів (finite element method – FEM), який реалізований в програмних пакетах ANSYS, Abaqus, Solidworks, ЛІРА-САПР та ін.

Таким чином, технології CAD/CAM/CAE полягають в автоматизації і підвищенні ефективності конкретних стадій життєвого циклу продукту. Розвиваючись незалежно, ці системи ще не до кінця реалізували потенціал інтеграції проектування і виробництва. Перспективним є сценарій використання баз даних для інтеграції систем CAD, CAE і CAM (рис. 1.2).

Така інтеграція всіх процесів та інформаційних моделей в будівництві отримала назву BIM-технології (Building Information Model). Інформаційне моделювання споруд (BIM) – процес колективного створення та використання інформації про споруду, що формує надійну основу для всіх рішень на протязі життєвого циклу об'єкту (від концепції до робочого проекту, будівництва, експлуатації та демонтажу).



Рисунок 1.2. Інтеграція CAD/CAM/CAE за допомогою бази даних

ТЕМА 2. Інтерфейс, можливості та налаштування системи AutoCAD

1. Можливості системи AutoCAD.
2. Особливості інтерфейсу AutoCAD. Елементи інтерфейсу AutoCAD.
3. Взаємодія з AutoCAD. Створення та керування файлами креслень.
4. Одиниці вимірювання. Границі креслення та його відображення на екрані.
5. Система координат. Задання координат точок на кресленні.
6. Вибір об'єктів.

1. AutoCAD належить до найвідоміших систем комп'ютерної інженерної графіки і являє собою потужний пакет для автоматизації розробки та виконання проектно-конструкторських та інших графічних документів. Принцип відкритої архітектури, покладений в основу AutoCAD, дозволяє адаптувати та розвивати його функції відповідно до конкретних задач та вимог.

Вперше система AutoCAD була представлена фірмою Autodesk у 1982 році як програма САПР для персональних комп'ютерів. З того часу вона перетворилася у світового лідера серед усіх систем автоматизованого проектування, а деякі її функції стали промисловими стандартами.

На сьогоднішній день система *AutoCAD* дозволяє:

- здійснювати двовимірне проектування та оформлення креслень;
- виконувати тривимірне моделювання (каркасне, поверхневе та твердотільне);
- автоматично отримувати на основі об'ємної моделі плоскі зображення її проєкцій, які потім можуть бути доопрацьовані засобами AutoCAD;
- здійснювати фотореалістичну візуалізацію моделей;
- здійснювати колективну роботу над проектом за допомогою локальних мереж та Internet;
- здійснювати обмін даними між проектами;

- розробляти за допомогою вбудованої в систему AutoCAD мови програмування AutoLISP будь-які додатки для розв'язання конкретних проектних задач.

На сьогодні існують різні версії AutoCAD, орієнтовані на автоматизацію проектування в різних галузях, зокрема:

- AutoCAD Mechanical, AutoCAD LT – для виконання машинобудівних креслень;
- AutoCAD Electrical – для проектування електричних систем керування;
- AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D – для виконання будівельних креслень;
- AutoCAD MEP – для проектування внутрішніх інженерних систем будівель;
- AutoCAD Map 3D – для виконання картографічних робіт.

Креслення в AutoCAD — це спеціальним чином організований файл, в якому крім рисунка міститься ряд параметрів, що визначають режими, одиниці вимірювання тощо. За замовчанням AutoCAD присвоює файлу розширення *.dwg*. В файлах з розширенням *.dwt* більші можливості зберігання даних, що дозволяє автоматично включати в проект пов'язані з ним шрифти, файли зовнішніх посилань і растрових зображень. Файл-шаблон має розширення *.dwt*. Для обміну з іншими графічними редакторами використовуються універсальні текстові файли у форматі *.dxf*.

2. Основні особливості інтерфейсу AutoCAD:

- Багатозадачне середовище проектування – можлива обробка декількох проектів в одному сеансі.
- Центр управління AutoCAD (AutoCAD DesignCenter) – перегляд і вставка компонентів з будь-яких проектів в поточний проект AutoCAD.
- Швидке автоматичне нанесення розмірів для вибраного об'єкту.
- Асоціативність розмірів і штриховок – услід за зміною геометрії об'єкту після його редагування автоматично змінюються і його розміри. Виноски також асоціативні.
- Прив'язка/автовідстежування – проектування і редагування без необхідності виконувати допоміжні геометричні побудови.
- Часткове підвантаження файлів – динамічне завантаження окремих частин проекту і зовнішніх посилань в процесі роботи.
- Динамічна візуалізація об'єктів – обертання і зміна масштабу тонованих і каркасних моделей в реальному часі.
- Безліч активних робочих площин у видових екранах – можливість привласнення кожному видовому екрану своєї системи координат.
- Редагування зовнішніх посилань по місцю їх вставки.

- Менеджер властивостей об'єктів – перегляд і зміна практично усіх властивостей об'єкту в діалоговому вікні.
- Розширені можливості адаптації – створення додатків на мові AutoLISP в інтегрованому середовищі розробок Visual LISP.
- Розширені можливості для виведення проектів на друк.
- Можливість автоматичного генерування Web-сторінок у форматі HTML з використанням форматів стиснутих растрових зображень безпосередньо з AutoCAD.

Після запуску AutoCAD відкривається діалогове вікно початку роботи або вікно порожнього креслення. В останньому випадку ви починаєте роботу над кресленням, застосовуючи установки AutoCAD за замовчанням та вибрані в попередньому сеансі роботи одиниці вимірювання.

Після створення нового креслення на екрані з'явиться вікно графічного редактора, стандартний вигляд якого показано на рис. 2.1. Розташування більшості елементів у вікні та їхня форма можуть бути змінені.

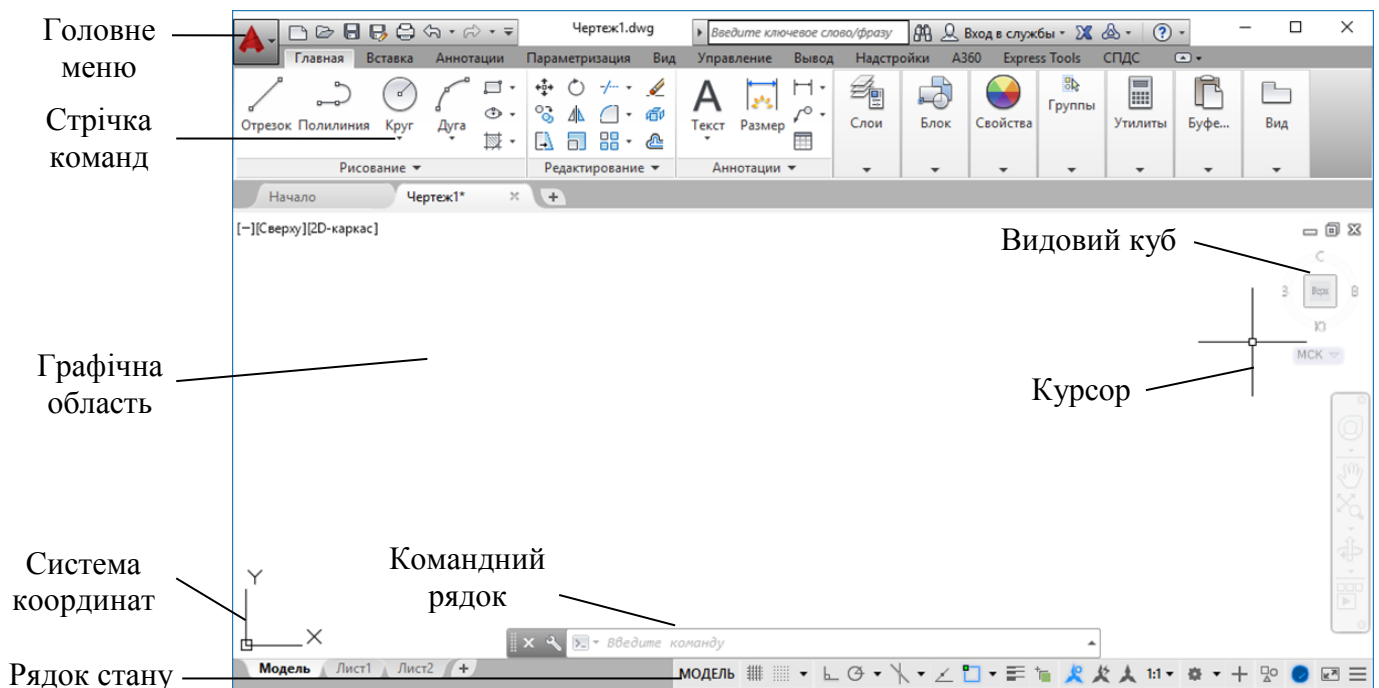


Рисунок 2.1. Вікно AutoCAD

Центральна частина вікна називається *графічною або робочою областю*. На ній відображаються об'єкти, з яких складається креслення. Коли курсор миші знаходиться в цій області, він має вигляд перехрестя з маленьким квадратом посередині. Розмір перехрестя курсора можна змінити в налаштуваннях або за допомогою системної змінної. У лівому нижньому кутку графічної області розміщується піктограма системи координат. Щоб курсор гарантовано потрапив в потрібну точку графічного об'єкту, існує певний механізм. Так, при знаходженні в області маркера точки курсор як би приклеюється до неї, поки користувач не

зрушить мишу убік. В цей час характерна точка підсвічує зеленим квадратиком, а в рядку стану можна побачити координати цієї точки.

Безпосередньо в рядку заголовка знаходиться *головне меню програми* та панель виклику швидких команд, яка може бути налаштована користувачем.

Всі основні команди AutoCAD згруповані в кілька *стрічок* відповідно до їх призначення. Їх відображення контекстне та залежить від поточної команди чи типу вибраних об'єктів та може бути відредаговане користувачем. Якщо підвести курсор миші до будь-якої з кнопок стрічки команд, то через деякий час біля курсору миші з'явиться підказка з ім'ям та описом команди. Кнопки, на яких міститься зображення трикутника, виводять вкладені менюі, що містять додаткові команди, пов'язані спільним функціональним призначенням.

Як вже відзначалося раніше, AutoCAD – це програма, яка існує близько 20 років. У зв'язку з цим багато елементів, які були актуальні у минулому, зараз вже частково або повністю втратили свою значущість, але збереглися в інтерфейсі програми. Як приклад можна привести командний рядок, який був затребуваний в часи, коли комп'ютер не мав мишки. Поступово він втрачає свою актуальність, але все таки відмовитися від нього повністю доки не можна.

Командний рядок знаходиться у нижній частині вікна AutoCAD. У цій області відображуються команди, що вводяться користувачем. Командний рядок є засобом діалогу користувача і програми. Коли користувач викликає команду (з головного меню програми або натискаючи на відповідних кнопках панелей інструментів), в командному рядку автоматично відображується назва команди, що викликається.

Практично у кожній команді є певні параметри або призначена для введення додаткова інформація (наприклад, координати точок). В цьому випадку користувач повинен прочитати питання, яке з'являється в командному рядку, і відповісти на нього. До цього моменту не можна починати виконувати нову команду і виходити з програми, інакше ця команда буде перервана.

Повну інформацію про дії користувача та повідомлення системи за поточний сеанс роботи можна отримати в текстовому вікні, яке відкривається при натисканні клавіші F2 (при повторному натисканні цієї клавіші вікно закривається). За допомогою текстового вікна можна повторити будь-яку команду або послідовність команд, що виконувалася раніше.

При усіх перевагах командного рядка він завжди мав істотний недолік – користувачеві під час роботи постійно доводилося переводити погляд з області креслення в область командного рядка. Це розсіює увагу і знижує швидкість роботи конструктора при побудові креслення. Компанія Autodesk, розуміючи це, спробувала розв'язати цю проблему і запропонувала користувачам можливість **динамічного введення**. Тепер повідомлення командного рядка дублюються прямо біля покажчика миші. Також при побудові об'єктів в області покажчика відображуються динамічні розміри об'єкту, що будується, які можна тут же і

редагувати. Для виклику списку параметрів поточної команди можна просто натиснути на клавіатурі клавішу *Space* (рис. 2.2).

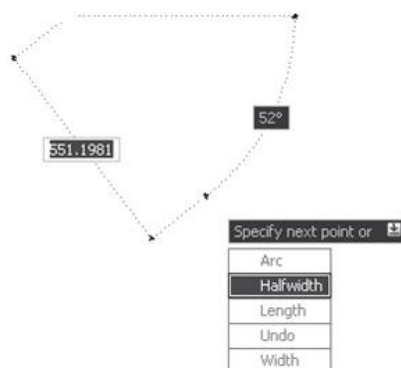


Рисунок 2.2. Приклад динамічного введення

У нижній частині вікна AutoCAD розміщується **рядок стану**. У ньому відображаються поточні координати графічного курсору, а також знаходиться ряд кнопок, призначених для встановлення режимів креслення. Всього цих кнопок на панелі за замовчанням десять, але будь-яку з них можна або прибрати, або додати на панель. Вони працюють як перемикачі – зображення натиснутої кнопки відповідає увімкненому стану відповідного режиму, а зображення ненависнутої кнопки – вимкненому стану. Функціональне призначення кнопок у порядку їх розташування:

- **МОДЕЛЬ (MODEL/PAPER)** – служить для перемикання між простором моделі і простором аркуша.
- **СЕТКА (GRID)** – вмикає або вимикає відображення на екрані фонові допоміжної сітки з точок. Цій кнопці відповідає функціональна клавіша F7.
- **ШАГ (SNAP)** – задає параметри крокової прив'язки, тобто управляє режимом прив'язки до точок сітки з певним кроком – F9.
- **ОРТО (ORTHO)** – вмикає або вимикає режим ортогонального креслення, при якому система проводить лінії тільки паралельно координатним осям – F8.
- **ИЗООРТО (ISOORTHO)** – вмикає або вимикає режим ізометричних координатних площин та забезпечує переключення між ними – F5.
- **ОТС-ПОЛЯР (POLAR)** – вмикає або вимикає режим полярного трекінгу (відстеження), при якому система відображає на екрані тимчасові допоміжні нескінченні прямі (лінії вирівнювання), направлені під кутами, кратними кутіві, вказаному користувачем – F10.
- **ОТС-ОБЪЕКТ (OTRACK)** – вмикає або вимикає режим відслідковування об'єктної прив'язки, що дозволяє точно розміщувати нові об'єкти відносно проміжної точки, що вказується за допомогою об'єктної прив'язки – F11.

- *ПРИВ'ЯЗКА (OSNAP)* – вмикає або вимикає режим об'єктної прив'язки, який дозволяє користувачеві вибирати характерні точки в процесі редагування об'єктів – F3.
- *BEC (LWDISPLAY)* – вмикає або вимикає відображення ваги (товщини) ліній на екрані монітора.

Далі розташована кнопки для керування анотативними об'єктами креслення, переключенням профілів налаштувань робочого простору та очищення екрану.

В AutoCAD широко застосовуються *контекстні меню*, які активізуються натисканням правої кнопки миші. Зміст контекстного меню залежить від того, яка команда або діалогове вікно активні на момент його виклику.

3. В AutoCAD реалізовано методи і системні підходи, що дозволяють користувачеві працювати з максимальною ефективністю. Команди можна вводити з клавіатури, вибирати з різноманітних меню, стрічок чи панелей інструментів або використовувати клавіатурні комбінації.

Вводити команду можна лише тоді, коли в командному рядку відображається запрошення «Команда:». Повторний виклик останньої команди можна здійснити, якщо у відповідь на запрошення «Команда:» натиснути клавішу *Enter* або *Space*, для послідовного перебору історії введених команд – клавіші управління курсором.

Більшість команд AutoCAD мають декілька опцій і потребують для свого виконання вибору однієї з них. Для вибору потрібної опції, якщо цей вибір здійснюється з клавіатури, необхідно ввести літери, вказані у верхньому регістрі (*Width*, *LType* і т. ін.). Опція за умовчанням виводиться у кутових дужках. Вона використовується редактором, коли відсутні явні вказівки. Команда виконується графічним редактором лише після того, коли в діалозі з системою буде задана вся необхідна інформація.

Деякі команди AutoCAD можна викликати під час виконання іншої команди. Такі команди називаються «прозорими». Це здебільшого команди, що керують відображенням креслення на екрані. Якщо «прозора» команда вводиться з клавіатури, то їй повинен передувати знак апострофа (').

Щоб відмінити команду або перервати процес її виконання, закрити меню чи діалогове вікно, застосовується клавіша *Esc*.

При роботі з кресленнями в AutoCAD неодмінно необхідно володіти інструментами *управління екранним відображенням*. Часто в процесі роботи необхідно змінити масштаб перегляду креслення, переміститися до певного його місця і т. д. Для управління екранним відображенням в AutoCAD використовується декілька основних команд.

Панорамування – дає можливість переміщати видиму область креслення. Вона актуальна при роботі над проектами великого розміру, коли усе креслення не може

уміщатися на екрані. Виконується натисканням середньої кнопки миші або за допомогою смуг прокрутки.

Масштабування – дає можливість збільшити певну ділянку креслення і розглянути її ближче або ж, навпаки, віддалити зображення, щоб усе креслення поміщалось на екрані. Виконується прокручуванням колеса миші.

Для збільшення зручності користування система AutoCAD дозволяє змінити велику кількість налаштувань робочого середовища, таких як колір фону та курсора, розміщення файлів на диску, гладкість відображення кривих на екрані і т. п.

За замовчанням файли креслень записуються у кореневий каталог системи AutoCAD. Збереження файлів у кореновому каталозі системи AutoCAD є незручним і небезпечним, оскільки можна помилково видалити разом з непотрібними файлами креслень важливі системні файли. Файли креслень слід зберігати в окремих папках, створених спеціально з цією метою.

У процесі роботи над кресленням його потрібно періодично зберігати, щоб уникнути втрат інформації при збоях у роботі комп'ютера. AutoCAD автоматично зберігає креслення через певні проміжки часу. За умовчанням в AutoCAD значення інтервалу між автоматичними збереженнями становить 30 хвилин. Зменшити або збільшити цей інтервал можна відповідною зміною значення системної змінної SAVETIME. Зробити це можна як з клавіатури (набравши *savetime*, а далі у відповідь на запит системи: *Новое значение SAVETIME <30>*: ввести потрібне значення), так і через діалогове вікно *Настройка (Options)*.

Файл, що створюється в результаті автоматичного збереження, має розширення *.sv\$*. Щоб скористатися ним, його потрібно попередньо перейменувати. Він є тимчасовим і після закриття креслення видаляється.

При збереженні креслення вручну AutoCAD за замовчанням автоматично зберігає стару версію під поточним ім'ям з розширенням *.bak*. У разі потреби повернутися до цієї копії її потрібно перейменувати, присвоївши розширення *.dwg*. Автоматичне створення резервної копії можна заборонити, встановивши значення змінної ISAVEBAK в 0 або за допомогою діалогового вікна *Настройка (Options)*.

4. В AutoCAD відстань між точками вимірюється в умовних одиницях, які можуть відповідати будь-яким одиницям вимірювання довжини (футам, метрам, дюймам тощо). Завдяки цьому при кресленні можна оперувати реальними розмірами. Масштабування різних частин зображення відповідно до формату документа здійснюється при виведенні на друк шляхом задання співвідношення між умовними одиницями файлу креслення і міліметрами креслення на аркуші.

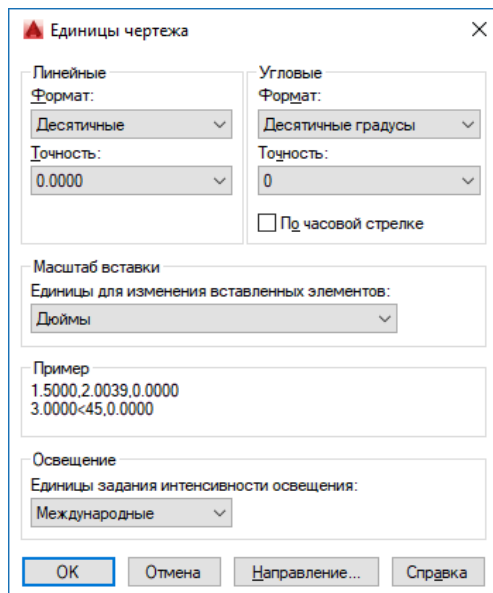


Рисунок 2.3. Діалогове вікно налаштування креслення

Формат подання чисел (за замовчанням десятковий) та точність встановлюються у вікні майстра при створенні нового файлу або в процесі роботи за допомогою діалогового вікна *Единицы чертежа* (Drawing Settings, рис. 2.3). Вікно містить області для задання формату подання як лінійних, так і кутових одиниць, а також площі та об'єму. Списки *Точність (Precision)*, що містяться в обох областях, дозволяють установити потрібну точність вимірювання відповідних одиниць.

Якщо нове креслення будується без використання шаблону, необхідно задати його межі. При використанні метричної системи одиниць вимірювання AutoCAD за умовчанням установлює межі креслення 420x297 мм (формат A3).

5. Положення будь-якого елемента креслення визначається за допомогою координат. За умовчанням AutoCAD використовує свою внутрішню тривимірну прямокутну декартову систему координат, що називається Світовою (МСК) – World Coordinate System (WCS). Напрямок осей X та Y відображає піктограма в лівому нижньому кутку графічного поля. Вісь Z згідно з правилом правої руки направлена на користувача. Признаком МСК на піктограмі осей є квадрат в точці початку координат.

Користувач може створювати свої власні системи координат – ПСК (UCS). Системи координат користувача використовують для зручнішого задання геометрії моделі, вони можуть бути довільним чином орієнтовані відносно МСК. В одному кресленні можна створювати та зберігати необмежену кількість систем координат користувача. Слід пам'ятати, що графічний курсор переміщується в поточній системі координат.

Усі команди креслення відображають запит командного рядка, що пропонує вказати точку або положення об'єкта на кресленні. Програма пропонує **п'ять способів введення координат:**

- *Інтерактивний метод.* Координати точки в площині XY вказуються за допомогою миші.
- *Абсолютні координати.* Значення координат X та Y (відносно початку координат – точки (0,0)) вводяться з клавіатури. Формат введення: X, Y.
- *Відносні прямокутні координати.* Положення точки визначається її зміщенням уздовж координатних осей відносно останньої точки. Значення зміщень (ΔX , ΔY) вводиться з клавіатури у наступному форматі: @ ΔX , ΔY .
- *Відносні полярні координати.* Положення точки визначається значеннями полярного радіуса R та полярного кута ϕ , відрахованими відносно останньої точки. Формат введення: @R< ϕ .
- *Метод напрям/відстань.* Положення точки задається напрямом та відстанню по відношенню до останньої точки. Спочатку за допомогою миші потрібно вказати напрям (відстань, на яку при цьому зміститься курсор, значення не має), а далі ввести з клавіатури значення відстані.

6. Велика кількість команд AutoCAD потребує вибору об'єктів, про що повідомляє підказка *Выберите объекты*: командного рядка. Після появи запиту курсор миші набуває вигляду маленького квадратика. За допомогою цього квадратного маркера можна послідовно вибрати потрібну кількість об'єктів. Вибрані об'єкти відображаються пунктирною лінією (стають виділеними). Щоб закінчити процес вибору, необхідно натиснути *Enter*.

Якщо якийсь з об'єктів вибрано помилково, його можна видалити з набору, помістивши на нього квадратний маркер і натиснувши ліву кнопку миші, утримуючи при цьому натиснутою клавішу *Shift*.

Квадратний маркер є режимом (методом) вибору за умовчанням. Окрім цього режиму можна використовувати інші. У процесі формування одного набору вибраних об'єктів можна користуватися різними режимами вибору об'єктів:

Квадратний маркер. Помістіть квадратний маркер на об'єкт (так, щоб він перетинав об'єкт) і натисніть ліву кнопку миші.

Автоматичний. Помістіть квадратний маркер на вільному полі креслення так, щоб він не перетинав жодного об'єкта, і натисніть ліву кнопку миші. Цим ви визначите кут рамки вибору. Переміщуйте мишу вправо, формуючи прямокутну рамку. Натисніть ліву кнопку миші для фіксації другого кута рамки. Усі об'єкти, що повністю потрапили до рамки, стануть виділеними.

Якщо переміщувати мишу вліво, то буде сформована січна рамка. При цьому виділеними будуть всі об'єкти, що повністю потрапили до рамки, та об'єкти, що нею перетинаються.

Рамка. Для активізації цього режиму вибору у відповідь на запит *Выберите объекты*: потрібно ввести літеру *P*. Програма запропонує вказати кінцеві точки на

діагоналі прямокутника. Вибираються всі об'єкти, що повністю потрапили всередину цього прямокутника.

Перерізуюча рамка. У цьому режимі формується січна рамка, а отже, вибираються всі об'єкти, що повністю потрапили до неї або перетинаються нею. Режим активізується введенням літери *C*, далі, як і в режимі Рамка, потрібно вказати кінцеві точки діагоналі.

Багатокутна рамка. Цей режим відрізняється від режиму Window лише тим, що замість прямокутної рамки вибору створюється неправильний багатокутник з будь-якою кількістю сторін. Вершини багатокутника вказуються мишею у відповідь на запити системи. Режим активізується введенням літер *PM*.

Перерізуючий багатокутник. Режим діє подібно до режиму Перерізуюча рамка і відрізняється лише тим, що січна рамка будується у вигляді багатокутника з довільним числом сторін. Для активізації режиму потрібно у відповідь на запит ввести *CM*.

Лінія. У цьому режимі будується січна лінія. У результаті вибираються всі об'єкти, що перетинаються нею.

Останній. У цьому режимі автоматично вибирається останній зі створених чи вставлених об'єктів. Щоб перейти в цей режим, потрібно ввести літеру *П*.

Поточний. При активізації цього режиму (введенням літери *T*) виділяється набір об'єктів, що був створений при попередньому виборі.

Все. Для активізації режиму потрібно повністю ввести букву *V*. При цьому будуть вибрані всі об'єкти креслення, за винятком тих, що знаходяться на заблокованих та заморожених шарах.

Виключити. У цьому режимі здійснюється відміна вибору. Після його активізації (введенням літери *I*) запит *Выберите объекты:* змінюється на запит *Выберите объекты для исключения:* і будь-яка дія з вибору об'єкта приводить до видалення його з набору вибраних.

Додати. Активізація цього режиму (введенням літери *D*) дозволяє повернутися від відміни вибору до його здійснення.

Shift + ліва кнопка миші. Вибір об'єкта квадратним маркером або в автоматичному режимі при натиснутій клавіші *Shift* приводить до його видалення з набору, тобто виконується та ж дія, що і в режимі Виключити, але значно швидше.

Ctrl + ліва кнопка миші. Цей режим використовується, коли об'єкти перекриваються або розміщені дуже близько один до одного. Натискання лівої кнопки миші при утримуванні натиснутою клавіші *Ctrl* дозволяє послідовно виділяти об'єкти, що перетинаються квадратним маркером. Після виділення потрібного об'єкта слід натиснути *Enter*.

Вибір об'єктів можна здійснювати не тільки після введення команди у відповідь на запит *Выберите объекты:* але і до її введення, тобто коли в командному рядку відображається запрошення *Команда:*. При цьому відбувається

перехід від звичайного порядку роботи (в AutoCAD він має назву Дія/Об'єкт), коли спочатку вказується дія, а потім об'єкт, над яким потрібно цю дію виконати, до порядку Об'єкт/Дія, коли спочатку вибирається об'єкт, а потім вказується дія. Зазначимо, що в цьому випадку програма стає обмеженою щодо способів вибору. Вибір об'єктів можна здійснювати тільки за допомогою квадратного маркера або в режимі Auto.

ТЕМА 3. Робота з шарами. Об'єктна прив'язка та режими відстежування

1. Організація роботи з шарами.
2. Керування властивостями шарів.
3. Об'єктна прив'язка.
4. Допоміжні режими відстежування.
5. Об'єктне відстежування.

1. Шари креслень використовуються для структурування графічної інформації. Вони подібні до накладених один на одного прозорих аркушів кальки, на яких розміщені різні групи даних креслення (наприклад, допоміжні лінії або розміри). Організація креслень по шарах спрощує керування об'єктами та їх редагування. Шар може відобразитися на екрані окремо або в комбінації з іншими шарами. Блокуючи окремі шари, можна заборонити редагування об'єктів.

Кожний шар має своє ім'я та характеризується кольором, типом і товщиною ліній, які за певних обставин успадковуються всіма об'єктами, розміщеними на ньому. Число шарів у кресленні та кількість об'єктів на кожному шарі не обмежені. Імена шарів можуть включати в себе до 255 літерно-цифрових символів.

При створенні нового креслення AutoCAD створює спеціальний шар з іменем «0». За замовчанням йому призначається колір 7 (білий або чорний, залежно від кольору фону), тип лінії *Continuous* (суцільна), товщина лінії *За замовчанням* (Default) та стиль друку *Нормальний* (Normal). Шар «0» не може бути ні видалений, ні перейменований.

2. Для керування шарами та їх властивостями AutoCAD надає ряд засобів, основним з яких є діалогове вікно **Диспетчер шарів** (Layer Properties Manager), яке викликається за допомогою кнопки на панелі інструментів (рис. 3.1).

У центральній частині вікна розміщена таблиця зі списком шарів та їх параметрами, що описують стан шару (наприклад, увімкнений чи вимкнений) та його властивості (колір, тип лінії тощо). Для кожного параметра шару виділено окрему колонку, а значення параметра відображається піктограмою або текстом. Щоб змінити якийсь із параметрів, потрібно клацнути мишею на його піктограмі. Опис параметрів шарів у порядку розміщення колонок таблиці подається нижче.

Ім'я (Names) – відображає імена шарів. Щоб вибрати шар, потрібно клацнути мишею на його імені. Якщо необхідно вибрати декілька послідовно розміщених шарів, потрібно клацнути мишею на першому з них, а потім натиснути клавішу *Shift* і клацнути на останньому. Щоб вибрати кілька шарів, які не розміщені поряд, потрібно вибирати їх при натиснутій клавіші *Ctrl*. Вибравши шар, можна повторно клацнути на ньому мишею і ввести для нього нове ім'я.

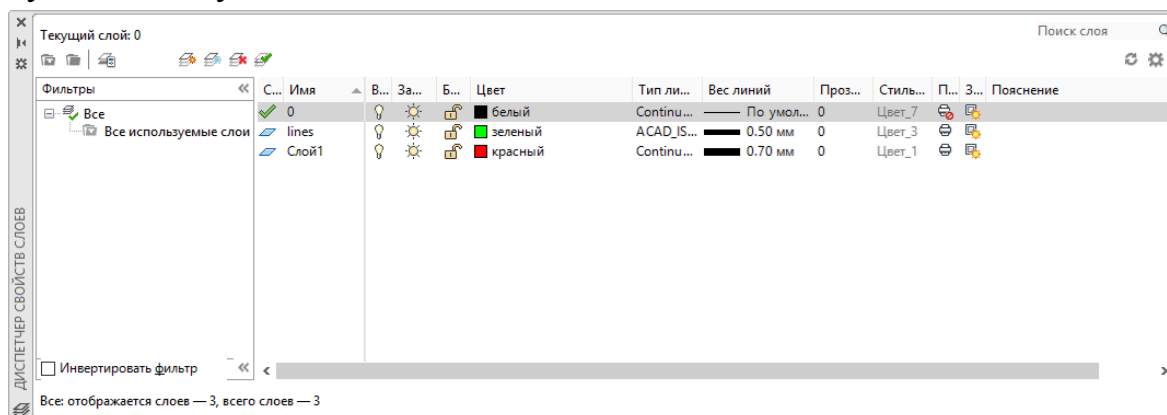


Рисунок 3.1. Діалогове вікно *Диспетчер шарів (Layer Properties Manager)*

Вкл (On) – за допомогою піктограм цієї колонки здійснюється вмикання та вимикання шарів. Увімкненому стану відповідає піктограма у вигляді лампочки, яка світиться. При вимиканні шару лампочка «гасне». Увімкнені шари відображаються на екрані монітора і виводяться на друк. Вимкнені шари на екрані не відображаються і на друк не виводяться, навіть якщо у колонці **Печать** (Plot) встановлено дозвіл на друк.

Заморозити (Freeze) – у цій колонці здійснюється заморожування/розморозування вибраних шарів на всіх екранах виглядів. Замороженому стану відповідає піктограма із зображенням сніжинки, а розмороженому – із зображенням сонця. Замороження шарів здійснюють для прискорення роботи команд *ZOOM* і *PAN*, а також для зменшення часу регенерації при побудові складних креслень. AutoCAD не виводить на екран, не друкує, не тонує і не регенерує об'єкти на заморожених шарах. Рекомендується заморожувати шари, об'єкти яких можна зробити невидимими на довгий час, оскільки кожний раз при розморозуванні шару AutoCAD регенерує об'єкти, які на ньому знаходяться, і заново креслить їх на екрані. Якщо потрібно часто змінювати стан видимості шарів, їх краще не заморожувати, а вимикати.

Блокувати (Lock) – за допомогою піктограм цієї колонки здійснюється блокування/розблокування шарів. Блокування шару дозволяє заборонити редагування розміщених на ньому об'єктів доти, доки шар не буде розблокований. Таким чином можна запобігти внесенню в креслення випадкових, небажаних змін. На заблокованих шарах (вони позначаються піктограмою у вигляді замкненого замка) дозволяється здійснювати всі інші операції, не пов'язані з редагуванням.

Об'єкти на заблокованих шарах доступні для вибору при використанні об'єктної прив'язки.

Колір (Color) – використовується для зміни кольору шару. Якщо клацнути мишею на піктограмі у вигляді маленького зафарбованого квадрата, AutoCAD відобразить діалогове вікно **Вибір цвета** (Select Color), у якому можна вибрати потрібний колір.

Тип ліній (Linetype) – у цій колонці здійснюється зміна типу лінії вибраного шару. Натискання лівої кнопки миші на назві лінії викликає діалогове вікно **Вибір типа линии** (Select Linetype), у якому вибирається потрібний тип лінії. Якщо потрібний тип лінії у вікні не відображається, його треба завантажити. Для цього слід натиснути кнопку *Загрузить (Load)*, яка відкриває діалогове вікно **Загрузка или перезагрузка типов линий** (Load or Reload Linetypes).

Вага ліній (Lineweight) – використовується для зміни товщини лінії шару. Для встановлення нового значення товщини лінії слід клацнути на її назві, а далі у діалоговому вікні **Вес линий** (Lineweight), що відкривається при цьому, вибрати потрібну товщину.

Стиль друку (Plot Style) – у цій колонці здійснюється зміна стилю друку вибраних шарів. Якщо клацнути мишею на імені стилю, AutoCAD відобразить діалогове вікно **Вибір стиля печати** (Select Plot Style).

Друк (Plot) – використовується для дозволу/заборони виведення вибраних шарів на друк. Заборона друку шару (піктограма із зображенням друкуючого пристрою перекреслена) не впливає на його видимість на екрані. Як уже зазначалося, вимкнені та заморожені шари не виводяться на друк, навіть якщо у колонці *Друк (Plot)* це дозволено.

За замовчанням AutoCAD відображає шари в таблиці в алфавітному порядку їх імен. У разі необхідності цей порядок може бути змінений. Шари можна розсортувати за ознаками, що визначаються заголовками колонок, для чого потрібно клацнути мишею на назві заголовку.

Окрім таблиці зі списком шарів, діалогове вікно **Диспетчер шарів** (Layer Properties Manager) містить ще ряд елементів.

Список *Іменовані фільтри шарів (Named Layer Filters)* у лівій частині вікна дозволяє визначати, які шари креслення будуть відображатися в таблиці. Потреба у застосуванні фільтрів шарів виникає у разі, коли креслення містить велику кількість шарів і знаходження конкретного шару для редагування його властивостей забирає багато часу.

За замовчанням AutoCAD у кожному кресленні встановлює три стандартні фільтри шарів:

- Показати всі шари (Show all layers).
- Показати всі шари, які використовуються (Show all used layers).

- Показати всі шари, які залежать від зовнішніх посилань (Show all Xref dependent layers).

Окрім можливості використання стандартних фільтрів шарів, AutoCAD дозволяє користувачеві створювати власні фільтри за різними критеріями. Фільтрацію можна здійснювати за будь-якою з властивостей шару, тобто за іменем, видимістю, кольором, типом лінії тощо. Щоб створити новий фільтр шару, потрібно натиснути кнопку з трьома крапками, розміщену справа від списку фільтрів. При цьому відобразиться діалогове вікно **Властивості фільтра шарів** (Named Layer Filters). У полі введення *Имя фильтра (Filter name)* цього вікна потрібно задати ім'я фільтра. Наступні поля дозволяють призначити властивості фільтру. При цьому можна використовувати спеціальні символи, такі як #, *, @, ? та деякі інші. Символ # відповідає будь-якій одиночній цифрі, а символ @ – будь-якій одиночній букві. Символ ? відповідає будь-якому одиночному символу, а символ * – будь-якій послідовності символів. Так, наприклад, якщо при створенні фільтру, що буде здійснювати фільтрацію за іменем шару, у полі *Назва шару (Layer name)* ввести 2#, то будуть відфільтровані всі шари, імена яких відображаються числами від 20 до 29. Якщо ж при створенні фільтру за типом лінії у полі *Тип ліній (Linetype)* ввести *d*, то будуть відфільтровані всі шари, яким присвоєно тип лінії, що містить у своєму імені букву d, наприклад, шари з типами ліній Dashed та Hidden.

Встановлення прапорця *Инвертировать фильтр (Invert filter)* дозволяє інвертувати поточний фільтр шарів. Так, наприклад, якщо поточним був фільтр, що відфільтровував шари, яким призначено зелений колір, то після встановлення прапорця *Инвертировать фильтр (Invert filter)*, у таблиці будуть відображатися всі шари, окрім тих, що мають зелений колір.

Кнопка *Новый (New)* призначена для створення нових шарів. Після натискання цієї кнопки в списку шарів з'являється новий шар з ім'ям *Слой1 (Layer1)*. Його можна відразу ж редагувати. Для того, щоб швидко створити кілька шарів, можна вибрати ім'я шару для редагування і ввести для нього, відокремлюючи комами, декілька імен. Якщо при натисканні кнопки *Новый (New)* якийсь із шарів був виділений, новий шар успадкує властивості виділеного шару. Щоб новий шар створювався з властивостями за замовчанням, потрібно попередньо зняти виділення зі всіх шарів.

Кнопка *Текущий (Current)* дозволяє зробити вибраний шар поточним.

Кнопка *Удалить (Delete)* призначена для видалення вибраних шарів з креслення. Можна видалити тільки шари, які не використовуються. Не можна видалити шари 0 та DEFPOINTS, шари з розміщеними об'єктами, поточний шар, а також шари, що залежать від зовнішніх посилань.

Команда *Зберегти конфигурацию (Save state...)* викликає діалогове вікно **Диспетчер конфігурації шарів** (Save Layer States), яке використовується для

збереження конфігурації шарів креслення (тобто сукупності властивостей та стану шарів) під заданим ім'ям і їх повторного використання. Опції цього вікна дозволяють:

- відновити стан та властивості шарів, що були раніше збережені в іменованій конфігурації;
- перейменувати збережену конфігурацію;
- змінити параметри для вибраної конфігурації;
- видалити конфігурацію;
- експортувати конфігурацію у зовнішній файл;
- імпортувати конфігурацію із зовнішнього файлу (файли конфігурацій мають розширення *.las).

Список *Керування шарами (Layer control)* знаходиться на панелі *Слоу (Layers)*. З його допомогою можна переносити об'єкти з одного шару на інший та змінювати стан шарів. Редагувати імена шарів та їх властивості (колір, тип лінії тощо) за допомогою списку не можна. Ці операції виконуються тільки у вікні **Диспетчер шарів (Layer Properties Manager)**.

Щоб перенести об'єкт з одного шару на інший, його необхідно спочатку виділити, а потім у списку *Керування шарами (Layer control)* вибрати потрібний шар.

Команда *Предидущее состояние слоя* дозволяє відмінити останні зміни, внесені у параметри шарів, тобто повернутися до попередніх властивостей та станів шарів. Команда не може відмінити такі дії:

- перейменування шарів;
- видалення шарів;
- створення шарів.

Команда *Сделать слой объекта текущим* дозволяє встановити поточним шар, на якому знаходиться заданий об'єкт. Після ініціалізації команди відображається запит *Выберите объект, слой которого должен стать текущим:* (Select object whose layer will become current:), у відповідь на який потрібно вибрати об'єкт. Після цього шар, на якому знаходиться вибраний об'єкт, стає поточним, і об'єкти, що створюються, розміщуються на ньому.

3. Об'єктна прив'язка дозволяє виконувати нові побудови на кресленні, прив'язуючись до характерних точок вже існуючих об'єктів або відносно них. Такими характерними точками можуть бути кінець та середина відрізка, центр кола чи дуги, точка перетину графічних об'єктів тощо. Якщо активізовано режим об'єктної прив'язки, то при розміщенні курсору на об'єкті або поблизу нього AutoCAD автоматично розраховує координати заданої характерної точки і використовує їх для точного визначення положення об'єкта, що будується.

Активізувати режим об'єктної прив'язки (режим OSNAP) можна, натиснувши кнопку ПРИВ'ЯЗКА (OSNAP), розміщену в статусному рядку. Для виходу з режиму потрібно натиснути на цю ж кнопку, щоб вона набула вигляду вимкненої. Вмикання/вимикання режиму об'єктної прив'язки можна здійснювати також клавішею F3.

Оскільки типів прив'язок, що використовуються в AutoCAD, досить багато, то перед активізацією режиму слід вибрати потрібний тип (або кілька типів) прив'язки. Зробити це можна на вкладці *Объектная привязка* (Object Snap) діалогового вікна **Режимы рисования** (Drafting Settings) (рис. 3.2). Це вікно можна відкрити за допомогою контекстного меню кнопки *ПРИВ'ЯЗКА* (OSNAP).

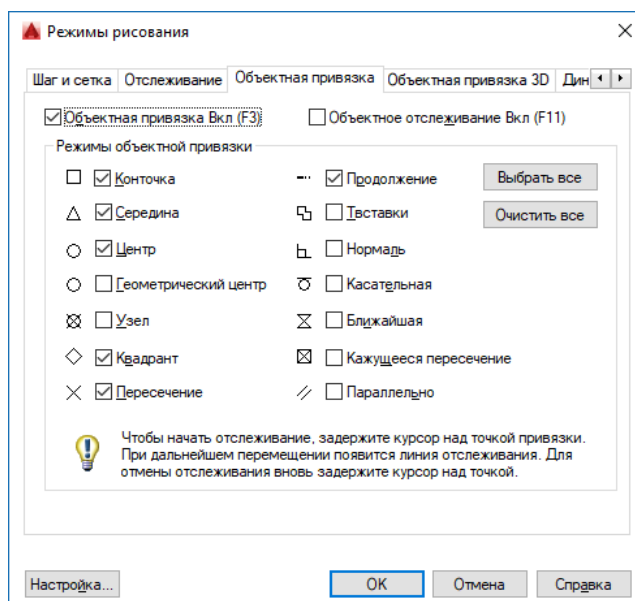


Рисунок 3.2. Діалогове вікно *Режимы рисования*

На вкладці *Объектная привязка* (Object Snap) діалогового вікна **Режимы рисования** (Drafting Settings) відображаються назви типів об'єктної прив'язки та їх маркери. Кожний тип прив'язки має свою характерну форму маркера. Ця особливість програми дозволяє переконатися в правильності вибору типу прив'язки, перш ніж натиснути кнопку миші. Вибір типу прив'язки здійснюється встановленням прапорця біля її імені.
















Режим об'єктної прив'язки з вибраними типами прив'язки діє упродовж усього поточного сеансу, поки користувач не вимкне його або не призначить нові типи прив'язки.

Для одноразового застосування якогось типу прив'язки в процесі виконання команди можна використовувати контекстне меню, яке викликають правою кнопкою миші при натиснутій клавіші *Shift* і розміщенні курсору в робочій зоні вікна AutoCAD. Крім цього тип одноразової прив'язки можна задати з клавіатури (введенням трьох перших літер її назви у відповідь на запит команди вказати точку) або вибором відповідної кнопки на панелі інструментів *Объектная привязка* (Object Snap).

В табл. 3.1 подаються типи прив'язок та відповідні їм кнопки на панелі інструментів об'єктної прив'язки.

Таблиця 3.1.

Типи об'єктної прив'язки

	Конточка	Прив'язка здійснюється до кінцевої точки відрізка або дуги
	Середина	Прив'язка до точки середини відрізка або дуги
	Пересечение	Прив'язка до точки перетину двох об'єктів
	Кажущееся пересечение	Прив'язка до точки уявного перетину, котра насправді точкою перетину не є. Прив'язка використовується при роботі у тривимірному просторі
	Продолжение	Прив'язка до точки, що є тимчасовим продовженням існуючих прямолінійних відрізків та дуг
	Центр	Прив'язка до центра дуги або кола
	Квadrант	Прив'язка до так званих квадрантних точок – точок перетину координатних осей з колом, дугою або еліпсом
	Касательная	Прив'язка до точки на колі або дузі, при з'єднанні якої з точкою, що була задана перед цим, утворюється дотична до вибраного об'єкта
	Нормаль	Прив'язка до точки на прямій, дузі, колі, еліпсі або сплайні, при з'єднанні якої з точкою, що була задана перед цим, утворюється нормаль до вибраного об'єкта
	Параллельно	За допомогою цієї прив'язки можна побудувати відрізок або вказати напрям, паралельний до існуючого на кресленні прямолінійного відрізка. У такому разі здійснюється прив'язка до точки, при з'єднанні якої з точкою, заданою перед цим, утворюється відрізок, паралельний до заданого
	Твставки	Прив'язка до точки вставки тексту або блока
	Узел	Прив'язка до об'єкту типу Point (Точка)
	Ближайшая	Прив'язка до точки на об'єкті, що є найближчою до позиції перехрестя курсору
	Временное отслеживание	При виборі цього типу прив'язки створюється тимчасова точка, через яку буде проходити вектор вирівнювання, що генерується в режимі Polar Tracking
	Смещение	Прив'язка до точки, зміщеної відносно іншої (базової) точки. Прив'язка здійснюється в два етапи. Спочатку вказується базова точка (будь-яким способом, в тому числі і методом прив'язки), а потім задається зміщення методом відносних координат або методом напрям/відстань

Для полегшення операцій, пов'язаних з режимом об'єктної прив'язки, AutoCAD використовує функцію автоматичної прив'язки (AutoSnap). Завдяки їй при проходженні курсору поблизу точки, що відповідає вибраному типу прив'язки, ця точка позначається характерним для неї маркером. При цьому курсор автоматично "притягується" до цієї точки, тобто система не вимагає від користувача точного позиціонування курсору.

Не слід захоплюватися і відмічати в діалоговому вікні усі пункти прив'язок. При великій кількості автоматично відстежуваних прив'язок працювати стає важко – курсор скаче по близько розташованих прив'язках, від однієї до іншої.

4. AutoCAD надає допоміжні засоби, що забезпечують додаткові зручності в процесі креслення, особливо при використанні інтерактивного методу задання координат. До них належать режими *Сетка (Grid)*, *Привязка к сетке (Grid Snap)*, *Полярная привязка (Polar Snap)*, *Полярное отслеживание (Polar Tracking)*, *Ортогональный (Ortho)*.

Режим сітки (Grid) призначений для візуалізації на екрані дисплея вузлів фонові допоміжної координатної сітки, крок якої встановлюється користувачем. Режим вмикається/вимикається кнопкою СЕТКА (GRID), розміщеною в статусному рядку, або клавішею F7.

Змінити крок фонові допоміжної сітки можна через діалогове вікно **Режими рисования** (Drafting Settings). У діалоговому вікні встановлюється значення інтервалу між вузлами сітки вздовж осі X та Y. Фонова допоміжна сітка не є об'єктом креслення і на друк не виводиться.

Режим прив'язки до сітки (Grid Snap) має два режими – прив'язка до сітки (Grid Snap) та полярна прив'язка (Polar Snap). У певний момент часу може бути активізований тільки один з них. Вибір режиму здійснюється встановленням відповідного перемикача на вкладці *Шаг и сетка (Snap and Grid)* діалогового вікна **Режими рисования** (Drafting Settings). Вмикання/вимикання обох режимів здійснюється кнопкою ШАГ (SNAP) або клавішею F9. Перемикатися з одного режиму на інший можна також вибором відповідного пункту в контекстному меню, що викликається на кнопці ШАГ (SNAP).

При увімкненому режимі прив'язки до сітки графічний курсор переміщується по вузлах уявної сітки із заданим кроком (за умовчанням він дорівнює 10 одиницям). Це дозволяє точно задавати довжину відрізків на кресленні. Зміна кроку сітки та її орієнтації здійснюється на вкладці *Шаг и сетка (Snap and Grid)* діалогового вікна **Режими рисования** (Drafting Settings).

Режим *Полярная привязка (Polar Snap)* призначений для використання разом з режимом *Полярное отслеживание (Polar Tracking)*. Він забезпечує переміщення курсору з фіксованим кроком уздовж напрямів, установлених для режиму полярного відстежування. За замовчанням значення кроку переміщення дорівнює 10 одиницям. Змінити його можна шляхом введення нового значення на вкладці *Шаг и сетка (Snap and Grid)* діалогового вікна **Режими рисования** (Drafting Settings).

Режим полярного відстежування (Polar Tracking) спрощує побудову відрізків, а також виконання деяких інших команд у разі, коли подібні операції виконуються із заданим приростом кута. Режим вмикається/вимикається клавішею F10 або кнопкою ОТС-ПОЛЯР (POLAR), розміщеною в статусному рядку.

При увімкненому режимі система відображає на екрані тимчасові допоміжні нескінченні прямі (лінії вирівнювання), направлені під кутами, кратними кутіві, вказаному користувачем. За замовчанням крок кута полярного відстеження (трекінгу) дорівнює 90°. Змінити значення кроку кута можна на вкладці *Полярное отслеживание* (Polar Tracking) діалогового вікна **Режимы рисования** (Drafting Settings). Пропонується наступний стандартний набір значень кроку кута полярного відстеження: 90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 10.5, можна також задати власні значення кроку кута полярного відстеження.

Ортогональний режим (Ortho) призначений для виконання ортогональних побудов. Вмикання/вимикання режиму здійснюється клавішею F7 або кнопкою ОРТО (ORTHO) в статусному рядку. При увімкненому режимі ОРТО відрізки автоматично будуть розміщуватися по горизонталі або вертикалі (за умови, що не змінено встановлену за умовчанням орієнтацію невидимої сітки).

5. Об'єктне відстежування є механізмом, що полегшує вибір точок, що лежать на лініях відстежування і об'єктів, що проходять через точки, що вказуються за допомогою об'єктної прив'язки. Об'єктне відстежування розширює і доповнює можливості об'єктної прив'язки. Цей режим включається кнопкою ОТС-ОБЪЕКТ (OTRACK) в рядку стану або функціональною клавішею F11.

На перший погляд може здатися, що полярне і об'єктне відстежування абсолютно схожі між собою, тому як в обох режимах відображуються лінії відстежування. Насправді схожість дійсно є, проте при використанні об'єктного відстежування лінії генеруються не відносно поточного, а відносно інших побудованих об'єктів. Для роботи об'єктного відстежування необхідно активізувати режим об'єктної прив'язки, за допомогою якого відбувається захоплення вже побудованих точок малюнка.

Щоб почати відстежування відносно деякої точки об'єкту, необхідно підвести покажчик миші до точки і затримати його на деякий час, поки у вказаній точці не з'явиться маленький плюс – він сигналізує, що AutoCAD захопив вказану точку і готовий до відстежування. Одночасно програмі можна вказати до семи таких точок. Після захоплення точки AutoCAD будуватиме вертикальні, горизонтальні і полярні лінії відстежування, які проходять через цю точку.

ТЕМА 4. Побудова, редагування та властивості об'єктів креслення

1. Команди побудови елементарних об'єктів.
2. Побудова поліній та сплайнів.
3. Побудова допоміжних і опорних елементів.
4. Додаткові команди для створення графічних об'єктів.
5. Команди базового редагування об'єктів.

6. Інтерактивний режим редагування об'єктів.
7. Редагування поліліній та сплайнів.
8. Колір об'єктів.
9. Типи ліній. Вага (товщина) ліній.
10. Додаткові засоби керування властивостями об'єктів.

1. Креслення в AutoCAD створюються з набору базових графічних об'єктів (графічних примітивів), які обробляються системою як одне ціле. Сукупність примітивів редагується для одержання потрібної геометричної форми. Команди побудови графічних примітивів можна ввести з клавіатури, вибрати в меню Рисование (Draw) або на панелі інструментів Рисование (Draw).

1. Команда **ОТРЕЗОК (LINE)**

Команда призначена для побудови послідовності прямолінійних сегментів. При цьому кожен сегмент є окремим об'єктом і може редагуватися самостійно.

Після запуску команди видається запит *Первая точка: (Specify first point:)*, у відповідь на який потрібно вказати точку або натиснути *Enter*.

Опції: Замкнуть (Close) – з'єднує кінцеву точку останнього сегмента з початковою точкою першого сегмента.

Отменить (Undo) – видаляє останній побудований сегмент лінії.

2. Команда **ДУГА (ARC)**

Команда ДУГА (ARC) реалізує 11 способів побудови дуги залежно від вибору і поєднання опцій. Серед них: за початковою точкою, центром і кінцевою точкою; за початковою точкою, центром і кутом; за початковою та кінцевою точками і радіусом та інші.

Опції: Начальная точка (Start point) – початкова точка;

Радиус (Radius) – радіус дуги;

Центр (Center) – точка центра;

Угол (Angle) – центральний кут;

Длина хорды (chord Length) – довжина хорди;

Направление (Direction) – напрям дотичної (вказується однією точкою і збігається з вектором, проведеним у цю точку з початкової точки);

Вторая точка (Second point) – проміжна точка на дузі;

Конечная точка (End) – кінцева точка.

3. Команда **КРУГ (CIRCLE)**

Команда призначена для побудови кіл і надає користувачеві ряд опцій, що забезпечують різні способи побудови. Після запуску команди виводиться запит *Центр круга или [3T/2T/ККР (кас кас радиус)]: (Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:)*, у відповідь на який потрібно задати точку центра кола або вибрати опцію.

Опції: 3T (3P) – будує коло по трьох точках, які потрібно вказувати на відповідні запити. Рисунок 4.1 ілюструє застосування цієї опції для побудови кола, описаного навколо трикутника.

2T (2P) – визначає діаметр кола за двома заданими точками.

ККР (ТТР) – будує коло заданого радіуса, дотичне до двох графічних елементів (ними можуть бути лінії, дуги чи кола). Спочатку треба вибрати дотичні, а тоді вказати радіус (рис. 4.2).



Рисунок 4.1

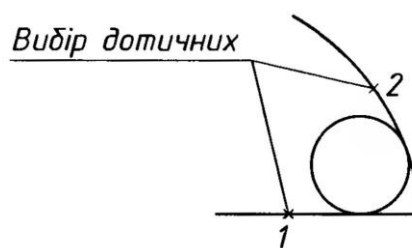


Рисунок 4.2

Центр (Center point) – точка центра (очікується за умовчанням). Після її вибору видається запит Радіус кола или [Діаметр] (Specify radius of circle or [Diameter]) у відповідь на який потрібно вказати значення радіуса кола або вибрати опцію Діаметр, щоб потім вказати значення діаметра.

4. Команда **ЭЛЛИПС (ELLIPSE)**

Команда призначена для побудови еліпсів та еліптичних дуг. Побудова здійснюється за двома осями або за центром та радіусом ізометричного кола, якщо встановлено ізометричний режим прив'язки. Після запуску команди виводиться запит *Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр/Изокруг]: (Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]:)*, у відповідь на який потрібно вказати кінцеву точку осі еліпса або вибрати іншу опцію.

Опції: Конечная точка (Axis endpoint) – визначає першу вісь еліпса за двома її кінцевими точками. Ця опція використовується за замовчанням. Після того, як буде задана кінцева точка осі еліпса, AutoCAD введе запит на другу кінцеву точку цієї осі. За замовчанням друга вісь задається відстанню, що становить половину її довжини. Значення цієї відстані можна ввести з клавіатури або вказати курсором.

Поворот (Rotation) – дозволяє будувати еліпс як проекцію на площину креслення кола, що обертається навколо діаметра, визначеного заданими перед цим точками. Діапазон допустимих кутів становить від 0 до 89,4 градусів.

Центр (Center) – центральна точка еліпса. Після її вибору з'являється запит *Конечная точка оси: (Specify endpoint of axis:)* на який треба вказати кінцеву точку осі.

Дуга (Arc) – дозволяє побудувати еліптичну дугу. У разі вибору цієї опції з'явиться запит на визначення кінця осі або центра еліптичної дуги, який потребує надання такої ж інформації, як і у разі побудови повного еліпса. Після відповіді на послідовність запитів для повного еліпса з'являться запити на визначення початкового та кінцевого кутів дуги. Значення кутів можна вводити з клавіатури

або вказуючи точки. При введенні значень з клавіатури слід мати на увазі, що нульовий кут відповідає напрямку від центра еліпса до кінцевої точки його великої осі. Вибір опції *Внутренний угол (Included angle)* дозволяє замість кінцевого кута задати центральний кут дуги, виміряний відносно її початкового кута.

Изокруг (Isocircle) – будує ізометричне коло в поточній ізометричній площині креслення. Ця опція доступна лише в тому разі, якщо використовується ізометричний режим.

2. Для побудови поліній, сплайнів та простиг геометричних фігур використовуються наступні команди:

1. Команда ПЛИНИЯ (PLINE) →

Полілінії являють собою багатосегментні об'єкти і можуть містити як прямолінійні, так і дугові сегменти. Незалежно від кількості складових сегментів полілінія обробляється AutoCAD як єдиний об'єкт. Полілінії можуть мати ширину, яка до того ж може бути різною для різних сегментів, а також плавно змінюватися від початку до кінця сегменту.

Після запуску команди потрібно вказати початкову точку полілінії. Після задання точки система видає повідомлення про поточну ширину полілінії *Текущая ширина полилинии равна <поточне значення> (Current line-width is <поточне значення>)*, далі потрібно вказати наступну точку (для побудови лінійного сегмента) або вибрати опцію.

Опції: Дуга (Arc) – дозволяє перейти в режим побудови дугових сегментів.

Замкнуть (Close) – з'єднує кінцеву точку останнього сегмента з початковою точкою першого сегмента та завершує команду.

Полуширина (Halfwidth) – виводить запит на значення відстані від осі полілінії до її краю, тобто на половинне значення її ширини.

длина (Length) – запитує довжину наступного сегмента полілінії. AutoCAD будує новий лінійний сегмент під тим же кутом, що і попередній.

Отменить (Undo) – відмінює сегмент, побудований останнім.

Ширина (Width) – дозволяє задати ширину для наступного сегмента. Сегмент можна зробити таким, що звужується або розширюється. Для цього потрібно вказати різні значення для початкової та кінцевої ширини сегмента.

Якщо у відповідь на запит для нового прямолінійного сегмента вибрати опцію *Дуга (Arc)*, система відповість запитом з опціями режиму побудови дугових сегментів:

Конечная точка (Endpoint of Arc) – потребує задання кінцевої точки дуги, яка при цьому будується дотично до попереднього сегмента полілінії.

Угол (Angle) – виводить запит на значення центрального кута дуги. Від'ємне значення приведе до побудови дуги за годинниковою стрілкою.

Замкнуть (Close) – замикає полілінію дуговим сегментом.

Направление (Direction) – виводить запит на напрям дотичної до сегмента.

Полуширина (Halfwidth) – запитує половинне значення ширини полілінії.

Линейный (Line) – перемикає в режим побудови прямолінійних сегментів.

Радиус (Radius) – виводить запит на значення радіуса дугового сегмента.

Вторая (Second pt) – потребує задання другої точки на дузі, що формується за трьома точками.

Отменить (Undo) – відмінює сегмент, побудований останнім.

Ширина (Width) – виводить запити на початкову та кінцеву ширину наступного дугового сегмента.

Відображення широких поліліній залежить від значення системної змінної FILLMODE. За замовчанням вона встановлена в одиницю, і широкі полілінії при цьому відображаються зафарбованими (рис. 4.3, а). Якщо ж FILLMODE встановити в нуль, то буде відображатися лише контур широких поліліній (рис. 4.3, б).



Рисунок 4.3. Стили заповнення поліліній

2. Команда *МН-УГОЛ (POLYGON)*

Команда будує правильний багатокутник з числом сторін від 3 до 1024. Після її введення з'являється запит *Число сторін: (Enter number of sides:)*, на який потрібно вказати число сторін багатокутника. Наступний запит потребує задання центру або вибору опції. Якщо у відповідь на нього задати центральну точку багатокутника, то далі будуть запропоновані опції, що визначають спосіб його побудови, а саме:

Вписанный в окружность (Inscribed in circle) – багатокутник будується як вписаний у певне коло;

Описанный вокруг окружности (Circumscribed about circle) – багатокутник будується як описаний навколо певного кола.

Після визначення способу побудови необхідно задати радіус кола. Якщо радіус задається шляхом введення його числового значення, то орієнтація нижньої сторони багатокутника збігається з орієнтацією сітки для фіксованого переміщення курсору. Здебільшого це 0. Якщо ж радіус задається за допомогою курсору, то для вписаного багатокутника з вказаною точкою буде збігатися одна з його вершин, а для описаного – середина однієї зі сторін.

Опція *Сторона (Edge)* дозволяє побудувати багатокутник за положенням однієї з його сторін шляхом задання її початкової та кінцевої точок. AutoCAD буде

багатокутник, створюючи круговий масив вказаних сторін. Побудова ведеться проти годинникової стрілки.

3. Команда ПРЯМОУГ (RECTANGLE)

Команда будує полілінію у вигляді прямокутника зі сторонами, паралельними осям X та Y поточної системи координат. Після її запуску система виведе запит та список додаткових опцій *Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]: (Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:)*. За замовчанням побудова здійснюється за двома діагонально протилежними вершинами прямокутника, які вказуються на відповідні запити. Опції, що пропонуються як альтернатива до протилежної вершини, дозволяють побудувати прямокутник за довжинами його сторін, площею чи поворотом в поточній системі координат.

Опції: Фаска (Chamfer) – дозволяє побудувати прямокутник з фасками.

Уровень (Elevation) – дозволяє задати рівень (зміщення по осі Z) площини XY, в якій будується прямокутник, якщо розглядати його в тривимірному просторі.

Сопряжение (Fillet) – дозволяє заокруглити кути прямокутника.

Высота (Thickness) – будує замість плоскої фігури прямокутника чотири бічні грані паралелепіпеда на його основі.

Ширина (Width) – будує прямокутник (або відповідно бічні грані паралелепіпеда) із заданою товщиною сторін.

Значення розглянутих вище параметрів прямокутника (розміри катетів фаски, радіус заокруглення, рівень тощо) стають поточними при наступних викликах команди.

4. Команда КОЛЬЦО (DONUT)

Команда будує зафарбовані круги та кільця. Насправді ці об'єкти являють собою замкнені широкі полілінії. Для побудови кільця необхідно вказати його внутрішній та зовнішній діаметри, а також центр. Викликана команда дозволяє побудувати будь-яку кількість кілець, що мають однакові діаметри, але різні центри. Якщо потрібно побудувати зафарбований круг, слід задати нульовий внутрішній діаметр кільця.

5. Команда СПЛАЙН (SPLINE)

Команда створює гладку криву, що проходить поблизу (в межах заданої похибки) деякого набору точок. В AutoCAD використовуються сплайни типу NURBS (неоднорідні раціональні B-сплайни).

Після запуску команди виводиться запит *Первая точка или [Объект]: (Specify first point or [Object]:)*, у відповідь на який потрібно ввести першу точку або вибрати опцію. На наступні запити можна продовжити вказувати точки, вибрати опцію або натиснути *Enter*, щоб закінчити введення точок і перейти до визначення напрямів дотичних в початковій та кінцевій точках сплайну.

Опції: Объект (Object) – дозволяє перетворити згладжені сплайном полілінії в еквівалентні сплайни. Після вибору цієї опції слід вказати існуючу полілінію, яку буде згладжено сплайном.

Замкнуть (Close) – використовується у разі необхідності з'єднати гладкою лінією останню та першу точки сплайна. При цьому система виводить додатковий запит, у відповідь на який потрібно вказати напрям дотичної, спільної для першого та останнього сегментів, у точці їх з'єднання.

Допуск (Fit Tolerance) – дозволяє вказати, наскільки близько до введених точок має проходити сплайн. Якщо допуск дорівнює нулю (таке значення допуску використовується за замовчанням), сплайн проходить точно через введені точки (рис. 4.4, а). Надання допуску додатних значень дозволяє кривій відхилитися від точок, що її визначають (рис. 4.4, б).

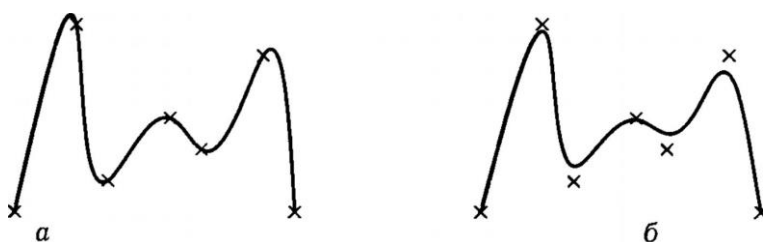


Рисунок 4.4 – Побудова сплайнів з різним значенням допуску

3. При виконанні точних побудов використовуються такі *тимчасові об'єкти*, як конструкційні лінії, промені та опорні точки.

Об'єкти-точки рекомендується застосовувати як геометричні опорні вузли для об'єктної прив'язки та відносних зміщень.

Конструкційні лінії та промені використовують як допоміжні при побудові інших об'єктів. Так, наприклад, їх можна використовувати для побудови зображень, що знаходяться у проекційному зв'язку. Присутність на кресленні нескінченних та напівнескінченних ліній, якими є відповідно конструкційні лінії та промені, не змінює меж креслення. Їх можна переміщувати, обертати, копіювати таким же чином, як і будь-які інші об'єкти.

1. Команда ПРЯМАЯ (XLINE)

Команда будує нескінченну пряму лінію (за замовчанням – через дві задані точки).

Опції: Гор/Вер (Hor/Ver) – створює лінії паралельно осям X та Y відповідно. Після вибору опції потрібно вказати точку, через яку повинна пройти лінія.

Угол (Ang) – будує лінії під заданим кутом до осі X або до іншої прямої. Після вибору цієї опції з'являється запит *Угол прямої (0.00) или [Базовая линия]: (Enter angle of xline (0) or [Reference]:)*.

Биссект (Bisect) – будує бісектрису кута (спочатку необхідно вказати точку вершини, а потім сторони кута).

Отступ (Offset) – дозволяє будувати конструкційну лінію паралельно до вибраної при заданому зміщенні (спочатку задається зміщення, а потім вибираються лінія та точка, що вказує напрям зміщення).

2. Команда ЛУЧ (RAY)

Команда слугує для побудови променів – напівнескінчених прямих, що виходять із заданої точки. Після запуску команди виводиться запит, у відповідь на який потрібно вказати початкову точку променя. Наступні запити потребують введення точок, через які будуть проходити промені. Для виходу з команди потрібно натиснути *Enter*.

3. Команда ТОЧКА (POINT)

Команда слугує для побудови точок. Точка є об'єктом, що не має розмірів. Вона задається введенням координат або позиціонуванням курсору.

Спосіб відображення точки на екрані можна встановити через діалогове вікно **Отображение точек (Point Style)** (рис. 4.5). Після вибору відповідного графічного символу всі побудовані точки будуть представлені на екрані та виведені на друк у цьому вигляді. Розмір графічного відображення точки встановлюється у процентному відношенні до розмірів екрану або в одиницях креслення. Щоб змінити відображення вже побудованих точок, потрібно після вибору символу викликати команду REGEN.

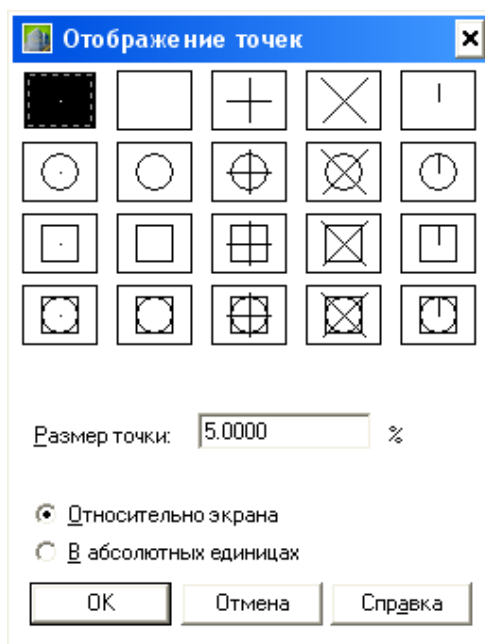


Рисунок 4.5. Діалогове вікно *Стиль точки (Point Style)*

4. Додатково до основних команд, для побудови складніших об'єктів можна використовувати:

1. Команда МЛИНИЯ (MULTILINE)

Мультилінія (рис. 4.6) – це сукупність паралельних ліній, що утворюють єдиний об'єкт. Ці лінії називаються елементами мультилінії. Кількість елементів мультилінії (їх може бути до 16) та їх властивості визначаються стилем мультилінії.

Можна створювати та зберігати стилі мультиліній або працювати зі стилем за замовчанням (мультилінія з двох елементів). Для кожного з елементів мультилінії можна задавати свій колір та тип лінії. Можна вмикати та вимикати видимість стиків між сегментами мультилінії, а також задавати колір фону та вигляд торцевих обмежувачів.

Після запуску команди виводиться запит, у відповідь на який потрібно вказати точку або вибрати опцію. Після введення точки виводяться запити на введення наступних точок, аналогічно до того, як це відбувається під час виконання команди ОТРЕЗОК.

Опції: Расположение (Justification) – дозволяє встановити положення елементів мультилінії відносно точки, що задається, а саме:

Верх (Top) – через вказану точку проходить верхня лінія;

Низ (Bottom) – через точку проходить нижня лінія;

Центр (Zero) – точка знаходиться посередині між лініями;

Масштаб (Scale) – задає масштабний коефіцієнт для ширини лінії;

Стиль (Style) – дозволяє вибрати з попередньо створених стилів стиль мультилінії.

Конфігурацією мультиліній керує команда MLSTYLE, яка виводить діалогове вікно **Стили мультилиний** (Multiline Style). Це вікно дозволяє переглянути наявні стилі мультиліній, встановити поточний стиль, завантажити стилі із зовнішнього файлу, створити нові та перейменувати наявні стилі, а також зберегти створені стилі у зовнішньому файлі. Окрім того, можна редагувати наявні стилі.

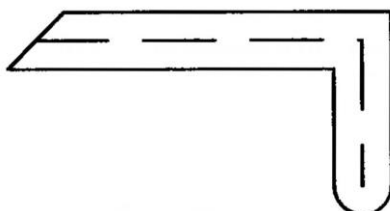


Рисунок 4.6. Приклад мультилінії

2. Команда ОБЛАСТЬ (REGION)

Команда перетворює один або кілька об'єктів, що утворюють замкнений контур, в єдиний об'єкт типу *область*. Контур може складатися з відрізків, поліліній, кіл, дуг, еліпсів, еліптичних дуг та сплайнів. Контур обов'язково має бути замкненим, тобто складатися з одного замкненого об'єкта або із замкненої послідовності об'єктів, що з'єднуються в кінцевих точках.

Для областей можна:

- виконувати штрихування та зафарбовування;
- визначати площу та центр мас;
- застосовувати логічні операції об'єднання, віднімання, перетину.

Після запуску команди виводиться запит, у відповідь на який потрібно вибрати об'єкти, що створюють замкнені контури. По завершенню виконання команди в командному рядку виводиться повідомлення про те, скільки виявлено контурів та скільки створено областей. За замовчанням AutoCAD видаляє вихідні об'єкти, з яких утворено область. Щоб залишити об'єкти, потрібно попередньо встановити системну змінну DELOBJ в нуль.

3. Команда **КОНТУР (BOUNDARY)**

Команда **КОНТУР (BOUNDARY)** дозволяє створити полілінію або область зі зв'язаних між собою або накладених один на одного об'єктів. Команда відкриває діалогове вікно **Создание контура (Boundary Creation)**, у якому доступні:

список *Тип объекта (Object Type)* – дозволяє вибрати тип об'єкта, що створюється: **Region** (область) або **Polyline** (полілінія);

список *Набор контуров (Boundary Set)* – дозволяє визначити набір меж, що аналізуються при створенні нового об'єкта;

прапорець *Определение островков (Island Detection Method)* – дозволяє керувати методом пошуку меж усередині виділеної області;

кнопка *Указание точек* – забезпечує автоматичне створення об'єкта типу **Polyline** або **Region** з об'єктів, що утворюють замкнену область навколо вказаної точки.

Створений у результаті застосування команди об'єкт жодним чином не впливає на вихідні об'єкти, він розміщується поверх них.

4. Команда **ПОДЕЛИТЬ (DIVIDE)**

Команда дозволяє поділити графічний об'єкт на задану кількість рівних частин шляхом розміщення об'єктів типу точка (**Point**) або блок (**Block**) у точках поділу. Фактичного поділу об'єкта на окремі частини дана команда не виконує, він, як і до команди, залишається єдиним цілим. Вставлені об'єкти (точки або блоки) просто вказують місцезнаходження точок поділу. Команду можна застосовувати до дуг, кіл, еліпсів та еліптичних дуг, поліліній та сплайнів.

Запуск команди ініціює запит на вибір об'єкта для поділу *Выберите объект для деления: (Select object to divide:)*. Після вибору виводиться наступний запит, у відповідь на який потрібно вказати кількість частин, на яку слід розділити даний об'єкт, або вибрати опцію. У першому випадку в місцях поділу об'єкта AutoCAD розмістить точки. При подальшій роботі, застосовуючи режим об'єктної прив'язки, у цих точках (розташованих на однакових відстанях одна від одної) можна розмістити інші об'єкти. Якщо для відображення точок використовується стиль за замовчанням, то такі точки на екрані розгледіти неможливо, їх можна виявити тільки за допомогою об'єктної прив'язки. Якщо потрібно, щоб точки були видимими, слід встановити інший спосіб їх відображення у вікні **Стиль точки (Point Style)**.

Опція Блок (Block) використовується тоді, коли в місцях поділу об'єкта потрібно розмістити не точки, а блоки. Після вибору опції AutoCAD виведе запит на ім'я блока. Блок має бути визначений у поточному кресленні. Далі необхідно вказати, чи потрібно узгоджувати орієнтацію блока з орієнтацією об'єкта. Останнім буде вже відомий запит на кількість частин, на яку потрібно поділити об'єкт. Приклад поділу дуги на п'ять рівних частин за допомогою блоків у вигляді вертикально орієнтованих еліпсів показано на рис. 4.7. На рис. 4.7, а блоки не змінюють своєї вихідної орієнтації. На рис. 4.7, б орієнтація блоків узгоджується з дугою, на якій вони розміщуються.



Рисунок 4.7. Види вирівнювання блоків при поділі кривої

5. Команда **РАЗМЕТИТЬ (MEASURE)**

Подібно до команди **ПОДЕЛИТЬ (DIVIDE)** команда **РАЗМЕТИТЬ (MEASURE)** забезпечує регулярне розміщення на вибраному об'єкті точок або блоків. Різниця полягає лише в тому, що вона розташовує точки або блоки із заданим кроком, а не з кроком, залежним від їх кількості. Тому може статися, що останній сегмент виявиться коротшим від заданого кроку.

Запуск команди ініціює запит на вибір об'єкта. У відповідь на наступний після вибору об'єкта запит потрібно вказати крок розміщення точок або вибрати опцію *Блок (Block)*, щоб розмістити вздовж об'єкта блоки.

Вибір початкової точки для відліку кроку залежить від типу об'єкта. Для відрізків та розімкнених поліліній початкова точка – це кінцева точка об'єкта, яка знаходиться ближче до точки вибору. Для замкнених поліліній початкова точка збігається з початком полілінії. Для кіл початкова точка розміщується від центра під кутом, що дорівнює поточному кутіві орієнтації сітки.

5. В AutoCAD об'єкти можна легко редагувати, змінюючи їх форму та розташування. Існує два підходи до редагування: можна спочатку викликати команду, а потім вибрати об'єкти, які потрібно редагувати, або спочатку вибрати об'єкти, а потім редагувати їх.

Вибір об'єктів перед редагуванням має досить невеликий набір засобів, а саме: квадратним маркером або в режимі Auto. Якщо ж спочатку активізується команда редагування, то для формування набору вибраних об'єктів можна, як правило, використовувати всі доступні методи вибору.

1. Команда СТЕПЕТЬ (ERASE)

Команда використовується для видалення (стирання) одного або кількох об'єктів.

2. Команда ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)

Команда здійснює переміщення одного або групи об'єктів без зміни їх орієнтації. Після запуску команди і вибору об'єктів для переміщення, потрібно ввести базову точку або відносне зміщення, а потім точку переміщення. Якщо у відповідь на запит другої точки натиснути *Enter*, то координати першої точки будуть інтерпретуватися як відносне переміщення вздовж осей X, Y, Z.

3. Команда ПОВЕРНУТЬ (ROTATE)

Команда забезпечує поворот одного або групи об'єктів навколо заданої базової точки. Поворот можна здійснити як на відносний кут, так і на абсолютний. Відносний кут повороту означає, що об'єкти повертаються навколо базової точки на цей кут по відношенню до свого поточного положення. Задання абсолютного кута повороту призводить до зміни поточного кута повороту об'єкта на вказаний.

У випадку вибору опції *Опорный угол (Reference)* система виводить додаткові запити для задання опорного кута та нового кута. Опцію використовують тоді, коли абсолютне значення кута повороту невідоме.

4. Команда КОПИРОВАТЬ (COPY)

Команда забезпечує створення однієї або кількох копій об'єкту чи групи об'єктів. Копії розміщуються на заданій відстані від вихідних об'єктів. Після вибору об'єктів пропонується вказати базову точку або зміщення, або ж вибрати опцію. Задання точки ініціює запит, у відповідь на який можна вказати точку або натиснути *Enter*. Дві вказані точки задають вектор, що визначає, на якій відстані і в якому напрямі буде розміщена копія. Якщо у відповідь на запит другої точки натиснути *Enter*, то координати першої (базової) точки будуть інтерпретуватися як відносне зміщення вздовж осей X, Y, Z.

Опція *Режим/Несколько (Multiple)* використовується, коли потрібно створити декілька копій. Після її вибору і задання базової точки система багаторазово виводить запит на вибір другої точки зміщення, щоб розмістити копії. Для завершення команди потрібно натиснути *Enter*.

5. Команда ЗЕРКАЛО (MIRROR)

Команда створює дзеркальне відображення існуючих на кресленні об'єктів відносно заданої осі симетрії. При цьому оригінали зображення можна зберегти або видалити. Після запуску команди та вибору об'єктів виводяться запити на першу та другу точки, що визначатимуть вісь відображення. Далі система просить вказати, чи потрібно видаляти об'єкти-оригінали.

При дзеркальному відображенні тексти, атрибути та їх описи також відображаються дзеркально. Щоб зберегти нормальний вигляд тексту, потрібно присвоїти системній змінній MIRRTEXT значення 0.

6. Команда ПОДОБИЕ (OFFSET)

Команда створює новий об'єкт, подібний за формою до одного з наявних. Розміщення нового об'єкта задається або відстанню до вихідного об'єкта, або вибором точки, через яку він має проходити. Команду можна застосовувати до кіл, дуг, еліпсів та еліптичних дуг, відрізків, прямих, променів, поліліній та сплайнів.

Після запуску команди виводиться запит, у відповідь на який потрібно вказати величину зміщення відносно вихідного об'єкта або вибрати опцію *Через (Through)*, якщо потрібно, щоб подібний об'єкт проходив через задану точку. Величину зміщення можна задавати як введенням числового значення з клавіатури, так і вибором двох точок на екрані. Після визначення зміщення система виведе запити на вибір об'єкта та сторону зміщення. Одночасно вибрати можна тільки один об'єкт, причому допускається лише вибір квадратним маркером. Щоб задати сторону зміщення, потрібно просто вказати курсором точку з того боку об'єкта, з якого потрібно побудувати подібний. Останні два запити команди повторюються, дозволяючи вибирати нові об'єкти для створення подібних. Щоб завершити команду, потрібно натиснути *Enter*.

7. Команда МАСШТАБ (SCALE)

Команда використовується для масштабування об'єктів. Після вибору об'єктів потрібно вказати базову точку (*Specify base point:*) та масштабний коефіцієнт. Рис. 4.8, а ілюструє виконання команди МАСШТАБ (SCALE) з масштабним коефіцієнтом, що дорівнює двом.

Опція *Опорный отрезок (Reference)* дозволяє здійснювати масштабування за довжиною опорного відрізка. За нього часто приймають один із вимірів об'єкта. При цьому задаються поточна довжина опорного відрізка та його нова довжина після перетворення. Задавати довжини можна як числовими значеннями, так і вибором точок на екрані. Опція особливо зручна, коли потрібно змінити розміри об'єкта відповідно до інших об'єктів. Приклад застосування команди з опцією *Опорный отрезок* наведено на рис. 4.8, б.

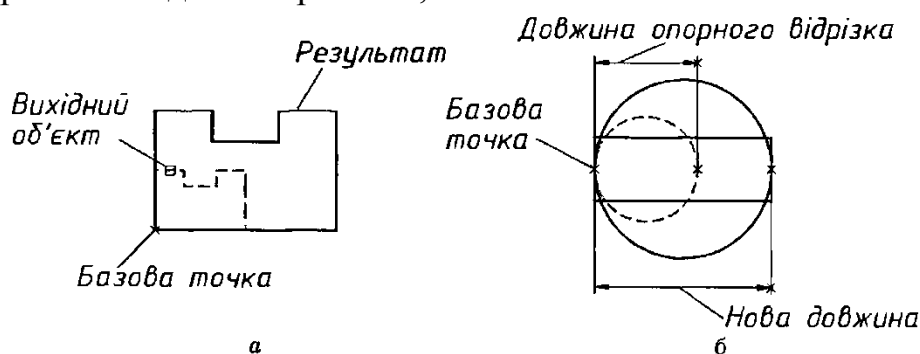


Рисунок 4.8. Масштабування об'єктів

8. Команда РАСТЯНУТЬ (STRETCH)

Команда використовується для розтягування об'єкта шляхом переміщення його частини. Після запуску команди виводиться запит на вибір об'єктів для

розтягу. Вибір дозволяється здійснювати тільки січною рамкою або січним багатокутником. При цьому слід мати на увазі, що розтягуються об'єкти, у яких хоча б одна вершина або кінцева точка потрапили всередину січної рамки (січного багатокутника). Об'єкти, повністю охоплені рамкою, переміщуються без зміни їх розмірів. Положення кінцевих точок та вершин, що знаходяться поза рамкою, залишається незмінним.

Під час одного виклику команди можна використовувати лише одну січну рамку. Якщо при виборі використовувалося декілька січних рамок, то трансформуватися будуть лише об'єкти, вибрані останньою січною рамкою.

Після закінчення вибору потрібно вказати базову точку та точку переміщення. Якщо у відповідь на запит другої точки натиснути *Enter*, то координати першої (базової) точки будуть інтерпретуватися як відносне зміщення вздовж осей X, Y, Z. Рис. 4.9 ілюструє процес виконання команди РАСТЯНУТЬ (stretch).

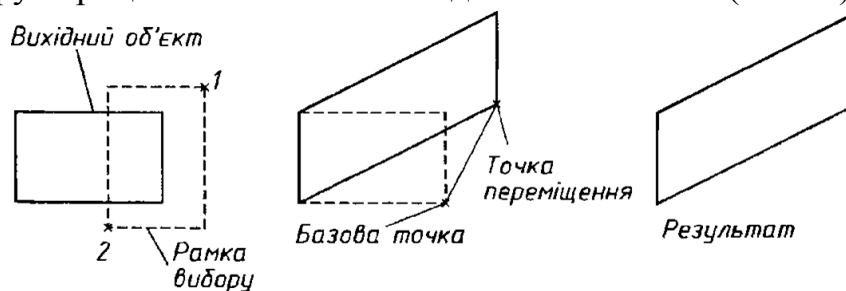


Рисунок 4.9. Розтягування об'єкта

9. Команда МАССИВ (ARRAY)

Команда дозволяє створювати багато копій об'єктів, розміщуючи їх упорядковано у вигляді прямокутного або кругового масиву.

Після запуску команди виводиться діалогове вікно МАССИВ (Array). У його верхній частині містяться перемикачі *Прямоугольный массив (Rectangular Array)* і *Круговой массив (Polar Array)*, що дозволяють вибрати тип масиву та кнопка *Выбор объектов (Select objects)*, яка забезпечує тимчасове закриття вікна для здійснення вибору об'єктів. У вікні перегляду відображається структура масиву, що відповідає поточним установкам. Вигляд лівої частини вікна залежить від вибраного типу масиву.

Прямокутний масив (Rectangular Array) будується шляхом створення копій вибраних елементів таким чином, щоб вони розміщувалися у вигляді рядків та стовпців.

Круговий масив (Polar Array) утворюється розміщенням копій вихідних об'єктів по колу навколо вибраної точки.

Можливі методи задання параметрів масиву:

- Загальна кількість елементів та кут;
- Загальна кількість елементів та кут між ними;
- Кут заповнення та кут між елементами.

Кут заповнення та кут між елементами можна задавати і безпосередньо у графічній зоні. За замовчанням масив будується проти годинникової стрілки. Щоб масив будувався в протилежному напрямі, потрібно задати від'ємне значення кута заповнення.

Прапорець *Поворачивать элементы массива (Rotate items as copied)* забезпечує поворот об'єктів при копіюванні. Якщо прапорець зняти, об'єкти при розміщенні в масиві будуть зберігати свою початкову орієнтацію.

10. Команда ОБРЕЗАТЬ (TRIM)

Команда обрізає наявний графічний примітив до вибраної ріжучої кромки. Обрізати можна дуги, кола, еліптичні дуги, відрізки, полілінії, промені, сплайни, прямі. Ріжучими кромками можуть бути дуги, кола, еліпси, відрізки, прямі, промені, області, сплайни, текст та плаваючі екрани виглядів.

Спочатку потрібно вибрати об'єкти, що слугуватимуть ріжучими кромками, або натиснути *Enter*, щоб вибрати всі об'єкти як потенційні ріжучі кромки. В останньому разі AutoCAD обріже об'єкт до найближчого, що підходить для використання його як кромки. Наступний запит системи потребує вибору об'єктів для обрізання або вибору опції. Якщо в момент вибору об'єктів утримувати натиснутою клавішу *Shift*, то об'єкти будуть не обрізатися, а видовжуватися до найближчої кромки. В одному сеансі один і той же об'єкт може бути як ріжучою кромкою, так і об'єктом, що обрізається.

Опції: Проекция (Project) – використовується, якщо необхідно змінити режим обрізання у тривимірному просторі:

Нет (None) – дозволяє обрізати тільки об'єкти, що фактично перетинаються з ріжучою кромкою;

ПСК (Lies) – дозволяє обрізати всі об'єкти, які при проєкціюванні на площину XY поточної системи координат перетинаються з ріжучими кромками, в тому числі і ті, що в просторі з ними не перетинаються.

Вид (View) – дозволяє обрізати всі об'єкти, які перетинаються з ріжучими кромками при проєкціюванні на площину, перпендикулярну напрямку погляду.

Кромка (Edge) – визначає режим пошуку точки перетину з кромкою. Вона дозволяє обрізати об'єкти як до наявної ріжучої кромки, так і до уявної продовженої кромки.

Отменить (Undo) – відмінняє останню дію команди.

11. Команда УДЛИНИТЬ (EXTEND)

Команда призначена для продовження об'єктів до заданої границі. Вона має такі ж опції, як і команда ОБРЕЗАТЬ (TRIM), але замість ріжучих кромок вибираються граничні кромки, після вибору яких потрібно вибрати об'єкти для продовження або опцію для зміни режиму роботи команди. Вибір об'єкта при натиснутій клавіші *Shift* приведе до перемикання в режим обрізки об'єкта. В одному сеансі графічний примітив може бути як граничною кромкою, так і об'єктом, що продовжується.

12. Команда УВЕЛИЧИТЬ (LENGTHEN)

Команда призначена для зміни довжин розімкнених об'єктів, а також центральних кутів дуг. Після запуску команди виводиться запит на вибір об'єкта або опції. Якщо у відповідь вибрати об'єкт, то система повідомить його довжину, а для дуги – ще і центральний кут. Далі запит повторюється, поки не буде вибрана одна з опцій.

Опції: Дельта (Delta) – дозволяє змінити розміри об'єкта на задану величину (додатне значення збільшує об'єкт, від'ємне – зменшує). Потрібно задати приріст довжини або вибрати опцію Угол (Angle), щоб вказати приріст центрального кута.

проЦент (Percent) – дозволяє задати зміну розміру об'єкта у процентах по відношенню до вихідного значення (вихідний розмір об'єкта приймається за 100%).

Всього (Total) – використовується, коли відомі кінцеві розміри об'єкта (повна довжина або центральний кут).

ДИнамика (Dynamic) – дозволяє змінювати довжину об'єкта в динамічному режимі, переміщуючи його кінцеву точку в потрібне положення.

13. Команда ФАСКА (CHAMFER)

Команда призначена для побудови фасок. Фаски будуються для відрізків, поліліній, прямих та променів. Фаску можна задавати двома лінійними розмірами (довжинами катетів) або одним лінійним та одним кутовим. Об'єкти, для яких будується фаска, можна залишити в тому вигляді, в якому вони були до її побудови, або обрізати чи видовжити, використовуючи лінію фаски як кромку.

Після запуску команди система виводить повідомлення про поточний режим та параметри, що використовуються, а також запит на вибір першого з двох відрізків, для яких будується фаска. У разі необхідності зміни якихось параметрів потрібно у відповідь на цей запит вибрати відповідну опцію.

Опції: полілінія (Polyline) – використовується при необхідності зняти фаску на всіх вершинах полілінії. Лінії фасок стають новими сегментами полілінії. Якщо полілінія містить сегменти, коротші за довжину фаски, то для цих сегментів фаски не будуються.

Длина (Distance) – дозволяє задати нові значення довжин фаски вздовж першого та другого катетів.

Угол (Angle) – використовується, коли необхідно побудувати фаску при відомій довжині катета фаски на відрізку, що вибирається першим, та значенню кута відносно цього відрізка.

Обрезка (Trim) – визначає, чи потрібно обрізати вибрані відрізки до кінцевих точок фаски.

Метод (Method) – дозволяє призначити метод побудови фаски (за двома довжинами чи за довжиною та кутом), що буде використовуватися за замовчанням.

Несколько (multiple) – дозволяє в процесі одного сеансу команди побудувати декілька фасок. При виборі цієї опції основний запит та запит на вибір другого відрізка повторюються, доки не буде натиснута клавіша *Enter*.

14. Команда СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET)

Команда виконує спряження дугою заданого радіусу відрізків, дуг, кіл, еліпсів та еліптичних дуг, сегментів поліліній, променів, прямих, сплайнів. Після запуску команди система виводить повідомлення про поточний режим та параметри, що використовуються, а також запит на вибір першого з двох об'єктів, для яких виконується спряження.

Опції: полілінія (Polyline) – використовується тоді, коли потрібно побудувати дуги спряження у всіх точках перетину лінійних сегментів двовимірної полілінії. Якщо два лінійні сегменти полілінії розділені дугою, але при своєму продовженні вони прямують в одну точку, AutoCAD замінює цю дугу дугою спряження.

Радіус (Radius) – дозволяє задати радіус дуги спряження. При нульовому значенні радіуса об'єкти просто обрізаються або видовжуються до точки перетину без побудови дуги спряження. Спряження паралельних відрізків, прямих чи променів відбувається півколом, радіус якого дорівнює половині відстані між ними, значення радіуса при цьому ігнорується.

Обрезка (Trim) – дозволяє вибрати режим спряження, при якому об'єкти або обрізаються/видовжуються до точки перетину з дугою спряження, або залишаються без зміни.

Несколько (multiple) – дозволяє в процесі одного сеансу команди побудувати декілька спряжень.

Спряження дуг та кіл можна виконати кількома способами. AutoCAD буде дугу спряження таким чином, щоб її кінці знаходилися якомога ближче до точок вибору об'єктів. При спряженні кіл будується дуга спряження, а самі кола не обрізаються.

15. Команда РАЗОРВАТЬ (BREAK)

Команда дозволяє видаляти певні ділянки об'єктів, створюючи таким чином проміжок між частинами, що залишилися. Команда працює з відрізками, полілініями, дугами, колами, еліпсами та еліптичними дугами, сплайнами, кільцями, прямими та променями. Після запуску команди виводиться запит на вибір об'єкта для розривання. Наступний запит залежить від того, яким способом був вибраний об'єкт. Якщо об'єкт був вибраний квадратним маркером, то AutoCAD вважає точку вибору першою точкою розриву і виводить запит на вибір другої точки. У відповідь можна вказати другу точку або вибрати опцію, щоб задати першу точку розриву, відмінну від точки вибору.

AutoCAD видаляє частину об'єкта, що лежить між вказаними точками. Якщо друга вказана точка не належить об'єктові, AutoCAD використовує точку об'єкта,

що знаходиться найближче до вказаної. Щоб розбити об'єкт на дві частини, нічого не видаляючи, потрібно вказати другу точку, що збігається з першою. Це можна зробити введенням символу @ у відповідь на запит другої точки або скориставшись при запуску команди кнопкою *Разорвать в точке (Break at Point)*.

16. Команда **РАСЧЛЕНИТЬ (EXPLODE)** 🎨

Команда розбиває складні об'єкти (полілінії, області, блоки, штриховку, розмірні блоки) на складові частини. Результат роботи команди залежить від типу об'єкта:

- Для блоків здійснюється заміщення блоку дублікатами об'єктів, які входять до його складу.
- Для розмірів дія команди призводить до заміщення асоціативного розміру його складовими (стрілками, розмірними числами, відрізками) та втрати асоціативності.
- Штриховка заміщується відрізками, що її складають, і, подібно до розмірів, теж втрачає асоціативність.
- Полілінії заміщуються комбінацією дуг та відрізків та втрачають свою ширину.
- Області заміщуються своїми граничними об'єктами.

6. Засіб редагування ручки (Grips) дає можливість швидкого спільного використання точок об'єктної прив'язки та команд редагування, що найчастіше використовуються.

Ручки (grips) – це маленькі квадратні маркери (за замовчанням синього кольору), що з'являються в характерних точках об'єктів при їх виборі за умови, що у цей час не виконується жодна команда (рис. 4.10). Перетягуючи ручки, можна здійснювати розтягування, переміщення, поворот, масштабування, дзеркальне відображення та копіювання об'єктів.

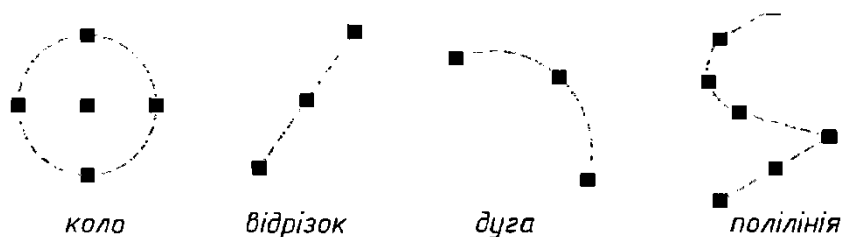


Рисунок 4.10. Відображення ручок на об'єктах

Для редагування за допомогою ручок потрібно вибрати ручку, точка розміщення якої буде базовою точкою редагування. Вибір ручки подібний до вибору точок об'єктної прив'язки: ручка діє подібно магніту і притягує курсор до себе. За замовчанням після вибору ручка відображається квадратиком червоного кольору. Якщо необхідно вибрати (активізувати) декілька ручок, потрібно в процесі їх вибору утримувати натиснутою клавішу *Shift*.

Після вибору ручки система за умовчанням запускає команду *Растянуть* (STRETCH). Для вибору інших команд режиму редагування за допомогою ручок можна скористатися контекстним меню, що викликається правою кнопкою миші, щоб переглянути список команд у командному рядку і вибрати потрібну.

Режим редагування за допомогою ручок надає доступ до наступних команд: *Растянуть*, *Перенести*, *Повернуть*, *Масштаб*, *Зеркало* (STRETCH, MOVE, ROTATE, SCALE, MIRROR). При цьому в режимі кожної з команд присутня опція копіювання (Copy), що дозволяє одночасно з редагуванням геометрії створювати копії вибраних об'єктів.

Режим розтягування (STRETCH) дозволяє розтягнути (стиснути) об'єкт, пере-тягуючи вибрану ручку. Режим діє тільки на об'єкт або об'єкти, що визначаються активною ручкою.

Режим переміщення (MOVE) використовується для переміщення об'єктів у нове місце. На відміну від режиму розтягування (STRETCH), коли під дію підпадають тільки ті вибрані об'єкти, що керуються активною ручкою, в режимі переміщення (MOVE) здійснюється переміщення усіх вибраних об'єктів.

Опція копіювання (Copy) доступна в кожному з п'яти режимів редагування за допомогою ручок. При виклику цієї опції вихідні об'єкти залишаються незмінними, а всі зміни відбуваються в копіях оригіналу. Режим багаторазового копіювання можна також активізувати натисканням клавіші *Shift* в процесі визначення першого нового положення для об'єкта. Далі, відпустивши клавішу *Shift*, копії можна створювати і розміщувати в будь-якому місці креслення до того часу, поки не будуть вимкнені ручки. Якщо ж у процесі визначення нових положень копій на екрані клавішу *Shift* утримувати натиснутою, графічний курсор стане переміщуватися з фіксованим кроком, який дорівнює відстані між вихідним об'єктом і його першою копією. Таким чином можна створювати регулярно розміщені копії. При повороті об'єкта навколо базової ручки можна розміщувати копії з заданим кутовим інтервалом.

7. Для **редагування поліліній** призначена команда **ПОЛПРЕД (PEDIT)**

Після запуску команди потрібно вибрати полілінію для редагування або активізувати опцію *Несколько (Multiple)*, щоб мати можливість вибрати для редагування одразу декілька поліліній. Якщо замість полілінії вибрати якийсь інший об'єкт (дугу, відрізок), система повідомить, що вибраний об'єкт не є полілінією і запропонує перетворити його на полілінію.

У разі позитивної відповіді вибраний примітив буде перетворений в один сегмент полілінії, і по відношенню до нього можна буде здійснювати операції редагування. У протилежному випадку повторно виводиться запит на вибір об'єкта. Після вибору об'єкта потрібно задати опцію редагування.

Опції: Замкнуть (Close) – використовується, якщо необхідно замкнути полілінію, при цьому система додає сегмент для з'єднання кінцевої та початкової точок. Зазначимо, що полілінія може бути розімкненою, навіть якщо її перша та кінцева точка збігаються.

Разомкнуть (Open) – дозволяє розімкнути замкнену полілінію.

Добавить (Join) – дозволяє приєднати дугу, відрізок чи іншу полілінію до наявної полілінії. Кінець об'єкта, що приєднується, має точно збігатися з однією з кінцевих точок полілінії.

Ширина (Width) – використовується, коли необхідно змінити ширину всіх сегментів полілінії.

Вершина (Edit vertex) – надає доступ до опцій, призначених для редагування вершин полілінії.

СГладить (Fit) – дозволяє перетворити полілінію в гладку криву, яка складається з дуг і проходить через вершини полілінії.

СПлайн (Spline) – перетворює полілінію в гладку криву з використанням апарату В-сплайнів. Крива наближена до вершин полілінії, але в цілому не проходить через них. Якщо полілінія розімкнена, то крива проходить через її кінцеві точки.

Убрать сглаживание (Decurve) – дозволяє відмінити згладжування сплайном чи плавною кривою з дуг, відновлюючи початковий стан полілінії.

Типлин (Ltype gen) – дозволяє задати спосіб генерації типу лінії у вершинах полілінії. Можливі вкідки, коли генерація заданого типу лінії буде починатися зі штриха і закінчуватися штрихом у кожній вершині або коли лінія починається штрихом у початковій точці полілінії і генерується далі, не беручи до уваги вершини.

Отменить (Undo) – дозволяє відмінити останню функцію команди.

Для **редагування сплайнів** призначена команда **РЕДСПЛАЙН (SPLINEDIT)** 

Вона дозволяє редагувати контрольні точки сплайна і визначальні точки, якщо останні є, оскільки деякі операції над сплайнами призводять до видалення визначальних точок.

Опції: Определяющие (Fit data) – дозволяє редагувати визначаючі сплайн дані. При цьому AutoCAD відобразить перелік опцій для редагування цих даних.

Замкнуть (Close) – дозволяє замкнути розімкнений сплайн. Для замкненого сплайна ця опція замінюється опцією *Разомкнуть (Open)*.

Перенести (Move vertex) – використовується, коли необхідно перемістити контрольні точки сплайна.

Исправить (Refine) – надає ряд опцій, що дозволяють підвищити точність визначення сплайна.

Обратно (rEverse) – змінює напрям сплайна на протилежний.

Отменить (Undo) – відмінює останню операцію редагування.

8. Керування відображенням об'єктів на екрані монітора та їх виведенням на друк здійснюється шляхом зміни *властивостей об'єктів*: шару, типу лінії, кольору, ваги лінії та стилю друку.

Використання кольорів сприяє візуальному виділенню різних об'єктів, полегшуючи при цьому роботу над кресленням. Кольори можна призначати як шарам, так і окремим об'єктам. Призначення кольору шару допомагає ідентифікувати шари в кресленні. При виведенні креслень на друк з використанням залежних від кольору стилів друку, за допомогою кольору призначаються товщини ліній.

Усі нові об'єкти створюються з використанням поточного кольору, який встановлено у списку *Цвет (Color control)* на панелі інструментів **Свойства (Properties)**. Кольори *ПоСлою (ByLayer)* і *ПоБлоку (ByBlock)*, що відображаються на початку списку, є так званими логічними кольорами.

Якщо встановлено поточним логічний колір *ПоСлою (ByLayer)*, то всі об'єкти, що створюються, мають колір, призначений поточному шару, і після переміщення на інший шар приймають колір цього шару. Якщо встановлено поточним колір *ПоБлоку (ByBlock)*, то всі об'єкти, що створюються, мають колір 7 (білий або чорний) до того часу, поки не будуть об'єднані в блок. При вставці у креслення такі блоки набувають кольору, що є поточним на момент вставки.

Встановити поточний колір можна не тільки за допомогою списку *Цвет (Color control)*, але й у діалоговому вікні **Выбор цвета (Select Color)**. Діалогове вікно містить три вкладки, які дозволяють при призначенні кольорів використовувати різноманітні палітри.

Вкладка *Номер цвета (Index Color)* містить палітру з 255 кольорів. Колір можна вибрати безпосередньо з палітри, а також вказавши у його стандартне ім'я або номер (індекс) кольору. При виборі будь-якого кольору з палітри під палітрою відображається його номер (індекс) та ім'я (для перших семи кольорів).

Вкладка *Вся палитра (True Color)* дозволяє відобразити понад 16 мільйонів кольорів, застосовуючи при цьому систему RGB або систему HSL. У системі RGB колір визначається інтенсивністю його червоної (Red), зеленої (Green) та синьої (Blue) складових. Інтенсивність кожної складової можна задавати переміщенням повзунка вздовж відповідної кольорової смуги або числом (в діапазоні від 0 до 255), яке потрібно ввести у відповідному полі введення.

При виборі системи HSL колір задається відтінком, насиченістю та яскравістю. При цьому здійснюється вибір кольору (відповідний діапазон числових значень становить від 0 до 360), його насиченості від нуля до 100%, яскравості вибраного кольору від 0 до 100%. Значення 0% відповідає чорному кольору, 100% – білому, а значення 50% – максимальній інтенсивності вибраного кольору. Всі зміни одразу ж відображаються в передньому прямокутнику в правій нижній частині вікна.

Вкладка *Альбомы цветов* (Color Books) дозволяє задавати кольори, використовуючи альбоми кольорів від сторонніх розробників (такі, наприклад, як PANTONE®). Користувач може завантажити власні альбоми. При виборі альбому відображаються зразки кольорів з нього.

9. AutoCAD надає у розпорядження користувача широкий набір типів ліній. У разі потреби можна створювати власні типи ліній. Тип лінії можна призначати як шарам, так і окремим об'єктам креслення. Усі нові об'єкти створюються з використанням поточного типу лінії, який встановлено у списку *Тип ліній* (Linetype Control) панелі інструментів *Свойства* (Properties). Якщо поточним встановлено тип лінії *ПоСлою* (ByLayer), то всі об'єкти, що створюються, мають тип лінії, який призначено поточному шару. При зміні типу лінії шару об'єкти, тип лінії яких задано значенням *ПоСлою* (ByLayer), обновляються з урахуванням заново призначеного шару типу лінії. Якщо встановлено поточним тип лінії *ПоБлоку* (ByBlock), то об'єкти мають тип лінії *Continuous* (суцільна), доки вони не будуть об'єднані в блок. При вставці у креслення таким блокам призначається поточний тип лінії.

Встановити поточний тип лінії можна не тільки за допомогою списку **Тип ліній** (Linetype Control), але й у діалоговому вікні **Диспетчер типів ліній** (Linetype Manager). У центральній частині вікна відображається список завантажених у креслення типів ліній з урахуванням встановленого фільтру. Список фільтрів типів ліній знаходиться у верхній лівій частині вікна. З його допомогою встановлюється, які із завантажених у креслення типів ліній будуть відображатися у вікні. Робота з фільтрами типів ліній аналогічна роботі з фільтрами шарів.

Поля *Глобальний масштаб* (Global Scale Factor) та *Текущий масштаб* (Current Object Scale) призначені відповідно для зміни глобального та поточного масштабних коефіцієнтів типу лінії. Зміна глобального коефіцієнту впливає на всі типи ліній і діє на всі об'єкти креслення. Масштабний коефіцієнт, введений у полі *Текущий масштаб* (Current Object Scale), впливає на тип лінії об'єктів, які будуть створюватись після його встановлення. Зміна масштабного коефіцієнта впливає на відображення всіх ліній, крім суцільної. Якщо числове значення масштабного коефіцієнта більше 1, то елементи, з яких складаються розривні лінії, видовжуються, а число повторів на одиницю довжини зменшується. Масштабний коефіцієнт, менший за 1, спричиняє протилежний ефект.

Прапорець *Масштаб в одиницях пространства листа* (Use Paper Space Units for Scaling) дозволяє керувати відображенням типу лінії в екранах виглядів, що створюються у просторі аркуша. Встановлення даного прапорця забезпечує однакове відображення розривних типів ліній (штрихових, штрих-пунктирних та ін.) в усіх екранах виглядів, незалежно від встановленого для цих екранів масштабу

відображення (рис. 4.11, а). Якщо ж прапорець знято, то лінії відображаються пропорційно встановленому масштабу відображення (рис. 4.11, б).

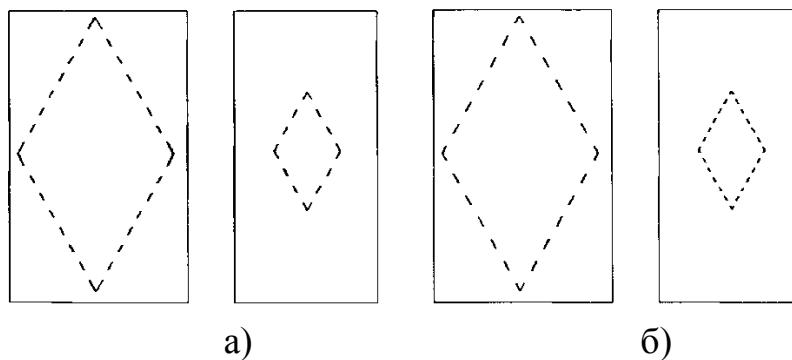


Рисунок 4.11. Масштабування типів ліній в просторі аркуша

Завдяки властивості, що називається **вагою лінії** (Lineweight), об'єкти на кресленні відображаються лініями різної товщини. Вагу лінії можна призначати як шарам креслення (тобто глобально цілій групі об'єктів), так і конкретному об'єктові.

За різних обставин вага (товщина) лінії відображається по-різному. У просторі моделі кожному значенню ваги лінії відповідає певна кількість пікселів, що визначає видиму на екрані товщину лінії, яка не залежить від операції зумування (зміни масштабу відображення об'єкта). У зв'язку з цим у просторі моделі видима товщина лінії може не відповідати її дійсній товщині. У просторі аркуша вага лінії відображається її істинним значенням, тобто в реальних одиницях вимірювання.

Ще однією особливістю відображення ваги лінії в просторі моделі є те, що можна змінювати масштаб її відображення на екрані. Це спрощує перегляд об'єктів, не впливаючи на їх виведення на друк.

Усі нові об'єкти створюються з використанням поточного значення ваги лінії, встановленого у списку *Вес ліній* (Lineweight control) на панелі інструментів *Свойства* (Properties). Якщо поточним є значення *По Слою* (ByLayer), то всі створювані об'єкти мають вагу лінії, призначену шару.

Встановити поточне значення ваги лінії можна не тільки за допомогою списку *Вес ліній* (Lineweight control), але й у діалоговому вікні **Параметри весов ліній** (Lineweight Settings). Список *Веса ліній* (Lineweights) у лівій частині вікна відображає припустимі значення товщин ліній. Значення *По умовчанию* (Default) є значенням, що призначається за замовчанням, для метричних одиниць вимірювання це значення становить 0,25 мм. У разі необхідності його можна змінити, вибравши будь-яке інше стандартне значення зі списку.

10. Команда ОКНОСВ (PROPERTIES)

Команда виводить палітру **Свойства** (Properties) (рис. 4.12), яка забезпечує перегляд та редагування властивостей будь-якого об'єкта.

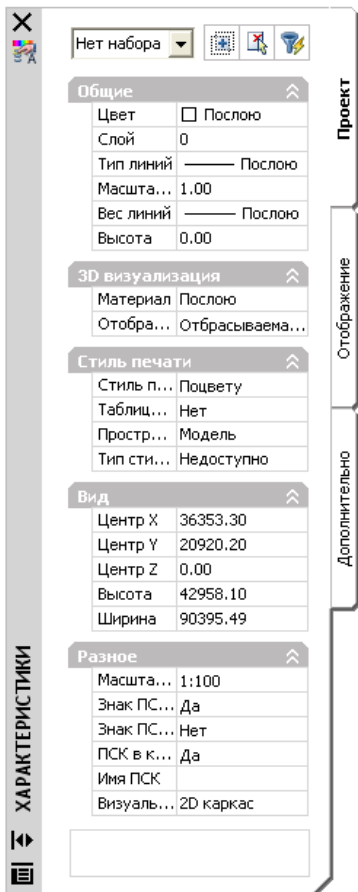


Рисунок 4.12. Палітра *Свойства (Properties)*

Властивості у палітрі згруповані за категоріями. Натискання стрілки справа від кожної категорії згортає або розгортає перелік властивостей, що до неї належать. Типи категорій, що відображаються у палітрі, та перелік властивостей у кожній з них залежать від типу вибраного об'єкта. Наприклад, якщо вибраний об'єкт є відрізком, у палітрі, окрім категорії загальних властивостей (шару, кольору, типу лінії тощо), будуть відображатися ще і його геометричні властивості, такі як координати початкової та кінцевої точок, довжина, кут нахилу тощо.


У разі, коли вибрано кілька об'єктів, палітра відображає тільки ті категорії і властивості, що є спільними для всіх об'єктів. У разі, коли жоден об'єкт не вибраний, палітра **Свойства (Properties)** відображає загальні властивості поточного шару, дані стилю друку, характеристики екрану вигляду та дані про систему координат. Для більшості об'єктів (виняток складають штриховка, текст, мультилінії, блоки та зовнішні посилання) палітру можна викликати, двічі клацнувши мишею на об'єкті.

Щоб змінити якусь із властивостей об'єкта за допомогою палітри **Свойства (Properties)**, цю властивість потрібно спочатку вибрати, а далі скористатись одним із наступних способів:

- ввести нове значення з клавіатури;
- клацнути на стрілці справа від властивості, щоб розкрити список та вибрати в ньому потрібне значення;
- натиснути кнопку із зображенням трьох крапок та змінити значення у діалоговому вікні;
- натиснути кнопку *Указать точку (Pick Point)*, щоб вказати нові координати за допомогою курсору;
- натиснути праву кнопку миші та вибрати з контекстного меню потрібну опцію редагування.

Внесені зміни одразу ж відобразяться на кресленні. Для відміни редагування потрібно натиснути праву кнопку миші у незаповненій зоні палітри та вибрати з контекстного меню пункт *Отменить (Undo)*.

AutoCAD надає можливість **копіювання властивостей** (часткового або повного) одного об'єкта на інші. Можна копіювати колір, шар, тип лінії, вагу лінії та деякі інші властивості. За замовчанням усі властивості, які можуть копіюватися, переносяться з першого вибраного об'єкта на інші об'єкти, проте можна

заборонити копіювання певних властивостей. Для копіювання властивостей призначена команда **КОПИРОВАТЬСВ (MATCHPROP)** 


Після активізації команди виводиться запит, у відповідь на який потрібно вибрати визідний об'єкт, властивості якого потрібно копіювати. Далі AutoCAD виводить повідомлення про поточні установки режиму копіювання (тобто про те, які саме властивості вихідного об'єкта будуть перенесені на інші об'єкти), а також відображає наступний запит системи. У відповідь потрібно вказати об'єкти, на які потрібно перенести властивості вихідного об'єкта, або вибрати опцію *Настройки (Settings)*, щоб викликати діалогове вікно **Настройки свойств (Property Settings)** та змінити установки – дозволити чи заборонити копіювання певних властивостей.

ТЕМА 5. Нанесення та редагування тексту, таблиць та штриховки

1. Текстові стилі.
2. Одно- та багаторядковий текст.
3. Редагування тексту.
4. Інструменти для створення таблиць.
5. Основні типи штриховки. Асоціативна штриховка.
6. Редагування штриховки на кресленні.

1. Стилі представляють собою набір атрибутів форматування, тобто можуть включати гарнітуру, накреслення, висоту шрифту та ін. Всі атрибути текстового стилю використовуються для створеного тексту одночасно, в чому полягає перша перевага використання стилів. Друга полягає в тому, що задавши параметри стилю один раз, його можна використовувати в різних документах.

З кожним написом креслення AutoCAD пов'язаний деякий текстовий стиль. За необхідності виконати напис певним текстовим стилем, цей стиль спочатку потрібно зробити поточним.

AutoCAD містить лише два текстових стилі: *Standard* та *Annotative*. Створення нових стилів та модифікація наявних здійснюється в діалоговому вікні **Текстовые стили (Text Style)** (рис. 5.1), яке викликається за допомогою команди **СТИЛЬ (STYLE)** .

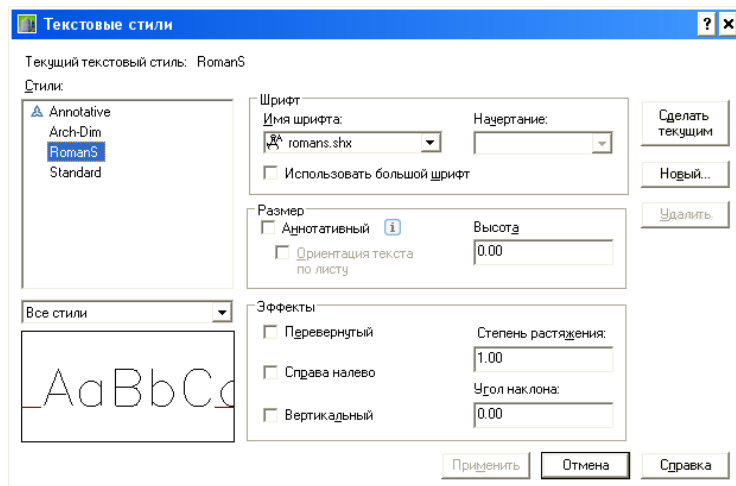


Рисунок 5.1. Діалогове вікно *Текстовые стили (Text Style)*

В лівій частині вікна відображені імена наявних текстових стилів. Виділивши в списку назву стилю і натиснувши кнопку *Сделать текущим* (Set Current), даний стиль можна призначити поточним. Для створення нового стилю потрібно натиснути кнопку *Новый* (New), задати його ім'я та параметри.


Для тексту використовуються компільовані векторні **шрифти** з розширенням *.shx*, котрі встановлюються разом з AutoCAD. Також можна використовувати шрифти TrueType (*.ttf*), які встановлені в операційній системі.

Для кожного шрифту можливе різне **накреслення**: Курсив (Italic), Звичайний (Regular), Напівжирний (Bold), Напівжирний курсив (Bold Italic). Поле введення *Высота (Height)* слугує для встановлення **висоти символів** тексту. Якщо встановити нульове значення висоти, то кожний раз при створенні текстового об'єкта з використанням цього стилю AutoCAD буде виводити запит на висоту символів. Поле введення *Степень растяжения (Width Factor)* дозволяє задати **ступінь стискування/розтягування** символів відносно їх еталонного зразка. Поле введення *Угол наклона (Oblique Angle)* дозволяє вказати **кут нахилу** символу відносно вертикалі. Значення кута нахилу може лежати в діапазоні від -85 до 85 градусів.

Також можна задати **додаткові ефекти**, які дозволяють відобразити символи рядка тексту перевернутими (дзеркально відображеними відносно горизонтальної осі), записаними справа наліво (дзеркально відображеними відносно вертикальної осі) та записаними вертикально (зверху вниз). Слід зазначити, що вертикальне написання тексту підтримується тільки шрифтами *.shx*, а встановлення дзеркального відображення не впливає на багаторядковий текст.

2. AutoCAD надає широкі можливості для виконання та редагування різних типів текстових написів. Короткі написи, які не потребують форматування, виконуються за допомогою так званого однорядкового тексту. Для створення довгих і складних написів застосовується багаторядковий текст. Крім того, є

можливість вставляти в креслення текст з файлів формату *.txt* або *.rtf*. Рядок чи абзац тексту в AutoCAD є таким же об'єктом, як відрізок чи коло. Будь-який текстовий об'єкт можна видалити, перемістити, повернути, дзеркально відобразити тощо.

Для створення **однорядкового тексту** призначена команда **ТЕКСТ (TEXT)** 

За допомогою команди можна створити один або кілька рядків тексту, відділяючи рядки один від одного натисканням клавіші *Enter*. Для завершення вводу тексту потрібно натиснути клавішу *Enter* двічі. При цьому кожний рядок є окремим об'єктом, який можна переміщувати, копіювати, обертати тощо.

Після запуску команди система виводить повідомлення про поточний текстовий стиль і висоту тексту та запит, у відповідь на який потрібно вказати початкову точку текстового рядка або вибрати опцію. Після задання початкової точки система послідовно відображає запити на визначення висоти тексту, кута повороту та введення самого тексту.

Опції: Стиль (Style) – використовується, коли необхідно змінити текстовий стиль. При цьому система ініціює додатковий запит, у відповідь на який потрібно ввести ім'я текстового стилю, створеного раніше, або ввести символ «?», щоб прочитати список наявних текстових стилів.

Выравнивание (Justify) – використовується, якщо необхідно змінити режим вирівнювання тексту. Опції вирівнювання:

Вписанный (Align) – використовується, якщо необхідно розмістити текст між двома заданими точками. При застосуванні цієї опції вирівнювання висота символів змінюється пропорційно до зміни їх ширини. Чим більше символів містить рядок, тим менша їх ширина і відповідно висота (рис. 5.2).

По ширине (Fit) – використовується, якщо необхідно розмістити між двома заданими точками текст фіксованої висоти (рис. 5.3). Після запитів на початкову та кінцеву точки рядка (*Specify first endpoint of text baseline:* та *Specify second endpoint of text baseline:*) система виводить запит на висоту тексту (*Specify height:*).

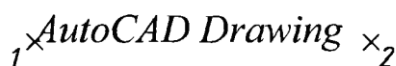
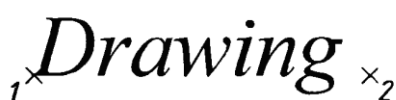


Рисунок 5.2. Вписаний текст



Рисунок 5.3. Текст з вирівнюванням по ширині

Центр (Center) – використовується, якщо необхідно відцентрувати текст по базовій лінії відносно вказаної точки.

Середина (Middle) – використовується для центрування тексту по горизонталі та вертикалі відносно вказаної точки.

Вправо (Right) – забезпечує правостороннє вирівнювання тексту по базовій лінії.

Дев'ять наступних опцій, кожна з яких позначена двома літерами, подібно до трьох останніх з описаних вище, призначені для вирівнювання тексту відносно заданої точки. Літери у назві опції вказують на положення точки вирівнювання відносно тексту. Вони означають: **В** – Верхній (Т – Top), **С** – Середній (М – Middle), **Н** – Нижній (В – Bottom), **Л** – Лівий (L – Left), **Ц** – Центральний (С – Center), **П** – правий (R – Right). Отже, вирівнювання за допомогою опції ВЛ (TL) приведе до такого розміщення тексту, коли вказана користувачем точка вирівнювання буде знаходитись у верхній лівій точці рядка. Взаємне положення тексту і різних точок вирівнювання ілюструє рис. 5.4.

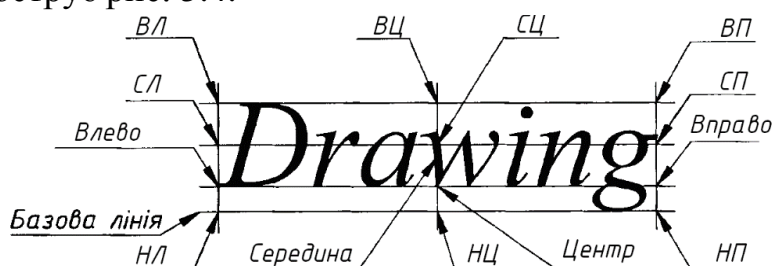


Рисунок 5.4. Розміщення точок вирівнювання відносно текстового рядка

При створенні однорядкових текстів можна використовувати *керуючі коди*, за допомогою яких в текст можна вставити символи, відсутні на клавіатурі, або додати лінію під текстом чи над ним. Нижче подаються керуючі коди та дії, які вони виконують:

Ctrl+Shift+Space – нерозривний пробіл;

%%c – діаметра (∅);

%%d – символ градуса (°);

%%p – символ допуску (±);

%% – символ процента (%);

%%o – вмикає та вимикає режим надкреслювання символів;

%%u – вмикає та вимикає режим підкреслювання символів.

Також можлива вставка будь-яких символів в системі кодування Юнікод, для чого використовується синтаксис виду \u+hhhh, де hhhh – шістнадцятковий код символу.

Багаторядковий текст складається з текстових рядків чи абзаців, вписаних у задану користувачем ширину. При цьому довжина тексту не обмежується. На відміну від однорядкового тексту, де кожен рядок є окремим об'єктом, усі рядки багаторядкового тексту являють собою єдиний об'єкт. Можливості форматування багаторядкового тексту значно ширші, ніж однорядкового. Наприклад, у написах, створених за допомогою багаторядкового тексту, окремим словам чи фразам можна призначити свій шрифт, колір та висоту символів.

Для створення багаторядкового тексту призначена команда **МТЕКСТ (MTEXT) A**

Після запуску команди виводиться повідомлення про поточний текстовий стиль та поточну висоту символів, далі потрібно вказати одну з вершин прямокутної рамки, яка визначатиме ширину абзаців багаторядкового тексту. Наступний запит потребує задання діагонально протилежної вершини рамки або вибору опції.

Опції: Высота (Height) – використовується, коли необхідно змінити висоту символів багаторядкового тексту.

Выравнивание (Justify) – використовується, якщо необхідно змінити спосіб вирівнювання. Після вибору опції відображається запит на вибір способу вирівнювання. Способи вирівнювання аналогічні способам, доступним в команді ТЕКСТ (TEXT), за винятком того, що вони застосовуються до всієї рамки багаторядкового тексту, а не до одного рядка.

Междустрочный интервал (Line spacing) – використовується, якщо необхідно змінити інтервал між рядками. Здійснюється заданням множника для інтервалу або вказанням абсолютного значення інтервалу в одиницях креслення. Задання множника здійснюється введенням числа з наступним символом x , наприклад $2x$. При цьому можливі два способи задання інтервалу:

Не менее (At least) – інтервал встановлюється автоматично, в залежності від розміру найвищого символу рядка;

Точно (Exactly) – забезпечує однаковий інтервал між усіма рядками тексту.

Поворот (Rotation) – використовується, коли необхідно змінити кут повороту рамки багаторядкового тексту.

Стиль (Style) – використовується, якщо необхідно змінити текстовий стиль. Після вибору опції система відображає запит, у відповідь на який потрібно ввести ім'я текстового стилю, створеного раніше, або ввести символ «?», щоб прочитати список наявних текстових стилів.

Ширина (Width) – дозволяє задати ширину рамки тексту. Ця опція є альтернативою до визначення рамки шляхом вказування діагонально протилежної вершини. Після вибору опції система виводить, у відповідь на який можна вказати точку або ввести число. Якщо вказати точку, то ширина рамки буде дорівнювати відстані від цієї точки до точки, вказаної у відповідь на перший запит команди. Нульове значення ширини вмикає режим переносу слів, і весь багаторядковий текст записується в один рядок.

Після визначення рамки AutoCAD запускає **Редактор багаторядкового тексту (Multiline Text Editor)**. З його допомогою можна створювати та редагувати багаторядкові тексти, а також імпортувати та вставляти тексти з інших файлів. Редактор багаторядкового тексту (Multiline Text Editor) включає у себе панель форматування тексту, вікно для введення тексту з розміщеною зверху лінійкою та


два контекстні меню. Вікно для введення тексту є прозорим, що дозволяє контролювати розміщення тексту відносно інших об'єктів. Щоб вимкнути режим прозорості, потрібно клацнути мишею на нижній кромці лінійки.


Форматуванням називають оформлення тексту, яке може включати себе виділення шляхом зміни розміру, гарнітури, накреслення шрифту, вирівнювання, кольору, зміни відстані між буквами, створення списків різного роду тощо.

Основні можливості Редактора багаторядкового тексту (Multiline Text Editor) викликаються кнопками панелі форматування тексту чи за допомогою контекстного меню і включають в себе:


- Створення буквених, нумерованих та маркованих списків;
- Перетворення символів тексту у верхній чи нижній регістри;
- Вставка спеціальних символів за допомогою таблиці;
- Встановлення кута нахилу, відстані між буквами і ширини букв;
- Створення тексту у вигляді дробу – Фрагмент тексту, який має бути зображений у вигляді дробу, повинен містити спеціальні символи. Такими символами є: ^, /, #. Текст, який знаходиться зліва від спеціального символу, після перетворення буде розміщуватися над текстом, розташованим справа.
- Розбиття тексту на колонки – спрощує створення тексту на аркушах великого формату, дозволяє як ручне, так і автоматичне (динамічне) налаштування параметрів колонок – кількості, висоти, загальної ширини та проміжку;
- Налаштування абзацних відступів та позицій табуляції;
- Вставка полів – дозволяє вставляти в текст поля, значення яких автоматично обновлюються, такі як дата, час, ім'я автора, назва креслення тощо;
- Імпорт тексту – Дозволяє імпортувати вміст будь-якого файлу у форматі *.txt* або *.rtf*. Імпортований текст зберігає своє вихідне форматування та властивості, що визначаються стилем, проте їх можна змінити.
- Очищення форматування тексту.

3. Для редагування текстових об'єктів в AutoCAD можна використовувати як звичайні способи – ручки, палітру **Свойства** (Properties), команди редагування об'єктів, так і окремі команди для тексту.

Для редагування тексту достатньо двічі клацнути на ньому лівою кнопкою мишки або виконати команду **ДИАЛРЕД** (DDEDIT) . Якщо вибраний об'єкт є багаторядковим текстом, команда запускає редактор багаторядкового тексту.

Для **масштабування** одного або одразу кількох текстових об'єктів можна застосувати команду **МАСШТЕКСТ** (SCALETEXT) . Запуск команди ініціює запит, у відповідь на який потрібно вибрати текстові об'єкти. Після вибору об'єктів AutoCAD пропонує вибрати опцію для базової точки масштабування. Вибираючи значення опції, користувач задає для кожного з вибраних текстових об'єктів свою

базову точку. Опції для базової точки масштабування такі самі, як і опції вирівнювання тексту, але вибір базової точки для масштабування не впливає на задане для цих об'єктів вирівнювання. Після вибору базової точки AutoCAD виводить запит на нове значення висоти тек. Опція за замовчанням (*Новая высота*) передбачає введення абсолютного значення висоти символів в одиницях креслення, проте висоту символів можна задати і відносним масштабним коефіцієнтом (опція *Масштаб*) або вирівняти по висоті інших текстових об'єктів (опція *По объекту*).

Змінити **режим вирівнювання** будь-якого тексту без зміни його положення можна за допомогою команди **ВЫРТЕКСТ (JUSTIFYTEXT)** .

4. Таблиці часто потрібні на кресленні для створення тексту пояснення, специфікацій, таблиць витрати матеріалів тощо. В AutoCAD таблиці нагадують спрощені електронні таблиці Microsoft Excel. Користувач може управляти зовнішнім виглядом таблиць і даними в графах, а також виконувати обчислення за формулами. Більше того, можна створювати зв'язки з таблицями Excel. Дані в таких таблицях оновлюватимуться відповідно до змін, зроблених в програмі Excel.

Для побудови таблиці використовується команда **ТАБЛИЦА (TABLE)** 

У AutoCAD можливі три способи додавання таблиці на креслення, для вибору яких треба встановити перемикач *Параметры вставки (Insert options)* у відповідне положення.

1) *Почати з порожньої таблиці (Start from empty table)* – Цей спосіб припускає створення порожньої таблиці, дані в яку можуть бути додані вручну. Можна вибрати спосіб вставки. Для цього в області *Способ вставки (Insertion behavior)* потрібно встановити перемикач в одне з наступних положень:

- *Запрос точки вставки (Specify insertion point)* – програма будує таблицю після вказівки точки лівого верхнього кута таблиці;
- *Запрос занимаемой области (Specify window)* – програма запрошує розмір і місце розташування таблиці. Ширина стовпців, висота рядків і їх кількість залежатимуть від заданих налаштувань і розміру рамки.

Додатково задається кількість стовпців і їх ширина, кількість і висота рядків таблиці. Область *Задание стилей ячеек (Set cell styles)* дозволяє визначати стиль окремих елементів таблиці.

Задавши усі необхідні дані в діалоговому вікні **Вставка таблицы (Insert Table)** і закривши його, потрібно вказати точку вставки таблиці. Після вказівки цієї точки на екрані відображується таблиця. Над таблицею з'являється панель, яка призначена для управління налаштуваннями введення тексту в таблицю. Вона містить усі необхідні параметри для форматування тексту і подібна до панелі редагування багаторядкового тексту.

При редагуванні таблиці відображуються номери стовпців і рядків, що дуже зручно при використанні формул. У AutoCAD введення даних здійснюється в окремі елементи таблиці.

2) *З посилання на дані (From a data link)* – Цей спосіб припускає додавання заповненої таблиці з пов'язаного файлу Microsoft Excel. Можна вибрати пов'язаний файл Excel в списку або створити зв'язок з новим файлом, вибравши пункт *Запуск диспетчера зв'язей (Launch Data Link Manager)* чи натиснувши розташовану праворуч від списку кнопку.

У вікні **Выбор связи данных** (Select a Data Link) можна вибрати створений раніше зв'язок або створити новий, для чого необхідно присвоїти створюваному зв'язку назву та вибрати файл Excel, з яким вимагається створити зв'язок.

3) *З даних об'єкту креслення (From object data in the drawing)* – При виборі цього способу додавання на креслення таблиці буде запущений майстер *Извлечение данных (Data Extraction)*, який дозволяє:

- вибирати джерело даних – це може бути креслення, сукупність креслень або навіть декілька каталогів;
- здійснювати фільтрацію витягуваних об'єктів і їх властивостей;
- реорганізувати і систематизувати витягвані дані;
- об'єднувати витягвані дані з даними електронної таблиці Microsoft Excel;
- вибирати формат виведення даних – це може бути таблиця на кресленні або окремий файл (*.xls, *.csv, *.mdb, *.txt);
- формувати витягвані дані шляхом вказівки стилю таблиці.
- зберігати та завантажувати раніше вибрані параметри витягання даних у файли формату *.dxe.

Дії, пов'язані із зміною вмісту графів таблиці, називаються редагуванням. Будь-яку створену раніше таблицю можна згодом відредагувати. Кожен елемент таблиці є окремим об'єктом, тому ви можете редагувати їх окремо. Можна також редагувати таблицю цілком.

Працюючи з виділеними графами, можна отримати доступ до команд форматування за допомогою контекстного меню, яке викликається клацанням правою кнопкою миші, або панелі інструментів *Таблиця (Table)*, що з'являється при виділенні елементу таблиці.

Вони містять наступні команди для редагування таблиць:

- Вирізати, копіювати і вставити фрагмент тексту.
- Останнє введення (Recent Input) – відкриває меню, що містить останні введені команди.
- Стиль графі (Cell Style) – дозволяє вказати стиль графі: дані (Data), заголовок (Header) або назва (Title). За умовчанням стиль графі визначається стилем рядка або стовпця (By Row/Column). Вибравши в меню пункт Зберегти як


новий стиль графи (Save as New Cell Style), ви створите новий стиль, який зможете застосовувати до інших граф.

- Вирівнювання (Alignment) – дозволяє вирівняти вміст граф одним з дев'яти способів по вертикалі і горизонталі.
- Межі (Borders) – викликає вікно **Свойства границ ячеек** (Cell Border Properties), яке служить для налаштування параметрів оформлення меж граф. У ньому можна встановити товщину лінії, її тип і колір. Можна задати подвійну лінію межі та вказати відстань між лініями межі, а також задати різні параметри оформлення для зовнішніх і внутрішніх меж таблиці.
- Блокування (Locking) – меню дозволяє заблокувати вміст графів таблиці та їх формат.
- Формат даних (Data Format) – відкриває вікно **Формат ячеек таблицы** (Table Cell Format), в якому можна вказати формат відображення різних типів даних. У програмі доступні наступні формули:
 - Сума (Sum) – підсумовує значення у вказаних графах;
 - Середнє (Average) – показує середнє значення у вказаних графах;
 - Підрахунок (Count) – показує кількість вибраних графів;
 - Графа (Cell) – дозволяє використовувати у формулі графу з іншої таблиці;
 - Рівність (Equation) – дає можливість ввести формулу вручну.

Усі формули в AutoCAD починаються зі знаку «=», після якого розташовується вираз, що складається з різного типу констант, вбудованих функцій програми, а також знаків арифметичних, текстових і логічних операцій. Формула може містити посилання на графи (їх адреси).

Стили є наборами атрибутів форматування певних елементів. Для таблиць такими атрибутами є оформлення графів і їх меж, наявність полів в графах, параметри використовуваного тексту.

За умовчанням в AutoCAD для таблиці використовується тільки один стиль – Стандартний (Standard). Проте передбачена можливість створення власних стилів.

Для цього використовується команда **ТАБЛСТИЛЬ (TABLESTYLE)** 

Після виконання команди відкривається діалогове вікно **Стили таблиц** (Table Style). З його допомогою можна редагувати і видаляти існуючі стилі, а також створювати нові. Стиль можна вибрати в списку *Стили (Styles)*. При виборі стилю для зручності у вікні попереднього перегляду відображується приклад таблиці із застосованим стилем.

При створенні нового стилю вкладка *Общие (General)* дозволяє задати основні параметри таблиці:

- Колір заливки (Fill color) – визначає колір фону графів. Можна вибрати відповідний колір із запропонованих в списку або задати будь-який колір вручну, використовуючи діалогове вікно **Выбор цвета (Select Color)**.

- Вирівнювання (Alignment) – дозволяє задати параметри вирівнювання тексту в графах. Доступні дев'ять варіантів вирівнювання, які були розглянуті вище.
- Формат (Format) – відкриває вікно **Table Cell Format**, в якому можна вказати формат відображення різних типів даних.
- Тип (Type) – дозволяє визначити тип вмісту графи. Це можуть бути дані (Data) або мітка (Label).
- Поля (Margins) – дозволяє задати відступи для тексту в графах по горизонталі і вертикалі.

Вкладка *Текст (Text)* служить для форматування тексту і дозволяє налаштувати стиль тексту, його висоту, колір та кут нахилу тексту.

На вкладці *Границы (Borders)* знаходяться параметри меж таблиці. Вміст цієї вкладки аналогічно вмісту вікна **Свойства границ ячеек (Cell Border Properties)**.

Окрім описаних вище налаштувань, розташованих на трьох вкладках, є загальні налаштування таблиці, зокрема можна вказати таблицю, стиль якої буде взятий за основу створюваного; визначити орієнтацію таблиці (знизу до верху чи навпаки); вибрати стиль графи або створити новий.

5. У процесі роботи користувач може заповнювати будь-які замкнені області креслення штриховкою заданого зразка або суцільною заливкою певного кольору. AutoCAD надає також можливість створення градієнтної заливки. Градієнтна заливка може складатися з відтінків одного кольору або являти собою плавний перехід одного кольору в інший. За допомогою градієнтної заливки можна створювати ефект об'ємності фігур у двовимірному кресленні.

AutoCAD надає у розпорядження користувача понад 50 зразків штриховки, які задовольняють вимоги промислових стандартів і слугують для позначення різних компонентів об'єктів або графічного подання різних матеріалів. 14 з них відповідають стандартам ISO. Користувач може створювати власні зразки штриховки: як прості, що складаються з паралельних ліній, так і складні.

1 Команда ШТРИХ (HATCH)

Команда призначена для нанесення штриховки або градієнтної заливки всередині замкненого контуру. Команда починає роботу з обчислення межі області штриховки на основі об'єктів, що утворюють замкнений контур. Після цього виконується штрихування або заливка області, обмеженої цим контуром. Штриховка чи заливка можуть бути **асоціативними** (тобто такими, що відслідковують усі модифікації контуру) або **неасоціативними** (такими, що не змінюються при модифікації контуру).

Досить часто зустрічаються ситуації, коли всередині області, що підлягає штрихуванню, знаходяться інші замкнені області. Ці області називаються в AutoCAD **острівцями**. Текстові об'єкти, що потрапляють всередину області

штрихування, також розглядаються системою як острівці. Острівці можна заштрихувати або лишити незаштрихованими.

Встановлення прапорця *Ассоциативная* (Associative) забезпечує створення асоціативної штриховки, тобто такої, що відслідковує всі модифікації контуру. Якщо прапорець не встановлено, AutoCAD створює неасоціативну штриховку, яка не змінюється при модифікації контуру. На рис. 5.5 показано вплив модифікації контуру на асоціативну та неасоціативну штриховки.

Для задається зовнішнього вигляду штриховки використовується один з типів:

- *Стандартный (Predefined)* – наявний стандартний зразок;
- *Из линий (User Defined)* – простий зразок з паралельних ліній, який створюється користувачем безпосередньо в процесі штрихування;
- *Пользовательский (Custom)* – наявний зразок користувача.

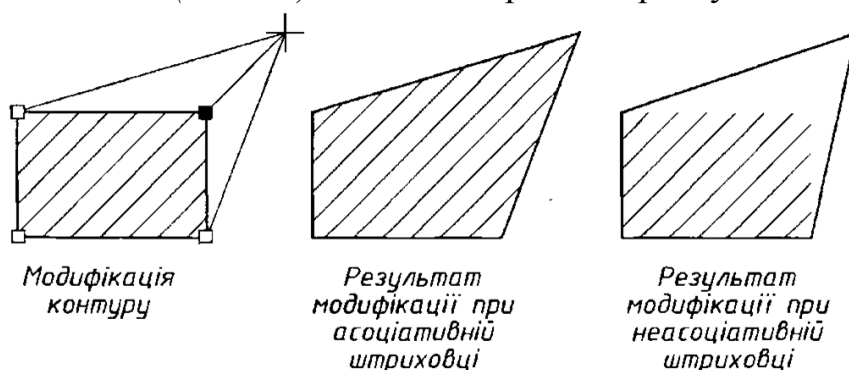


Рисунок 5.5. Асоціативна та неасоціативна штриховка

Список *Образец (Pattern)* містить перелік імен доступних стандартних зразків штриховки. У верхній частині списку відображаються імена шести стандартних зразків штриховки, які використовувались AutoCAD останніми. Розміщена справа від списку кнопка викликає діалогове вікно **Палитра образцов штриховки** (Hatch Pattern Palette), в якому можна вибрати стандартний зразок штриховки за наочним зображенням.

При штриховці об'єктів AutoCAD дозволяє керувати способом обробки замкнених контурів (острівців) усередині області штрихування. За допомогою контекстного меню, яке викликається натисканням правої кнопки миші у зоні креслення в процесі вибору об'єктів або вказування точок при визначенні контурів штриховки, можна вибрати один з трьох стилів:

Нормальный (Normal) – Штрихування виконується від зовнішнього контуру всередину області. Якщо всередині області зустрічається замкнений контур, штрихові лінії на ньому закінчуються. Якщо є ще одне вкладення (контур усередині області містить у собі інший замкнений контур) процес штрихування поновлюється у межах нового вкладеного контуру і т.д. Таким чином, області, відділені від простору за межами зовнішнього контуру штриховки непарним числом контурів, штрихуються, а області, відділені парним числом контурів, – ні (рис. 5.6, а).

Зовнішній (Outer) – Штрихові лінії наносяться всередину, починаючи від зовнішнього контуру. За наявності всередині інших контурів штрихування припиняється і більше не поновлюється (рис. 5.6, б).

Ігноруючий (Ignore) – Штриховка наноситься з ігноруванням усіх внутрішніх об'єктів (рис. 5.6, в).

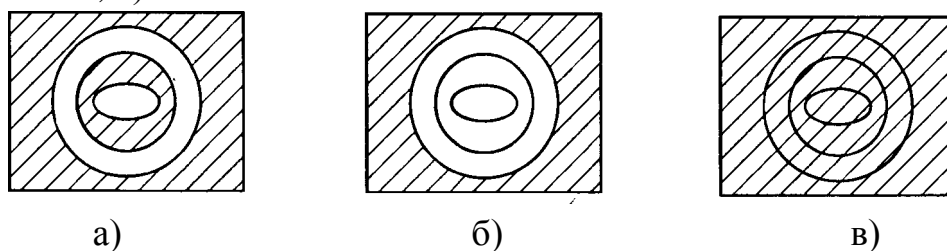


Рисунок 5.6. Стили обробки отвірців

За замовчанням в AutoCAD встановлено нормальний стиль, який підходить для більшості випадків. Зовнішній стиль доцільно використовувати, коли внутрішні контури потрібно заштрихувати різними типами штриховки.

Зразок градієнтної заливки можна створити на основі одного або двох кольорів. Якщо вибрано один колір, то відображається зразок базового кольору, а нижче цього зразка знаходиться повзунок *Темне/Світлеє (Shade/Tint)*, переміщуючи який можна здійснювати перехід до темнішого або світлішого відтінку базового кольору. Для зміни базового кольору слід натиснути кнопку поряд з його зразком або двічі клацнути мишею на самому зразку, а далі у діалоговому вікні **Выбор цвета (Select Color)** вибрати потрібний колір. Вибір двох кольорів забезпечує створення заливки, при якій використовується плавний перехід від одного кольору до іншого. При цьому відображаються зразки обох кольорів.

Можна вибрати один з дев'яти зразків типів градієнтної заливки, серед них зразки лінійної, сферичної та параболічної заливки. Щоб вибрати потрібний тип, достатньо клацнути на ньому мишею. Встановлення прапорця *По центру (Centered)* забезпечує симетричність заливки. Якщо прапорець зняти, то заливка зміститься вгору і вліво, створюючи таким чином ілюзію джерела світла, розташованого зліва від об'єкта.


У полі *Угол (Angle)* задається кут повороту градієнтної заливки відносно осі X поточної системи координат.

2. Опції команди ШТРИХ (HATCH)

Принциповим недоліком графічного інтерфейсу для задання штриховки є те, що з його допомогою можна створювати лише штриховки для вже побудованих контурів. Проте в команді **ШТРИХ (HATCH)** є опція, яка може виявитися корисною. Вона дозволяє створити контур штриховки безпосередньо в процесі виконання команди, тобто без попередньої побудови об'єктів, що обмежують область штриховки.

Якщо в командному рядку ввести команду **-ШТРИХ (-HATCH)**, то стануть доступні опції текстового режиму. Вони повторюють можливості графічного інтерфейсу, новою тут є тільки опція *Нарисовать контуры*.

Після вибору цієї опції виводиться запит, у відповідь на який потрібно вказати чи треба зберігати полілінійний контур штриховки, який будемо створювати. Далі AutoCAD введе послідовність запитів для створення полілінії, яка буде контуром штриховки.

6. Після нанесення штриховки її властивості можна змінити. Основні засоби для редагування штриховки надає команда **РЕДШТРИХ (HATCHEDIT)** 

Усі параметри, доступні для редагування, можуть бути зміненими. Тут можна вибрати новий зразок штриховки або градієнтної заливки, змінити масштаб, кут нахилу, стиль обробки острівців тощо. Змінити властивості штриховки можна також за допомогою палітри **Свойства (Properties)**.

AutoCAD надає можливість редагувати контури штриховки, як і будь-які інші об'єкти. Для редагування можна застосовувати ручки, які дозволяють здійснювати розтягування, переміщення, поворот, масштабування та дзеркальне відображення. Асоціативна штриховка при редагуванні її зовнішнього контуру чи будь-якого острівця, розміщеного всередині зони штриховки, автоматично відстежує всі зміни. Проте при видаленні будь-якого граничного об'єкта, що визначає область штриховки чи якийсь із острівців, штриховка втрачає асоціативність, а отже і властивість відстеження змін контуру.

ТЕМА 6. Нанесення та редагування розмірів. Шаблони креслень

1. Розмірні стилі.
2. Команди для нанесення розмірів. Асоціативні розміри.
3. Редагування розмірів.

1. Нанесення розмірів є важливим етапом розробки конструкторської документації. В AutoCAD розміри можна наносити і редагувати багатьма способами. Використання розмірних стилів дозволяє швидко форматувати розміри, забезпечуючи їх відповідність державним та галузевим стандартам.

AutoCAD підтримує три типи розмірів: лінійні, радіальні та кутові. Розміри можуть бути горизонтальними, вертикальними, паралельними, повернутими, ординатними; підтримується нанесення розмірів ланцюжком та від спільної бази.

Розміри можуть бути асоціативними, неасоціативними та розчленованими.

Асоціативні розміри автоматично змінюють своє положення, орієнтацію та значення величин при редагуванні асоційованих з ними геометричних об'єктів.

Неасоціативні розміри потребують виділення і редагування разом з об'єктами, до яких вони належать. Неасоціативні розміри не змінюються автоматично при зміні об'єктів.

Розчленовані розміри являють собою не єдині об'єкти (розмірні блоки), а набір об'єктів: стрілок, ліній, тексту

AutoCAD розміщує розміри на поточному шарі. Кожен розмір наноситься відповідно до поточного розмірного стилю, який визначає такі властивості, як форма та розмір стрілок, розміщення розмірного тексту та допусків тощо

Розмірним стилем називається іменована група установок розмірних змінних, яка визначає зовнішній вигляд розміру. Створюючи різні розмірні стилі, можна просто і швидко задавати значення необхідних розмірних змінних та керувати положенням та виглядом розмірів, які наносяться. Розмірні стилі можна модифікувати, перейменовувати, видаляти та переносити в інше креслення.

Контроль за розмірними змінними, які визначають розмірний стиль, можна здійснювати двома способами: безпосереднім уведенням імені змінної у командному рядку або за допомогою діалогового вікна **Диспетчер розмірних стилей** (Dimension Style Manager). Для виклику останнього використовується команда **РАЗМСТИЛЬ (DYMSTYLE)**.

При створенні нового стилю потрібно задати його ім'я та вибрати базовий розмірний стиль, тобто стиль, на основі якого створюється новий. Використання наявного стилю як основи дозволяє створити новий стиль доклавши мінімум зусиль, оскільки на практиці більшість розмірних стилів відрізняються один від одного лише деякими установками розмірних змінних.

Налаштування параметрів розмірного стилю виконується за допомогою діалогового вікна **Создать размерный стиль (New Dimension Style)** (рис. 6.1). Вікно має шість вкладок, на кожній з яких міститься область перегляду, в якій миттєво відображаються результати установок, визначених користувачем.

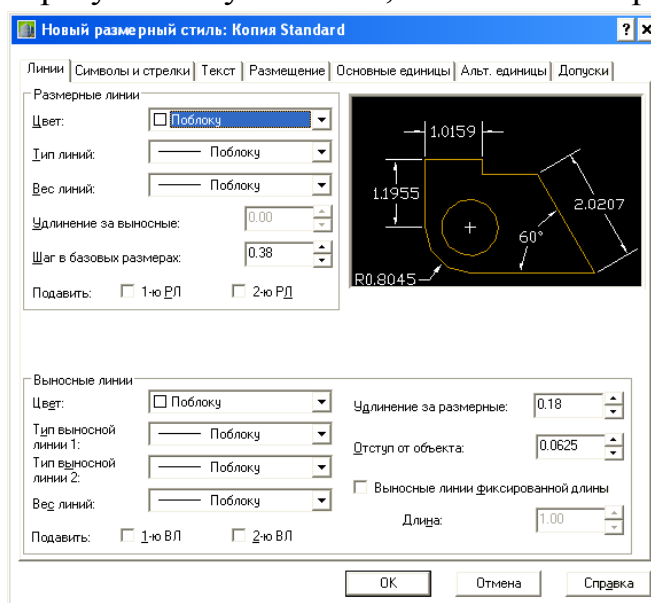


Рисунок 6.1. Діалогове вікно *Создать размерный стиль*

Вкладка *Линии (Lines)* дозволяє задати властивості розмірних та виносних ліній. Вкладка *Символы и стрелки (Symbols and Arrows)* дозволяє вибрати розмір і тип стрілок. Вкладка *Текст (Text)* призначена для визначення формату, розміщення та вирівнювання тексту. В області *Свойства текста (Text Appearance)* визначають стиль тексту (можна вибрати наявний зі списку або створити новий), задають його колір та висоту; задають (у разі використання дробового формату одиниць вимірювання) масштаб дробової частини розмірного числа відносно висоти розмірного тексту, дозволяють або забороняють окреслення рамки навколо розмірного тексту.

В області *Выравнивание текста (Text Placement)* задається положення тексту відносно розмірних та виносних ліній, величина зазору між текстом та розмірною лінією. Три перемикачі області *Ориентация текста (Text Alignment)* визначають орієнтацію тексту: горизонтально; вздовж розмірної лінії; згідно стандарту ISO – вздовж розмірної лінії, якщо він знаходиться всередині виносних ліній, і горизонтально, якщо він знаходиться зовні.

Вкладка *Размещение (Fit)* призначена для керування взаємним положенням стрілок та розмірного тексту. Вкладка *Основные единицы (Primary Units)* дозволяє задати формат та точність подання одиниць вимірювання лінійних та кутових розмірів. Тут також можна ввести постійний префікс або суфікс, які будуть потім автоматично додаватися до розмірного тексту. Вкладка *Альт. единицы (Alternate Units)* призначена для керування відображенням у кресленні альтернативних одиниць вимірювання. Наприклад, у кресленні десяткові одиниці можуть використовуватися як основні, а дробові – як альтернативні. Альтернативні одиниці проставляються у дужках поряд з основними або під ними. Коли дозволено використання альтернативних одиниць, опції вкладки збігаються з опціями вкладки *Основные единицы (Primary Units)*.

Вкладка *Допуски (Tolerance)* керує відображенням та форматом допусків у розмірному тексті. Можна вибрати один з п'яти варіантів подання допуску:

- *Нет (None)* – вимикає показ допусків.
- *Симметрично (Symmetrical)* – наносить два граничних відхилення. AutoCAD виводить розмірний текст з однаковими верхнім та нижнім граничними відхиленнями. Допуск відділяється від розміру символом «±».
- *Отклонения (Deviation)* – наносить два граничні відхилення. AutoCAD виводить розмірний текст з різними верхнім та нижнім граничними відхиленнями. При нанесенні розміру перед верхнім граничним відхиленням ставиться знак плюс (+) та перед нижнім – знак мінус (-).
- *Предельные размеры (Limits)* – виводить розмірний текст у вигляді граничних розмірів. AutoCAD розміщує найбільший граничний розмір над найменшим. Найбільший граничний розмір отримують додаванням до номінального розміру

верхнього граничного відхилення, а найменший – відніманням від номінального розміру нижнього граничного відхилення.

- *Номинальный (Basic)* – допуск не використовується, але навколо розміру AutoCAD окреслює рамку, яка вказує на те, що розмір є базовим.

2. Для нанесення розмірів призначені наступні команди:

Команда РЗМЛИНЕЙНЫЙ (DIMLINEAR) 

Після ініціалізації команди виводиться запит на вибір початкової точки першої виносної лінії, а далі – на вибір початкової точки другої виносної лінії. Як альтернативну відповідь на запит початкової точки першої виносної лінії можна натиснути *Enter* та вибрати відрізок, полілінію, коло чи дугу, для яких потрібно проставити розмір. Після вибору початкових точок виносних ліній або об'єкта потрібно вказати положення розмірної лінії або вибрати опцію.

Опції: Мтекст (Mtext) – відкриває редактор багаторядкового тексту, у якому користувач може змінити розмірний текст. Відстань, виміряна графічним редактором, відображається у кутових дужках (< >). Якщо текст має супроводжуватися префіксом або суфіксом, їх потрібно ввести відповідно перед кутовими дужками або після них.

Текст (Text) – дозволяє відредагувати розмірний текст з командного рядка.

Угол (Angle) – змінює кут повороту розмірного тексту.

Горизонтальный (Horizontal) – використовується для нанесення розміру з горизонтальною розмірною лінією. Напрямок руху курсору на орієнтацію розмірної лінії при цьому не впливає.

Вертикальный (Vertical) – використовується для нанесення розміру з вертикальною розмірною лінією.

Повернутый (Rotated) – використовується для нанесення розмірної лінії під заданим кутом.

Команда РЗМПАРАЛ (DIMALIGNED) 

Команда призначена для побудови лінійного розміру, розмірна лінія якого паралельна відрізку, проведеному через початкові точки виносних ліній. Як і команда РЗМЛИНЕЙНЫЙ (DIMLINEAR), ця команда потребує вибору трьох точок: двох, які задають початок виносних ліній, та третьої, що вказує положення розмірної лінії.

Команда РЗМБАЗОВЫЙ (DIMBASELINE) 

Команда слугує для нанесення лінійних, кутових чи ординатних розмірів від базової лінії попереднього або вибраного розміру. Якщо в поточному сеансі роботи розміри ще не наносилися, то після ініціалізації команди AutoCAD пропонує вибрати базовий розмір. У протилежному випадку AutoCAD пропускає цей запит і використовує за базовий останній створений у поточному сеансі роботи розмір. Далі виводиться запит на вибір початкової точки другої виносної лінії. Система

повторює цей запит, дозволяючи нанести від однієї базової лінії потрібну кількість розмірів. Щоб завершити команду, потрібно натиснути клавішу *Esc* або двічі натиснути *Enter*.

Опції: Отменить (Undo) – відмінює останній нанесений розмір.

Выбрать (Select) – дозволяє вибрати за базовий інший, тобто не останній із раніше створених, розмір.

Команда РЗМЦЕПЬ (DIMCONTINUE)

Команда забезпечує нанесення ланцюжка лінійних, кутових чи ординатних розмірів від другої виносної лінії попереднього чи вибраного розміру. Якщо у поточному сеансі роботи розміри ще не наносилися, то після ініціалізації команди AutoCAD пропонує вибрати розмір для початку ланцюжка. У протилежному випадку AutoCAD пропускає цей запит і використовує за перший розмір у ланцюжку останній створений у поточному сеансі роботи розмір. Далі виводиться запит на вибір початкової точки другої виносної лінії. Система повторює цей запит, дозволяючи нанести ланцюжком потрібну кількість розмірів.

Команда РЗМУГЛОВОЙ (DIMANGULAR)

Команда призначена для нанесення кутових розмірів. За її допомогою можна позначати кути між двома непаралельними прямими, центральні кути дуг та сегментів кола, кути, що визначаються трьома точками (вершиною і двома точками на сторонах). Розмірна лінія кутового розміру являє собою дугу кола з центром у вершині кута. Команда автоматично додає до розмірного числа символ градуса.

Після ініціалізації команди виводиться запит на вибір дуги, кола, відрізка чи опції за умовчанням, яка передбачає визначення кута трьома точками. Наступні запити залежать від зробленого вибору. Якщо вибирається опція за умовчанням (натискається клавіша *Enter*), то AutoCAD послідовно виводить запити на визначення точки вершини кута, першої кінцевої точки кута та другої його кінцевої точки. Далі потрібно вказати положення розмірної дуги. Опції *Многострочный (Mtext)* та *Текст (Text)* дозволяють відредагувати розмірний текст, а опція *Угол (Angle)* – змінити кут його повороту. Якщо у відповідь на перший запит команди вибирається дуга, то AutoCAD створює виносні лінії, вважаючи вершиною центр дуги, а межами кута – її кінці.

При нанесенні розміру на коло AutoCAD використовує вказану на колі точку як початкову точку першої виносної лінії. Далі потрібно вказати початкову точку другої виносної лінії та вказати положення розмірної дуги. Якщо у відповідь на перший запит команди вибирається відрізок, то наступними будуть запити на вибір другого відрізка та положення розмірної дуги.

Команда РЗМДИАМЕТР (DIMDIAMETER)

Команда призначена для нанесення розміру діаметра кола чи дуги. AutoCAD автоматично додає перед розмірним числом символ діаметра. Положення розмірної лінії та тексту визначаються положенням курсору та розмірним стилем. Перший

запит, що виводиться після ініціалізації команди, потребує вибору кола чи дуги. У відповідь на другий запит потрібно вказати положення розмірної лінії.

Команда РЗМРАДИУС (DIMRADIUS)

Команда забезпечує нанесення радіальних розмірів. Вигляд радіального розміру залежить від розміру дуги, параметрів розмірного стилю та положення курсору. AutoCAD автоматично встановлює перед розмірним числом символ R .

Команда РЗМОРДИНАТА (DIMORDINATE)

Команда призначена для нанесення ординатних розмірів. Ординатні розміри вказують координати X або Y точок (елементів конструкції) відносно вихідної точки, яку називають базою. AutoCAD відраховує координати X та Y в поточній системі координат, а виноска будує перпендикулярно її осям. Перед початком нанесення ординатних розмірів необхідно задати базову точку системи координат.

Після ініціалізації команди виводиться запит на вибір положення елемента. Наступним потрібно вказати кінцеву точку виноска або вибрати опцію. Якщо вказується точка, програма вибирає вісь, уздовж якої наноситься ординатний розмір, на основі напрямку виноска. Якщо цей напрям перпендикулярний (або близький до перпендикулярного) до осі X , наноситься значення координати X . Якщо напрям виноска перпендикулярний (або близький до перпендикулярного) до осі Y , то наноситься значення координати Y .

Опції: Xзначення (Xdatum) – забезпечує нанесення значення координати X при будь-якому положенні виноска.

Yзначення (Ydatum) – забезпечує нанесення значення координати Y при будь-якому положенні виноска.

Mтекст (Mtext) – дозволяє відредагувати розмірний текст за допомогою редактора багаторядкового тексту.

Текст (Text) – дозволяє відредагувати розмірний текст безпосередньо з командного рядка.

Угол (Angle) – змінює кут повороту розмірного тексту.

Команда ДОПУСК (TOLERANCE)

Команда призначена для нанесення допусків форми та розміщення поверхонь. Після запуску команди система виводить діалогове вікно **Допуски форми і положення** (Geometric Tolerance) (рис. 6.2), у верхній частині якого показана умовна рамка допуску, розділена на відповідні частини. Заповнювати рамку можна у будь-якій послідовності.

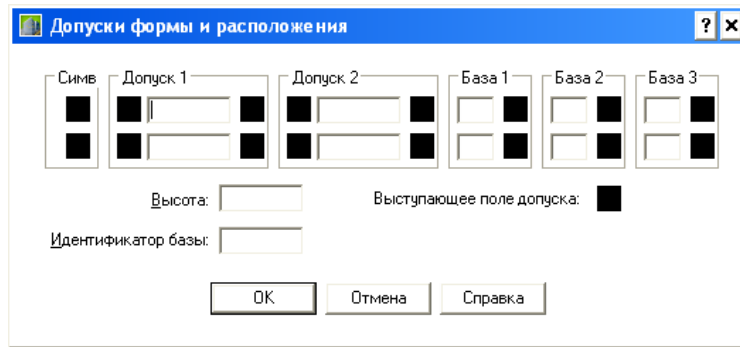


Рисунок 6.2. Діалогове вікно *Допуски формы и расположения*

Команда БРАЗМЕР (QDIM)

Команда використовується для одночасного нанесення або редагування групи неасоціативних розмірів. Вона особливо корисна при нанесенні кількох розмірів від спільної бази або ланцюжком, а також при нанесенні розмірів для групи кіл або дуг.

Після запуску команди виводиться запит на вибір конфігурації для нанесення розмірів. Вибір можна здійснювати будь-яким способом. Наступний запит системи потребує визначення положення розмірних ліній або вибору опції.

Опції: Цепь (Continuous) – використовується, коли потрібно нанести розміри ланцюжком.

Ступенчатый (Staggered) – використовується, якщо необхідно нанести групу паралельних або концентричних розмірів, що простягаються назовні від середини деталі. Як правило, такий тип розмірів використовується тільки для симетричних деталей, оскільки в іншому разі буде отримано неповний набір розмірів.

Базовый (Baseline) – використовується для нанесення групи розмірів від однієї бази.

Ординатный (Ordinate) – забезпечує нанесення ординатних розмірів.

Радиус (Radius) – використовується для нанесення радіальних розмірів.

Диаметр (Diameter) – використовується для нанесення розмірів діаметра.

Точка (DatumPoint) – використовується, якщо необхідно змінити базу (базову точку) при нанесенні групи базових або ординатних розмірів.

Редактировать (Edit) – використовується, коли необхідно редагувати набір характерних точок у групі вибраних об'єктів; дозволяється видаляти точки з набору або додавати їх до нього.

Параметры (Settings) – призначена для встановлення режиму об'єктної прив'язки, що використовується за умовчанням для визначення початкової точки виносної лінії.

Приклад застосування команди з опцією *Ступенчатый* наведено на рис. 6.3.

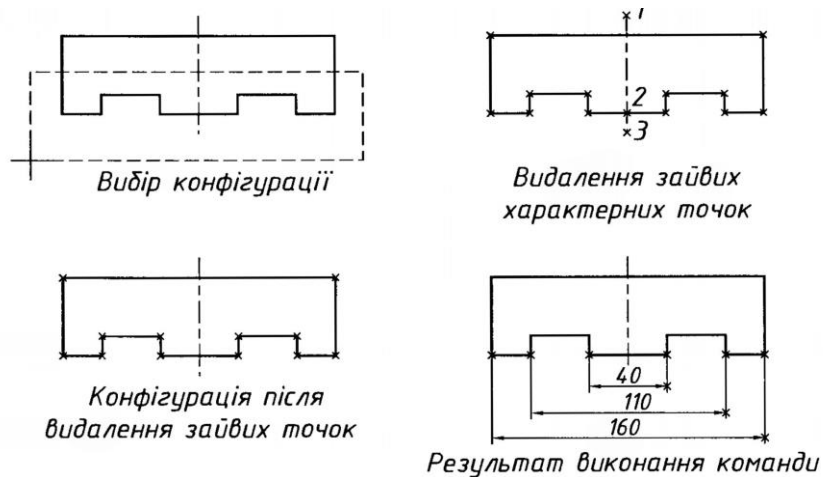


Рисунок 6.3. Приклад використання команди БРАЗМЕР (QDIM)

3. Після створення розмірних стилів та нанесення розмірів на кресленні може виникнути потреба в їх редагуванні. Здійснити редагування можна кількома способами.

Редагування за допомогою ручок є одним з найпотужніших методів редагування в AutoCAD. Редагування розмірів за допомогою ручок здійснюється так само, як і редагування будь-яких інших об'єктів. Точне розміщення та вплив кожної ручки залежить від типу розміру, наприклад, для лінійного розміру ручки з'являються в п'яти визначальних точках: на початку виносних ліній, на кінцях розмірної лінії та в точці вставки розмірного тексту. Активізувавши відповідну ручку, можна видовжити виносні чи розмірну лінії, перемістити розмірний блок, змінити його масштаб або отримати дзеркальне зображення. У процесі редагування за допомогою ручок можна використовувати контекстне меню, яке викликається натисканням правої кнопки миші на активній ручці.

Команда РЗМПРЕД (DIMEDIT)

Команда використовується для редагування розмірного тексту та зміни кута нахилу виносних ліній відносно відрізка, що вимірюється.

Опції: Вернуть (Home) – використовується, коли необхідно повернути розмірний текст в положення за умовчанням.

Новый (New) – використовується, якщо необхідно змінити розмірний текст. Після вибору цієї опції відкривається вікно редактора багаторядкового тексту.

Повернуть (Rotate) – дозволяє повернути розмірний текст на заданий кут.

наклонить (Oblique) – використовується, коли необхідно змінити кут нахилу виносних ліній відносно відрізка, що вимірюється.

Залежно від вибору опції AutoCAD виводить уточнюючі запити, наприклад, на кут повороту тексту чи кут нахилу виносних ліній, а далі – запит на вибір розмірного блоку для редагування. Останній запит повторюється, дозволяючи таким чином здійснити редагування відразу кількох розмірних блоків.

Команда РЗМРЕДТЕКСТ (DIMTEDIT)

Команда здійснює переміщення та поворот розмірного тексту. Після запуску команди виводиться запит на вибір нового положення розмірного тексту. У відповідь можна вказати нове положення тексту за допомогою графічного курсору або вибрати одну з запропонованих опцій.

Опції: вЛєво (Left) – використовується для вирівнювання розмірного тексту по лівому краю розмірної лінії (працює тільки з лінійними розмірами та розмірами радіуса та діаметра).

вПраво (Right) – використовується для вирівнювання розмірного тексту по правому краю розмірної лінії (працює тільки з лінійними розмірами та розмірами радіуса та діаметра).

Центр (Center) – використовується для вирівнювання розмірного тексту по центру розмірної лінії (працює тільки з лінійними розмірами та розмірами радіуса та діаметра).

Вернуть (Home) – використовується, коли необхідно перемістити розмірний текст в положення за умовчанням.

Угол (Angle) – дозволяє повернути розмірний текст на заданий кут.

Команда РЗМПОДАВИТЬ (DIMOVERRIDE)

Команда дозволяє для вибраних розмірних блоків замінити поточне значення розмірних змінних, не змінюючи при цьому поточного розмірного стилю. Після запуску команди виводиться запит на ім'я розмірної змінної, значення якої потрібно змінити. Наступний запит потребує введення нового значення змінної. Вказані два запити повторюються, дозволяючи в процесі виконання однієї команди змінити значення кількох розмірних змінних. Щоб закінчити процес зміни значень, слід натиснути *Enter*. Далі потрібно вибрати розміри, властивості яких потрібно змінити відповідно до нових значень розмірних змінних.

Однією з поширених задач редагування розмірів є **оновлення розміру** відповідно до іншого розмірного стилю. Це часто буває потрібним, коли створюються креслення з великою кількістю розмірних стилів. При використанні у кресленні багатьох розмірних стилів можна випадково створити розмір з неправильним розмірним стилем.

Редагування розмірів за допомогою палітри Свойства (Properties)

Як і будь-який інший об'єкт AutoCAD, розмірний блок можна редагувати за допомогою палітри **Свойства** (Properties). При виборі одного розмірного блоку система дозволяє модифікувати практично всі його властивості, якщо ж вибрано кілька розмірних блоків, то можна редагувати лише їх спільні властивості.

Зміна асоціативності розмірів може знадобитися у наступних випадках:

- після внесення у креслення значних змін;
- при частковій втраті асоціативних зв'язків;

- після завантаження креслень, створених у попередніх версіях програми;
- при передачі креслень користувачам, що працюють з попередніми версіями програми.

Усі неасоціативні розміри можна перетворити в асоціативні. Для цього спочатку потрібно вибрати неасоціативні розміри, а потім викликати команду **РЗМПРИКРЕПИТЬ (DIMREASSOCIATE)**. Далі перебираються початкові точки виносних ліній і для кожної з них вказуються нові точки прикріплення на об'єктах.

Усі асоціативні розміри можна перетворити в неасоціативні. Для цього їх потрібно вибрати та викликати команду **РЗМОТКРЕПИТЬ (DIMDISASSOCIATE)**.

ТЕМА 7. Створення та використання блоків. Робота з растровими зображеннями

1. Створення та вставка блоків.
2. Атрибути блоків.
3. Редагування блоків.
4. Вставка та редагування зовнішніх посилань. Використання модуля Design Center.
5. Керування зовнішніми посиланнями.
6. Керування параметрами растрових зображень.


1. Блоком називається сукупність об'єктів креслення, яка обробляється графічним редактором як єдиний об'єкт. Використання блоків ефективно у тому разі, якщо у кресленні є набори елементів, що повторюються. Тоді один з таких наборів можна перетворити в єдиний зв'язаний об'єкт, який в подальшому зберігається під власним ім'ям і який можна переносити, копіювати, розмножувати, масштабувати як єдине ціле. Опис об'єктів, що складають блок, зберігається у файлі креслення в таблиці описів блоків. При вставці блоку в креслення з'являється так зване входження блоку. AutoCAD замість того, щоб просто копіювати дані з опису блоку у графічну область, встановлює зв'язок між описом блоку та входженням. Таким чином, при зміні опису блоку всі входження автоматично оновлюються. Використовуючи блоки, можна істотно зменшити розмір файла креслення, оскільки реально у файлі зберігається тільки один блок, а всі решта його повторів зберігаються як посилання на нього. Описи блоків, що не використовуються у кресленні, можна видалити командою **ОЧИСТИТЬ (PURGE)**.

Користувач може створювати блоки, використовуючи різні способи:

- об'єднання об'єктів для створення опису блоку в поточному кресленні;
- створення файла креслення з подальшою вставкою його як блоку в інше креслення;

- створення файлу креслення з кількома описами логічно пов'язаних блоків для подальшого використання їх як бібліотеки компонентів.

Блоки можуть складатися з об'єктів, які початково знаходилися на різних шарах і мали різні кольори, типи ліній та вагу ліній. Хоча блок, який вставляється, завжди розміщується на поточному шарі, у блоці міститься інформація про вихідні шари, кольори та типи ліній складових об'єктів. Користувач може зберегти вихідні властивості об'єктів блоку або використати властивості поточного шару та поточні значення кольору, типу та ваги лінії.

Для створення блоку в поточному кресленні призначена команда **БЛОК (BLOCK)** .

Після виклику команди на екрані з'являється діалогове вікно **Описание блока (Block Definition)** (рис. 7.1), засобами якого можна сформувати блок із наявних об'єктів.

У полі *Имя (Name)* задається ім'я блоку. Там же, у списку, що розкривається, можна переглянути імена наявних блоків. Область *Базовая точка (Base Point)* призначена для визначення базової точки вставки блоку. У відповідних полях введення можна задати значення координат X, Y та Z.

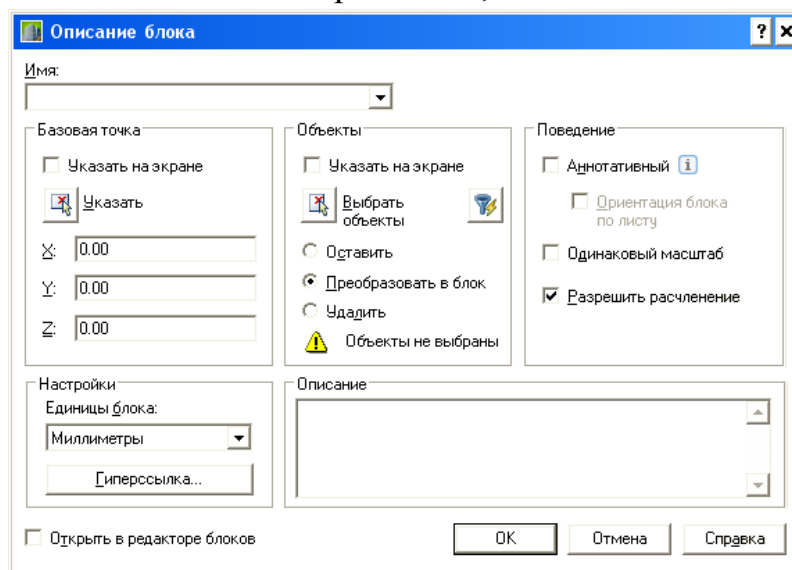


Рисунок 7.1. Діалогове вікно *Описание блока (Block Definition)*

Область *Объекты (Objects)* дозволяє вибрати об'єкти креслення, які мають бути об'єднані у блок. Об'єкти можна вибрати на екрані або за допомогою фільтрів за їх характеристиками (тобто за типом: відрізки, дуги тощо; за кольором; за шаром тощо). Список *Единицы блока (Block Unit)* дозволяє задати одиниці вимірювання, відповідно до яких блок масштабується при вставці його у креслення. Поле *Описание (Description)* призначене для створення тексту пояснень до блоку.

Створення блоку в окремому файлі.

Користувач може створювати файли креслень з метою подальшої їх вставки як блоків в інші креслення. Такі файли можна створювати двома способами:

- створити та зберегти поточне креслення повністю за допомогою команд *Сохранить (Save)* або *Сохранить как (Save as)*;
- створити та зберегти лише вибрані об'єкти з поточного креслення у новий файл за допомогою команд *ЭКСПОРТ (EXPORT)* або *ПБЛОК (WBLOCK)*.

При будь-якому способі створюється звичайний файл креслення, який потім можна вставляти як блок у будь-яке інше креслення. Для збереження різних версій компонента у різні файли, а також для створення файла креслення з блоком без збереження самого поточного креслення краще використовувати команду **ПБЛОК**.

Команда **ПБЛОК (WBLOCK)** викликається лише з командного рядка. Після її виклику відкривається діалогове вікно **Запись блока на диск (Write Block)**, воно схоже на діалогове вікно **Описание блока (Block Definition)**. Область *Размещение (Destination)* дозволяє визначити ім'я файла та його розміщення, а також одиниці вимірювання, відповідно до яких блок масштабується при вставці його у креслення.

Набір логічно пов'язаних описів блоків можна об'єднати та зберегти у вигляді одного файла креслення. Файли креслень, створені таким чином, називаються **бібліотеками компонентів**. Під час роботи над кресленням користувач може вставляти окремі блоки (наприклад, умовні позначення елементів електричних схем, кріпильні деталі тощо) з бібліотеки компонентів. Файли бібліотек компонентів, окрім свого функціонального призначення, нічим не відрізняються від інших файлів креслення AutoCAD.

Кольори та типи ліній об'єктів у блоках.

Як правило, колір, тип та вага ліній об'єктів блоку зберігають свої вихідні значення, незалежно від поточних властивостей, заданих у кресленні. Проте є можливість призначення поточних властивостей креслення об'єктам, що входять до блоку. Всього існує три можливі *режими поведінки властивостей об'єктів* (кольору, типу лінії та ваги лінії) при вставці блоку:

1) Об'єкти блоку зберігають свої вихідні властивості. У цьому разі колір, тип та вага ліній кожного об'єкта у блоці мають мати явно задані значення. Значення властивостей не повинні задаватися логічними значеннями *ПоСлою (ByLayer)* та *ПоБлоку (ByBlock)*.

2) Об'єкти блоку успадковують колір, тип лінії та вагу лінії, які встановлено для поточного шару. У такому разі при створенні об'єктів потрібно перейти на нульовий шар та встановити поточним значення *ПоСлою (ByLayer)*.

3) Об'єкти блоку успадковують поточні властивості кольору, типу та ваги лінії. Якщо ці властивості у кресленні не задані явно, то успадковуються властивості поточного шару. У такому разі при створенні блоку потрібно встановити поточним значення *ПоБлоку (ByBlock)* для кольору, типу та ваги лінії.

Для **вставки блоків** можна використовувати декілька команд. Вибір тієї чи іншої команди залежить від конкретного завдання.

Команда ВСТАВИТЬ (INSERT)



Команда дозволяє вставляти у креслення внутрішні блоки, описи яких зберігаються у самому кресленні, а також вставляти у вигляді блока зовнішній файл. Після виклику команди відкривається діалогове вікно **Вставка блока (Insert)**, яке надає засоби для керування вставкою блоку. Для цього вказуються *Имя (Name)* одного з наявних у файлі блоків. Кнопка *Обзор (Browse)* дозволяє вибрати зовнішній файл для вставки у вигляді блоку. Поле *Точка вставки (Insertion point)* призначене для визначення точки вставки блоку. Точка вставки вказується безпосередньо на екрані або в полях введення значень координат X, Y та Z. У полі *Масштаб (Scale)* визначаються коефіцієнти масштабування блоку вздовж осей X, Y та Z. Поле *Угол поворота (Rotation)* дозволяє визначити кут повороту блоку. Можна ввести значення кута безпосередньо або вказати його на екрані в процесі вставки. Встановлення прапорця *Расчленишь (Explode)* дозволяє розбити блок при вставці на окремі об'єкти, з яких він складається.

Команда МВСТАВИТЬ (MINSERT)

Ця команда поєднує в собі функціональні можливості команд *Вставка (Insert)* та *Массив (Array)*. Спочатку потрібно вказати точку вставки блоку, коефіцієнти масштабування та кут повороту блоку, а потім кількість рядків та стовпців у масиві і відстань між ними.

Недоліком команди **МВСТАВИТЬ (MINSERT)** є те, що створений за її допомогою об'єкт не можна розбити, а отже, його складові частини не можна окремо переміщувати або редагувати. Перевага команди полягає в тому, що вона, порівняно з розв'язанням такого ж завдання за допомогою команди *Массив (Array)*, дозволяє істотно зменшити розмір файла.

Команда ВСТЕБЛОК (PASTEBLOCK)

Команда забезпечує вставку у вигляді блоків об'єктів, що були раніше скопійовані у буфер обміну. Команда виводить лише запит на точку вставки.

2. Атрибут – це текстовий об'єкт, що пов'язує з блоком певні дані. Прикладом даних, що зберігаються в атрибутах, можуть бути позиційні позначення елементів схем, номери деталей, ціна, виробник тощо. Атрибути зручно використовувати для автоматизації введення тексту у графі основного напису креслення, якщо вставляти останній як блок з окремого файла. В один блок можна включати декілька атрибутів, створюючи їх по черзі. Немає жодних обмежень щодо кількості атрибутів, які можна пов'язати з блоком. Інформацію, що зберігається в атрибутах, можна експортувати з креслення з наступним використанням в електронних таблицях чи базах даних.

Для створення атрибутів використовується команда **АТОПР (ATTDEF)**. Команда відкриває діалогове вікно **Описание атрибута (Attribute Definition)**. Тут

задаються режим вставки та відображення атрибута, його ім'я, підказка та значення за умовчанням, а також точка вставки та параметри тексту.

Область *Режим (Mode)* дозволяє встановити наступні параметри атрибута:

- *Скрытый (Invisible)* – забороняє відображення значення атрибута на екрані;
- *Постоянный (Constant)* – задає фіксоване значення атрибута для всіх входжень блоку;
- *Контролируемый (Verify)* – дозволяє перевірити значення атрибута під час вставки блоку;
- *Установленный (Preset)* – призначає атрибуту при вставці блоку значення за умовчанням;
- *Зафиксировать положение (Lock position)* – забороняє зміну положення атрибута всередині блоку;
- *Несколько строк (Multiple lines)* – задає багаторядковий текст для атрибута.

Область *Атрибут (Attribute)* призначена для введення даних для атрибута:

- *Имя (Tag)* – ім'я атрибута; воно може містити будь-які символи, крім пробілів;
- *Подсказка (Prompt)* – текст підказки, що виводиться на екран щоразу, коли вставляється блок, який містить даний атрибут. Якщо поле підказки залишити пустим, AutoCAD буде використовувати замість підказки ім'я атрибута.
- *По умолчанию (Value)* – значення, яке присвоюється атрибуту за замовчанням.

Прапорець *Выровнять по предыдущему атрибуту (Align Below Previous Attribute Definition)* дозволяє розмістити атрибут безпосередньо під попереднім атрибутом. Якщо ще не було створено жодного атрибута, ця опція недоступна.

3. У разі необхідності блоки та їх атрибути можна відредагувати навіть після вставки блоків у креслення.

Існує два способи **перевизначення** (тобто редагування описів) блоків:

- зміна опису блоку в поточному кресленні;
- зміна опису блоку в вихідному файлі і його повторна вставка у креслення.

Вибір методу залежить від того, чи потрібно внести зміни тільки в поточне креслення чи потрібно також змінити вихідний файл блоку. Для перевизначення блоку потрібно виконати всі дії зі створення нового блоку, але ім'я, яке йому призначається, має збігатися з ім'ям блоку, який редагується. При перевизначенні блоку всі наявні у кресленні входження блоку негайно оновлюються.

Зміна опису блоку у вихідному файлі не впливає на креслення, у яке цей блок вставлено. Для оновлення у поточному кресленні блоку, вставленого із зовнішнього файла, слід скористатися командою **ВСТАВИТЬ (INSERT)**.

Команда АТРЕД (ATTEDIT)

Команда дозволяє змінити значення атрибутів. Після її виклику виводиться запит на вибір входження блоку, а далі, після здійснення вибору, відкривається

діалогове вікно **Редактирование атрибутів** (Edit Attributes), у якому відображаються значення атрибутів блоку. Усі їх можна редагувати.

Команда АТРЕДАКТ (EATTEDIT)



Після вибору входження блоку команда виводить діалогове вікно **Редактор атрибутів блоків** (Enhanced Attribute Editor), у якому відображається список атрибутів вибраного входження та їх властивості. Властивості атрибутів та їх значення можна редагувати. В одному сеансі з командою можна змінювати атрибути кількох блоків. Зроблені зміни одразу ж відображаються у кресленні.

Для **перевизначення атрибутів**, тобто редагування властивостей атрибутів у

описах блоків, призначена команда **ДИСПАТБЛК (BATTMAN)**



Після виклику команди відкривається діалогове вікно **Диспетчер атрибутів блоків** (Block Attribute Manager). За його допомогою можна змінити властивості атрибутів у описі блоку, не перевизначаючи повністю сам блок. Менеджер атрибутів блоку дозволяє модифікувати більшість параметрів атрибута, включаючи ім'я, підказку, значення за умовчанням, режим, параметри тексту та порядок запитів. Ці зміни вносяться до всіх входжень блоку в поточному кресленні.


Дане діалогове вікно дозволяє поновити всі вибрані блоки відповідно до поточних визначень атрибутів, змінити порядок появи підказок для введення значення атрибутів при вставці блоку, відредагувати властивості атрибута чи видалити вибраний атрибут з опису блоку.

4. Зовнішні посилання (External References) є потужним засобом AutoCAD. Вони надають можливість створювати складні креслення (наприклад, складальні) з інших креслень, які можуть при цьому знаходитися в процесі редагування. Зовнішні посилання мають багато спільного з блоками, але є й істотні відмінності. Якщо креслення вставляється як блок, то опис блоку записується в базу даних поточного креслення. Зміни у вихідному кресленні не відбиваються на наявних у інших кресленнях входженнях блоку. При застосуванні зовнішніх посилань встановлюється лише зв'язок з іншими кресленнями без вставки самих креслень. Зміни у вихідному кресленні, вставленому як зовнішнє посилання, відображаються у тих кресленнях, куди воно вставлене. Використовуючи зовнішні посилання, можна додавати елементи у креслення, не збільшуючи суттєво його розміру.

В одному і тому ж кресленні можна створювати зовнішні посилання на будь-яку кількість інших креслень, і навпаки, одне і те ж креслення можна вставляти як зовнішнє посилання в будь-яку кількість креслень. Креслення, на яке робиться зовнішнє посилання, може містити у собі інші посилання, які, в свою чергу, теж можуть мати вкладені посилання. Одне і те ж посилання може бути вставлене у креслення будь-яку кількість разів, причому з різними масштабними коефіцієнтами та кутами повороту.

В AutoCAD надається можливість вставки зовнішніх посилань двома способами: приєднанням (Attachment) та накладанням (Overlay). Різниця між приєднанням та накладанням полягає в тому, що якщо креслення, яке вже містить посилання, саме вставляється як посилання, то його приєднані посилання завантажуються і відображаються на екрані, а накладені – ігноруються.

Для вставки зовнішніх посилань у креслення призначена команда

ССВСТАВИТЬ (ХАТТАШ) 

Після запуску команди спочатку відкривається стандартне діалогове вікно, у якому вибирається файл для створення зовнішнього посилання, а далі – вікно **Внешняя ссылка** (External Reference), засобами якого задаються параметри посилання.


Список *Имя (Name)* діалогового вікна містить імена вставлених у креслення зовнішніх посилань. При виборі у списку імені посилання нижче списку відображається шлях доступу до файлу відповідного креслення. В області *Тип ссылки (Reference Type)* визначається спосіб створення посилання: *Вставленная (Attachment)* чи *Наложенная (Overlay)*. В області *Точка вставки (Insertion Point)* задається точка вставки для вибраного посилання, її можна задати значенням координат X, Y та Z або вказати на екрані. Область *Масштаб (Scale)* дозволяє задати масштаб для вибраного зовнішнього посилання. Можна задавати різні коефіцієнти масштабування вздовж осей X, Y та Z. Поле *Поворот (Rotation)* дозволяє визначити кут повороту входження зовнішнього посилання у поточному кресленні.

Існує два способи **редагування зовнішніх посилань**: відкрити креслення-посилання окремо, або ж редагувати його з поточного креслення. Так само можна редагувати опис блоку безпосередньо через будь-яке його входження.

Найпростіший спосіб редагування зовнішнього посилання – відкрити креслення-посилання в окремому вікні. Цей спосіб надає доступ до всіх об'єктів зовнішнього посилання. Щоб не шукати файл креслення-посилання на диску, можна виділити його входження у поточному кресленні, а далі викликати команду **ССОТКРЫТЬ (ХОРЕН)**. AutoCAD відразу ж відкриє в окремому вікні вихідний файл креслення-посилання. Можна також викликати палітру інструментів **Внешнее ссылки** (Xref Manager), вибрати у списку потрібне посилання та вибрати з контекстного меню пункт *Открыть (Open)*. Закінчивши редагування вихідного креслення-посилання, треба зберегти його та закрити вікно. Щоб внесені зміни відобразилися у поточному кресленні, слід перезавантажити зовнішнє посилання.

Редагувати зовнішні посилання та описи блоків можна безпосередньо з поточного креслення, тобто редагуючи їх входження. Як блоки, так і зовнішні посилання вставляються у креслення у вигляді входжень. Можна відредагувати входження блоку і зберегти внесені зміни у описі блоку. Аналогічно можна


відредагувати зовнішнє посилання та записати внесені зміни у вихідний файл зовнішнього посилання. При цьому зникає необхідність перемикатися з одного креслення на інше для внесення незначних змін.

Для редагування описів блоків та зовнішніх посилань у контексті поточного креслення застосовується команда **ССЫЛРЕД (REFEDIT)** 

Після запуску команди виводиться запит, у відповідь на який потрібно вибрати входження блоку або посилання. Після здійснення вибору AutoCAD виводить діалогове вікно **Редактирование входжений (Reference Edit)**. Вкладка *Информация о ссылке (Identify Reference)* цього вікна надає наочні засоби для вибору входжень для редагування. У списку *Имя входжения (Reference name)* відображається ім'я вибраного входження з усіма його вкладеними входженнями. Якщо їх у списку міститься кілька, потрібно вибрати конкретне входження для редагування.

Об'єкти, що входять до робочого набору, візуально вирізняються серед інших об'єктів креслення. Порівняно з об'єктами, що входять до робочого набору, інші об'єкти виглядають блідими. Способом відображення об'єктів у ході редагування входжень керує системна змінна XFADECTL. Усі об'єкти, вилучені із входження, відображаються звичайним кольором, а решта об'єктів поточного креслення виглядають блідими. Чим більше значення системної змінної XFADECTL, тим менш яскраво виглядають об'єкти.


Модуль **AutoCAD Design Center** дозволяє швидко знаходити, переглядати та імпортувати в поточне креслення різноманітні наявні об'єкти AutoCAD. За його допомогою можна, не відкриваючи креслення, переглянути наявні блоки, текстові та розмірні стилі, шари, типи ліній та інші елементи. Після того як потрібні об'єкти знайдено, модуль **Центр управління (AutoCAD Design Center)** дозволяє легко помістити їх дублікати у поточне креслення, таким чином заповнюючи його необхідними даними з інших креслень.

Для виклику модуля призначена команда **ЦУВКЛ (ADCENTER)** 

Вікно складається з двох частин. Ліва частина відображає ієрархічну структуру папок локальної системи, в правій відображається вміст елемента, вибраного в лівій частині. Залежно від того, що являє собою вибраний елемент, тут відображаються:

- папки з кресленнями та іншими файлами;
- креслення;
- іменовані об'єкти креслення, а саме: блоки, зовнішні посилання, шари, компоновки простору аркуша, текстові та розмірні стилі;
- зразки блоків та штриховок;
- сторонні об'єкти, створені в інших програмах.

Для копіювання в поточне креслення за допомогою модуля **Центр управління** (AutoCAD Design Center) елементів інших креслень потрібно вибрати в області вмісту потрібний елемент, викликати на ньому правою кнопкою миші контекстне меню та вибрати відповідний пункт. Можна також просто перетягти мишею потрібний елемент в область поточного креслення.

5. Для керування зовнішніми посиланнями використовується команда **ВНССЫЛКИ (XREF)** 

Команда дозволяє вставляти (приєднувати чи накладати), впроваджувати, видаляти, оновлювати та перейменовувати зовнішні посилання, а також змінювати шлях до них. Після запуску команди відкривається палітра інструментів **Внешнее ссылки** (Xref Manager). Палітра містить список наявних зовнішніх посилань та засоби для здійснення операцій над ними.

У списку зовнішніх посилань відображаються наступні дані:

- ім'я файла зовнішнього посилання;
- статус посилання, а саме: завантажене (loaded) чи вивантажене (unloaded), таке, що не використовується (unreferenced) чи таке, що не знайдене за жодним зі вказаних шляхів (not found), та ін.;
- розмір файла;
- тип вставки посилання: приєднання (Attachment) чи накладання (Overlay);
- дата останньої модифікації файла, на який робиться посилання;
- шлях доступу до зовнішнього посилання.

Набір кнопок, розміщених у вікні, та команд контекстного меню надає наступні можливості:

Присоединить (Attach) – виводить діалогове вікно, у якому можна вибрати новий файл для вставки як зовнішнього посилання.

Удалить (Detach) – видаляє всі входження вибраного зовнішнього посилання.

Обновить (Reload) – перезавантажує зовнішнє посилання, забезпечуючи відображення останньої версії креслення зовнішнього посилання.

Выгрузить (Unload) – вивантажує вибране зовнішнє посилання; на відміну від видалення ця операція не видаляє посилання з креслення повністю, а лише забороняє вивід та регенерацію зображення вивантаженого зовнішнього посилання, що дозволяє підвищити продуктивність роботи системи.

Внедрить (Bind) – дозволяє перетворити вибране зовнішнє посилання в частину поточного креслення, тобто перетворює посилання на блок.

Открыть (Open) – відкриває вибране зовнішнє посилання для редагування у новому вікні.

6. Растрові зображення можуть використовуватися як об'єкти компоновки креслення, в якості фону або текстур при тонуванні креслень, як підложки при оцифровці креслень. Приєднувати (вставляти) растрові зображення до креслення AutoCAD можна точно так, як і зовнішні посилання.

Вставлені в поточне креслення растрові зображення, як і зовнішні посилання не є його складовою частиною. Насправді при вставці растрового зображення виконується процедура приєднання усіх його входжень (посилань на растрове зображення), описів і зв'язків, що відносяться до нього, якими можна маніпулювати безпосередньо в поточному кресленні. Сам же файл із зображенням при цьому залишається і зберігається на диску в незмінному вигляді. І навпаки, якщо змінюється початковий файл зображення, то усі зміни про-являються в його входженнях у кресленнях AutoCAD, до яких він приєднаний.

У поточному кресленні неможливо редагувати початкову растрову картинку, можна тільки маніпулювати входженням зображення і виконувати наступні процедури:

- масштабувати зображення ручками;
- видаляти зображення;
- включати і відключати межі зображення;
- підрізувати зображення і змінювати контур підрізування;
- показувати і відключати підрізану частину зображення;
- регулювати яскравість, контрастність і злиття з фоном;
- змінювати колір і прозорість монохромних зображень;
- отримувати відомості про зображення;
- тимчасово вивантажувати і повторно завантажувати зображення;
- змінювати видимість окремих входжень зображення;
- змінювати якість представлення зображення;
- приховувати і повторно виводити зображення.

Входжень одного і того ж зображення в поточне креслення може бути скільки завгодно, причому кожне входження може мати власну межу підрізування і значення яскравості, контрастності, прозорості і міри злиття з фоном. Загальними для усіх входжень одного і того ж зображення в поточному кресленні є процедури зміни якості, вивантаження і повторного завантаження.

Для приєднання растрових зображень використовується команда **ИЗОБВСТАВИТЬ (IMAGEATTACH)** 

Після вибору файлу зображення відкривається діалогове вікно **Растровое изображение (Attach Image)**. Якщо поточне креслення містить багато растрових зображень, то збільшити продуктивність роботи з ним можна за рахунок їх тимчасового вивантаження, при цьому зв'язок між файлом растрового малюнка і його входженням у креслення не розривається.

ТЕМА 8. Виведення креслень на друк

1. Стили друку.
2. Налаштування параметрів сторінки.
3. Конфігурація друкуючих пристроїв.

1. Стил друку в AutoCAD – це засіб, що дозволяє керувати відображенням об'єктів креслення при його виведенні на пристрій графічного виводу. За допомогою стилів можна керувати кольором, типом та товщиною ліній об'єктів (без модифікації цих параметрів у самому кресленні), розподілом напівтонів та яскравістю, а також відображенням кінцевих точок ліній. Вказані властивості можна встановлювати як для креслення в цілому, так і для окремих шарів чи об'єктів.

В AutoCAD передбачає два типи стилів друку: залежні від кольору та іменовані. У залежних від кольору стилях властивості зображення, що отримується, поставлені у відповідність кольорам об'єктів. В іменованих стилях вигляд зображення не залежить від кольору об'єкта.

Стили друку зберігаються в таблиці стилів друку. Щоб призначити стиль друку шару чи об'єкту, потрібно спочатку приєднати таблицю стилів друку до закладки компоновки (Layouts) або до закладки моделі (Model). Можна приєднувати до закладок компоновок та моделі різні таблиці стилів друку.

Для створення та збереження таблиць стилів друку використовується команда **ДИСПСТИЛЬ (STYLESMANAGER)**. У відповідь на запуск команди AutoCAD відображає папку *Plot Styles*. У цій папці AutoCAD зберігає таблиці стилів друку та надає доступ до майстра додання нових таблиць стилів друку.

Після запуску майстра послідовно відображаються сторінки додання таблиці стилів друку, на яких потрібно вказати тип таблиці (залежна від кольору чи іменована), ім'я файлу таблиці стилів друку та відредагувати її властивості. Після завершення процедури створюється файл з розширенням *.stb* для іменованих стилів та розширенням *.ctb* для стилів, залежних від кольору.

Редагування стилів друку здійснюється за допомогою редактора таблиці стилів друку *Редактор таблиці стилей печати (Plot Style Table Editor)*. Доступ до нього можна отримати через завершальну сторінку додання таблиці стилів друку або подвійним натискання лівої кнопки миші на відповідному імені файла.

На вкладці *Общее (General)* вікна редактора міститься поле для опису стилю друку та шлях до файлу, що редагується. Вкладки *Таблица (Table View)* та *Карточка (Form View)* відображають властивості стилів друку, що входять до вибраної для редагування таблиці стилів друку.

Для таблиць стилів, залежних від кольору, відображаються параметри друку для всіх 255 кольорів, для таблиць іменованих стилів – параметри всіх наявних

стилів. За змістом обидві закладки ідентичні і відрізняються лише розміщенням списку стилів та їх параметрів. За допомогою редактора таблиці стилів друку можна задавати колір, яскравість, тип та товщину ліній зображення при його виведенні на друк. Крім цього є можливість керувати такими параметрами, як тип закінчення ліній, тип спряження сусідніх ліній, стиль заливки об'єктів.

До таблиці іменованих стилів друку можуть бути додані нові стилі, причому кількість їх не обмежується. З неї також можна видалити будь-який стиль, окрім стилю NORMAL, створеного AutoCAD за умовчанням, який забезпечує друк об'єкта у відповідності до його оригінальних властивостей. Параметри цього стилю не можна редагувати.

У таблиці стилів, залежних від кольору, може бути до 255 заданих стилів, імена яких базуються на кольорах і за умовчанням усі подаються у списку, тому для цих стилів можна тільки редагувати параметри. Не можна створювати нові, видаляти або перейменовувати стилі в таблиці стилів, залежних від кольору.

Стиль друку в AutoCAD є такою ж властивістю об'єкта, як колір чи тип лінії. За умовчанням об'єктам призначається стиль ПоБлоку (ByLayer), а шарам – стиль Normal. При цьому об'єкти виводяться на друк з їх оригінальними властивостями.

При створенні у кресленні об'єктів та шарів AutoCAD призначає їм поточний стиль друку. При використанні таблиці іменованих стилів друку стиль друку об'єкта або шару можна змінити у будь-який момент. При використанні таблиці стилів, залежних від кольору, стиль друку не може бути змінений, оскільки він визначається кольором об'єкта або шару.

Для зміни стилю друку шару потрібно відкрити діалогове вікно **Диспетчер шлоев** (Layer Properties Manager), у якому навпроти імені шару в колонці Стиль печатати (Plot Style) натиснути ліву кнопку миші, а далі в діалоговому вікні, що відкривається при цьому, вибрати стиль друку.

2. Засіб встановлення параметрів сторінки призначений для керування інформацією, необхідною для виведення креслення на друк. Параметри сторінки дозволяють зберігати певні установки виведення на друк і поновлювати їх за необхідності. Можна зберігати такі установки, як пристрій виводу, розмір аркуша, масштабний коефіцієнт, орієнтація креслення, значення зміщень по осях X та Y, а також таблицю стилів друку, що застосовуються в даному кресленні. Можна призначати різні параметри сторінок закладкам моделі та компоновок одного і того ж креслення, можна перемикатися з одних параметрів сторінок на інші в одній і тій же компоновці.

Для встановлення параметрів сторінки застосовується команда **ПАРАМЛИСТ (PAGESETUP)**, яка відкриває діалогове вікно **Диспетчер наборов параметров листов** (Page Setup). Воно містить список всіх присутніх в проекті наборів параметрів компоновок і дозволяє їх редагувати.

Після здійснення всіх установок їх потрібно зберегти як іменовані параметри сторінки. Для цього потрібно ввести ім'я для нових параметрів сторінки. AutoCAD зберігає параметри сторінок у поточному кресленні, де вони можуть бути призначені закладці моделі або будь-якій із закладок компоновок. Іменовані параметри сторінки можна вставляти з інших креслень.

Оскільки в одному і тому ж кресленні може існувати декілька наборів параметрів сторінок, можна, перемикаючись між ними, легко забезпечувати виведення креслення на різні друкуючі пристрої. Після вибору відповідного набору параметрів сторінки AutoCAD автоматично перевизначить формат аркуша та масштабний коефіцієнт.

3. На першому етапі підготовки до виведення креслення на друк потрібно здійснити конфігурування пристроїв графічного виводу. AutoCAD постачається з широким набором драйверів, що підтримують велику кількість принтерів і плотерів. Для встановлення нових пристроїв виводу та редагування конфігурації наявних використовується команда **ДИСПЕЧ (PLOTTERMANAGER)**.

Вона відкриває вікно, що відображає папку *Plotters* кореневого каталогу системи AutoCAD. У цій папці AutoCAD зберігає файли конфігурації (.pc3-файли) та надає доступ до майстра встановлення нового пристрою графічного виводу.

Після запуску майстра послідовно відображаються кілька сторінок, на яких визначається тип та модель пристрою, що встановлюється, і параметри. Після завершення процесу відображається інформація про встановлення нового пристрою графічного виводу та надається можливість відредагувати параметри .pc3-файла і відкалібрувати встановлений пристрій.

Після призначення стилів друку та параметрів сторінок можна попередньо переглянути зображення, що буде надруковане. Якщо зображення відповідає поставленим вимогам, його можна надрукувати, запустивши команду **ПЕЧАТЬ (PLOT)**. Ця команда відкриває діалогове вікно **Печать (Plot)**.

ТЕМА 9. Основи роботи у тривимірному просторі

1. Задання тривимірних координат. Координатні фільтри.
2. Системи координат користувача.
3. Перегляд та візуалізація об'єктів у тривимірному просторі.

1. Більшість креслень складається з двовимірних проекцій просторових об'єктів. Такий підхід є загальноприйнятим серед інженерів і архітекторів, проте він досить обмежений через складність інтерпретації цих проекцій. Оскільки окремі вигляди створюються незалежно один від одного, завжди існує ймовірність появи помилок. Зі сказаного видно, що замість двовимірних проекцій краще створювати реальні тривимірні моделі.

Графічний пакет AutoCAD має потужні засоби для моделювання конструкцій та створення об'єктів у тривимірному просторі. Проектування у тривимірному просторі дозволяє не тільки детально відтворити форму об'єкта і показати її з різних точок зору, але й застосувати до створених об'єктів операції зафарбовування, тонування і навіть анімації.

AutoCAD дозволяє створювати три типи тривимірних об'єктів: каркасні, полігональні (поверхневі) і твердотільні. Для кожного типу існує своя техніка створення і редагування.

Каркасна модель являє собою скелетний опис 3D об'єкта. Вона не має граней і складається лише з точок, відрізків і кривих, що описують ребра об'єкта. AutoCAD надає можливість створювати каркасні моделі шляхом розміщення плоских двовимірних (2D) об'єктів у будь-якому місці 3D простору.

Моделювання за допомогою поверхонь є складнішим процесом, оскільки тут описуються не тільки ребра 3D об'єкта, але і його грані. AutoCAD будує поверхні на основі багатокутних сіток. Оскільки грані сітки є плоскими, подання криволінійних поверхонь здійснюється шляхом їх апроксимації.

Моделювання за допомогою тіл – це найпростіший у використанні вид 3D моделювання. Засоби AutoCAD з моделювання тіл дозволяють створювати тривимірні об'єкти як на основі базових просторових форм (паралелепіпедів, конусів, циліндрів, сфер, клинів, торів), так і методами екструзії (видавлювання) та обертання навколо осі 2D об'єктів. Подальша модифікація відбувається шляхом об'єднання, віднімання та перетину створених просторових форм, а також шляхом редагування граней (спряження, зняття фасок тощо). Як і багатокутні сітки, тіла мають вигляд дротяних моделей, доки до них не застосовані операції подавлення невидимих ліній, розфарбовування або тонування (рендерингу).

Тривимірні координати задаються аналогічно до двовимірних. До двох осей X та Y додається третя вісь Z. При роботі в 3D-просторі значення координат X, Y та Z вказуються або у Світовій системі координат (МСК) або у Системі координат користувача (ПСК). Додатні напрями осей визначаються відповідно до правила правої руки.

Положення точок у тривимірному просторі можна задавати як у **декартових**, так і циліндричних або сферичних координатах. Можна вводити як абсолютні значення координат (відраховуються від початку координат поточної системи), так і відносні (відраховуються від останньої вказаної точки).

Циліндричні координати описують відстань від початку координат до проекції точки на площину XY, кут відносно осі X та відстань від точки до площини XY. Формат задання абсолютних циліндричних координат $r < \varphi, z$, а відносних – $@r < \varphi, z$, де r, φ, z – відповідно згадані вище параметри.

Положення точки в **сферичних координатах** визначається її відстанню від початку координат поточної системи координат (параметр r), кутом до осі X в

площині XY (параметр φ) та кутом до площини XY (параметр ψ). Формат задання абсолютних сферичних координат $r<\varphi<\psi$, а відносних – $@r<\varphi<\psi$.



За допомогою **координатних фільтрів** можна формувати нові точки з використанням окремих координат вибраних точок креслення. Для задання фільтра в командному рядку використовується наступний формат: *.координата*, де координата – одна або дві з літер X, Y та Z. Допустимі значення фільтрів в AutoCAD: *.X*, *.Y*, *.Z*, *.XY*, *.XZ* та *.YZ*.

Координатні фільтри можна також викликати через контекстне меню. Для цього у відповідь на запит точки необхідно встановити курсор у зоні креслення і одночасно з натисканням клавіші *Shift* натиснути праву кнопку миші. Пункт *Координатные фильтры (Point Filters)* містить вкладене меню з переліком доступних координатних фільтрів, звідки і вибирається потрібний фільтр.

2. Система координат користувача (ПСК) визначається шляхом вказування нового початку координат і орієнтації площини XY та осі Z. Немає ніяких обмежень на положення ПСК в тривимірному просторі. Можна визначати, зберігати і поновлювати необмежену кількість ПСК. Усі координати як при введенні, так і при виведенні відраховуються відносно поточної ПСК. Для зручності конструювання при інтенсивній роботі в тривимірному просторі має сенс задання кількох систем координат користувача з різними точками початку та різної орієнтації.

Визначення нової системи координат користувача може бути здійснене кількома способами:

- вказуванням нової точки початку, нової площини XY або нової осі Z;
- суміщенням ПСК з існуючим об'єктом;
- суміщенням ПСК з поточним напрямом погляду;
- обертанням поточної ПСК навколо будь-якої з осей;
- зміщенням початку координат уздовж осі Z на задану відстань;
- суміщенням площини XY з гранню тривимірного об'єкта;
- вибором стандартної системи координат з наданого AutoCAD списку.

Уся робота зі створення, збереження та зміни системи координат користувача проводиться за допомогою двох команд **ПСК (UCS)**  та **ДИСПСК (UCSMAN)** . Число опцій цих команд досить велике, і не всі опції регулярно застосовуються на практиці. Деякі з опцій команди **ПСК (UCS)** можуть бути вибрані безпосередньо за допомогою відповідних піктограм на панелі інструментів.

Після запуску команди виводиться запит, у відповідь на який можна вказати початкову точку нової ПСК (при цьому напрями осей X, Y та Z залишаться без зміни) або вибрати опцію:

ZОсь (zAxis) – визначає нову ПСК за початковою точкою та напрямом осі Z. У відповідь на подальші запити потрібно спочатку вказати нову точку початку координат, а потім точку на новому додатному напрямку осі Z.

Объект (Object) – вирівнює систему координат по об'єкту. Наприклад, якщо вибрати коло, то площина XY системи координат буде збігатися з площиною кола, а вісь X проходитиме через центр кола та точку вибору.

Грань (Face) – вирівнює ПСК по грані тривимірного об'єкта.

Вид (View) – встановлює систему координат, у якій площина XY перпендикулярна до напрямку погляду, тобто паралельна екрану. Початок координат залишається незмінним.

X, Y, Z – при виборі цих опцій система координат обертається навколо відповідної осі на заданий кут.

предыдущая (Prev) – відновлює попередню систему координат.

именованная (Restore) – відновлює раніше збережену систему координат, тобто робить її поточною. Потрібно вказати ім'я системи координат або ввести з клавіатури ?, щоб отримати список імен систем координат, створених у даному кресленні.

Мир (World) – відновлює Світову систему координат (МСК).

Розглянуті вище операції зі створення, збереження та відновлення ПСК можуть здійснюватися і шляхом вибору відповідних пунктів меню *Вид (View)*.

Закладка *Именованные ПСК (Named UCSs)* містить перелік систем координат, визначених у даному кресленні. Якщо створена ПСК не була названа і збережена, вона відображається під іменем *Unnamed*. Будь-яку з наявних систем координат можна зробити поточною, для чого її ім'я потрібно підсвітити і натиснути кнопку *Установить (Set Current)*.

Пункт *Ортогональные ПСК (Orthographic UCS)* відкриває вкладене меню, яке дозволяє встановити одну з шести наявних у AutoCAD систем координат. Ця закладка містить список з іменами всіх збережених систем координат. Орієнтація системи визначається по відношенню до так званої базової системи, якою по замовчуванню є Світова система координат. У разі необхідності за базову систему може бути вибрана будь-яка зі збережених у даному кресленні систем координат. Її ім'я потрібно вибрати зі списку. Пункт *Перенести ПСК (Move UCS)* переносить початок координат у вказану точку.

3. Графічний редактор AutoCAD надає можливість перегляду об'єктів з довільної точки тривимірного простору. Для встановлення потрібного вигляду використовуються команди **ВИД (VIEW)** та **ТЗРЕНИЯ (VPOINT)**.

Команда **ВИД (VIEW)** відкриває діалогове вікно **Диспетчер видів (View)**, що містить всі вигляди, в тому числі стандартні. Воно дозволяє зберегти поточний вигляд під якимось ім'ям, переглянути список та характеристики збережених

раніше виглядів, будь-який з наявних виглядів встановити робочим. Для збереження вигляду потрібно задати його ім'я та вибрати зі списку систему координат, що буде збережена разом з виглядом. Щоб зробити якийсь із наявних виглядів робочим, необхідно вибрати вигляд та натиснути кнопку *Установить*.

Стандартні вигляди дозволяють встановити один з 10 виглядів, що пропонуються AutoCAD, а саме: зверху (Top), знизу (Bottom), зліва (Left), справа (Right), спереду (Front), ззаду (Back) та чотири ізометричних (SW Isometric, SE Isometric, NE Isometric, NW Isometric).

Команда **ТЗРЕНИЯ (VPOINT)** дозволяє встановити вигляд тривимірної моделі шляхом вибору точки зору. При цьому напрям погляду визначається вектором, направленим зі встановленої точки зору в початок координат. Після запуску команди AutoCAD видає повідомлення про координати поточної точки зору та запит, у відповідь на який потрібно вказати координати нової точки зору або вибрати опцію:


Повернуть (Rotate) – встановлює напрям погляду відповідно до значень кутів між цим напрямом та віссю X в площині XY і між вказаним напрямом та площиною XY.

Компас и тройка осей (display compass and tripod) – виводить на екран компас і трійку осей, що є відображенням глобуса на площині. Центральна точка компаса збігається з північним полюсом (точка зору з координатами 0, 0,1), внутрішнє коло – з екватором (n, n, 0), а зовнішнє – з південним полюсом (0, 0, -1). Кут між напрямом погляду та віссю X в площині XY визначається положенням точки, що вказується всередині компаса, а кут між напрямом погляду та площиною XY – відстанню цієї точки від центра компаса.

Для швидкої зміни вигляду креслення також зручно використовувати в процесі роботи видовий куб, розміщений в правому верхньому куті графічної зони.

У звичайному режимі перегляду об'єкти AutoCAD подаються у каркасному вигляді. Проте іноді виникає потреба отримати реалістичніше зображення, наприклад, для перевірки правильності спроектованої моделі або для пред'явлення закінченого проекту замовникові.

Найпростішим видом зображення є зображення з видаленими невидимими лініями. Воно реалістичніше від каркасного, оскільки в ньому стають невидимими лінії, що відображають задні частини об'єкта. Найбільшу реалістичність дають кольорові затінені та тоновані зображення. Для вирішення питання про тип зображення, що створюється, потрібно керуватися такими факторами, як якість та час, що витрачається. Тоновані зображення із застосуванням матеріалів та різноманітних джерел освітлення доцільно застосовувати для презентацій проекту. Якщо ж потрібно перевірити створену модель на правильність, цілком достатньо просто видалити невидимі лінії або застосувати затінення.

Для створення зображень з подавленими невидимими лініями використовується команда **СКРЫТЬ (HIDE)** .

Одразу ж після активізації команди будується зображення з подавленими невидимими лініями. На процес видалення невидимих ліній впливають об'єкти на вимкнених шарах. Ці об'єкти, будучи самі невидимими на екрані, можуть затуляти собою об'єкти, що знаходяться на видимих шарах. Об'єкти на заморожених шарах на процес побудови зображення з видаленими невидимими лініями не впливають.

Результат застосування операції видалення невидимих ліній до твердо-тільних об'єктів істотно залежить від значення системної змінної DISPSILH. Якщо значення цієї змінної дорівнює нулю, то AutoCAD генерує відображення твердотільного об'єкта у вигляді сітки. Якщо системна змінна DISPSILH встановлена в одиницю, генерація сітки подавляється, і відображаються лише силуети твердих тіл. Рис. 9.1 ілюструє дії команди **СКРЫТЬ (HIDE)**.

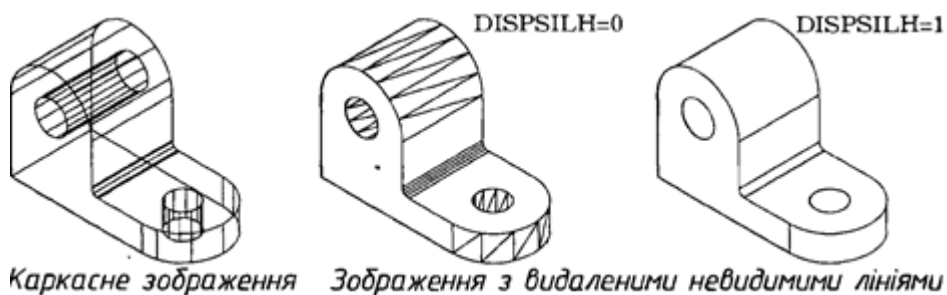


Рисунок 9.1. Подавлення невидимих ліній командою **СКРЫТЬ (HIDE)**

Для побудови затінених зображень застосовуються окремі опції команди **РЕЖИМРАСКР (SHADEMODE)**. Загалом ця команда надає можливість реалізувати різні типи візуалізації, а саме: каркасне відображення, видалення невидимих ліній, затінення. Після запуску команди видається запит на вибір типу візуалізації:

2D каркас (2D wireframe) – створює каркасне зображення об'єкта, використовуючи для відображення його меж відрізки та криві. Растрові зображення, типи та товщина ліній відображаються на кресленні.

3D каркас (3D wireframe) – створює таке ж каркасне зображення, як і режим попередньої опції. При цьому також відображається кольорова піктограма тривимірної системи координат. Растрові зображення, типи та товщина ліній не відображаються.

3D скритий (Hidden) – будує зображення з видаленими невидимими лініями, використовуючи для цього, на відміну від команди **СКРЫТЬ (HIDE)**, лінії каркасу, а не відображення у вигляді сітки.


Реалистичный (Flat) – створює плоско затінений об'єкт, відображаючи при цьому його поверхню багатокутними гранями, які зафарбовуються суцільними кольорами.

Концептуальный (Gouraud) – здійснює затінення за методом Гуро, згладжуючи переходи між гранями, при зафарбовуванні граней використовуються переходи між холодними і теплими кольорами.


ТЕМА 10. Створення простих просторових примітивів


1. Створення простих примітивів.
2. Створення об'єктів видавлюванням.
3. Побудова тіл обертання.


1. Складні об'ємні тіла будуються з простих об'єктів за допомогою команд, що реалізують логічні операції. Самі об'єкти створюються спеціальними командами.


ЯЩИК (BOX)  – команда будує твердотільний об'єкт у вигляді прямокутного паралелепіпеда. Основа паралелепіпеда завжди паралельна площині XY поточної системи координат. При побудові вказуються дві точки, що визначають основу паралелепіпеда, та його висота. Наявні опції для побудови за центральною точкою і однією з вершин, за довжинами трьох ребер чи для побудови куба.


ШАР (SPHERE)  – команда дозволяє побудувати кулю за її центром та значенням радіуса або діаметра.


ЦИЛИНДР (CYLINDER)  – команда будує прямий круговий або еліптичний циліндр. При цьому вказуються центр та радіус основи і висота циліндра. За допомогою опції *Конечная точка оси (Center of other end)* можна замість висоти циліндра вказувати положення протилежної точки його осі, що дозволяє змінити орієнтацію циліндра. Опція *Эллиптический (Elliptical)* дозволяє побудувати основу циліндра у вигляді еліпса за його осями.

КОНУС (CONE)  – будує прямий конус з циліндричною або еліптичною основами. Для цього потрібно вказати центр та радіус основи і висоту конуса. Опція *Эллиптический (Elliptical)* дозволяє побудувати конус з еліптичною основою. Опція *Конечная точка оси (Apex)* задає режим побудови конуса за положенням його вершини, визначаючи таким чином одночасно висоту конуса та його орієнтацію. Опція *Радиус верхнего основания (Upper radius)* дозволяє будувати зрізаний конус.

КЛИН (WEDGE)  – команда створює клин з ребрами, паралельними осям X, Y, та Z поточної системи координат.

ТОР (TORUS)  – команда будує твердотільний об'єкт у формі тора. Для цього вказуються центр тора, його радіус або діаметр та радіус або діаметр твірного кола. Щоб створити об'єкт лимоноподібної форми, потрібно задати від'ємне значення радіуса тора і більше за абсолютною величиною додатне значення радіуса твірного кола.

ПИРАМИДА (PYRAMID)  – команда будує твердотільний об’єкт у вигляді піраміди. Для побудови задаються кількість сторін, їх довжина чи радіус описаного кола і висота піраміди. Опція *Радіус верхнього основания (Upper radius)* дозволяє будувати зрізану піраміду, вказавши радіус описаного навколо другої основи кола.


ПОЛИТЕЛО (POLYSOLID)  – інструмент нагадує команди створення плоских об’єктів мультилінія (*МЛИНИЯ*) і полілінія (*ПЛИНИЯ*). Для побудови тривимірного примітиву інструментом **ПОЛИТЕЛО (POLYSOLID)** спочатку необхідно задати параметри товщин і висоти.


2. Якщо не брати до уваги тіла стандартної форми, то процес створення твердотілої моделі можна розділити на декілька етапів:

- 1) Побудова плоского контура майбутнього тіла двомірними примітивами AutoCAD (відрізок, дуга і т. п.).
- 2) Перетворення початкового контура що складається з набору примітивів в замкнутий контур (полілінію).
- 3) Виконання процедур по формуванню об’ємного тіла з плоского контура способом його витискування на певну величину або обертанням навколо вказаної осі на заданий кут.
- 4) Редагування отриманого об’ємного тіла (при необхідності).

Контур – це фігура на площині утворена набором плоских примітивів AutoCAD, наприклад, таких як відрізок, дуга або сплайн. У твердотілому моделюванні, перш ніж сформувати якесь об’ємне тіло, необхідно підготувати певним способом плоский малюнок (шаблон або підкладку) і тільки після цього застосувати до нього певні інструменти по формуванню тіла.

Існує декілька способів перетворення контура, кожен з яких має свої особливості:

- 1) застосування інструменту **ОБЛАСТЬ (REGION)**  ;
- 2) перетворення набору плоских примітивів AutoCAD в полілінію;
- 3) застосування інструменту **КОНТУР (BOUNDARY)**.


Команда **ВИДАВИТЬ (EXTRUDE)**  дозволяє створювати твердотільні об’єкти шляхом видавлювання (екструзії) контуру на задану висоту або вздовж заданого шляху (рис. 10.). Об’єкти, що підлягають видавлюванню, мають бути замкненої форми. Ними можуть бути замкнуті полілінії та сплайни, багатокутники, кола, еліпси, кільця, області та плоскі тривимірні грані. Полілінія повинна містити не менше трьох і не більше 500 вершин. Не можна видавлювати об’єкти, що містять блоки або полілінії, в яких є сегменти, що самоперетинаються. Для визначення шляху можна використовувати відрізки прямих, кола, дуги, еліпси, еліптичні дуги, полілінії та сплайни. Шлях не повинен лежати в тій самій площині, що і профіль, а

також мати ділянки з високою кривизною. За допомогою опції *Угол суження* (*Constriction angle*) можна задати звуження перерізу при видавлюванні.



Рисунок 10.1. видавлювання контуру вздовж заданого шляху

Після видавлювання AutoCAD може видалити або залишити вихідний профіль в залежності від значення системної змінної DELOBJ. Якщо значення цієї системної змінної дорівнює нулю, вихідний профіль залишається, якщо дорівнює одиниці – профіль видаляється.

3. Маючи вихідні двовимірний контур, можна одержати на його основі тіла обертання. Команда **ВРАЩАТЬ (REVOLVE)**  дозволяє створити твердотільний об'єкт обертанням двовимірного профілю навколо осі (рис. 10.3).

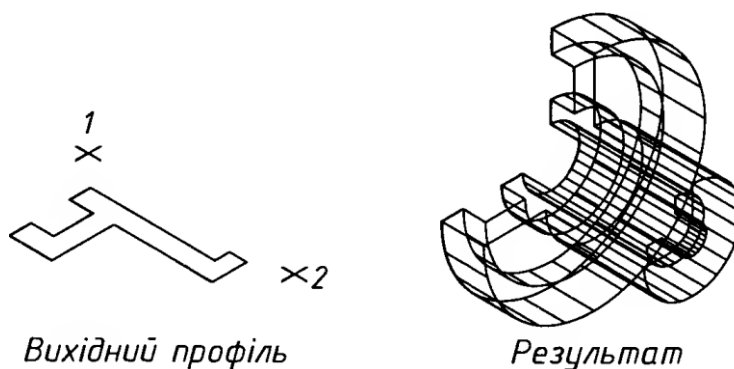



Рисунок 10.3. Побудова об'єктів обертанням контуру

Обертати можна замкнені полілінії, багатокутники, кола, еліпси, замкнені сплайни, кільця та області. Додатний напрям обертання визначається за правилом правої руки. Потрібно вказати дві точки, що визначають вісь обертання, та кут повороту. Опції *X* та *Y* забезпечують режими, в яких віссю обертання є відповідна вісь поточної системи координат.

ТЕМА 11. Моделювання об'єктів складної форми

1. Створення складних об'єктів за допомогою булевих операцій.
2. Побудова фасок та спряжень твердих тіл.
3. Сітки та криволінійні поверхні.

1. Для побудови тіл складної форми можуть використовуватися операції об'єднання, віднімання і перетину.

Команда **ОБЪЕДИНЕНИЕ (UNION)**  дозволяє створити тверде тіло з набору наявних об'єктів відповідного типу (рис. 11.1).

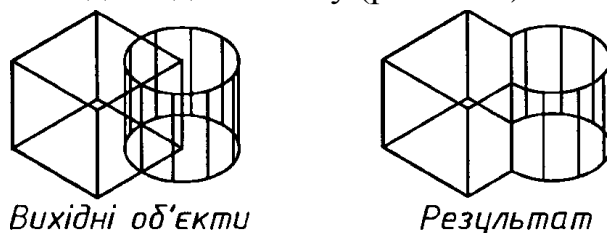



Рисунок 11.1. Операція об'єднання твердих тіл

Команда **ВЫЧИТАНИЕ (SUBTRACT)**  створює тверде тіло з об'єктів шляхом віднімання їх об'ємів (рис. 11.2).

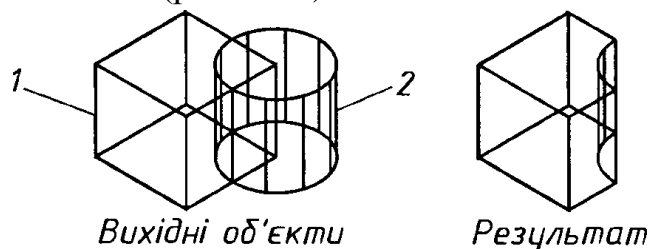



Рисунок 11.2. Операція віднімання твердих тіл

Команда **ПЕРЕСЕЧЕНИЕ (INTERSECT)**  дозволяє створити тверде тіло шляхом перетину наборів об'єктів відповідного типу (рис. 11.3). Вихідні об'єкти не зберігаються.

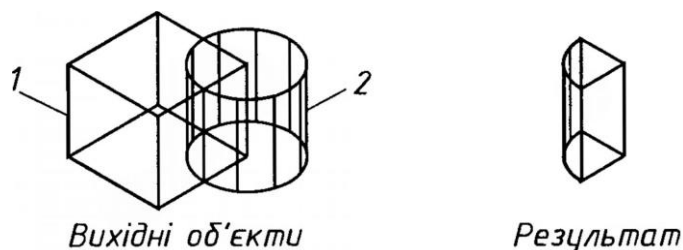



Рисунок 11.3. Операція перетину твердих тіл

Подібно до команди **ПЕРЕСЕЧЕНИЕ (INTERSECT)** діє команда **ВЗАИМОД (INTERFERE)**. Вона також дозволяє створити тверде тіло як результат перетину наявних. Різницею є те, що вихідні об'єкти при цьому не видаляються. Під час виконання команди потрібно сформувати два набори твердих тіл. У разі відмови від створення другого набору тіл, AutoCAD аналізує всі тіла, що входять до першого набору, і видає повідомлення про загальну кількість тіл, що перетинаються, та про кількість пар тіл, що перетинаються одне з одним. На екрані ці тіла підсвічуються.

2. Для побудови фасок та спряження граней використовуються стандартні «двовимірні» команди **ФАСКА (CHAMFER)** та **СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET)**.

Команда **ФАСКА (CHAMFER)** 

Команда будує фаски на перетині суміжних граней твердих тіл. Після запуску команди виводиться повідомлення про поточні установки. Потрібно вказати ребро (кромку) твердотільного об'єкта. Це ребро визначає базову грань для фаски. Оскільки до ребра прилягає дві грані, то далі пропонується остаточно визначити, яка з них буде базовою.

Наступні запити потребують введення значень фаски відповідно для базової та суміжної граней. Після уведення цих значень відображається запит, у відповідь на який потрібно вказати ребро, на якому має бути побудована фаска, або вибрати опцію *Контур (Loop)*, щоб побудувати фаски одночасно на всіх ребрах, що обмежують базову грань. Після вибору цієї опції потрібно вказати ребро, що визначить послідовність ребер, які обмежують базову грань і на яких мають бути побудовані фаски.

Команда СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET)

Команда здійснює плавне спряження суміжних граней твердотільних об'єктів. Після запуску команди виводиться повідомлення про поточні установки та запит, у відповідь на який потрібно вибрати перетин двох граней для спряження. Після вибору лінії перетину потрібно вказати радіус спряження. Наступний запит потребує продовження вибору ребер або вибору опції.

Опції: Радіус (Radius) – дозволяє встановити нове значення радіуса перед вибором наступного ребра.

Цепь (Chain) – дозволяє одразу вибрати послідовність ребер, що йдуть одне за одним. Ребро, що буде вибрано, і визначить послідовність ребер (кромки), які будуть заокруглені.

3. Сітками називаються поверхні, складені з плоских мозаїчних граней. Багатокутні сітки зручно використовувати для побудови усього об'єкту в цілому. Точність їх апроксимації задається кількістю вершин. Тривимірна сітка на відміну від поверхні є складнішим об'єктом, оскільки для побудови сітки необхідно описати її вершини, ребра і грані. Засоби AutoCAD апроксимують (представляють) сітки плоскими гранями у формі трьох або чотирикутних фасеток.

Для створення сіток використовуються наступні способи:

- створення типових сіток (сіток-примітивів) спеціальними інструментами, що дозволяють формувати в просторі 3D-об'єкти поширених геометричних форм;
- створення сіток на основі плоских примітивів AutoCAD (точки, відрізки, дуги, сплайни і так далі) шляхом обертання, зсуву, з'єднання і формування по кромках;
- перетворення з об'єктів інших типів, наприклад тіл або поверхонь, включаючи складені, шляхом згладжування граней;
- створення полігональних сіток.

Багатокутні сітки можна створювати за допомогою наступних команд:

3ДСЕТЬ (3DMESH) – будує багатокутну сітку довільного виду шляхом послідовного введення координат вершин;

П-СОЕД (RULESURF) – будує багатокутну сітку, що апроксимує поверхню з'єднання між двома вибраними об'єктами;

П-СДВИГ (TABSURF) – будує багатокутну сітку, що апроксимує поверхню зсуву, пересуваючи визначальну криву уздовж заданого вектора;

П-ВРАЩ (REVSURF) – будує багатокутну сітку, що апроксимує поверхню обертання, повертаючи визначальну криву навколо заданої осі;

П-КРОМКА (EDGESURF) будує багатокутну сітку, що апроксимує ділянку поверхні, обмежену чотирма вибраними краями (поверхня Кунса).

При виконанні команди **3ДСЕТЬ (3DMESH)** задається кількість вершин в напрямках M і N (в межах від 2 до 256) та координати кожної вершини в тривимірному просторі. Інші команди визначають кількість вершин автоматично на основі вибраних примітивів і системних змінних SURFTAB1 і SURFTAB2. Змінна SURFTAB1 управляє щільністю багатокутної сітки, що створюється командами **П-СОЕД (RULESURF)** і **П-СДВИГ (TABSURF)**. Обидві системні змінні управляють щільністю сітки в напрямках M і N при побудові поверхні обертання і поверхні Кунса, що створюються командами **П-ВРАЩ (REVSURF)** і **П-КРОМКА (EDGESURF)** відповідно. Залежність відображення сітки від вибраної щільності показана на рис. 11.4.

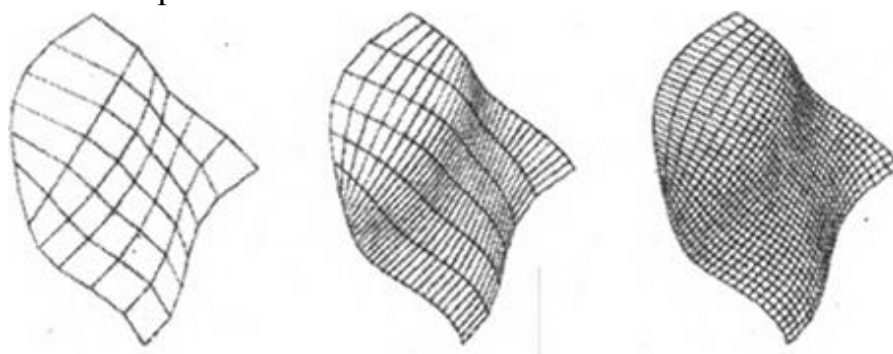


Рисунок 11.4. Зміна щільності ізоліній сітки

Сітка вважається розімкненою в заданому напрямі, якщо її краї в цьому напрямі не торкаються один одного. Так, наприклад, торова поверхня може служити прикладом сітки, замкнутої в двох напрямках, а чаша або купол в одному напрямі замкнута, а в іншому розімкнена.

Властивостями об'єктів-сіток можна управляти до і після їх створення, по аналогії з поверхнями. Сіткову поверхню можна редагувати за допомогою команди редагування поліліній **ПОЛРЕД (PEDIT)**. Зокрема, ця команда дозволяє переміщати вершини сітки, згладжувати її, а також замикати і розмикати її граничні кромки. До об'єктів-сіток непридатні процедури об'єднання, віднімання або перетину, для цього сітки треба спочатку перетворити в поверхні або тіла.

ТЕМА 12. Редагування просторових об'єктів.

1. Редагування граней.
2. Редагування ребер.
3. Команди загального редагування в тривимірному просторі.

1. Широкі можливості редагування форми твердотільного об'єкта надає команда **РЕДТЕЛ (SOLIDEDIT)**. За допомогою цієї команди можна змінювати об'єкт шляхом видавлювання, переміщення, обертання, звужування, копіювання та видалення його граней. Після запуску команди видається запит, у відповідь на який потрібно вибрати опцію або натиснути *Enter*, щоб вийти з команди.

Опції: *Грань (Face)* – дозволяє редагувати грані твердого тіла шляхом видавлювання, переміщення, обертання, створення подібних, звужування, видалення, копіювання або зміни кольору.


Ребро (Edge) – дозволяє копіювати або змінювати колір окремих ребер (кромок) твердотільного об'єкта.

Тело ACIS (Body) – надає доступ до таких операцій редагування об'єктів, як створення оболонки, відокремлення, створення відбитків.

Отменить (Undo) – послідовно відмінює здійснені операції редагування аж до початку дії команди.

выход (Exit) – здійснює вихід з команди.

Після переходу в режим редагування граней (вибором опції *Грань (Face)*) відображається запит, у відповідь на який потрібно вибрати опцію або натиснути *Enter*, щоб вийти з цього режиму і повернутися до основного запиту команди.

Видавлювання граней твердого тіла на задану висоту або вздовж заданого шляху можна за допомогою опції **Выдавить (Extrude)**. 

Після вибору даної опції система відображає запит, у відповідь на який потрібно вибрати грань для редагування або одну з запропонованих опцій. Якщо ви вибрали грань, то AutoCAD знову відобразить запит на вибір грані. Можна продовжити вибір граней або вибрати одну з запропонованих опцій.

Опції: *Отменить (Undo)* – відмінює вибір попередньої грані.


Исключить (Remove) – дозволяє відмінити вибір будь-якої грані. Відмінити вибір грані можна також, якщо в режимі вибору вказати на неї при натиснутій клавіші *Shift*.

Все (ALL) – забезпечує вибір усіх граней.


Після закінчення вибору (натискання клавіші *Enter*) потрібно вказати висоту видавлювання (екструзії) або вибрати опцію *Траектория (Path)*, щоб здійснити видавлювання вздовж заданого шляху. У першому випадку треба вказати значення кута звуження (розширення) грані при її видавлюванні. Допустимі значення лежать в межах від -90° до $+90^\circ$. При додатних значеннях відбувається звуження, а при від'ємних – розширення. Щодо значень висоти видавлювання, то при додатних

значеннях висоти видавлювання відбувається у напрямі нормалі до грані, а при від'ємних – у напрямі, протилежному до нормалі.

При виборі опції *Траекторія (Path)* потрібно вказати шлях видавлювання. Ним можуть бути відрізки, кола, дуги, еліпси, еліптичні дуги, полілінії та сплайни. Об'єкт, що визначає шлях, не повинен лежати в одній площині з гранню та мати ділянки з високою кривизною.

Перенесення граней твердого тіла з одного місця в інше здійснює опція **перенести (Move)**. 

Після вибору граней для редагування треба вказати базову точку, відносно якої буде здійснюватися перенесення. На наступний запит потрібно вказати нове положення базової точки або натиснути *Enter*.

Обертання граней твердого тіла навколо заданої осі (рис. 12.1) здійснюється за допомогою опції **Повернуть (Rotate)**. 

Після вибору граней, що здійснюється аналогічно до розглянутих вище режимів, AutoCAD відображає запит на визначення осі обертання. За умовчанням пропонується визначити вісь двома її точками. Далі потрібно вказати значення кута обертання або вибрати опцію.

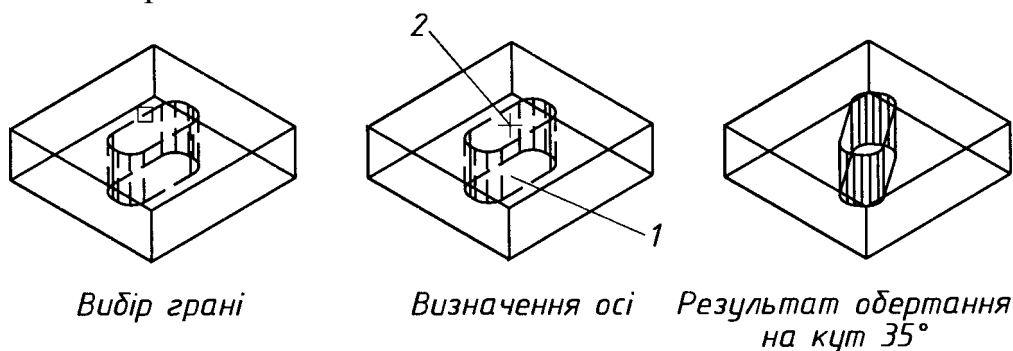



Рисунок 12.1. Обертання грані

При виборі опції *Опорний угол (Reference)* AutoCAD відображає запити на введення значення кута посилання та нового (кінцевого) значення кута. Різниця між кінцевим значенням кута та значенням кута посилання і буде становити кут обертання. Для визначення осі обертання, крім вибору двох точок, можна скористатися також наступними опціями:


Об'єкт (Axis by object) – вісь обертання визначається об'єктом, який треба вибрати на кресленні. Вибирати можна відрізки, кола, дуги, еліпси, 2D- та 3D-полілінії, сплайни.

Вид (View) – вісь обертання збігається за напрямом з напрямом погляду в поточному екрані вигляду та проходить через точку, яку треба вказати.

Хось/Уось/Зось (Xaxis, Yaxis, Zaxis) – вирівнює вісь обертання з напрямом відповідної координатної осі. Додатково потрібно вказати початкову точку осі.

Зміщення граней дозволяє створити грань, подібну до заданої та із заданим зміщенням за допомогою опції **Сместить (Offset)**. 

На відміну від команди **СМЕЩЕНИЕ (OFFSET)**, яка застосовується у двовимірному моделюванні, вихідний геометричний об'єкт не зберігається. Після вибору грані для редагування треба вказати значення зміщення. Уведення додатних значень приведе до збільшення об'єму тіла, введення від'ємних значень – до його зменшення.

Звуження (скіс) грані з заданим кутом (рис. 12.2) можна здійснити за допомогою опції **коНус (Taper)**. 

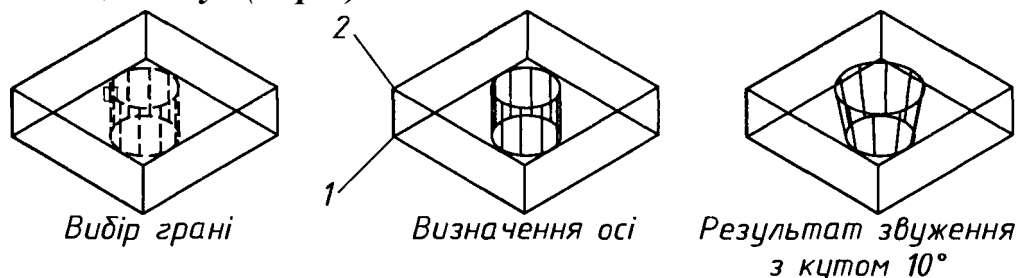





Рисунок 12.2. Скіс грані

Напрямок відліку кута при здійсненні даної операції залежить від послідовності вибору точок, що визначатимуть вісь звуження. Після вибору граней потрібно вказати першу (базову) точку (т.1), що визначатиме вісь звуження. На наступний запит потрібно вказати другу точку цієї осі (т.2). Далі треба ввести значення кута, яке може лежати в межах від -90° до $+90^\circ$. При додатних значеннях кута відбувається звуження всередину, при від'ємних – назовні.


Видалення граней, включаючи спряження та фаски, можна за допомогою опції **Удалить (Delete)**.  Після закінчення вибору граней AutoCAD видаляє їх, дещо змінюючи при цьому грані, що залишилися, для збереження суцільності тіла.

Копіювання граней та перенесення їх в інше місце дозволяє опція **Копировать (Copy)**.  Копіювання плоскої грані створює область (об'єкт типу Region), а копіювання криволінійної грані – тіло (об'єкт типу Body).

Після вибору граней для редагування треба вказати базову точку, відносно якої буде здійснюватися переміщення створеної копії та нове положення базової точки або натиснути *Enter*.


Зміна кольору граней твердого тіла можлива за допомогою опції **Цвет (Color)**.  Після закінчення вибору граней відкривається діалогове вікно **Выбор цвета (Select Color)**, в якому можна вибрати новий колір грані.

2. Після переходу в режим редагування ребер (вибором опції **Ребро (Edge)** команди **РЕДТЕЛ (SOLIDEDIT)**) відображається запит, у відповідь на який потрібно вибрати опцію.


Копіювання ребер виконується опцією **Копировать (Copy)**. 

З її допомогою можна створити копію ребра твердого тіла (як лінію, дугу, коло, еліпс або сплайн) і перенести її в інше місце. Після вибору опції потрібно вибрати ребра для редагування або одну із запропонованих опцій. Після вибору

ребер потрібно вибрати базову точку, відносно якої буде здійснюватися переміщення створеної копії та вказати нове положення базової точки або натиснути *Enter*.

Зміна кольору ребер твердого тіла можлива за допомогою опції **Цвет (Color)**  Після закінчення вибору ребер відкривається діалогове вікно **Выбор цвета (Select Color)**, в якому можна вибрати новий колір.

3. Після переходу в режим редагування тіла в цілому (вибором опцій *Тело ACIS (Body)* команди **РЕДТЕЛ (SOLIDEDIT)**) відображається запит, у відповідь на який потрібно вибрати опцію.

Опція **Клеймить (Imprint)**  дозволяє створити на вибраному тілі відбиток іншого об'єкта (рис. 12.3). Об'єкт, з якого робиться відбиток, повинен перетинати одну або більше граней вибраного тіла. Створений відбиток є новою гранню і може редагуватися. Для створення відбитків можна використовувати відрізки, дуги, кола, 2D та 3D полілінії, області та тіла.

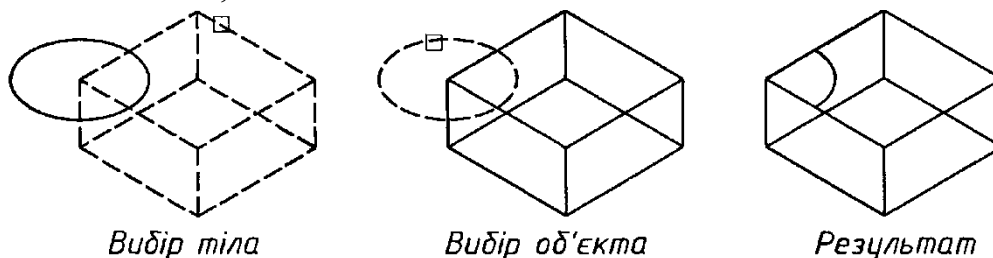




Рисунок 12.3. Створення відбитків

Після вибору опції AutoCAD відображає запит на вибір твердотілого об'єкта. Далі потрібно вибрати об'єкт для створення відбитка. Наступним виводиться запит на видалення вихідного об'єкта. У відповідь слід ввести літеру *Д (Y)*, якщо потрібно, щоб об'єкт, з якого робиться відбиток, був видалений, або натиснути *Enter*, щоб об'єкт залишився.

Розділення твердих тіл, які не мають спільних об'ємів, на окремі твердотілі об'єкти можна за допомогою опції **Разделить (seParate solids)**. 

Опція **оболочка (Shell)**  дозволяє створити з вибраного тіла пустотілий об'єкт з оболонкою заданої товщини та вікнами на місці вказаних користувачем граней (рис. 12.4).

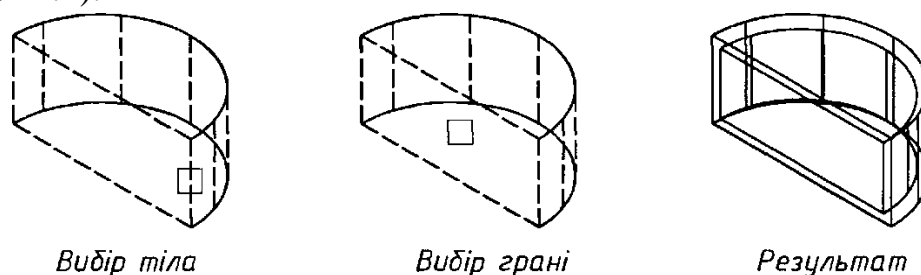


Рисунок 12.4. Створення оболонки з твердого тіла

У цьому режимі потрібно вказати тверде тіло, вибрати одну або більше граней, що не повинні брати участь у створенні оболонки (на їх місці будуть створені вікна),

або вибрати опцію. Слід зазначити, що грані в даному режимі краще вибирати, вказуючи не суміжне ребро, а точку в межах потрібної грані, оскільки при виділенні ребра вибираються одразу дві грані. Далі треба вказати значення товщини оболонки. Додатне значення створює оболонку зміщенням граней усередину тіла, від'ємне – зміщенням назовні.

За допомогою опції **Упростити (Clean)** 🗑️ можна видалити наявні на гранях відбитки та лінії розділу.

За допомогою опції **Перевірити (Check)** ✅ можна перевірити, чи вибраний об'єкт є правильним ACIS-тілом. Тільки такі тіла можуть оброблятися операціями редагування. У відповідь на запит потрібно вибрати тверде тіло для перевірки. У разі правильності виводиться повідомлення *Объект является корректным телом ACIS (This object is a valid ACIS solid)*.

Допускається вносити зміни до геометрії 3D-тіла, використовуючи ручки.

ТЕМА 13. Каркасні та поверхневі моделі

1. Особливості каркасних моделей.
2. Поверхневі моделі та їх складові.

1. Як вже згадувалося, AutoCAD підтримує три типи просторових моделей : каркасні, поверхневі і твердотілі. **Каркасні моделі** (wireframe) – це об'єкти, поміщені в тривимірний простір, які складаються з точок, ліній і тривимірних поліліній. Вони не мають поверхонь і об'єму.


Візуально каркасна модель нагадує дротяну конструкцію і при зміні візуального стилю відображення не змінює свою скелетну структуру. Особливих переваг в порівнянні з іншими 3D-об'єктами каркаси не мають, швидше навпаки, якщо взяти до уваги значні витрати часу на моделювання або візуальне сприйняття подібної моделі як тривимірного об'єкту. Проте їх використання дозволяє:

- розглядати об'єкт з будь-якої точки зору, а також в орбітальних режимах;
- при необхідності отримувати ортогональні і перспективні види;
- визначати і оцінювати взаємне розташування елементів каркаса в тривимірному просторі;
- створювати на основі каркасів моделі 3D-сіток.

З каркасних моделей власне і почалося усе тривимірне моделювання в AutoCAD. Кожен складовий елемент каркаса (плоский примітив) створюється і орієнтується в просторі незалежно від інших об'єктів і з цієї причини трудовитрати на побудову каркасної моделі значно вищі, ніж наприклад, на створення такої ж твердотільної моделі.


В AutoCAD для побудови каркасних моделей застосовуються інструменти 2D-графіки: Точка; Відрізок; Дуга; Прямокутник; Багатокутник; Круг; Еліпс; Сплайн.


Плоскі об'єкти при створенні каркасної моделі малюються в площинах, орієнтованих потрібним чином в просторі за допомогою систем координат користувача (ПСК). Для цього спочатку в просторі встановлюється потрібна система координат, в площинах паралельних площині XY якої і викреслюються ці примітиви.

Тому при кресленні в просторі координата Z задається тільки для першої точки (далі координата Z використовується за умовчанням). Виняток становить команда креслення відрізка **ОТРЕЗОК (LINE)** , яка дозволяє будувати відрізки з довільною орієнтацією в просторі, тому при її виконанні слід вводити всі 3 координати точок, що вводяться.

Окрім команди **ОТРЕЗОК (LINE)**, що дозволяє будувати тривимірні відрізки в просторі, в AutoCAD є команда **ЗДПЛИНИЯ (3DPOLY)**, за допомогою якої створюються просторові полілінії, що складаються тільки з лінійних сегментів. Це тривимірний аналог команди **ПЛИНИЯ (PLINE)**. Команда **ЗДПЛИНИЯ (3DPOLY)** подібна до плоскої команди, але має наступні обмеження:

- за допомогою цієї команди не можна малювати дуги в просторі;
- просторовим полілініям не можна надавати ширину;
- просторові полілінії не можуть будуватися переривчастими типами ліній.

Для редагування тривимірних поліліній використовується команда **ПОЛРЕД (PEDIT)** , яка дозволяє замкнути або розімкнути просторову полілінію, змінити положення її вершин та виконати згладжування полілінії сплайном. Командою зручно користуватися для побудови просторових кривих, які виходять згладжуванням просторової полілінії. Цією командою можна також згладжувати і редагувати багатокутні сітки.

Команда **СПИРАЛЬ (HELIX)**  надає можливість побудови плоскої або просторової кривої у формі спіралі. Окрім каркасних пружин спіралева крива використовується як траєкторії при побудові 3D-тіл і поверхонь.

Для створення спіралі задаються наступні параметри:

- радіус нижньої основи спіралі;
- радіус верхньої основи спіралі;
- число витків;
- висота витка (крок між витками);
- напрям обертання (намотування).

Також каркасні моделі можна створювати на основі поверхневих та твердотільних моделей. Для цього використовується операція витягання ребер, яка реалізовується командою **ИЗВЛРЕБРА (XEDGES)**. При витяганні ребер потрібно вибрати тривимірний об'єкт і всі його ребра будуть скопійовані у вигляді відрізків чи дуг.

2. При моделюванні просторових об'єктів поверхнями створюються не лише ребра, але і грані об'єктів. Самі поверхні у свою чергу апроксимуються плоскими мозаїчними шматочками, утворюючи структуру, що називається сіткою. Зігнуті поверхні можна також створювати в тривимірному просторі за допомогою плоских поліліній заданої ширини і висоти. Крім того, AutoCAD дозволяє формувати тривимірні об'єкти з комбінації типових поверхневих форм, таких як паралелепіпед, циліндр, сфера, клин і тор.

Поверхня – це тонка оболонка нульової товщини, що не має фізичних властивостей, таких як маса, об'єм, центр мас, і тому подібне.

У AutoCAD можливе створення поверхонь декількома способами:

- створення поверхонь на основі форм профілів (замкнених або розімкнутих контурів) і кривих шляхом витискування, обертання, зсуву по траєкторії або перерізах;
- створення поверхонь на основі інших поверхонь шляхом задання переходу, замикання, зміщення, сполучення і подовження;
- перетворення існуючих 3D-тіл, поверхонь і сіток в процедурні поверхні, тобто асоціативні поверхні без керуючих вершин;
- перетворення процедурних поверхонь в NURBS-поверхні з керуючими вершинами.

При створенні поверхонь часто використовуються такі властивості, як неперервність поверхні і величина прогину, які можна задавати за допомогою спеціальних ручок.

До деяких типів поверхонь можна застосовувати процедури об'єднання, віднімання і перетину. Наприклад, якщо з NURBS-поверхні відняти 3D-тіло, то в результаті може вийти паз або отвір відповідної форми.

Для створення стандартних поверхонь використовується команда **3М (3D)**, після виклику якої потрібно вибрати опцію для створення потрібної поверхні. Після вибору фігури система видає запити на її характерні точки (вершини чи радіус основи, висоту тощо). Можна побудувати наступні поверхні: паралелепіпед (куб); клин; сферу; піраміду (зрізану піраміду); конус (зрізаний конус); купол; чашу; тор.

Каркас з довільно орієнтованими в просторі ребрами можна закрити поверхнями, що створюються тривимірною командою **3ДГРАНЬ (3DFACE)**, яка створює їх з плоских граней з трьома або чотирма ребрами.

Грані можна стикувати між собою. Команда має наступні особливості:

- не можна створювати плавні криволінійні поверхні;
- поверхням не можна надавати товщину;
- з тривимірної багатогранної поверхні можна створити тіло операцією видавлювання.

Для створення багатокутних граней та поверхонь, грані яких не лежать в одній площині, використовується команда **ПГРАНЬ (PFACE)**. Особливості команди:

- команда дозволяє будувати мережі з довільною орієнтацією тривимірних поверхонь в просторі;
- кожна грань може мати довільне число ребер, а ребра, розташовані в одній площині, не показуються;
- уся поверхня розглядається як один об'єкт;
- якщо поверхня розташована в декількох площинах, кожній площині можна присвоїти власний шар і колір;
- можливе розчленовування поверхні на тривимірні грані.

ТЕМА 14. Твердотільні моделі

1. Елементи твердотільного моделювання.
2. Виконання розрізів та побудова перерізів.


1. Твердотільне моделювання є потужним та зручним засобом проектування. Хоча створення тривимірних моделей може виявитися складнішим та тривалішим у часі, ніж побудова двовимірних інженерних виглядів об'єкта, моделювання за допомогою твердих тіл має ряд переваг. Воно дозволяє:

- розглядати об'єкт з різних точок зору;
- автоматично створювати необхідні стандартні та додаткові вигляди;
- розфарбовувати та тонувати об'єкти для одержання реалістичного зображення;
- експортувати модель в інші програми для створення анімацій;
- здійснювати інженерний аналіз;
- отримувати дані, необхідні для виробничого процесу.

Тверді тіла можна створювати на основі наявних в AutoCAD базових форм (примітивів), а також за допомогою видавлювання (екструзії) двовимірного об'єкта вздовж заданого напрямку або обертання двовимірного об'єкта навколо осі. Складніші форми можна створювати шляхом об'єднання, віднімання або перетину тіл. Далі тверді тіла можна редагувати шляхом зняття фасок або скруглення їх ребер. Грані твердого тіла легко піддаються маніпулюванню, не вимагаючи при цьому нових геометричних побудов чи виконання булевих операцій. AutoCAD також надає засоби для виконання розрізів та перерізів тіл.

Тверді тіла зберігають інформацію про свої об'ємні властивості, такі як об'єм, момент інерції і центр мас. Їх легше будувати і редагувати, ніж каркасні моделі і сітки. До подавлення невидимих ліній, розфарбовування або тонування вони мають зовнішній вигляд, аналогічний каркасним моделям. AutoCAD має спеціальні засоби для управління відображенням твердих тіл на екрані залежно від вибраного способу перегляду моделі.

Команди редагування, які використовуються при побудові плоских креслень, повністю або з певними обмеженнями можуть використовуватися для редагування твердих тіл. Тільки плоскі команди **ВРАЩАТЬ (ROTATE)**, **ЗЕРКАЛО (MIRROR)**, **МАССИВ (ARRAY)** мають просторові аналоги.

Для повороту об'єктів в просторі навколо довільної осі служить команда **3-ПОВЕРНУТЬ (ROTATE3D)** . Після її запуску потрібно вибрати тіло, вказати вісь обертання і значення кута повороту. При виборі осі обертання можливі опції:

Об'єкт (Object) – вказується відрізок, коло, дуга, сплайн чи плоска полілінія. Якщо вибрано коло чи дуга, то вісь обертання починається в центрі об'єкту перпендикулярно до його центру.

Последняя (Last) – повторно використовується остання вісь повороту.

Вид (View) – вісь повороту суміщена з напрямком погляду на поточному видовому екрані і проходить через вказану точку.

Хось, Уось, Зось (Xaxis, Yaxis, Zaxis) – вісь повороту проходить через вказану точку паралельно вибраній осі поточної системи координат.

2точки (2points) – за двома точками, які вказуються користувачем (використовується за замовчанням).

Команда **3-МАССИВ (3DARRAY)** призначена для створення копій вибраних об'єктів у вигляді тривимірних масивів. Для створення прямокутного масиву необхідно задати кількість рядків, стовпців та рівнів і відстані між ними. Для створення кругового масиву вказуються кількість копій, кут заповнення та вісь повороту за двома точками.

Команда **3-ЗЕРКАЛО (MIRROR3D)** створює зеркальне відображення об'єктів відносно заданої площини. При цьому вихідні об'єкти можна видалити або залишити в кресленні. При виборі дзеркальної площини можливі наступні опції:

Об'єкт (Object) – використовується площина, в якій лежить плоский об'єкт (відрізок, дуга, коло, сплайн тощо).


Последняя (Last) – повторно використовується остання дзеркальна площина.

Вид (View) – площина, що паралельна поточному виду і проходить через вказану точку.


Зось (Zaxis) – вказується вісь, яка задає в якості дзеркальної перепендикулярну їй площину. Спочатку вказується початок осі – точка в дзеркальній площині, а потім будь-яка друга точка осі.

XU, YZ, ZX – дзеркальна площина проходить через вказану точку паралельно до вибраної координатної площини поточної системи координат.

3точки (3points) – площина задається трьома точками, які вказуються користувачем (використовується за замовчанням)

Команда **ВИРОВНЯТЬ (ALIGN)**  дозволяє перемістити і повернути один з двох об'єктів так, щоб вирівняти його з іншим об'єктом. Вирівнювання виконується послідовним вказанням трьох пар точок, одна з яких знаходиться на

об'єкті, що переміщується, а інша – на цільовому об'єкті. Також може виконуватися одночасне масштабування об'єкту, що переміщується.

2. Розрізати твердотільний об'єкт заданою площиною можна за допомогою команди **РАЗРЕЗ (SLICE)**. 


Після запуску команди слід вибрати один або кілька твердотільних об'єктів. Далі потрібно вказати точку, вибрати опцію або натиснути *Enter*. При вказуванні точки січна площина визначається трьома точками. Після визначення положення січної площини AutoCAD пропонує вказати, яку з двох частин, що утворилися в результаті розрізання, слід залишити. У відповідь потрібно вказати точку на тій частині тіла, яку потрібно залишити, або вибрати опцію *Обе (Both)*, щоб залишити обидві частини.


Опції: плоский Объект (Object) – дозволяє розрізати об'єкт площиною, в якій лежить плоский (двовимірний) об'єкт. Після вибору цієї опції видається запит на вибір плоского об'єкта, що визначить січну площину.

Зось (Zaxis) – дозволяє визначити січну площину за напрямом нормалі до неї. Спочатку потрібно вказати точку, через яку має проходити січна площина, а потім – точку на нормалі до площини.

Вид (View) – дозволяє розрізати об'єкт площиною, перпендикулярною до напрямку погляду. Потрібно вказати точку, через яку повинна проходити ця площина.

XU, YZ, ZX – дозволяють розрізати об'єкт площинами, паралельними до відповідних координатних площин. У відповідь на запит, що виводиться після вибору однієї з цих опцій, потрібно вказати точку, через яку має пройти площина.

Команда **РАЗДЕЛИТЬ (SEPARATE)**  призначена для розділення складених 3D-тіл, частини яких не мають спільного об'єму, на окремі тіла. Такі складені об'єкти можуть утворюватися після виконання операцій видавлювання контуру, віднімання та перетину твердих тіл чи їх розрізання.

Для побудови перерізу об'єкта використовується команда **СЕЧЕНИЕ (SECTION)**.  Функціонування команди **СЕЧЕНИЕ (SECTION)** майже повністю збігається з функціонуванням команди **РАЗРЕЗ (SLICE)**. Різницею є лише те, що команда не розрізає вихідний об'єкт, а створює область (region), що є перерізом вихідного об'єкта заданою площиною.

Отриманий переріз можна перемістити та заштрихувати. Слід пам'ятати, що перед штрихуванням потрібно змінити систему координат таким чином, щоб площина *XU* збігалася з площиною перерізу.

ТЕМА 15. Компоновка моделей

1. Створення компоновок.
2. Видові екрани.

1. AutoCAD надає проектувальнику два простори для роботи: простір моделі та простір аркуша. Створення об'єктів (двовимірних чи тривимірних) відбувається у просторі моделі – тривимірному просторі, який пропонується за умовчанням відразу ж після відкриття вікна графічного редактора. Для оформлення та виведення на друк креслень розроблених об'єктів AutoCAD пропонує засіб компоновок простору аркуша.

Компоновка креслення на папері є важливим етапом проектування. Будь-яке креслення, навіть те, що відображає одну модель, може бути організоване багатьма способами. Компоновки простору аркуша дозволяють переглянути креслення перед його виводом на друк. Завдяки підходу WYSIWYG (What you see is what you get – що бачите, те і отримуєте), який застосовано в компоновках, можна легко уявити, як виглядатиме роздруковане креслення. Компоновки значно полегшують процес виведення на друк, хоча можна друкувати і з простору моделі.

При створенні нового креслення AutoCAD автоматично створює одну закладку моделі (Model), яка відразу ж активізується, і дві закладки компоновок (Layout). Закладку Модель, що використовується для створення об'єктів, не можна ні видалити, ні перейменувати. Щодо закладок компоновок, то їх можна перейменовувати, видаляти та створювати нові.

Для роботи з компоновками використовується команда **ПЛИСТ (LAYOUT)**, яка пропонує наступні опції:

Копировать (Copy) – створює копію компоновки під новим ім'ям або під тим самим, якщо нове ім'я не задається.

Удалить (Delete) – видаляє компоновку.

Новый (New) – створює нову компоновку з ім'ям, яке задається користувачем, або з ім'ям Лист #, де # – наступний по порядку номер компоновки.

Шаблон (Template) – створює нову компоновку на базі наявного шаблону або на базі наявного креслення. При цьому компоновка (і вся геометрія) шаблону або креслення переноситься в поточне креслення.

Переименовать (Rename) – перейменовує компоновку.

Сохранить (Saveas) – зберігає компоновку. Усі компоновки зберігаються як файли шаблонів.

установить (Set) – робить вибрану компоновку поточною.

? – дає перелік імен компоновок, створених у даному кресленні.

Розглянуті вище операції зі створення, збереження, перейменування, копіювання та видалення компоновок зручно здійснювати за допомогою контекстного меню, для виклику якого потрібно помістити курсор над закладкою *Layout* та натиснути праву кнопку миші.

При переході з простору моделі до створення компоновки (при виборі закладки Layout) AutoCAD перемикається в простір аркуша і відкриває діалогове вікно **Параметры листа** (Page Setup) (рис. 15.1), яке надає можливість вибрати пристрій виведення, встановити розмір аркуша, коефіцієнт масштабування, орієнтацію креслення тощо. Зроблені установки зберігаються разом з компоновкою.

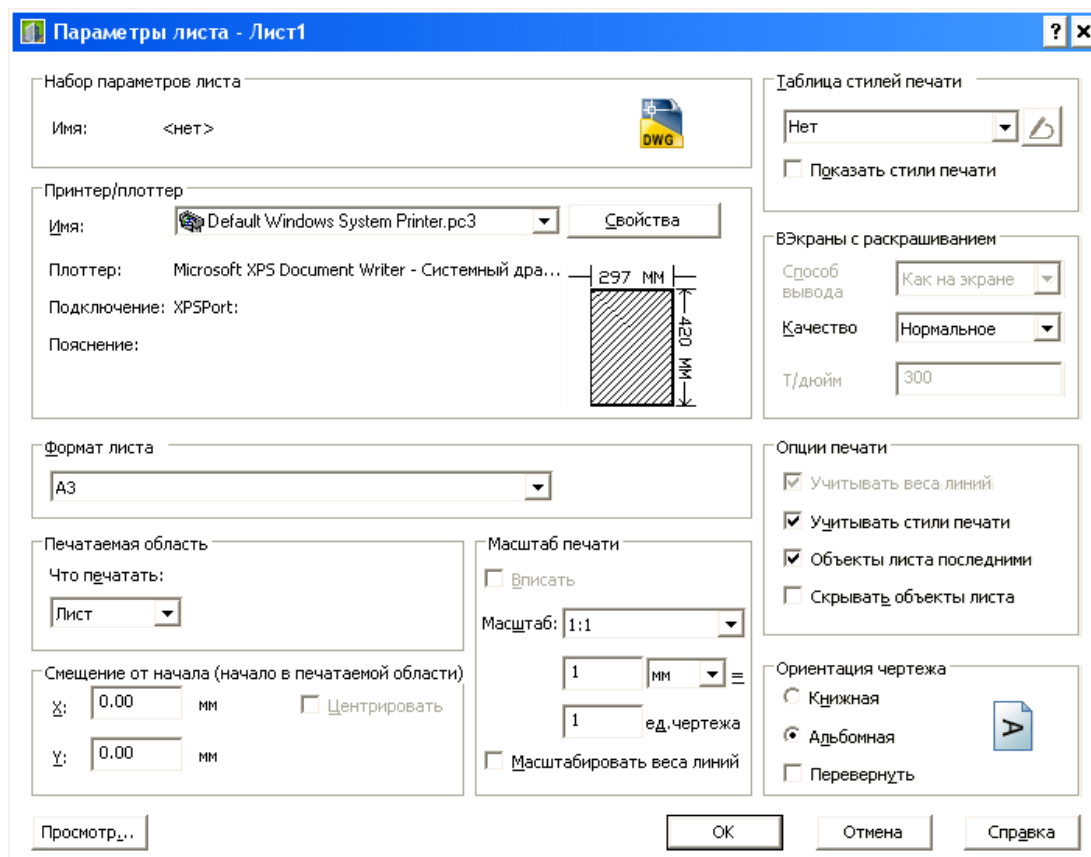


Рисунок 15.1. Діалогове вікно *Параметры листа* (Page Setup)

Одне креслення може містити декілька компоновок, і з кожною компоновкою може бути пов'язаний свій набір параметрів сторінки. Конфігурація параметрів сторінки може бути збережена і застосована до іншої компоновки.

В зоні конфігурації пристрою графічного виводу зі списку імен файлів конфігурації слід вибрати відповідний .pc3-файл. У зоні таблиці стилів креслення зі списку потрібно вибрати ім'я таблиці стилів друку. Слід пам'ятати, що тип таблиці стилів (залежних від кольору чи іменованих), встановлюється автоматично на початку роботи над кресленням.

Діалогове вікно містить ряд параметрів, призначених для вибору формату та одиниць вимірювання аркуша, орієнтації зображення (портретна чи ландшафтна), коригування положення зображення на аркуші, встановлення масштабу та визначення межі області зображення, що виводиться на друк, а саме:

- *Границы (Limits)* – на друк виводиться зображення в межах границь креслення. Якщо вивід здійснюється з простору аркуша, то замість цього перемикача

відображається перемикач *Лист (Layouts)*, що задає область виведення в межах, встановлених для компоновки.

- *Лист (Extents)* – на друк виводиться область креслення, зайнята графічними об'єктами.
- *Екран (Display)* – на друк виводиться поточне зображення на моніторі.
- *Рамка (Window)* – задає режим виводу зображення, вибраного рамкою.

2. При роботі у просторі моделі, якщо на екрані присутні кілька **видових екранів**, то редагування, що здійснюється в одному з них, має вплив на решту хоча екранне збільшення, напрям погляду, інтервали видимої сітки та кроку можуть бути різними. Екрани виглядів у просторі моделі прилягають один до одного і не можуть перекриватися. У компоновках створюються так звані плаваючі екрани виглядів (Floating Viewports). Вони не є фіксованими, їх можна змінювати за розмірами, переміщувати, копіювати, вимикати та видаляти. Масштабування і розтягування плаваючих екранів не впливає на зображення, що в них знаходяться. AutoCAD автоматично визначає тип екрану, що створюється, виходячи з того, в якому просторі виконується робота.

Плаваючі екрани виглядів, що створюються в компоновках простору аркуша, можна розглядати як самостійні об'єкти AutoCAD, що містять вигляди простору моделі. З цієї причини в просторі аркуша редагувати модель не можна. Щоб модель стала доступною для редагування, потрібно перемкнутися в режим простору моделі одним із наступних способів:

- перейти на закладку Модель (Model);
- активізувати плаваючий екран, помістивши в нього курсор і двічі натиснувши клавішу миші.

Останній спосіб забезпечує перехід до режиму простору моделі з простору аркуша. У цьому разі можна редагувати модель і бачити компоновку аркуша.

Дії, що здійснюються в активному екрані, здійснюються у просторі моделі, а отже відображаються в усіх екранах простору аркуша. Уникнути цього дозволяє наявна в просторі аркуша можливість заморожування і розморожування окремих шарів індивідуально в кожному плаваючому екрані. Це означає, що будь-який об'єкт простору моделі можна зробити невидимим в одному екрані, заморозивши його шар, і видимим в іншому. Таким чином в кожному з екранів можна отримати різну геометрію. Заморожування та розморожування шарів в окремих екранах можна здійснити через діалогове вікно **Диспетчер слоев (Layer Properties Manager)** або за допомогою команди **ВСЛОЙ (VP LAYER)**.

Діалогове вікно **Диспетчер слоев (Layer Properties Manager)**, відкрите у режимі простору аркуша, дещо відрізняється від вікна, що відкривається у режимі простору моделі. У режимі простору аркуша це вікно містить дві додаткові колонки:

- *Замороженный на ВЭ (Current VP Freeze)* – дозволяє заморозити (розморозити) певний шар у поточному на даний момент екрані вигляду;
- *Замороженный на новом ВЭ (New VP Freeze)* – дозволяє заморозити (розморозити) той чи інший шар в екрані, що буде після цього створено.

Призначаючи видимість шарам в окремих екранах виглядів, слід пам'ятати, що глобальне заморожування шару, яке здійснюється піктограмами колонки *Заморозити (Freeze in all VP)*, не може бути відмінено розморожуванням його в окремому екрані.


Для створення екранів виглядів застосовуються команда **ВЭКРАН (VPOR TS)**, яка відкриває діалогове вікно **Видовые экраны (Viewports)**. Дане діалогове вікно пропонує кілька стандартних конфігурацій екранів виглядів, які можна використати при створенні компоновок аркушів креслення.

ТЕМА 16. Рендеринг та створення фотореалістичних зображень

1. Робота з текстурами матеріалів.
2. Освітлення об'єктів.
3. Тонування зображень просторових моделей.

1. Призначення матеріалів об'єктам креслення дозволяє підвищити ефект реалістичності, який зазвичай досягається установкою візуального стилю відображення моделі.

У комплект AutoCAD входить *бібліотека матеріалів*, що містить більше 700 матеріалів і понад 1000 текстур. Бібліотека призначена тільки для читання, проте користувач має можливість призначати матеріали об'єктам креслення, а також копіювати їх в поточне креслення з метою редагування і зберігання у власній бібліотеці.

Доступ до бібліотек матеріалів забезпечує команда **МАТЕРИАЛЫ (MATERIALS)** , яка відкриває палітру інструментів **Материалы (Materials Browser)**. Палітра інструментів включає три основних компоненти:

1. Панель інструментів – містить кнопки коригування розмірів та форми зразків, присвоєння матеріалу і кнопку створення нового матеріалу.
2. Матеріали в документі – відображує усі матеріали, збережені в поточному кресленні.
3. Дерево параметрів – відображує детальні відомості про всі властивості конкретного матеріалу з можливістю їх редагування.

Вибраний матеріал допускається призначати поверхні, грані (граням), одному об'єкту або відразу усім об'єктам одного шару. Призначити матеріал об'єкту досить просто і це можна зробити двома способами: виділити об'єкт, а потім


клацнути лівою кнопкою мишки на зразку матеріалу вибраної категорії в палітрі інструментів **Материалы**; або перетягнути зразок вибраного матеріалу на об'єкт.

Для призначення матеріалу декільком об'єктам креслення необхідно їх виділити і натиснути на панелі інструментів кнопку *Назначить материал для объектов (Assign to Selection)*.

Матеріал об'єктам допускається призначати шару, в якому вони розміщені. Такий спосіб зручно застосовувати у тому випадку, якщо типових об'єктів в поточному кресленні багато і його структура має пошарову організацію. Для цього використовується команда **МАТЕРИАЛПРИСВ (MATERIALATTACH)**, яка відкриває діалогове вікно **Параметры назначения материалов (Material Attachment Options)**. В ньому потрібно перетягнути піктограму із зразком матеріалу з лівої половини вікна на рядок з ім'ям необхідного шару в праву половину і натиснути кнопку *OK*. Перш ніж призначати об'єктам шару вибраний матеріал його потрібно імпортувати в поточне креслення. Ця процедура виконується простим перетаскуванням піктограми із зразком матеріалу з палітри інструментів **Материалы (Materials Browser)** у вільне місце робочого простору поточного креслення.

У AutoCAD закладені можливості зміни властивостей стандартного матеріалу або створення нового. Створення нового матеріалу, як правило, диктується наступними обставинами:

- відсутністю відповідного матеріалу в стандартній бібліотеці матеріалів;
- необхідністю в поточному кресленні призначити об'єктам матеріал, створений на основі текстури.

Новий матеріал створюється в палітрі інструментів **Материалы (Materials Browser)**. Матеріал можна створити на основі копії існуючого стандартного матеріалу або на основі вибраного типу. Якщо натиснути на кнопку *Создание нового материала (Create Material)* , то розкриється список доступних типів матеріалів. Створеному матеріалу призначається унікальне ім'я і редагуються його властивості.

Після вибору типу матеріалу необхідно задати його властивості. Оскільки кожен тип матеріал характеризується рядом своїх унікальних властивостей, то стають доступними функції керування властивостями матеріалу, кількість яких визначається залежно від вибраного типу. Нижче приведений перелік властивостей, що формує зовнішній вигляд і відбиваючу здатність поверхні для матеріалу, вибраного на основі типу *Пользовательский (Generic)*:

- *Колір (Color)*. Колір на різних ділянках поверхні може розрізнятися. Поверхні, не освітлені безпосередньо, здаються темнішими, ніж ті, на котрі безпосередньо падає світло;

- *Дифузний колір (Image)*. Управління базовою картою дифузних кольорів для матеріалу. Дифузний колір – це колір, який відбивається об’єктом при його освітленні прямим денним або штучним світлом;

- *Виведення зображення (Image Fade)*. Управління композицією базового кольору і дифузного віддзеркалення. Редагування цієї властивості можливе тільки при використанні текстур або процедурних карт;

- *Блиск (Glossiness)*. Відбиваюча здатність поверхні матеріалу – визначальна міра її глянцевої або матовості. Імітація точкових відблисків створює ілюзію глянуватості матеріалу. Відблиски більшої площі, що мають колір близький до основного кольору матеріалу, створюють ефект матовості;

- *Коефіцієнт заломлення (Refraction)*. Параметр визначає зміну напрямку світлового променя при проходженні через напівпрозорі матеріали. В результаті крізь цей матеріал інші об’єкти видно в спотвореному виді. Наприклад, для води коефіцієнт заломлення дорівнює 1,33, а для алмазу – 2,3;

- *Прозорість (Transparency)*. Властивість матеріалу не лише пропускати світло, але і розсіювати його усередині себе. Повністю прозорий об’єкт – це такий об’єкт, через який проходить світло. Міра прозорості вимірюється в долях одиниці: при значенні 1,0 матеріал повністю прозорий, а при значенні 0 матеріал стає непрозорим.

- *Самосвечення (Self-Illumination)*. Властивість матеріалу надавати об’єкту ефект випромінювання світла, незалежно від освітлення його зовнішніми джерелами. На інші об’єкти таке світло не відкидається;

- *Текстури (Textures)*. Дозволяє вибрати тип накладення текстур або тип процедурної карти для розсіяння світла та прозорості матеріалу.

Після того, як заданий тип і визначені властивості матеріалу, його можна призначати об’єктам креслення, але якщо результат не влаштовує, то роботу над створенням матеріалу слід продовжити.


Зображення, що призначаються для матеріалів, називають картами. Карты використовуються для підвищення реалістичності матеріалу. Для одного і того ж матеріалу можна використовувати різні карти і створювати вкладені карти. Для отримання складної структури матеріалу у рамках кожного включеного каналу карт можна вибрати **карти текстур** (растрових зображень) або **процедурні карти**.


При створенні матеріалу з текстурою на основі растрового зображення необхідно вибрати файл зображення, який буде відкритий в поточному кресленні і його зображення буде накладено на зразок створеного матеріалу. Візуально результат можна заздалегідь оцінити у вікні попереднього перегляду матеріалів.


Другий тип накладення припускає використання як текстур процедурних карт. На відміну від растрових зображень процедурні карти формуються за допомогою математичного алгоритму і можуть бути як дво-, так і тривимірними.


Незалежно від типу накладення властивості текстур допускається змінювати. У області попереднього перегляду відображується зразок текстури і усі зміни, які вносяться до її параметрів. Існує можливість задати зміщення та кут повороту створеної текстури, змінити її масштаб.

Форма матеріалу з накладеною текстурою не завжди відповідає геометричній формі об'єкту, тому для корекції накладення використовуються інструменти, з допомогою яких на гранях об'єкту виконується налаштування орієнтації текстури. Їх виклик виконується командою **МАТЕРИАЛСОТВ (MATERIALMAP)** з наступними опціями:

 *Плоскость (Planar Mapping)* – використовується для корекції накладання текстури на грань об'єкту, зображення не спотворюється, а тільки масштабується для вписування в об'єкт;

 *Прямоугольник (Box Mapping)* – корекція накладання на об'єкти коробчатої форми з повторенням на усіх його гранях;

 *Сферическая (Spherical Mapping)* – застосовується для накладання на об'єкти, що мають сферичну форму граней;

 *Цилиндрическая (Cylindrical Mapping)* – корекція накладання на об'єкти циліндричної форми, при якій горизонтальні краї текстури загинаються і з'єднуються, не зачіпаючи верх і низ об'єкту.

2. Додавання в поточне креслення джерел світла робить зображення більш реалістичним і підвищує рівень його візуального сприйняття. У більшості випадків компонування освітлення в кресленні припускає створення іменованого виду, що формує сцену. Освітлення сцени може бути природним або штучним.

При природному освітленні (світло сонця або місяця) напрям і кут падіння променів міняється залежно від часу доби, географічної широти і пори року. Штучне освітлення створюють джерела світла, яких в AutoCAD три: точкове, прожектор і віддалене (дистанційне). Зовнішній вигляд освітленої поверхні залежить від типу джерела світла, його властивостей і властивостей матеріалу самої поверхні, наприклад шорсткості, кольору або прозорості.

Для роботи з джерелами світла використовується команда **СВЕТ (LIGHT)**.

Джерела світла, що створюють штучне освітлення, мають типовий набір встановлюваних і регульованих параметрів:

- *Ім'я (Name)*, використовується для ідентифікації джерела по імені;
- *Тип (Type)*, ідентифікація за типом – точкове, прожектор або дистанційне;
- *Стан (On/Off Status)*, включає або відключає джерело;
- *Коефіцієнт інтенсивності (Intensity factor)*, параметр контролю яскравості;

- *Фотометрія (Photometry)*, задає додаткові властивості освітленню, що дозволяють зробити його відмінним від стандартного. Включає два підпараметри – *Інтенсивність (Intensity)* і *Колір (Color)*;

- *Тіні (Shadows)*, визначає стан і тип тіней, що відображуються – *Різкі (Sharp)*, *М'які з текстурами (Soft Mapped)* або *М'які за зразком (Soft Sampled)*;


- *Згасання (Attenuation)*, визначає послаблення світла залежно від відстані до джерела, використовується для точкового джерела і прожектора;

- *Колір фільтру (Filter color)*, встановлює колір джерела;

- *Друк позначень (Plot glyph)*, дозволяє виводити на друк позначення джерел світла (опція недоступна для дистанційного джерела).

У поточному кресленні за умовчанням встановлено два стандартні джерела, які рівномірно освітлюють об'єкти. Після активізації будь-якого з інструментів освітлення з'являється запит на автоматичне відключення стандартних джерел.

В процесі роботи можна змінювати властивості доданим джерелам, місце розташування і напрям світлового потоку, а також видаляти їх або зберігати на інструментальній палітрі для застосування в інших кресленнях.


Команда **ТОЧСВЕТ (POINTLIGHT)**  створює точкове джерело світла, яке використовується для створення загальних ефектів освітлення. Джерело випромінює світло у всіх напрямках до тих пір, поки йому не надана опція *Нацелений (Targeted)*.

Команда **ПРОЖЕКТОР (SPOTLIGHT)**  будує прожектор, який створює сфокусований світловий потік конічної форми направленої дії. У центрі конуса формується область максимальної інтенсивності – пляма яскравішого кольору, ближче до межі конуса інтенсивність світлового потоку слабшає.


Для орієнтації прожектора задаються координати двох точок: перша точка вказує його місце розташування в просторі, а друга (цільова точка) визначає координати цілі. Прожектор використовується для виділення конкретних об'єктів або ділянок сцени. Разом із загальними властивостями, характерними для призначених джерел світла, прожектор володіє ще двома:

- *Пляма (Hotspot)* – кут, що задає область найбільш яскравого світла (зони максимальної освітленості), значення за умовчанням 45°;


- *Спад освітленості (Falloff)* – кут, що визначає повний конус світла, значення за умовчанням 50°.

Команда **УДАЛСВЕТ (DISTANTLIGHT)**  створює віддалене джерело світла, яке випромінює паралельні промені тільки в одному напрямку і освітлює об'єкти з однаковою інтенсивністю світлового потоку незалежно від відстані. Напрямок випромінювання задається вказівкою на екрані двох точок – початкової точки і кінцевої. Джерело не має свого позначення (піктограми) в кресленні, не

займає певного положення і освітлює усю сцену повністю. Переважне застосування віддалених джерел – освітлення об'єктів і фону.

Команда **СПИСОК СВЕТ (LIGHTLIST)**  призначена для управління властивостями визначених користувачем джерел світла: точкових, прожекторів і віддалених.

Після того, як джерела створені, в більшості випадків потрібно внести зміни до їх параметрів, наприклад, змінити місцезрештування, зменшити інтенсивність, перевизначити тип тіней, що відображуються, і тому подібне. Використання списку джерел світла дозволяє видаляти існуючі джерела та редагувати їхні властивості за допомогою контекстного меню.

Імітація природного освітлення в кресленні дозволяє освітлювати сцену світлом, промені якого поширюються паралельно з постійною інтенсивністю. Для додавання в поточне креслення сонячного освітлення необхідно виконати коменду **СВОЙСТВА СОЛНЦА (SUNPROPERTIES)**  і в однойменній палітрі встановити для параметра *Стан (Status)* значення *Включено (On)*.

Палітра **Свойства солнца (Sun Properties)** включає великий набір параметрів, розділених на 5 розділів:


- *Загальні (General)* – задають стан джерела світла, його коефіцієнт інтенсивності, колір і необхідність рендерингу тіней;

- *Властивості неба (Sky Properties)* недоступний при встановленому в поточному кресленні значенні системної змінної LIGHTINGUNITS=0, дає можливість використовувати небо як псеводжерело світла при тонуванні і задає його коефіцієнт інтенсивності, врахування ефектів атмосфери, установки параметрів горизонту, додаткових параметрів і параметрів сонячного диска, які можна регулювати безпосередньо в розділі палітри властивостей.

- *Положення сонця (Sun Angle Calculation)* встановлює параметри прив'язки об'єкту до сонця, залежно від його географічного положення, а саме дату і час;

- *Відомості про тоноване зображення з тінями (Rendered Shadow Details)* – задає параметри типу тіней (різкі, нерізкі (з текстурою), нерізкі (область)), їх пом'якшення і кількість вибірок для сонячного диска.

- *Географічне положення (Geographic Location)* встановлює параметри географічного положення освітлюваного сонцем об'єкту.

Команда **ГЕОПОЛОЖЕНИЕ (GEOGRAPHICLOCATION)**  відкриває діалогове вікно **Географическое положение (Define Geographic Location)**, в якому задається широта і довгота об'єкту або вказується його положення на карті світу з прив'язкою до найбільших міст. При цьому часовий пояс оновлюється автоматично.

3. На початковому етапі візуалізації процедуру тонування можна виконувати без призначення матеріалів, джерел освітлення та ін. Кінцевим же продуктом реалістичної візуалізації є створення двовимірного, фотографічної якості

зображення сцени, тобто набору тривимірних об'єктів скомпонованих і представлених певним чином з додаванням призначеного користувачем освітлення, матеріалів, фону або візуальних ефектів навколишнього середовища.

Послідовність фотореалістичної візуалізації сцени:

- вибрати набір стандартних параметрів тонування;
- задати місце призначення візуалізації і визначити формат майбутнього зображення;
- виконати процедуру тонування сцени;
- зберегти отриманий результат.

Система візуалізації містить основні і ряд додаткових параметрів тонування. Кожен набір зберігає інформацію про параметри, що дозволяють системі візуалізації створювати зображення різної якості – від чорнового до презентаційного. За умовчанням встановлений набір *Средний (Medium)*.

У користувача є можливість вибору форми відображення тонованого зображення – на видовому екрані або у вікні тонування. Така форма відображення називається місцем призначення візуалізації. Місце призначення візуалізації задається в палітрі додаткових властивостей тонування. Тут же визначається і формат виведення зображення. За умовчанням місце призначення візуалізації визначене у вікні тонування з форматом виведення зображення 640x480 пікселів.

Команда **ТОНИРОВАТЬ (RENDER)**  призначена для виконання процедури тонування.


У тому випадку, якщо місцем призначення візуалізації визначено вікно тонування, після активізації команди **ТОНИРОВАТЬ (RENDER)** система візуалізації автоматично відкриває вікно тонування і опрацьовує зображення. Після завершення процедури тонування, зображення з'являється у вікні і створюється запис в журналі візуалізації. Це дуже зручно, оскільки з першої спроби отримати прийнятний результат вдається нечасто. Процедуру тонування можна виконувати багаторазово, змінюючи кожного разу налаштування, при цьому усі варіанти візуалізації додаються в журнал, що дозволяє відкривати, порівнювати і вибрати найкращий результат тонування. Для збереження результату з вікна тонування потрібно вибрати з журналу потрібний варіант візуалізації і виконати команду меню *Файл>Сохранить (File>Save)*.

Якщо ж місце призначення візуалізації задається на видовому екрані, результат тонування відображується безпосередньо на активному видовому екрані. При цьому запис в журнал візуалізації не створюється, відповідно відсутня можливість порівняння результатів.

Для того, щоб в кресленні відображувалися тіні від об'єктів, потрібно встановити хоч би одне джерело світла. Можна управляти відображенням тіні від одного або групи об'єктів. Для цього потрібно виділити об'єкти і викликати палітру властивостей командою **СВОЙСТВА (PROPERTIES)**. У палітрі розкрити розділ

3D-візуалізація (3D Visualization) і в пункті *Отображение теней (Shadow display)* вказати одну з опцій:

- *Отбрасываемая и принимаемая тень (Casts and Receives Shadows);*
- *Отбрасываемая тень (Casts shadows);*
- *Принимаемая тень (Receives shadows);*
- *Игнорировать тени (Ignore shadows).*

Модуль візуалізації AutoCAD може створювати тіні двома способами, використовуючи один з двох алгоритмів: накладення тіней або трасування променя. Для їх вибору використовується команда **РЕЖТОНИР (RPREF)** , що задає додаткові параметри тонування за допомогою одноіменної палітри.

Тіні, отримані в результаті застосування текстур тіней, засновані на растровому форматі карти тіней, який генерується системою візуалізації. Алгоритм забезпечує менш точні тіні з «м'якими» краями, але з іншого боку їх опрацювання виконується швидше, ніж трасування променя.

Рекомендована література

1. Корячко, В.П. Теоретические основы САПР [Текст] / В.П. Корячко, В.М. Курейчик, И.П. Норенков. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.
2. Ванін, В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD [Текст] / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.О. Надкернична. – К.: Каравела, 2005. – 336 с.
3. Хрящев, В.Г. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD [Текст] / В.Г. Хрящев, Г.М. Шипова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 224 с.
4. Уроки по проектированию AutoCAD 2002-2005 [Текст] / И.В. Григорьев, Т.Н. Засецкая, М.И. Иванов, Е.П. Петрова [и др.]. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 248 с.
5. Большаков, В.П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex [Текст] / В.П. Большаков, А.Л. Бочков, А.А. Сергеев. – СПб.: Питер, 2011. – 336 с.
6. Кунву, Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) [Текст] / Ли Кунву. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
7. Погорелов, В.И. AutoCAD: Трехмерное моделирование и дизайн [Текст] / В.И. Погорелов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 271 с.

Додаткові джерела інформації

1. Autodesk Students Community [Electronic resource] : [Web-site]. – Electronic data. – Autodesk Inc., 2018. – Access mode: <http://www.autodesk.com/education/home>
2. Форум – Autodesk Community [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Autodesk Inc., 2017. – Режим доступа: <https://forums.autodesk.com/t5/ruskiy/ct-p/165>
3. AutoCAD – YouTube [Electronic resource] : [Web-site]. – Electronic data. – YouTube LLC, 2018. – Access mode: <https://www.youtube.com/user/AutoCADExchange>
4. AutoCAD | Autodesk Knowledge Network [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Autodesk Inc., 2018. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad>
5. AutoCAD – Форум DWG.RU [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://forum.dwg.ru/forumdisplay.php?f=9>

Навчально-методична література

Сорочак А.П.

**Конспект лекцій
з курсу
«ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ В
БУДІВНИЦТВІ»**

для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
всіх форм навчання

Комп'ютерне макетування та верстка *А.П. Сорочак*

Формат 60x90/16. Обл. вид. арк. 6,56. Тираж 10 прим. Зам. № 2995.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4226 від 08.12.11.