

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Сучасні комп'ютерні технології у будівництві»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за
спеціальністю G 19 «Будівництво та цивільна інженерія»

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри
будівництва, урбаністики
та просторового планування
Протокол № 11 від 03.06.2025р.

Київ 2025

УДК 744:004 (075.8)

Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G 19 «Будівництво та цивільна інженерія» (Електронне видання) / Укл. З. С. Татарченко, Г. О. Татарченко - Київ: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2025. - 111 с.

Даний конспект лекцій є навчальним виданням для курсу «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві», який викладається для здобувачів вищої освіти будівельних спеціальностей.

Відповідно до програми курсу, в конспекті лекцій викладені теоретичні положення з наступних тем курсу: загальне введення в комп'ютерну графіку, склад і структура САПР, технології і засоби графічного моделювання в САД-системах, основи використання графічного редактора AutoCAD, оформлення креслень в AutoCAD, основні поняття тривимірного моделювання, керування виглядами у просторі, відображення тіл в тривимірному просторі, особливості виконання креслень в AutoCAD 3D, моделювання твердих тіл, модифікація твердих тіл, команди редагування об'єктів в 3D моделюванні, автоматичне створення екранів виглядів та ортогональних проекцій.

Стиль і обсяг викладу матеріалу носять технологічну спрямованість і передбачають наявність у здобувачів вищої освіти знань з курсу «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка у будівництві», які викладаються на початкових курсах.

Призначений для здобувачів вищої освіти спеціальності G 19 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання.

Укладачі:

З. С. Татарченко, ст. викладач

Г. О. Татарченко, д.т.н., професор

Рецензент

Н. І. Білошицька, к.т.н., доцент

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
ЛЕКЦІЯ №1. ТЕМА: ВСТУП. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ КУРСУ. ЗАГАЛЬНЕ ВВЕДЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНУ ГРАФІКУ	6
ЛЕКЦІЯ №2 ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЇ І ЗАСОБИ ГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В САД-СИСТЕМАХ.....	15
ЛЕКЦІЯ №3. ТЕМА: ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА AUTOCAD.....	24
ЛЕКЦІЯ №4. ТЕМА: ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ В AUTOCAD	34
ЛЕКЦІЯ №5. ТЕМА: ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	51
ЛЕКЦІЯ №6. ТЕМА: КЕРУВАННЯ ВИГЛЯДАМИ У ПРОСТОРІ. ВІДОБРАЖЕННЯ ТІЛ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ.....	60
ЛЕКЦІЯ №7. ТЕМА: ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ В AUTOCAD 3D.....	67
ЛЕКЦІЯ №8. ТЕМА: МОДЕЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ.....	78
ЛЕКЦІЯ №9. ТЕМА: МОДИФІКАЦІЯ ТВЕРДИХ ТІЛ.....	86
ЛЕКЦІЯ №10. ТЕМА: КОМАНДИ РЕДАГУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В 3D МОДЕЛЮВАННІ.....	95
ЛЕКЦІЯ №11. ТЕМА: АВТОМАТИЧНЕ СТВОРЕННЯ ЕКРАНІВ ВИГЛЯДІВ ТА ОРТОГОНАЛЬНИХ ПРОЕКЦІЙ.....	102
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	109

ВСТУП

Основними завданнями вивчення дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології в будівництві» є застосування інтерактивної комп'ютерної графіки при проектуванні об'єктів будівництва.

Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології в будівництві» є підготовка фахівців до самостійного вирішення професійних задач в галузі проектування, будівництва та експлуатації об'єктів і мереж шляхів сполучення, практичного використання методів комп'ютерного моделювання на ЕОМ. Метою лекційних занять дисципліни є забезпечення достатнього рівня теоретичних знань, необхідних для розуміння принципів проектування, ознайомлення студентів: з основами комп'ютерної графіки, геометричного моделювання; із сучасними інтерактивними графічними системами для рішення завдань автоматизації креслярсько-графічних робіт на прикладі графічного редактора AutoCAD.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати: сучасні системи автоматизованого проектування; основні принципи побудови систем автоматизованого проектування; способи виводу графічних матеріалів.

вміти: провести постановку інженерної задачі та утворення математичної моделі; самостійно здійснити вибір математичних методів рішення практичних задач будівництва; конструювати будівельні конструкції з використанням сучасних систем автоматизованого проектування.

Вивчення дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології в будівництві» дає здобувачам вищої освіти комплекс знань і навичок, необхідних для виконання індивідуальних завдань у навчальному закладі й подальшій роботі на виробництві.

Велику роль при вивченні цього предмета грає комп'ютерне й програмне забезпечення навчального процесу. Підготовка грамотного користувача, що вміє ставити перед собою завдання з проектування технічних об'єктів і виготовлення конструкторської документації та здатного їх вирішувати за допомогою такого сучасного інструмента, як комп'ютер, повинна включати вивчення питань застосування обчислювальної техніки в області машинної

графіки, можливостей застосування різних графічних навичок і вивчення спеціальної літератури.

ТЕМА: ВСТУП. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ КУРСУ. ЗАГАЛЬНЕ
ВВЕДЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНУ ГРАФІКУ

План лекції:

- | | |
|-----|---|
| 1 | Вступ. Предмет і завдання курсу |
| 2 | Принципи створення системи автоматизованого проектування (САПР) |
| 3 | Склад і структура САПР |
| 4 | Предмет і область застосування комп'ютерної графіки |
| 4.1 | Відображення інформації |
| 4.2 | Проектування |
| 4.3 | Моделювання |
| 4.4 | Графічний інтерфейс користувача |

Ключові слова: САПР, проектна документація, 2D-технології, 3D-технології, комп'ютерна графіка, тривимірні зображення, проектування, моделювання.

1 Вступ. Предмет і завдання курсу

Комп'ютерна технологія дозволяє усунути проблеми, які пов'язані з виконанням креслення на папері. Створюючи креслення на комп'ютері можливо пере- нести, скопіювати, видалити зображення, змінити масштаб, формат.

У теперішній час існують 2D та 3D-технології побудови зображень.

За 2D- технологією (традиційною) креслення будується конструктор як набір плоских зображень деталі: її вигляди, розрізи, перетини та інші необхідні зображення. Об'ємна модель об'єкта знаходиться лише у свідомості конструктора. При цій технології AutoCAD відіграє роль

електронного кульмана, який автоматизує графічну частину роботи над проектом. Теоретичною основою 2D- технології є нарисна геометрія.

За 3D- технологією спочатку створюється просторова модель об'єкта. Це може бути модель машинобудівної деталі, вузла, архітектурної споруди. Модель можливо оглянути з усіх боків та відредагувати форму. Потім в автоматичному режимі отримують проекції – вигляди, розрізи та перетини. Користувач визначається, які зображення повинно містити креслення, та застосувати відповідні команди.

2 Принципи створення системи автоматизованого проектування (САПР)

Проектування - процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта і алгоритму його функціонування. Проектування містить у собі комплекс робіт із знаходження, дослідження, розрахунками і конструювання, що мають метою одержання опис предмета проектування, необхідного і достатнього для створення нового виробу чи виробу реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам.

Під автоматизацією проектування розуміється такий спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються розроблювачем виробу при тісній взаємодії з ЕОМ. Автоматизація проектування припускає систематичне використання засобів обчислювальної техніки при раціональному розподілі функцій між проектувальником і ЕОМ і обґрунтованому виборі методів машинного рішення задач.

Для створення систем автоматизованого проектування (САПР) необхідні:

- удосконалювання проектування на основі застосування математичних методів і засобів обчислювальної техніки;
- автоматизація процесу пошуку, обробки і видачі інформації;

- використання методів оптимізації і різноманітного проектування;
- застосування ефективних математичних моделей проєктованих об'єктів, що входять до складу комплектуючих виробів і матеріалів;
- створення банків даних, що містять систематизовану інформацію довідкового характеру, необхідну для автоматизованого проектування об'єктів;
- підвищення якості оформлення проєктної документації;
- збільшення творчої частки праці проєктувальників за рахунок автоматизації нетворчих робіт;
- уніфікація і стандартизація методів проектування;
- підготовка і перепідготовка фахівців в області САПР;
- взаємодія проєктних підрозділів з автоматизованими системами різного рівня і призначення.

САПР - комплекс засобів автоматизації проектування, взаємозалежних з необхідними підрозділами проєктної організації або колективом фахівців (користувачем системи), що виконує автоматизоване проектування. САПР поєднує технічні засоби, математичне і програмне забезпечення, параметри і характеристики яких вибирають з максимальним врахуванням особливостей задач інженерного проектування і конструювання. У САПР забезпечується зручність використання програм за рахунок застосування засобів оперативного зв'язку інженера з ЕОМ, спеціальних проблемно-орієнтованих мов і інформаційно- довідкової бази.

Основна функція САПР - виконання автоматизованого проектування на всіх чи окремих стадіях проектування об'єктів і їхніх складових частин. При створенні САПР і їхніх складових частин варто керуватися принципами системної єдності, сумісності, типовості, розвитку.

Принцип системної єдності забезпечує цілісність системи і системну "свіжість" проектування окремих елементів і всього об'єкта проектування в цілому (ієрархічність проектування).

Принцип сумісності забезпечує спільне функціонування складових

частин САПР і зберігає відкриту систему в цілому.

Принцип типовості орієнтує на переважне створення і використання типових і уніфікованих елементів САПР.

Типізації підлягають елементи, що мають перспективу багаторазового застосування. Типові й уніфіковані елементи періодично проходять експертизу на відповідність сучасним вимогам САПР і модифікуються в міру необхідності.

Створення САПР з урахуванням принципу типізації повинне передбачати розробку базового варіанта комплексу засобів автоматизованого проектування (КСАП) і його компонентів, а також створення модифікації комплексу засобів автоматизованого проектування і його компонентів на основі базового варіанта.

Принцип розвитку забезпечує поповнення, удосконалювання і відновлення складових частин САПР, а також взаємодія і розширення взаємозв'язку з автоматизованими системами різного рівня і функціонального призначення.

Розробка САПР являє собою велику науково-технічну проблему, а її упровадження вимагає значних капіталовкладень.

3 Склад і структура САПР

Складовими структурними частинами САПР, жорстко зв'язаними з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, у яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів зважується функціонально закінчена послідовність задач САПР.

За призначенням підсистеми поділяють на проектуючі і обслуговуючі.

Проектуючі підсистеми. Вони мають об'єктну орієнтацію і реалізують ви- значений етап (стадію) проектування або групу безпосередньо пов'язаних проект- них задач. Приклади проектуючих підсистем: ескізне проектування виробів, проектування корпусних деталей, проектування технологічних

процесів механічної обробки.

Обслуговуючі підсистеми. Такі підсистеми мають загальносистемне застосування і забезпечують підтримку функціонування проектуючих підсистем, а також оформлення, передачу і вивід отриманих результатів. Приклади обслуговуючих підсистем: автоматизований банк даних, підсистеми документування, підсистема графічного введення-висновку.

Системна єдність САПР забезпечується наявністю комплексу взаємозалежних моделей, що визначають об'єкт проектування в цілому, а також комплексом системних інтерфейсів, що здійснюють зазначений взаємозв'язок. Системна єдність усередині підсистем, що проектують, забезпечується наявністю єдиної інформаційної моделі тієї частини об'єкта, проектне рішення по якій повинно бути отримане в даній підсистемі.

4 Предмет і область застосування комп'ютерної графіки

Комп'ютерна графіка - це область інформатики, яка охоплює всі сторони формування зображень за допомогою комп'ютера. З'явившись в 1950-х роках, вона спочатку давала можливість виводити лише кілька десятків відрізків на екрані. В наші дні засоби комп'ютерної графіки дозволяють створювати реалістичні зображення, не поступаються фотографічним знімкам. Створено різноманітне апаратне і програмне забезпечення для отримання зображень самого різного виду та призначення - від простих креслень до реалістичних образів природних об'єктів. Комп'ютерна графіка використовується практично у всіх наукових і інженерних дисциплінах для наочності сприйняття і передачі інформації. Застосування її для підготовки демонстраційних слайдів уже вважається нормою. Тривимірні зображення використовуються в медицині (комп'ютерна томографія), картографії, поліграфії, геофізиці, ядерної фізики та інших областях. Телебачення і інші галузі індустрії розваг використовують анімаційні засоби комп'ютерної графіки (комп'ютерні ігри, фільми). Загальноприйнятою практикою

вважається також використання комп'ютерного моделювання при навчанні пілотів і представників інших професій (тренажери). Знання основ комп'ютерної графіки зараз необхідно і інженеру, і вченому.

Кінцевим результатом застосування засобів комп'ютерної графіки є зображення, яке може використовуватися для різних цілей. Оскільки найбільша кількість інформації людина отримує за допомогою зору, вже в стародавні часи з'явилися схеми і карти, використовувані при будівництві, в географії і в астрономії.

Сучасна комп'ютерна графіка - це досить складна, ґрунтовно опрацьована і різноманітна науково-технічна дисципліна. Деякі її розділи, такі як геометричні перетворення, способи опису кривих і поверхонь, до теперішнього часу вже досліджені досить повно. Ряд областей продовжує активно розвиватися: методи растрового сканування, видалення невидимих ліній і поверхонь, моделювання кольору й освітленості, текстурування, створення ефекту прозорості та напівпрозорості та ін.

Сфера застосування комп'ютерної графіки включає чотири основні області.

Відображення інформації

Проблема подання накопиченої інформації (наприклад, даних про кліматичні зміни за тривалий період, про динаміку популяцій тваринного світу, про екологічний стан різних регіонів і т.п.) краще за все може бути вирішена за допомогою графічного відображення.

Жодна з областей сучасної науки не обходиться без графічного представлення інформації. Крім візуалізації результатів експериментів і аналізу даних натурних спостережень існує велика область математичного моделювання процесів і явищ, яка просто немислима без графічного виводу. Наприклад, описати процеси, що протікають в атмосфері або океані, без відповідних наочних картин течій або полів температури практично

неможливо. В геології в результаті обробки тривимірних натурних даних можна отримати геометрію пластів, що залягають на великій глибині.

В медицині в даний час широко використовуються методи діагностики, які використовують комп'ютерну візуалізацію внутрішніх органів людини. Томографія (зокрема, ультразвукове дослідження) дозволяє отримати тривимірну інформацію, яка потім піддається математичній обробці і виводиться на екран.

Крім цього застосовується і двовимірна графіка: енцефалограми, міограми, що виводяться на екран комп'ютера або Графобудівник.

Проектування

У будівництві та техніці креслення давно являють собою основу проектування нових споруд або виробів. Процес проектування з необхідністю є ітеративним, тобто конструктор перебирає безліч варіантів з метою вибору оптимального з яких-небудь параметрами. Не останню роль в цьому відіграють вимоги замовника, який не завжди чітко уявляє собі кінцеву мету і технічні можливості. Побудова попередніх макетів - досить довга і дорога справа. Сьогодні існують розвинені програмні засоби автоматизації проектно-конструкторських робіт (САПР), що дозволяють швидко створювати креслення об'єктів, виконувати розрахунки на міцність і т.п. Вони дають можливість не тільки зобразити проекції виробу, але і розглянути його в об'ємному вигляді з різних сторін. Такі кошти також надзвичайно корисні для дизайнерів інтер'єру, ландшафту.

Моделювання

Під моделюванням в даному випадку розуміється імітація різного роду ситуацій, що виникають, наприклад, при польоті літака або космічного апарату, русі автомобіля і т.п. В англійській мові це найкраще передається

терміном моделювання. Але моделювання використовується не тільки при створенні різного роду тренажерів. У телевізійній рекламі, в науково-популярних та інших фільмах тепер синтезуються рухомі об'єкти, візуально мало поступаються тим, які можуть бути отримані за допомогою кінокамери. Крім того, комп'ютерна графіка надала кіноіндустрії можливості створення спецефектів, які в минулі роки були просто неможливі. В останні роки широко поширилася ще одна сфера застосування комп'ютерної графіки - створення віртуальної реальності.

Графічний інтерфейс користувача

На ранньому етапі використання дисплеїв як одного з пристроїв комп'ютерного виводу інформації діалог "людина-комп'ютер" в основному здійснювався в алфавітно-цифровому вигляді. Тепер же практично всі системи програмування застосовують графічний інтерфейс. Особливо вражаюче виглядають розробки в області мережі Інтернет. Існує безліч різних програм-браузерів, що реалізують в тому чи іншому вигляді засобу спілкування в мережі, без яких доступ до неї важко собі уявити. Ці програми працюють в різних операційних середовищах, але реалізують, по суті, одні і ті ж функції, що включають вікна, банери, анімацію і т.д.

У сучасній комп'ютерній графіці можна виділити такі основні напрямки: образотворча комп'ютерна графіка, обробка та аналіз зображень, аналіз сцен (перцептивна комп'ютерна графіка), комп'ютерна графіка для наукових абстракцій (когнітивна комп'ютерна графіка, тобто графіка, сприяє пізнанню).

Образотворча комп'ютерна графіка своїм предметом має синтезовані зображення. Основні види завдань, які вона вирішує, зводяться до наступних:

- побудова моделі об'єкта й формування зображення;
- перетворення моделі і зображення;
- ідентифікація об'єкта та отримання необхідної інформації.

Обробка та аналіз зображень стосуються в основному дискретного (цифрового) подання фотографій та інших зображень. Засоби комп'ютерної графіки тут використовуються для:

- підвищення якості зображення;
- оцінки зображення - визначення форми, місця розташування, розмірів та інших параметрів необхідних об'єктів;
- розпізнавання образів - виділення і класифікації властивостей об'єктів (при обробці аерокосмічних знімків, введенні креслень, в системах навігації, ви- явлення і наведення).

Аналіз сцен пов'язаний з дослідженням абстрактних моделей графічних об'єктів і взаємозв'язків між ними. Об'єкти можуть бути як синтезованими, так і виділеними на фотознімках. До таких завдань належать, наприклад, моделювання "машинного зору" (роботи), аналіз рентгенівських знімків з виділенням і відстеженням об'єкта, що цікавить (внутрішнього органу), розробка систем відеоспостереження.

Когнітивна комп'ютерна графіка, тільки формується новий напрям, поки ще недостатньо чітко окреслене. Це - комп'ютерна графіка для наукових абстракцій, що сприяє народженню нового наукового знання. Технічною основою для неї є потужні ЕОМ і високопродуктивні засоби візуалізації.

Питання для самоконтролю.

1. Що таке 2D – технологія проектування?
2. Що таке 3D – технологія проектування?
3. Що собою представляє автоматизоване проектування?
4. Що необхідно для створення САПР?
5. Назвіть чотири основні області застосування комп'ютерної графіки
6. Які основні напрямки розвитку комп'ютерної графіки? Які задачі вони вирішують?

ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЇ І ЗАСОБИ ГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В CAD-СИСТЕМАХ

План лекції:

- 1 Машинна графіка й графічне моделювання в САПР
 - 1.1 Двовимірне й тривимірне проектування в САПР
 - 1.2 AutoCAD LT й аналогічні продукти
 - 1.3 Машинобудівні додатки
 - 1.4 Архітектурно-будівельні додатки
- 2 Графічний редактор AutoCAD
 - 2.1 Типи моделей в AutoCAD
 - 2.2 Інтерфейс програми AutoCAD

Ключові слова: ескізне проектування, конструкторська розробка, пакет AutoCAD, графічні елементи, примітиви, каркасна модель, поверхнева модель, твердотіле моделювання, візуалізація.

- 1 Машинна графіка й графічне моделювання в САПР
 - 1.1 Двовимірне й тривимірне проектування в САПР

Перш ніж побудувати об'єкт, конструктор повинен наочно зобразити цей об'єкт, який ще не існує. Інакше кажучи, проектно-конструкторський процес визначає майбутнє об'єкта.

Конструювання розділяють на два види діяльності: ескізне проектування й конструкторська розробка.

При ескізному проектуванні визначається принцип дії заданого об'єкта, вивчаються аналоги. На етапі конструювання розробляється повний комплект технічної документації (креслення нового об'єкта). Технічна документація повинна бути достатня для виготовлення об'єкта, що

конструюється.

При конструюванні нового об'єкта важливий і трудомісткий вид робіт – це розробка інженерно-графічної документації.

Здавна креслення виконуються з використанням креслярських інструментів (лінійки, трикутника, циркуля) на планшеті (креслярській дошці). При цьому точність виконання креслення залежить від кваліфікації конструктора й гостроти його зору.

Застосування САПР дозволяє скоротити тривалість проектно-конструкторських робіт, тому що САПР має такі можливості:

- більш швидке виконання креслень;
- підвищення точності виконання креслень;
- підвищення якості виконання креслень;
- можливість багаторазового використання креслення.

Зображення всього креслення або його частини можна зберегти для подальшої роботи. Збережене креслення може бути використаний для наступного проектування.

Розрізняють математичне забезпечення двовимірного (2D) і тривимірного (3D) моделювання.

Основні застосування 2D-графіки – підготовка креслярської документації в машинобудівних САПР, будівництві, топологічне проектування друкованих плат, автоматизоване проектування магістральних нафтопроводів і газопроводів і т.д.

Тривимірні системи (3D) використовуються для синтезу конструкцій у машинобудуванні й проектування будівельних споруджень. Ці системи дозволяють імітувати переміщення в просторі робочих органів виробу (наприклад, маніпуляторів робота). Вони дозволяють відслідковувати траєкторію руху інструмента при розробці технологічного процесу виготовлення деталей на верстатному устаткуванні різного типу.

Двовимірні системи (2D). Системи двовимірного моделювання розпізнають геометричні форми, обумовлені точками, прямими або кривими

на площині.

За допомогою двовимірних систем створюється більшість конструкторських документів.

Усі команди будь-якої двовимірної системи можна розділити на три види:

- команди креслення;
- команди редагування;
- команди нанесення розмірів, умовних позначок і тексту (оформлення креслення).

1.2 AutoCAD LT й аналогічні продукти

Перші версії системи AutoCAD, розроблені американською фірмою Autodesk, з'явилися ще на початку 80-х років двадцятого століття й відразу ж залучили до себе увагу своїм оригінальним оформленням і зручністю для користувача. Постійний розвиток системи, обробка зауважень, інтеграція з новими продуктами інших провідних фірм (у першу чергу, Microsoft) зробили AutoCAD світовим лідером на ринку програмного забезпечення цього напрямку.

Широке поширення системи в Україні почалося з десятої версії, що працювала в операційній системі MS DOS. У такій же операційній системі могли працювати одинадцята, дванадцята й тринадцята версії, однак з'явилися й аналоги, які могли працювати в середовищі операційної системи Windows (Windows 3.1 або Windows 95). Чотирнадцята версія системи AutoCAD вийшла вже тільки в Windows-варіанті й була розрахована на операційні системи Windows 95 й Windows NT.

Всі вони зв'язані між собою єдиним форматом зберігання даних.

Перші версії AutoCAD містили в основному інструменти для простого двовимірного креслення, які поступово доповнювалися й розвивалися. У результаті система стала дуже зручним "електронним кульманом".

Система AutoCAD LT (розроблювач - фірма Autodesk) є полегшеною версією AutoCAD, що зберігає всі можливості двовимірної роботи й частину тривимірних операцій, але в той же час значно дешевше, ніж основна система

AutoCAD.

Звичайно випускається англійською мовою й локалізується частково. Для кожної версії AutoCAD розроблена відповідна версія AutoCAD LT.

Система AutoCAD LT може читати всі файли малюнків, створені в AutoCAD.

До недорогих продуктів аналогічного призначення можна віднести також AutoSketch та Actrix Technical (Autodesk).

1.3 Машинобудівні додатки

Фірма Autodesk створила потужний пакет для машинобудівного проектування - Autodesk Mechanical Desktop, призначений для складного тривимірного моделювання. Пакет має наступні можливості, що прискорюють цикл розробки машинобудівних виробів і випуску необхідної документації:

- тривимірне параметричне моделювання твердих тіл і складних поверхонь,
- формування деталей, вузлів і конструкцій,
- випуск специфікацій і машинобудівних креслень.

Спеціальні функції цього пакета дозволяють проектувати вали й пружини. Є бібліотека стандартних деталей різних типів і стандартів, у тому числі тих, що входять до ДЕРЖСТАНДАРТ.

Пакет AutoCAD Mechanical (Autodesk) орієнтований на оформлення машинобудівних креслень. Він продається окремо, але входить до складу Autodesk Mechanical Desktop Power Pack.

Фірмою Autodesk створений також машинобудівний пакет

Autodesk

Inventor, що перевершує по своїх можливостях Autodesk Mechanical Desktop. Фірма Consistent Software поставляє спеціалізовані пакети Mechanics,

Для проектування деталей з листових матеріалів призначена система Copra Sheet Metal Bender Desktop (Data-M Software Gmb). Моделювання динаміки роботи механізмів може виконуватися в системі Dynamic Designer (Mechanical Dynamics).

1.4 Архітектурно-будівельні додатки

У числі відомих архітектурних і будівельних додатків можна відзначити системи АРКО (Апио-центр), СПДС GraphiCS (Consistent Software), ArchiCAD (Graphisoft), Autodesk Architectural Desktop (Autodesk), Autodesk Architectural Studio (Autodesk), Autodesk Building Systems (Autodesk), МАЭСТРО (Maestro Group), SCAD (SCAD Group).

Для проектування промислових об'єктів може використатися система

PLANT-4D (CEA Technology).

2 Графічний редактор **AutoCAD**

AutoCAD являє собою систему, що дозволяє автоматизувати креслярсько-графічні роботи. У графічному пакеті AutoCAD є все, що необхідно конструкторові для створення креслення.

Інструментам креслення в автоматизованій середовищі відповідають графічні примітиви (точка, відрізок, коло і ін.), команди їх редагування (стирання, перенос, копіювання й т буд.), команди установки властивостей примітива (завдання товщини, типу й кольору графічних об'єктів). Для вибору листа потрібного формату й масштабу креслення в системі є команди налаштування креслення.

Для нанесення розміру конструкторові необхідно задати місце його розташування на кресленні. Розмірна й винесена лінії, а також стрілки й напису виконуються автоматично.

Відповідні команди AutoCAD дозволяють збільшувати зображення на екрані або зменшувати його при необхідності.

Система дозволяє зберігати графічні об'єкти під певними номерами й при необхідності вставляти їх у будь-яке креслення, що рятує конструктора від креслення частини повторюваних елементів креслення.

Креслити в системі AutoCAD – значить формувати на екрані дисплея зображення з окремих графічних елементів (примітивів), які вводяться за допомогою відповідних команд графічного інтерфейсу.

Уведення команд і графічних елементів здійснюється за допомогою миші або клавіатури.

2.1 Типи моделей в AutoCAD

Система AutoCAD містить у собі досить широкий спектр засобів тривимірного моделювання. Вони дозволяють працювати як з найпростішими примітивами, так і зі складними поверхнями й твердими тілами. Базові типи просторових моделей, що використовуються в AutoCAD, можна умовно розділити на три групи:

- каркасні моделі;
- моделі поверхонь;
- твердотільні моделі.

Каркасна модель - це сукупність відрізків і кривих, що визначають ребра фігури. У каркасному моделюванні використовуються тривимірні відрізки, сплайни й полілінії, які дозволяють загалом визначити конфігурацію виробу – побудувати його каркас. Даний вид роботи варто розглядати, головним чином, як етап допоміжних побудов для тривимірного проектування більше високого рівня.

Поверхнева модель - це сукупність поверхонь, що обмежують і визначають тривимірний об'єкт у просторі. Моделювання поверхонь застосовується для детального відпрацювання зовнішнього вигляду виробу. Створювані при цьому об'єкти характеризуються лише конфігурацією своєї поверхні й тому не придатні для рішення таких завдань, як визначення інерційно-масових характеристик виробу або одержання необхідних зображень для оформлення креслень. Область застосування даного виду моделювання - дизайн, рішення завдань компоновання складних виробів і т.п..

Набір засобів моделювання поверхонь системи AutoCAD досить широкий і дозволяє створювати просторові об'єкти практично будь-якої форми. Є можливість створювати наступні основні типи поверхонь: лінійчаті поверхні, поверхні Кунса, поверхні Безье.

Твердотільне моделювання є основним видом тривимірного проектування виробів машинобудування. Створювані в ході такого моделювання тіла сприймаються системою як якісь єдині об'єкти, що мають певний обсяг. Твердотільне моделювання дозволяє не тільки ефективно вирішувати такі завдання, але й визначати інерційно-масові характеристики, а також одержувати із просторового об'єкта необхідні види, розрізи й перетини для оформлення робочої документації. Твердотільні моделі можуть піддаватися різним розрахункам, у тому числі методом кінцевих елементів.

Засоби твердотільного моделювання системи AutoCAD не дозволяють здійснювати параметричне моделювання. Тому можливості цієї системи в даній області суттєво менші ніж можливості таких систем як Autodesk Mechanical Desktop, Inventor або Solid Works. Проте AutoCAD цілком дозволяє створювати твердотільні моделі деталей і вузлів, конфігурація яких являє собою набір найпростіших форм. Серйозні складнощі виникають лише при моделюванні виробів складної неправильної форми, наприклад литих деталей.

Крім засобів створення просторових об'єктів, блок тривимірного

моделювання системи AutoCAD містить у собі засоби перегляду об'ємного зображення, візуалізації й засоби редагування тривимірних об'єктів.

2.2 Інтерфейс програми AutoCAD

Користувальницький графічний інтерфейс сучасних версій системи

AutoCAD повністю відповідає стандартам, застосовуваним у додатках Windows. Взаємодія із програмою AutoCAD забезпечується командами, що вводяться із клавіатури або обираються з різних меню й панелей інструментів.

Для полегшення процесу випуску проектної документації можна розробляти "бібліотеки стандартних елементів". Стандартними елементами можуть виступати як цілі файли, так й їхні окремі частини. Ця ідея стала гарним стимулом для створення на базі системи AutoCAD локальних робітничих місць за різними конструкторськими, архітектурними й іншими напрямками, а також для розробки нових спеціалізованих систем. Потужним доповненням до цього є можливість використання мов програмування.

Починаючи з AutoCAD 2002, у систему включені спеціальні засоби для контролювання стандартів підприємств, що дозволяють управляти шарами, стилями й т.п. Уже десята версія AutoCAD дозволяла виконати досить складні тривимірні побудови в будь-якій площині простору й відобразити їх на різних видових екранах з різних точок зору. Тому вона стала також інструментом й тривимірного моделювання.

Механізм простору Листа й видових екранів дав можливість розробляти креслення із проєкціями тривимірних об'єктів або споруджень. У системі AutoCAD по одній моделі можна одержати кілька листів креслярського документа.

Система AutoCAD стала середовищем для розробки великої кількості спеціалізованих програмних комплексів для багатьох галузей. У числі розроблювачів таких пакетів, що використовують різні версії системи AutoCAD, у тому числі й AutoCAD як графічне середовище, можна назвати

саму фірму Autodesk (США), а також фірми: Consistent Software (Норвегія), Інтермех (Білорусія), ANSYS (США) і ін.

Питання для самоконтролю.

1. За рахунок чого при застосуванні САПР скорочується тривалість проектно-конструкторських робіт?
2. Основні застосування 2D-графіки?
3. Основні застосування 3D-графіки?
4. Що собою представляють графічні редактори системи AutoCAD?
5. З яких компонентів складається програмний пакет AutoCAD?
6. Які завдання можуть бути вирішені за допомогою креслярсько- графічного редактора AutoCAD?
7. Які типи моделей в AutoCAD ви знаєте?
8. Які аналогічні продукти AutoCAD ви знаєте?
9. Які архітектурно-будівельні додатки ви знаєте?

ТЕМА: ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА

AUTOCAD

План лекції:

- 1 Завантаження AutoCAD
- 2 Користувальницький інтерфейс
- 3 Операції з файлами рисунків
- 4 Контекстне меню
- 5 Панелі інструментів
- 6 Рядок стану
- 7 Командний рядок
- 8 Динамічне введення

Ключові слова: шаблон, утиліта, одиниці виміру, плотер, ліміти, інтерфейс, меню, панель інструментів, файл рисунка, гіпертекстова підказка, діалогове вікно, графічний курсор

1 Завантаження AutoCAD

З меню «Пуск» вибрати «Всі програми», увійти в папку «Autodesk» і вказати ярлик необхідного «AutoCAD» або клацнути двічі лівою кнопкою миші по піктограмі на Робочому столі.

У діалоговому вікні «Створення нового креслення» для встановлення параметрів креслення необхідно:

– У вікні «Простий шаблон» вибрати одиниці виміру. AutoCAD може працювати в двох лінійних одиницях виміру: у міліметрах і дюймах, і різних кутових одиницях, причому одиниці в процесі роботи можуть мінятися. У даному вікні видно встановлені в даний момент лінійні одиниці

— вони включені перемикачем Метричні (Metric) і це означає, що одиницями вимірів обрані міліметри.

– У вікні «По шаблону» вибрати шаблон, що зберігає початкові установки.

– «Виклик Майстра», а потім - «Швидка підготовка» або «Детальна підготовка». Буде викликана Майстер-утиліта завдання початкових умов для малюнка.

При запуску AutoCAD створюється новий неіменований малюнок. Користувач може або почати створювати об'єкти в ньому, або завантажити з диска один із уже наявних малюнків.

При відкритті наявного малюнку всім системним змінним привласнюються значення, що вони мали в ході останнього сеансу роботи з ним; це відбувається завдяки тому, що перемінні зберігаються у файлі разом з рисунком.

Якщо ж малюнок починається знову, користувачу варто задати ряд робочих установок. Звичайно це робиться автоматично за допомогою Майстра підготовки. AutoCAD дозволяє змінювати установки і в ході сеансу, якщо в цьому виникає необхідність.

Масштаб задає співвідношення одиниць рисунка і виведеного на плотер креслення. У AutoCAD немає необхідності враховувати масштаб у ході побудов

— всі об'єкти кресляться в натуральну величину, а потім при необхідності масштабуються.

Для зручності орієнтації в поточних одиницях на екран може бути виведена сітка – набір точок, розташованих на заданій відстані одна від одної. Це, зокрема, попереджає помилки креслення у випадках частотої зміни екранного збільшення рисунку.

Ліміти вказують, яка частина графічної області AutoCAD призначена для креслення. Сітка зображується тільки в межах лімітів. Крім того, ліміти

впливають на деякі операції щодо зміни видимої частини рисунку.

Завдання крокової прив'язки (дискретного переміщення курсору) дозволяє робити точне зазначення координат. Розмір кроку не обов'язково повинен дорівнювати відстані між вузлами сітки; так, наприклад, при інтервалі сітки, рівному 4 мм, можна встановити крок 1 мм.

Встановлений набір параметрів сеансу можна зробити доступним і в знову створюваних рисунках. Для цього варто зберегти малюнок як шаблон. Шаблон звичайно являє собою малюнок, що не містить ніяких графічних об'єктів і використовується тільки для збереження стандартних значень системних перемінних.

2 Користувальницький інтерфейс

При першому запуску AutoCAD за замовченням з'являється екран програми

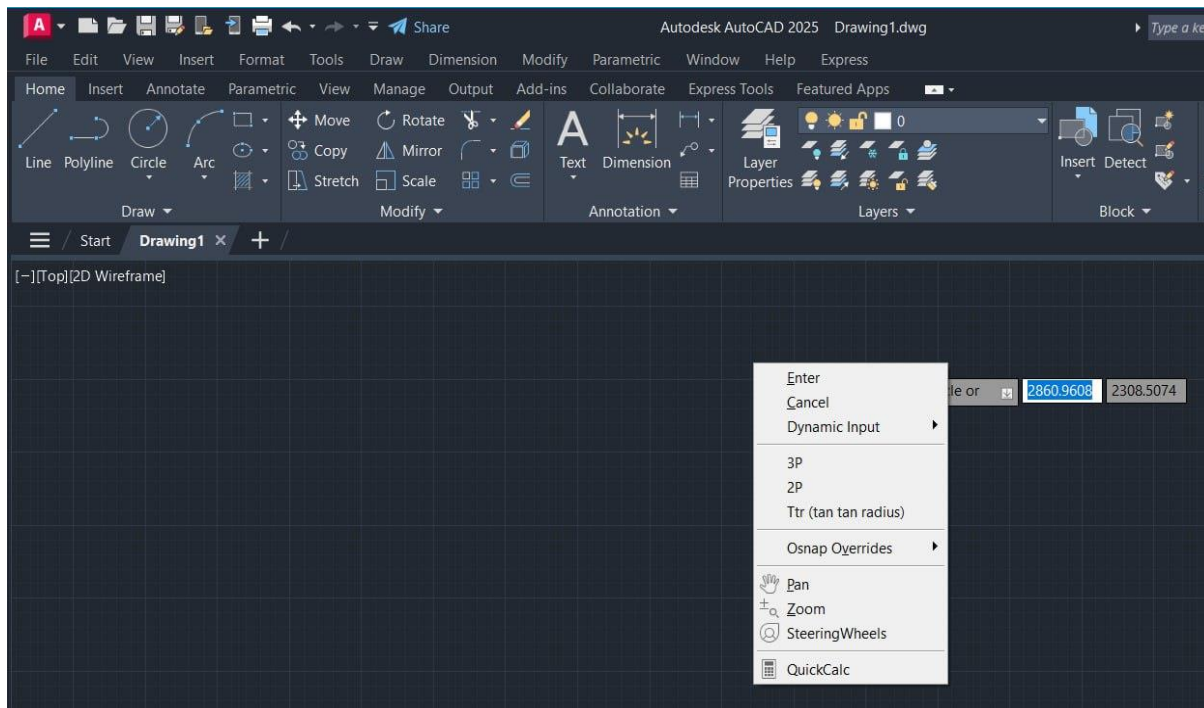
(Малюнок 3.1). Він складається з наступних елементів:

- падаюче меню (самий верхній рядок меню);
- стандартна панель інструментів (другий рядок);
- рядок властивостей об'єктів (третій рядок);
- рядок стану (нижній рядок);
- вікно командних рядків (відразу перед рядком стану);
- панелі інструментів;
- екранне меню (необов'язково, стовпець праворуч);
- графічне поле.

Рядок падаючого меню містить 11 розділів-пунктів, у яких згруповані команди AutoCAD згідно з їх функціональним призначенням.

Стандартна панель інструментів – містить кнопки команд керування і деяких спеціалізованих команд, таких як створення файлу, відкриття існуючого файлу, збереження файлу, виводу креслення на принтер, попередній перегляд креслення перед виводом на друк та інші команди, що

застосовуються у середовищі Windows



Малюнок 3.1 - Робоче вікно AutoCAD

Рядок властивостей об'єктів – містить панелі створення і керування шарами, панелі зміни кольору, типу, ваги лінії примітивів.

Рядок стану – містить координати курсору і кнопки включення/відключення режимів креслення таких як «Шаг», «Сітка», «ОРТО», «Прив'язка» (дія деяких з них дублюється керуючими клавішами F1, F2, F3 та ін.).

Вікно командних рядків – служить для введення команд і ведення діалогу з AutoCAD.

Панелі інструментів – містять кнопки команд креслення, команд редагування. Дані панелі найбільш використовувані і тому вони відразу відображаються. Усього панелей 35. При необхідності можна відображати й інші панелі.

Екранне меню – містить меню, підменю, команди, ключі. При виборі певних рядків меню здійснюється перехід у підменю, що визначає деяку

групу команд, зв'язаних функціонально.

Графічне поле – це великий простір у середині робочого вікна AutoCAD, в якому виконуються всі побудови і ведуться операції з редагування.

Текстове вікно служить для показу протоколу введених користувачем команд і повідомлень, виданих програмою.

Перехрестя курсору, що керується пристроєм зазначення (використовується миша), призначено для зазначення точок і вибору об'єктів рисунку.

Для того, щоб тимчасово відключити всі елементи AutoCAD і звільнити простір для проведення креслярських робіт (режим «чистий екран»), потрібно в рядку падаючого меню вибрати Вид → Очистити екран . У цьому режимі доступними будуть тільки рядок падаючого меню і вікно командних рядків.

Щоб повернути колишній вигляд вікна з усіма панелями, потрібно ще раз вибрати з меню Вид → Очистити екран.

3 Операції з файлами малюнків

Креслення (малюнки) системи AutoCAD зберігаються у файлах з розширенням *dwg*. Імена файлів можуть містити українські, російські і латинські букви, цифри, спеціальні знаки, а також пробіли. Інші символи (точки, коми і т.п.), як правило, не допускаються, оскільки є службовими і можуть бути неправильно інтерпретовані операційною системою Windows. Для зручності роботи бажано креслення зберігати в окремих папках.

Рядок падаючих меню містить засоби роботи з кресленням за допомогою вкладок:

- **File** (Файл) - меню роботи з файлами;
- **Edit** (Правка) - меню редагування частин графічного поля робочого

столю Windows;

- **View** (Вид) - містить команди керування екраном, панорамування, переключення режимів простору Листа і простору моделі, установки «точки зору», видалення невидимих ліній, зафарбування, тонування, керування параметрами дисплея; дозволяє встановлювати необхідні панелі інструментів;

- **Insert** (Вставка) - забезпечує вставку блоків, зовнішніх об'єктів, об'єктів інших додатків;

- **Format** (Формат) - забезпечує роботу із шарами, кольором, типами ліній; керування стилем тексту, розмірів, типом маркера точки, стилем мультилінії; установку одиниць виміру, границь креслення;

- **Tools** (Сервіс) – містить засоби керування системою, екраном користувача, включає установку параметрів креслення і прив'язок за допомогою діалогових вікон, забезпечує роботу з користувацькою системою координат;

- **Draw** (Креслення) - містить команди креслення;

- **Dimension** (Розміри) - містить команди постановки розмірів і керування параметрів розмірів;

- **Modify** (Змінити) - включає команди редагування елементів креслення;

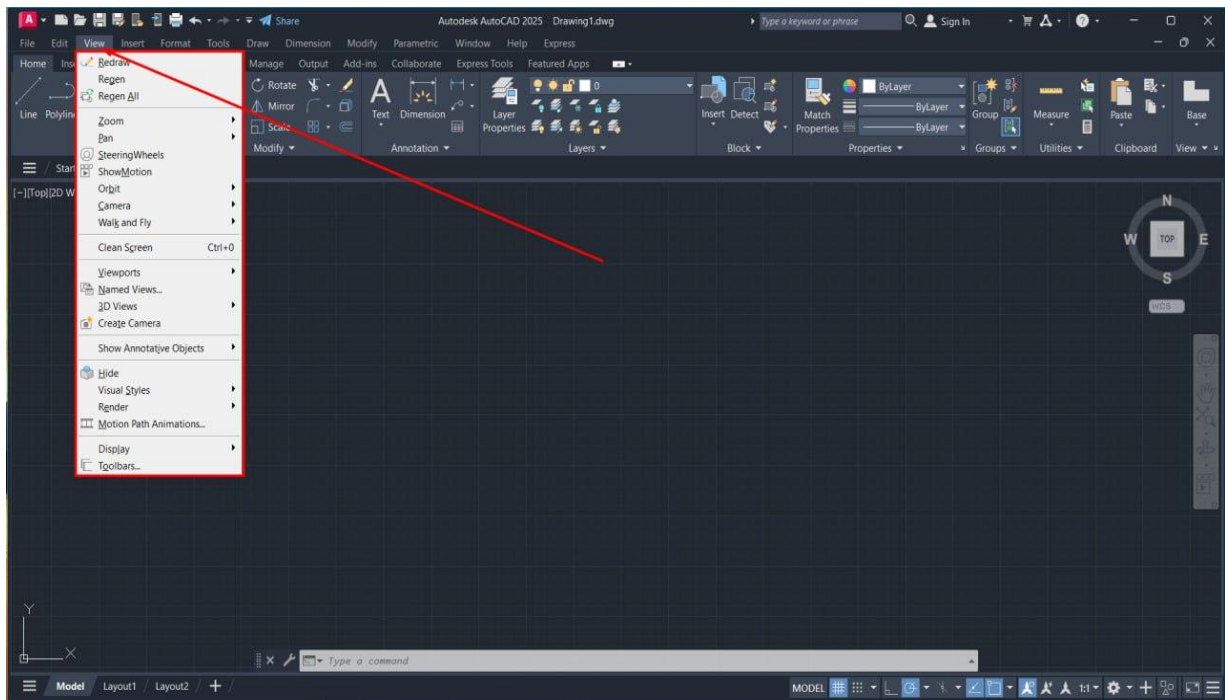
- **Window** (Вікно) – розділ, що дозволяє за допомогою своїх команд налагодити одночасне відображення відразу декількох креслень;

- **Help** (Допомога) - містить могутню систему гіпертекстових підказок.

4 Контекстне меню

При натисканні правої клавiші миші в місці розташування графічного курсору з'являється *контекстне меню*. Залежно від цього місця й типу завдання, контекстне меню має різний зміст і форму, наприклад, забезпечує

швидкий доступ до опцій, необхідних для поточної команди. Якщо задано, наприклад, команду Коло, то контекстне меню має вигляд, показаний на малюнку 3.2.



Малюнок 3.2 - Контекстне меню

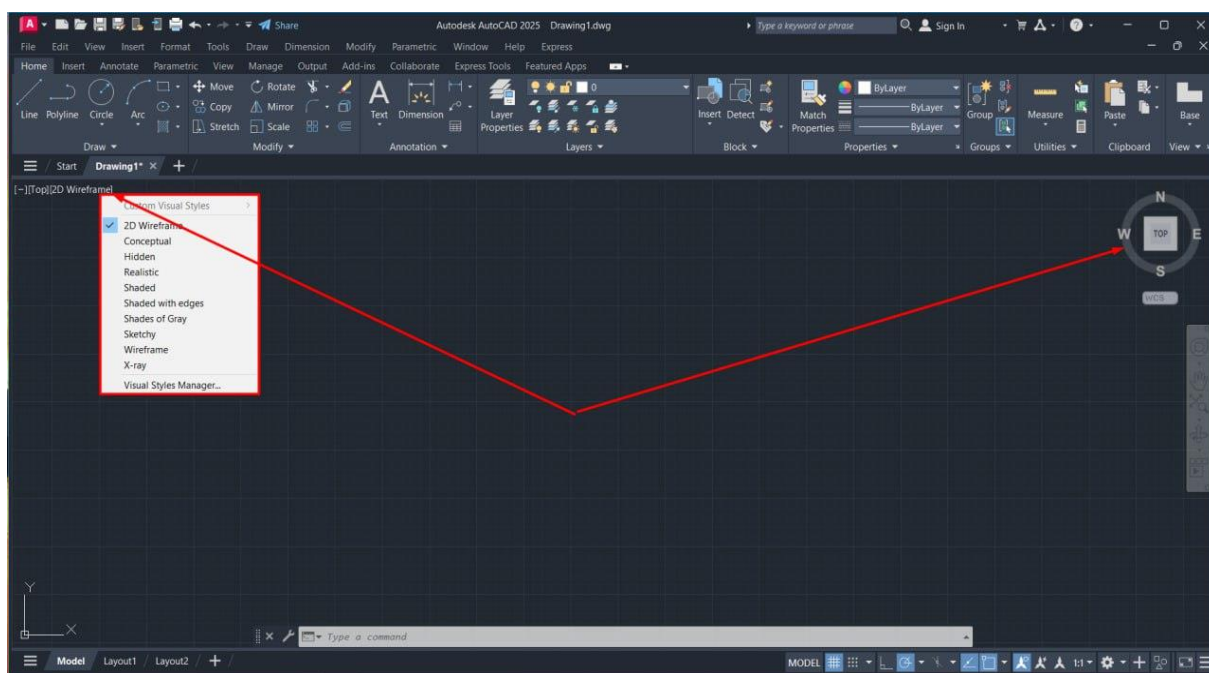
5 Панелі інструментів

За замовчуванням на екрані завжди присутня панель «Стандартна». З її допомогою можна виконувати такі часто використовувані операції, як скасування дій, зумування, а також викликати стандартні засоби роботи з файлами, друкування, перевірки орфографії і тощо. На екрані одночасно можуть знаходитися кілька панелей; їх можна редагувати, змінювати їхні розміри, закріплювати їх або робити плаваючими.

Також після установки AutoCAD присутня панель «Властивості об'єктів». Інструменти в панелі «Властивості об'єктів» можна використовувати для швидкого перегляду і зміни шарів, кольору і типу лінії для об'єкта. Керуючі списки «Шари», «Кольори», «Типи ліній» і «Товщина ліній» на панелі «Властивості об'єктів» поєднують команди, необхідні для перегляду і редагування властивостей об'єкта. При виборі будь-якого об'єкта

на кресленні в момент, коли немає активних команд, відбувається динамічне відображення його шарів, кольору, типу лінії і ваги лінії в керуючих списках панелі «Властивості об'єктів».

Крім цих панелей в AutoCAD є ще й інші панелі інструментів. Усього їх 35.



Малюнок 3.3 - Список панелей

Для виклику необхідної панелі на екран потрібно клацнути правою кнопкою миші по будь-якій видимій панелі і у списку, що розкрився, вибрати назву потрібної панелі, як показано на малюнку 3.3. Забрати непотрібну панель з екрана можна, проробивши те ж саме ще раз.

Після відображення нової панелі вона з'являється у вигляді окремого вікна. Можна за допомогою миші перетягнути її в будь-яке зручне місце. Робиться це так само, як зі звичайними вікнами в Windows: встановлюється курсор миші на вікно панелі, натискається ліва кнопка миші й, не відпускаючи її, перетягується панель у потрібне положення. Крім того, її можна прикріпити до одного з країв вікна AutoCAD. Для цього просто підтягнути її до потрібного краю.

6 Рядок стану

У нижній частині робочого столу розташований рядок стану AutoCAD. У ньому розміщено динамічну інформацію про поточні координати графічного курсору та кнопки-піктограми для вмикання / вимикання різних режимів креслення, кожний з яких буде розглянуто далі.

Щоб вимкнути режим відображення координат графічного курсору, досить двічі клацнути клавішею мишею в зоні відображення координат.

7 Командний рядок

Командний рядок забезпечує діалог користувача з програмою, також він призначається для введення команд з клавіатури, виведення системою підказок AutoCAD. При введенні команд у командному рядку відображається або набір параметрів, або діалогове вікно.

Після введення будь-якої команди або числових параметрів, або опцій необхідно натиснути клавішу **Enter** (↵) для їхнього сприйняття системою. Ця клавіша використовується також для повторення попередньої команди і завершення роботи. Відмова від виконання команди здійснюється натисканням клавіші **Esc**.

Як правило, командний рядок складається з двох рядків. Розміри вікна команд змінюються шляхом розтягання його рамки. У командах, що здійснюють виведення текстової інформації, передбачена можливість збільшення розміру вікна командного рядка, а також, натиснувши клавішу F2, можна спрямувати виведення інформації в текстове вікно. До того ж існує можливість відчіплювати вікно командного рядка й використовувати параметр "Автоматично вилучати з екрана" для розгортання і згортання вікна.

Також існує можливість приховати вікно командного рядка, щоб

приєднати до креслення додаткову зону екрана. Але деякі команди для діалогу потребують використання вікна командного рядка. Для відображення прихованого вікна командного рядка натискають на клавіші **Ctrl + 9** або викликають із падаючого меню команду Сервіс → Командний рядок.

8. Динамічне введення

Функція динамічного введення забезпечує командний інтерфейс у зоні розміщення курсора, що дозволяє утримувати фокус у зоні побудови зображення. Коли параметр "Динамічне введення" увімкнено, відомості, що відображаються в підказках, динамічно оновлюються поряд з курсором у міру його переміщення.

Коли команда активна, підказки забезпечують місце для введення, здійснюваного користувачем. Динамічне введення не може бути повною заміною командного рядка.

Питання для самоконтролю.

1. Як завантажити AutoCAD і вибрати потрібні параметри креслення?
2. З яких елементів складається користувальницький інтерфейс?
3. Що таке «Падаюче меню» і з чого воно складається?
4. Для чого призначене контекстне меню?
5. Як установити необхідну панель інструментів на екран?
6. Які елементи включає в себе рядок стану?
7. Для чого потрібен командний рядок і що він відображає?

ТЕМА: ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ В AUTOCAD

План лекції:

- 1 Створення нового кресленика
- 2 Властивості об'єктів
- 3 Панель властивостей
- 4 Створення шарів кресленика
- 5 Штрихування
- 6 Нанесення розмірів
- 7 Поняття блоку
- 8 Простір Моделі і простір Листа
- 9 Робота з екраном
- 10 Завершення роботи і збереження креслення

Ключові слова: піктограма, шари, розмірні стилі, штриховка, тип лінії, вага лінії, блок, простір моделі, простір Листа, вид, зумування, панорамування.

1 Створення нового кресленика

AutoCAD пропонує багатовіконне середовище, яке допускає одночасну роботу з кількома креслениками, яка стає можливою за допомогою пункту падаючого меню «Вікно».

Нове креслення створюється клацанням лівою клавішею миші в місці піктограми стандартної панелі керування або за допомогою пункту падаючого меню Файл →Створити. Залежно від значення системної змінної STARTUP система створює в робочій зоні нове креслення за найпростішим чи спеціальним шаблоном. При цьому діалогові вікна мають відображатися

(системній змінній **FILEDIA** присвоєно значення 1 (вкл.). Якщо **STARTUP** дорівнює 1, то викликається діалогове вікно Створення нового креслення. Якщо **STARTUP** дорівнює 0, то система відображає діалогове вікно "Вибір шаблону" або використовує файл шаблону креслення за умовчуванням, що заданий на вкладці "Файли" діалогового вікна "Налаштування". У такий спосіб новий кресленик створюється з установками, що зберігаються у файлах шаблонів зі спеціальним розширенням *dwt*. Для створення кресленика з метричними одиницями виміру рекомендується вибрати в діалоговому вікні "Вибір шаблону" файл шаблону з ім'ям *acadiso.dwt*.

AutoCAD не містить шаблонів, що відповідають стандартам ЄСКД, тому слід самостійно додати файли потрібних шаблонів у папку *Template* (Шаблон).

Шаблони креслення – це файли системи AutoCAD, що містять певні налаштування одиниць виміру, основних написів, визначень шарів, розмірних стилів та ін., і збережені як шаблони.

Файли креслення в системі AutoCAD відкриваються й зберігаються аналогічно до того, як це відбувається в інших програмах під керуванням Windows.

2. Властивості об'єктів

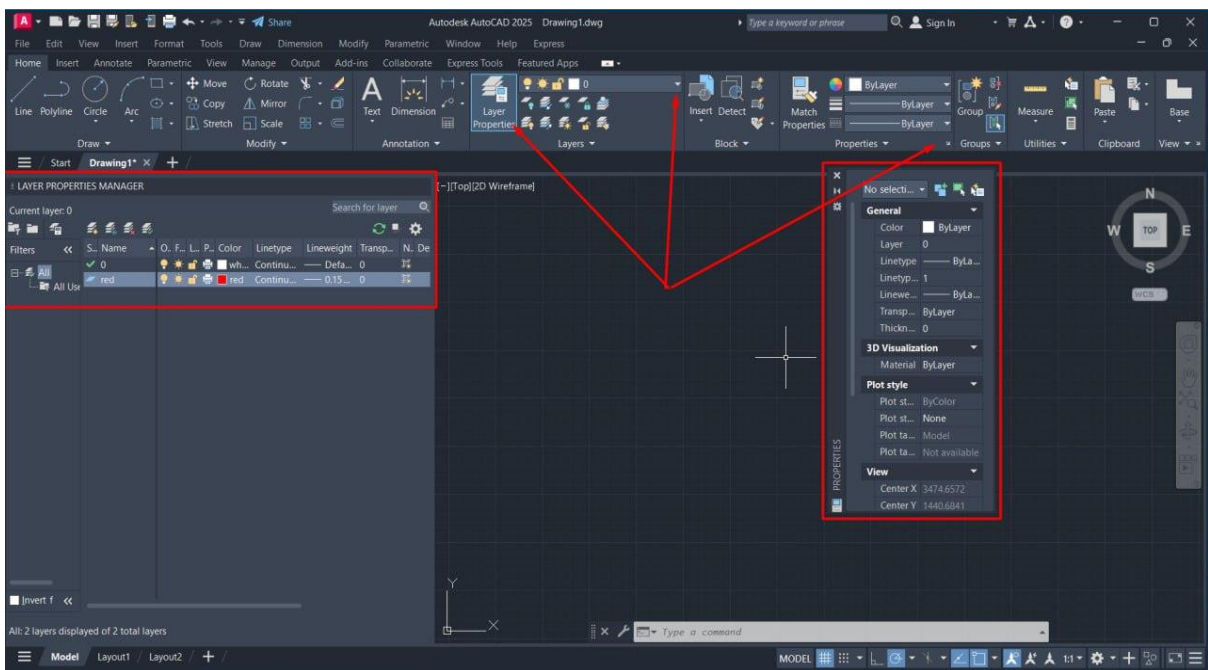
AutoCAD дозволяє будувати геометричні об'єкти різних типів. За допомогою засобів креслення AutoCAD може створювати різного роду об'єкти - від найпростіших відрізків і кіл до сплайнових кривих, еліпсів і заштрихованих областей. При кресленні об'єктів точки задаються або за допомогою пристрою зазначення, або введенням значень координат у командному рядку.

З кожним створюваним в AutoCAD об'єктом зв'язується набір властивостей. Об'єкту призначається тип лінії: безперервна, штрихова,

штрих-пунктирна тощо. На додаток до стандартних, користувач може створювати власні типи ліній. Колір об'єкта дозволяє візуально асоціювати його з іншими об'єктами, що несуть те ж функціональне навантаження. При виведенні креслення на печатку різним кольорам об'єктів можуть бути призначені лінії різної товщини.

Панель властивостей

Панель інструментів Властивості (Малюнок 4.1) призначається для роботи із властивостями об'єктів у системі AutoCAD.



Малюнок 4.1 - Панель інструментів Властивості

У цій панелі розміщено такі розкривні списки:

- Список кольору, основне його призначення – встановлювати поточне значення кольору;
- Список типу ліній, він дозволяє призначити новий поточний тип ліній, видалити існуючий і завантажувати новий тип ліній;
- Список ваги (товщини) ліній.

Вагою лінії називають її товщину в міліметрах, яка буде

відображатись при друкуванні об'єкта на паперовому носії.

На графічному екрані вага лінії об'єкта не відображаються, якщо кнопку- піктограму режиму ВЕС вимкнено і відображається, якщо її ввімкнено.

Поточне значення ваги ліній, яке привласнюється новим об'єктам, за допомогою розкривного списку (Товщина ліній), розміщеного третім зліва на панелі Властивості (Малюнок 4.1), одразу після списку (Тип ліній).

Створення шарів креслення

Шари в AutoCAD подібні листам кальки, що використовуються при кресленні вручну. Уявімо, що в нас є прозорі листи паперу. На першому листі дано графічне зображення деталі, на другому - її розміри, на третьому - штрихування. Якщо накласти один на одного всі три листи, то креслення деталі буде відображено з розмірами і штрихуванням. Якщо забрати третій лист, то залишиться зображення деталі з розмірами. Якщо видалити тільки другий лист, то зображення вийде зі штрихуванням без розмірів.

Використання шарів дозволяє створювати креслення у шарах, в яких об'єднані взаємозалежні елементи його опису. Створення об'єктів виконується у поточному шарі. Шарам призначаються імена, ім'я шару – до 31 символу, включаючи букви, цифри і спеціальні символи, їм можуть привласнюватися окремі кольори і типи ліній. Використання шарів надає користувачеві широкі можливості з керування зображенням на екрані. Так, для зниження насиченості складного креслення рекомендується тимчасово відключати видимість шарів, робота над якими в даний момент не ведеться.

Створення об'єктів виконується в *поточному* шарі.

Шар має наступні властивості:

Name (Ім'я) - у цьому полі вказується ім'я шару. Воно може містити до 31 символу, включаючи букви, цифри і спеціальні символи: Ім'я шару не може містити пробілів;

On (Вкл) - у цьому стовпці вказується стан шару. Шар може бути

видимим **ON** (*Вкл*) або невидимим **OFF** (*Вімк*). Зображуються на екрані і кресляться на папері тільки ті примітиви, що належать видимому шару, однак примітиви в невидимих шарах є частиною рисунку і беруть участь у регенерації;

Freeze (Заморожений) - заморожування означає відключення *видимості* шару і виключення з генерації примітивів, що належать замороженому шару при регенерації. При цьому підвищується швидкість виконання такої команди, як **ZOOM** (ПОКАЖИ). За замовчуванням кожний шар розморожений, про що свідчить значок у вигляді сонечка. Клацнувши по цьому значку мишкою, ви заморозите шар (тоді замість сонечка буде показана сніжинка). Відповідно, клацнувши мишкою по сніжинці, ви розморозите шар, і замість сніжинки знову з'явиться сонечко;

Lock (Блок) - примітиви на блокованому шарі залишаються видимими, але їх не можна редагувати. Блокований шар можна зробити поточним, на ньому можна креслити, змінювати колір і тип лінії, заморожувати і застосовувати до накреслених на ньому примітивам команди довідок і об'єкту прив'язку. Розблоковані шари позначаються значком у вигляді відкритого замка, а заблоковані - у вигляді закритого замка;

Color (Колір) - визначає колір примітивів заданого шару;

Linetype (Тип лінії) - ім'я типу лінії, яким будуть викреслюватись усі відрізки, кола, дуги і двомірні полілінії, що належать шару;

Lineweight (Товщина лінії) - вказується товщина лінії. Дана товщина буде використовуватись для всіх об'єктів на даному шарі;

Plot Style (Стиль друку) - вказується стиль креслення шару. У розширених налаштуваннях діалогового вікна **Plot** (Друк) є список **Plot style table** (Таблиця стилей печати). У ньому можна вибрати колірний стиль, що повинен бути застосований до креслення при друку. Завдяки цьому можна змінити колірне виконання креслення, замінивши при друці одні кольори іншими.

Plot (Печать) - тут задається, чи буде друкуватися даний шар при виводі

креслення чи ні. Шари, для яких встановлено значок у вигляді принтера, роздруковуватися будуть. Якщо ж по цьому значку клацнути мишкою, то з'явиться значок заборони, і всі побудови на шарі виводитися на друк не будуть.

Примітка. Шар з ім'ям **Defpoints** заборонений для друку, тому його потрібно використовувати для побудов тільки як допоміжний.

При створенні нового рисунка автоматично створюється шар з ім'ям **0**, якому привласнюється білий колір і тип лінії **CONTINUOUS** (БЕЗПЕРЕПВНИЙ). Шар **0** не може бути вилучений і перейменований.

Наявність у кресленні шарів і їх властивостей можуть визначатися шаблоном. Тип лінії і колір примітивів можна встановити як співпадаючими із шаром **BYLAYER** (ПОСЛОЮ), так і відмінними від нього.

Керування *установками властивостей* шарів забезпечують команди **DDLMODES** (ДИАЛСЛОЙ) і **LAYER** (ШАР), пункт **Layer...** (Шари...) падаючого і екранного меню **Format** (Формат) через діалогове вікно **Layer & Linetype Properties** (Диспетчер властивостей шарів). Через це вікно можна створити новий шар, встановити для всіх примітивів або об'єктів колір і тип лінії, зробити необхідний шар поточним.

3.Штрихування

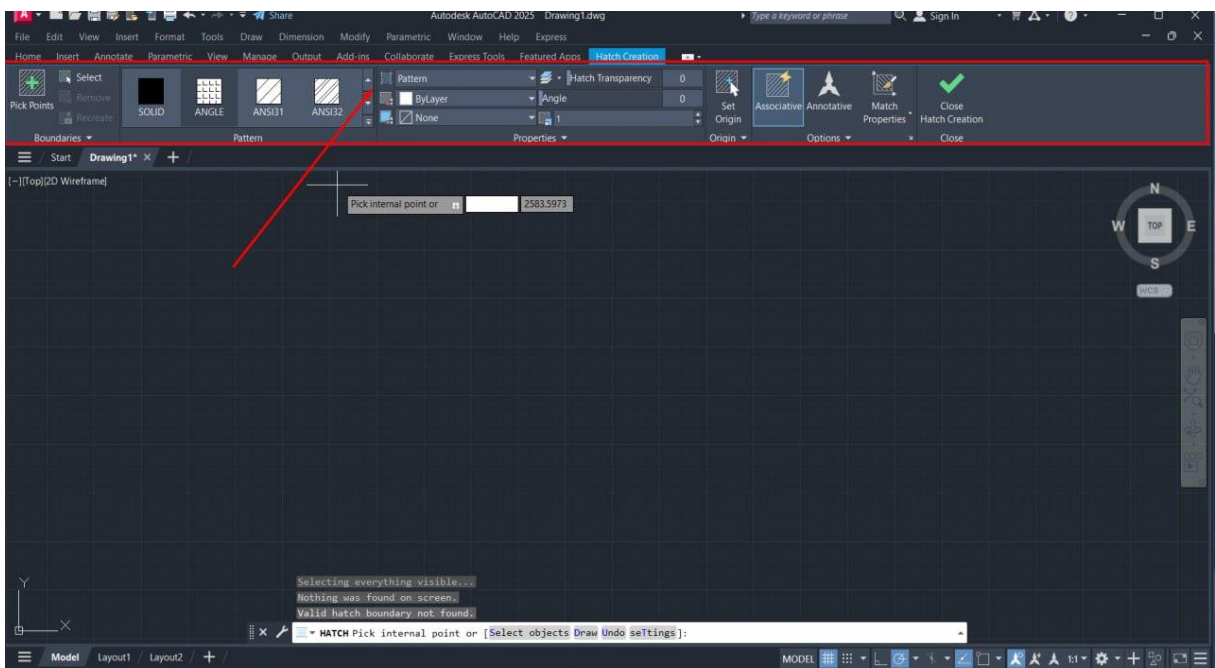
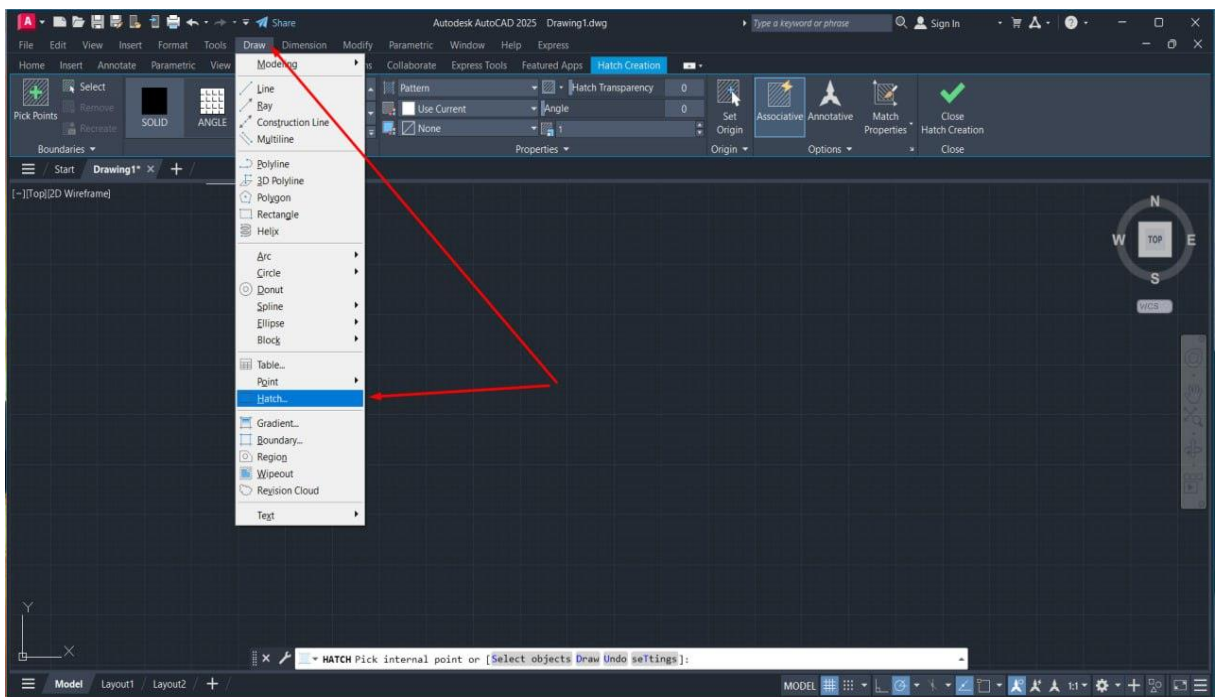
Штрихуванням називається заповнення зазначеної області по визначеному зразку.

Штрихування замкнутої області або контуру, відбувається за допомогою команд **Hatch**(Штрих) і **Bhatch**(Контрих).

Команда **КШТРИХ** дозволяє штрихувати замкнену область як шляхом простого зазначення всередині контуру, так і шляхом вибору об'єктів. Ця команда дозволяє наносити асоціативне і неасоціативне штрихування. *Асоціативність тут означає, що при зміні границь змінюється і*

штрихування. Неасоціативне штрихування не залежить від контуру границі.

Команда ШТРИХ, яку, крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки панелі інструментів Креслення або із пункту падаючого меню Креслення →Штриховка..., викликає діалогове вікно Штриховка и градиент (Малюнок 4.2), що має дві вкладки, які змінюють одна одну: Штриховка / Градиент.



Малюнок 4.2 - Загальний вигляд вікна Штриховка и градиент

Вибір зразка штрихування виконують за ім'ям із розкривного списку Зразок, або візуально. Візуальний вибір доступний при натискуванні кнопки , після чого відкривається вікно Палітра зразків штриховки, яка вміщує чотири вкладки відповідних зразків.

Зона Кут і масштаб дозволяє встановити масштабний коефіцієнт і кут нахилу для вибраного зразка штрихування.

Права частина діалогового вікна Штриховка и градиент дає змогу задавати параметри заповнюваного контуру.


Кнопкою Додати: точки вибору позначають внутрішні точки замкнених областей, які необхідно штрихувати.

Кнопкою Додати: обрати об'єкти позначають об'єкти, що утворюють замкнену область штрихування.

Кнопка Виключення острівків дає можливість при виборі великої кількості об'єктів виключати незаштриховані острівці, що виникли випадково.

Кнопка Відновити контур дозволяє тимчасово залишити вікно Штриховка и градиент, щоб була можливість перевірити, які зони вибрано для штрихування.

Після вибору зразка штрихування та його області необхідно двічі натиснути клавішу <Enter>, щоб процес відбувся.

Кнопка  дозволяє додати до діалогового вікна Штриховка и градиент ще п'ять областей з допоміжними параметрами.

Для вибору контуру, заснованого на параметрах, відмінних від заданих, необхідно вказати кнопку «Додаткові опції». На екрані з'явиться діалогове вікно додаткових опцій. Область «Набір контурів» дозволяє визначити набір контурів.

В області «Острівки» можна задати наступні стилі штрихування:

- нормальний стиль – це коли області, відділені від околиці зовнішнього контуру непарним числом перетинань, заштриховуються, а

області, відділені від околиці зовнішнього контуру парним числом перетинань, не заштриховуються;

- зовнішній стиль – це коли штрихується область від зовнішнього контуру до першого внутрішнього перетинання;
- ігноруючий стиль - це коли заштриховується вся область без урахування її внутрішньої структури.

4 Нанесення розмірів

Нанесення розмірів і допусків відбувається за допомогою команд, які містяться в падаючому меню Розміри, або в панелі інструментів Розмір.

AutoCAD дозволяє точно нанести розміри на будь-якому кресленні, не вдаючись при цьому до жодних вимірювань. Достатньо показати дві точки і розмір між ними буде визначено з необхідною точністю.

Розміри виражають геометричні величини об'єктів, відстані і кути між ними, координати окремих точок. В AutoCAD розміри бувають трьох основних типів: лінійні, радіальні і кутові.

Лінійні розміри поділяються на горизонтальні, вертикальні, рівнобіжні, нахилені, ординатні, базові і розмірні ланцюги.

Зображення розмірів містять наступні складові елементи:

- *розмірну лінію* – лінію зі стрілками на кінцях, виконану паралельно відповідному виміру. Для кутових розмірів розмірною лінією є дуга;
- *стрілки* – стрілки, зарубки або довільний маркер, обумовлений як блок, для позначення кінців розмірної лінії;
- *виносну лінію* – тільки для лінійних і кутових розмірів;
- *розмірний текст* – текстовий рядок, що містить розмір. Можна прийняти розмір, автоматично обчислений AutoCAD, або замінити його на свій текст.
- *допуски* – текст, що відповідає величинам припустимих відхилень від номіналу;

- *межі* – при необхідності допуски можуть бути додані до розмірів. У цьому випадку розмірний текст буде являти собою верхнє і нижнє значення, тобто гранично допустимі розміри, а не номінальний розмір з допусками;
- *альтернативні одиниці* – розмір можна задавати одночасно в двох системах виміру;
- *винесення* – використовуються, якщо розмірний текст неможливо розмістити поруч з об'єктом;
- *маркер центра й осьові лінії* – маркер – невеликий хрестик, що відзначає центр кола або дуги. Осьові лінії – лінії з розривом, що перетинаються в центрі кола або дуги і поділяють її на квадранти.

Зображення розміру – усі лінії, стрілки, дуги й елементи тексту, що складають розмір, будуть розглядатися як один розмірний примітив, якщо встановлено режим *асоціативного* нанесення розмірів на креслення. Асоціативні розміри змінюються відповідно до зміни елементів, що розмірюються.

Для встановлення параметрів розмірів служить розмірний стиль.

Розмірний стиль - це поійменована сукупність значень усіх розмірних перемінних, визначальний вид розміру на кресленні. Усі розміри створюються з використанням поточного розмірного стилю. За замовчуванням використовується стиль **STANDARD**.

Роботу з розмірними стилями забезпечує команда **DDIM (ДИАЛПАЗМ)** за допомогою діалогового вікна **Dimension Styles** (Диспетчер розмірних стилів), пункт **Style...** (Стиль...) падаючого меню **Dimension** (Розміри).

5. Поняття блоку

Блоком (або описом блока) називається сукупність зв'язаних об'єктів рисунка, що обробляються як єдиний об'єкт. Блоки можна вставляти в малюнок з масштабуванням і поворотом. Можна розчленовувати їх на

складові об'єкти і редагувати, а також змінювати опис блока. В останньому випадку AutoCAD обновлює всі існуючі входження блока і застосовує новий опис до блоків, що знову вставляються.

Застосування блоків спрощує процес креслення. Блоки можна використовувати, наприклад, у наступних цілях:

- ◆ Для створення стандартної бібліотеки символів, вузлів і деталей, які часто використовуються. Після цього можна необмежене число раз вставляти ці блоки, замість того щоб щораз креслити всі їхні елементи.

- ◆ Для швидкого й ефективного редагування рисунків шляхом вставки, переміщення і копіювання цілих блоків, а не окремих геометричних об'єктів.

- ◆ Для економії дискового простору шляхом адресації усіх входжень одного блока.

Блок може складатися з примітивів, створених на різних шарах, з різними кольорами і різними типами ліній. Усі ці властивості примітивів зберігаються при об'єднанні їх у блок і при вставці блока в малюнок. Однак є три виключення:

- примітиви, створені на спеціальному шарі з ім'ям 0, при вставці блока генеруються на поточному шарі;
- примітиви, створені в кольорі ПОБЛОКУ, успадковують колір блока;
- примітиви, створені типом лінії ПОБЛОКУ, успадковують тип лінії блока.

Блок може містити в собі інші блоки. Використання блоків дозволяє значно заощадити пам'ять. При кожній новій вставці блока в малюнок AutoCAD додасть до наявної інформації лише дані про місце вставки цього блока, масштабних коефіцієнтах і куті повороту.

З кожним блоком можна зв'язати атрибути, тобто текстову інформацію, що користувач може змінювати в процесі вставки блока в малюнок і яка може зображуватися на екрані або залишатися невидимою.

При вставці блока на кресленні з'являється зображення блока. Під час кожної вставки блока задаються масштабні коефіцієнти і кут його повороту. Масштабні коефіцієнти по різних осях (X, Y, Z) можуть бути різні.

Використання блоків в AutoCAD надає можливість систематичної організації задач креслення; при цьому спрощується створення, редагування і сортування об'єктів рисунка і зв'язаної з ними інформації.

Створення блока

Для створення блока використовується команда **WMAKE** (СБЛОК), після її включення заповнюється інформація у вікні створення блока – вибираються об'єкти, що входять в блок, вказується базова точка вставки, блоку привласнюється ім'я. Створений блок є складовою частиною виконуваного креслення і може бути вставлений у нього кілька разів. Цю операцію доцільно використовувати у випадку присутності в схемі декількох однакових апаратів або однотипних елементів в конструкції апарата.

Для поповнення бібліотеки можна зберегти в ній знову створений блок за допомогою команди **WBLOCK** (ПБЛОК), указав його ім'я і маршрут до бібліотеки.

Вставка блока

При вставці в малюнок іншого малюнка AutoCAD обробляє вставлений малюнок так само, як і звичайне входження блока. Наступні вставки виробляються на підставі опису блока (у ньому перераховані його геометричні об'єкти); при цьому можна задавати різні положення блока, масштабні коефіцієнти і кути повороту

За замовчуванням AutoCAD використовує як базову точку для малюнків, що вставляються, точку з координатами 0,0,0. Змінити це можна, відкривши поточний малюнок і задавши за допомогою команди.

1. З меню «Вставка» вибрати «Блок»
2. У діалоговому вікні «Вставка» задати ім'я блока і місце його вставки в поточний малюнок, а також вказати, чи потрібно розчленовувати блок після вставки.

3. Якщо зроблено модифікацію зовнішнього DWG-файлу, з якого був прочитаний блок, можна виконати перевизначення блока в поточному малюнку, натиснувши кнопку «Файл» і вказавши ім'я файлу.

4. Усі входження блока в поточному кресленні обновлюються на підставі вмісту зазначеного файлу.

5. Натиснути «ОК».

Розчленування блоків

При розчленуванні єдині об'єкти перетворюються в сукупність окремих складових частин. Видимого ефекту команда не робить. Наприклад, полілінії, прямокутники, кільця і багатокутники розбиваються при розчленуванні на відрізки і дуги. Групи при розчленуванні розпадаються на складові елементи або більш дрібні групи.

Зовнішній вигляд розчленованого об'єкта залишається тим же, однак у результаті наявності плаваючих кольорів, шарів і типів ліній може відбутися зміна кольорів і типів ліній об'єктів.

При розчленуванні полілінії інформація про її ширину губиться. Результируючі відрізки і дуги розташовуються вздовж її осьової лінії. Якщо виконується розчленування блока, що містить полілінію, її потрібно буде розчленувати окремо. При розчленуванні кільця його ширина також стає нульовою.

Розчленування блоків з нерівними масштабними коефіцієнтами по осях X, Y і Z, може привести до самих несподіваних наслідків. Зовнішні посилання і зв'язані з ними блоки розчленувати не можна.

Для розчленування об'єкта:

1. З меню «Змінити» вибрати «Розчленувати» або з панелі «Змінити» вибрати відповідну кнопку.

2. Вибрати об'єкти, які потрібно розчленувати.

6 Простір Моделі і простір Листа

Простір моделі – це простір AutoCAD, в якому відбувається формування моделей об'єктів як при двомірному, так і при тримірному моделюванні. Ознаками встановленого в даний момент простору моделі у вікні AutoCAD є піктограма ПСК на робочому полі креслення, індикація кнопки Модель у нижній частині робочого поля і кнопка МОДЕЛЬ у рядку стану.

Робота в просторі моделі відбувається на *видових екранах, що не перекриваються, (вікнах)*, там створюється основний малюнок або модель. Якщо на екрані монітора присутні кілька видових екранів, то редагування, зроблене в одному з них, розповсюджується на всі інші. Незважаючи на це, значення екранного збільшення, точки зору, інтервалу сітки і кроку для кожного видового екрана можуть встановлюватися окремо.

Простір Листа - це простір AutoCAD, необхідний для відображення сформованої в просторі моделі об'єкта у *видових екранах, що перекриваються*. Якби не використовувався простір Листа, довелося б заповнювати простір моделі графічною інформацією, необхідною лише для формування креслярських листів. Адже вся додаткова графічна інформація - рамка креслярського листа, основний напис і інша графічна і текстова інформація - не має відносини до реальної моделі і потрібна тільки на твердій копії креслярських листів.

Листом називається компонент середовища AutoCAD, що імітує лист паперу і зберігає в собі набір установок, які використовуються при виводі на друк. На листі можна розміщувати видові екрани, а також будувати геометричні об'єкти (наприклад, елементи основного напису). Малюнок може містити кілька листів з різними видами моделі; для кожного листа задаються свої значення масштабу друку і розмірів сторін. Зображення листа виглядає на екрані точно як і накреслений на плотері лист.

Простір Листа двомірний, і бачити його можна тільки з погляду, перпендикулярному площині листа. Ознаками простору Листа в AutoCAD є піктограма ПСК і індикація кнопки Лист у рядку стану нижньої частини

Робочого столу AutoCAD

У просторі Листа піктограма ПСК має трикутну форму і розташовується завжди в лівому нижньому куті області малюнка.

Після створення плаваючих видових екранів вносити зміни в модель можна переходячи з закладки Лист у закладку Модель.

7. Робота з екраном

AutoCAD має широкі можливості відображення різних видів креслення. У процесі редагування креслення користувач може швидко переміщатися від одного його фрагменту до іншого для візуального контролю внесених змін. Можна робити зумування креслення, змінюючи екранне збільшення виведеного зображення, або панорамування, переміщаючи малюнок по видовому екрану; зберігати обраний вид, а потім відновлювати його для виведення на друк або перегляду; одночасно переглядати різні ділянки креслення шляхом поділу області креслення на кілька неперекриваючих видових екранів.

Видом називається сукупність екранного збільшення, положення й орієнтації видимої на екрані частини креслення. Основний спосіб зміни виду - це застосування одного з наявних у AutoCAD режимів зумування; при цьому розмір зображення в області креслення збільшується або зменшується.

При зумуванні або збільшують зображення з метою більш докладного показу деталей, або зменшують його для того, щоб на екрані містилася велика частина рисунку.

При зумуванні не відбувається зміни абсолютних розмірів креслення. Змінюється лише розмір його частини, видимої в графічній області. Для зміни виду в AutoCAD існують різні способи, у тому числі зазначення границь виду рамкою, зміна коефіцієнта збільшення на задану величину і показ малюнка в його границях. Можна швидко задавати границі частини малюнка, що зображується на екрані, указуючи її кути рамкою. Лівий

нижній кут зазначеної рамки стає лівим нижнім кутом нового виду. Форма нового виду може трохи відрізнятись від форми рамки зумування, тому що при зумуванні відбувається уписування виду в область креслення.

Для зміни розміру видимої частини креслення використовується команда ZOOM (покажи).

Кнопка на стандартній панелі «Панорамування у реальному часі» - для зображення необхідної частини креслення (пересування по кресленню).

Кнопка на стандартній панелі «Зумування у реальному часі» - збільшує/зменшує зображення, переміщуючи курсор вертикально нагору (збільшує) або вниз (зменшує).

Кнопка на стандартній панелі «Показ Рамки» - змінює розмір видимої частини креслення .

Всі ці операції зміни екрану можна виконувати за допомогою миші з колесиком-кнопкою.

AutoCAD здатний відновлювати послідовно до 10 попередніх видів. У це число входять види, отримані не тільки при зумуванні, але і при панорамуванні.

Команда ПОКАЖИ з опцією «Попередній» відновлює тільки екранне збільшення і положення виду, але не попередній зміст малюнка, що редагується.

8 Завершення роботи і збереження креслення

Після закінчення сеансу роботи з пакетом необхідно подбати про збереження креслення на диску. Команда SAVE (Зберегти) з падаючого меню FILE (Файл) дозволяє записати на диск ваше поточне креслення. Цю команду корисно робити для збереження змін креслення у випадку збоїв ЕОМ.

Питання для самоконтролю.

1. З чого потрібно починати створення нового креслення?
2. Що таке шаблон креслення?
3. Які параметри відносяться до властивостей об'єктів?
4. Для чого потрібні шари в AutoCAD?
5. Які властивості включає в себе шар?
6. У чому полягає відмінність між вимкнутими і замороженими шарами кресленика?
7. З якою метою використовується властивість функції *По шару* у системі AutoCAD?
8. Чи можна видалити шар креслення з ім'ям «0»?
9. Яким чином відбувається завантаження типів ліній у системі AutoCAD?
10. Які стилі штрихування існують?
11. Для чого служить розмірний стиль?
12. Що таке простір моделі і простір Листа? Їх призначення.
13. Як можна змінити вид в AutoCAD? Поняття зумування і панорамування.

ЛЕКЦІЯ №5

Кількість годин - 4

ТЕМА: ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

План лекції:

- 1 Переваги тривимірного моделювання
 - 1.1 Можливість просторового перегляду
 - 1.2 Автоматичне створення проєкцій
 - 1.3 Автоматичне створення розрізів і перетинів
 - 1.4 Видалення невидимих ліній та одержання реалістичних зображень
 - 1.5 Можливість інженерного аналізу
- 2 Типи тривимірних моделей
 - 2.1 Каркасні моделі
 - 2.2 Поверхневі моделі
 - 2.3 Твердотільні моделі
- 3 Методи задання тривимірних координат
 - 3.1 Декартові (прямокутні) координати
 - 3.2 Циліндричні та сферичні координати
- 4 Задання положення точок в 3D-просторі
 - 4.1 Координатні фільтри
 - 4.2 Світова система координат (ССК) та система координат користувача(СКК)
- 5 Середовище для просторових побудов
 - 5.1 Простір Моделі
 - 5.2 Простір Листа
- 6 Розфарбовування 3D об'єктів

Ключові слова: тривимірне моделювання, каркасна модель, поверхнева модель, твердотіла модель (тіло), відносні та абсолютні координати, декартові (прямокутні) координати, координатні фільтри, світова система координат, система координат користувача, простір Моделі, простір Листа.

У багатьох галузях широке застосування в розробці проектної та конструкторської документації отримала система AutoCAD.

Великі зміни та розробка нових можливостей в останніх версіях AutoCAD дозволяють використовувати його в моделюванні тривимірних об'єктів. Тривимірне моделювання надає розробнику цілий ряд переваг.

1 Переваги тривимірного моделювання

1.1 Можливість просторового перегляду

Створюючи моделі будь-якої складності у просторі, користувач зможе побачити їх взаємне розташування, оцінити відстань між ними. Модель можливо вільно переміщати у просторі, переглядаючи безліч варіантів.

Можливість керування точкою зору дозволяє зручно обрати вигляд на тривимірну модель, що розробляється. Зумування, панорамування в режимі реального часу з можливістю вільного повороту камери навколо моделі надають можливість швидкого перегляду об'єктів з будь-якої точки зору.

Із застосуванням шарів різного призначення легко керувати видимістю частин 3D моделей.

Створення січних площин дозволяє переконатися в правильності внутрішньої будови моделі.

1.2 Автоматичне створення проєкцій

Після створення тривимірної моделі, користувач може отримати її двовимірні проєкції не тільки на основні площини, але й на будь-яку площину за своїм бажанням.

Створеними проєкціями легко керувати, вільно переміщаючи їх в просторі Листа.

1.3 Автоматичне створення розрізів і перерізів

Розрізи і перерізи створюються автоматично, користувач лише повинен обрати лінію розрізу або перерізу.

Користувач може створювати необхідну кількість розрізів і перерізів.

1.4 Видалення невидимих ліній та одержання реалістичних зображень

AutoCAD чітко розрізняє, які ребра або грані на кожному окремому вигляді необхідно видалити або які 3D об'єкти закривають один одного, та видаляє або показує відповідні елементи.

Створену тривимірну модель можливо показати в розфарбованому вигляді з тінями. В такому вигляді всі об'єкти моделі подаються в кольорі, який належить їм безпосередньо або через шар.

Об'єктам також можливо задати матеріал або текстуру.

Найбільш реалістично моделі виглядають при їх тонуванні з матеріалами, з накладеними текстурами, при розстановці освітлення. Є можливість виконати тонування на растровому полі, наприклад, модель котеджу можливо показати на місцевості, де він буде побудований, використовуючи як растровий фон фото цієї місцевості.

1.5 Можливість інженерного аналізу

Для твердих тіл надається можливість визначити такі параметри, як маса і об'єм, центр мас, моменти та радіуси інерції, центробіжні моменти інерції та головні моменти за напрямками X, Y, Z відносно центра мас.

AutoCAD дозволяє швидко обчислити будь-які розміри об'єктів, які необхідні для їх виробництва, визначити площі та периметри замкнених об'єктів.

Типи тривимірних моделей.

1.6 Каркасні моделі

Каркасні моделі створюються з точок, відрізків і кривих, що описують ребра об'єкта, та не мають граней. Тобто така модель є скелетним описом тривимірного об'єкта. Такі моделі лише за виглядом нагадують 3D об'єкти, вони не приймають участі в тонуванні і розмалюванні (так як вони не мають граней) та не перекривають один одного при розташуванні їх по глибині.

1.7 Поверхневі моделі

Поверхневі моделі описуються ребрами й гранями тривимірного об'єкта, тобто обмежуються поверхнями. Використання поверхонь дозволяє створювати найбільш складні тривимірні об'єкти. На відміну від каркасних моделей поверхневі об'єкти більш реально подають модель у просторі, так як можуть закривати об'єкти на задньому плані та давати тінь при тонуванні. Однак вони не мають фізичних властивостей: маси, центра тяжіння та ін.

1.8 Твердотілі моделі

Твердотіла модель (або тіло) є зображення тривимірного об'єкта, яке зберігає інформацію не лише про ребра та грані, а й інформацію про його об'ємні властивості.

Кожен тип моделей має свої переваги та недоліки. Для моделей кожного типу є свої технології створення й редагування.

Оскільки різним типам моделей притаманні власні методи створення, не рекомендується змішувати декілька типів в одному кресленні.

Методи задання тривимірних координат

При створенні тривимірних об'єктів використовуються аналоги двовимірних координат. Але розробка тривимірних об'єктів в AUTOCAD, на відміну від креслення на площині, має на увазі задання третьої координати,

яка визначає об'єм виробу.

Як при виконанні креслення на площині, при тривимірному моделюванні можливо вводити координати точок, використовуючи водночас різні системи координат.

В тривимірному просторі використовуються як абсолютні координати (які відраховуються від початку системи координат), так й відносні (які відраховуються від останньої вказаної точки). Ознака відносних координат – символ @ перед координатами точки, яка задається.

1.9 Декартові (прямокутні) координати

При задані координат в цій системі спочатку визначають координату X, потім Y і останньою координату Z.

Абсолютні декартові координати в тривимірному просторі задаються у форматі X,Y,Z. Відносні координати мають формат @X,Y,Z.

Поточний рівень координати Z пов'язаний з площиною XY поточної системи координат. За допомогою команди Рівень (**level**) можливо встановити необхідне значення рівня й висоти тривимірних об'єктів. За замовчуванням рівень дорівнює нулю.

Якщо визначити рівень відмінний від нуля, то таким чином буде визначена площина, для якої будуть задані всі координати Z, якщо ця координата не задається в явному виді.

Циліндричні та сферичні координати

При роботі у 3D просторі використовуються два нових типа координат – циліндричні та сферичні, які є аналогами полярних координат на площині.

2. Задання положення точок в 3D-просторі

2.1 Координатні фільтри

Координатні фільтри дозволяють задати координати нової точки по координатам точок, які вже існують. Зазвичай фільтри використовують з об'єктними прив'язками.

Фільтри використовують під час виконання команди, коли йде запит на координати нової точки. Координати нової точки обираються, як одна або дві координати вже побудованої точки, а потім задають координати, яких не вистачає.

Для зазначення фільтра в командному рядку використовують формат *координата*, де координата – один з символів X, Y,Z, або їх поєднання. Існує набір з шести фільтрів: .X, .Y, .Z, .XY, .XZ, .YZ.

2.2 Світова система координат (ССК) та система координат користувача(СКК);

У AutoCAD існує поняття світова система координат (ССК). Це умовна система координат, яка прийнята в якості початкової системи відрахунку.

При тривимірних побудовах ССК – це система координат, у якій площина XY має горизонтальне розташування, а за початок координат обирається точка, яка зручна для розрахунків та задання координат.

Працювати в ССК не завжди зручно, оскільки в процесі побудови вона може бути неоптимальною. При виконанні креслення для кожної проекції зручно обрати свою систему координат з початком в характерній точці проекції.

Системи координат, які створюються користувачем під час креслення мають назву системи координат користувача. Прийняте скорочення -СКК.

Створення СКК виконується командою **UCS**, яка має багато опцій.

В деякий момент часу активна тільки одна система координат, яку звать поточною. Поточна система координат визначається по піктограмі її осей. Ознакою світової системи координат є прямокутник в початку координат та

літера W.

Змінювати ССК не дозволяється.

У кожний проміжок часу можливий перехід від однієї системи координат до іншої.

У тривимірних побудовах система координат задає площину креслення, відносно якої створюються об'єкти, виконуються команди редагування, визначаються координати.

Просторові побудови пов'язані з постійним перевизначенням площини побудови. Це може бути паралельне переміщення площини та початку координат у нову точку простору, поворот площини побудов відносно просторової осі, визначення площини за трьома точками.

Керувати СКК зручно за допомогою ПСК. Назву системі координат користувача дають тоді, коли створена СКК, з якою неодноразово прийдеться працювати, не збігається зі стандартною.

AutoCAD має шість стандартних ортогональних СКК: верхня, нижня, передня, задня, ліва та права. За замовчуванням параметри ортогональних СКК розраховуються відносно ССК. Середовище для просторових побудов

2.3 Простір Моделі

Перше та яке найчастіше використовують робоче середовище AutoCAD – це простір Моделі. У ньому виконуються всі основні роботи по створенню плоских креслень та тривимірних моделей.

Перед побудовою моделі необхідно настроїти кожне робоче середовище аби забезпечити точність та наочність побудов.

Побудова в просторі Моделі ведеться в натуральних розмірах об'єктів, що створюються.

2.4 Простір Листа

Головне призначення простору Листа– завершальна компоновка та підготовка креслення для друку. Створюються ця можливість за допомогою плаваючих екранів виглядів, які застосовуються для відображення у них виглядів моделі або елементів плоского креслення. Простір Листа можливо уявити собі як Лист паперу, на якому викреслюються один або декілька виглядів моделі, яка була створена в просторі Моделі в різних масштабах та під різними кутами зору. Налаштування простору Листа передбачає знання формату листа паперу, на якому креслення буде друкуватися.

3. Розфарбовування 3D об'єктів

AutoCAD дозволяє створювати фотореалістичні зображення. Для цього використовують команду Тонувати (**render**). Виконання цієї команди потребує підготовчих операцій, які потребують витрат часу. Але для отримання наочного зображення моделі достатньо видалити лінії невидимого контуру або розфарбувати об'єкти. Для цього використовують опції команди Режим розфарбовування (**shademode**). Зручно використовувати Розфарбовування (**Shade**) для виклику опцій команди.

У режимі 2D Каркас (**2DWireframe**) об'єкти зображуються відрізками та кривими без розфарбовування, відображаються типи та товщини ліній.

Режим 3D Каркас (**3DWireframe**) подає об'єкт у вигляді відрізків та кривих, з кольорами матеріалів. На екран виводиться об'ємний знак СКК.

У режимі Приховування невидимих ліній (**Hidden**) об'єкт подається у каркасному вигляді, але лінії, які задають задні грані, не відображаються. В цьому режимі об'єкти заднього плану заслоняються об'єктами переднього та стають не-видимими.

Режим Плоске (**Flat Shaded**). У цьому режимі об'єкти розфарбовуються, криволінійні грані не мають плавного переходу. Невидимі грані та ребра не

відображаються.

Режим По Гуро (**Gouraud Shaded**). Об'єкти зображаються розфарбованими, криволінійні грані мають плавні переходи.

Цей режим надає об'єктам найбільш реалістичний вигляд, без використання фотореалістичного тонування. Невидимі ребра і грані не відображаються, Але видно матеріали, які задаються об'єктам.

У режимі Плоске, с кромками (**Flat Shaded, Edges On**) об'єкти виводяться як комбінація режимів Плоске (**Flat Shaded**) та 3D Каркас (**3DWireframe**). При цьому грані розфарбовуються у колір, який задано, відображаються видимі лінії каркасу.

Режим По Гуро, с кромками (**Gouraud Shaded, Edges On**) є комбінацією режимів По Гуро (**Gouraud Shaded**) та 3D Каркас (**3DWireframe**). При цьому грані розфарбовуються у колір, який задано, відображаються видимі лінії каркасу.

Питання для самоконтролю.

1. За допомогою яких дій можна здійснити швидкий перегляд об'єктів?
2. Як можна отримати двовимірні проекції моделі на різні площини?
3. Які параметри твердих тіл можна визначити в AutoCAD?
4. Що собою представляють каркасні моделі?
5. Що собою представляють поверхневі моделі?
6. Що собою представляють твердотілі моделі?
7. Чим відрізняються абсолютні координати від відносних?
8. Які системи координат вам знайомі?
9. Поняття простору Моделі.
10. Поняття простору Листа.
11. За допомогою якої команди можна отримати фотореалістичне зображення об'єкту?
12. Поняття декартових, циліндричних та сферичних координат.

ТЕМА: КЕРУВАННЯ ВИГЛЯДАМИ У ПРОСТОРИ.
 ВІДОБРАЖЕННЯ ТІЛ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

План лекції:

- 1 Керування виглядами у просторі
 - 1.1 Вигляди
 - 1.2 Стандартні ортогональні вигляди
 - 1.3 Ізометричні вигляди
- 2 Екрани виглядів, що не перекриваються
 - 2.1 Створення екранів виглядів та настроювання в них виглядів
 - 2.2 Зв'язок між екранами виглядів та СКК
- 3 Екрани виглядів простору Листа
- 4 Встановлення режимів відображення тіл на екрані
 - 4.1 Використання системної змінної isolines
 - 4.2 Керування гладкістю розфарбованих та тонованих об'єктів
 - 4.3 Керування видимістю сітки при видаленні невидимих ліній

Ключові слова: вигляд, стандартні ортогональні вигляди, ізометричні вигляди, екрани виглядів, що не перекриваються, екрани виглядів простору Листа, режими відображення тіл на екрані, системні змінні.

1 Керування виглядами у просторі

При створенні моделі, окрім систем координат користувача, велике значення має правильний вибір поточного вигляду, в якому на даний момент виконується робота над моделлю та її елементами. Аби повернути модель в потрібне положення, в AutoCAD є різноманітні команди та їх опції.

1.1 Вигляди

Необхідний вигляд на модель можливо встановити, використовуючи Вид (**View**), або з меню Вид→**3D** види (**View**→**3D View**), або з Вид (**View**). Вид (**View**) можливо викликати з меню Вид→ Іменовані види (**View**→**Named Views**).

Також для настроювання потрібного вигляду можливо використовувати: завдання точки зору; компаса та режиму 3D-орбіти.

При задані точки зору на об'єкт визначається чисельне значення кута повороту площини побудови (площина XY) по відношенню до вісі X та кута між цією площиною та напрямом погляду на об'єкт. Ці параметри задають в Точці зору (**Viewpoint Presents**), яке можливо викликати з меню Вид→**3D** види→Точка зору (**View**→**3D View**→**Viewpoint**).

Компас являє собою розгортку глобуса на площині. Трійка координатних осей нагадує знак СКК та дозволяє візуально уявити положення тривимірних об'єктів при зміні вигляду. Викликати команду можливо з меню Вид (**View**).

Оскільки компас – це розгортка глобуса на площину, то центральна точка співпадає з Північним полюсом, що відповідає стандартному вигляду Зверху; внутрішнє коло – з екватором, відповідає вигляду Збоку; зовнішнє коло - з Південним полюсом, що відповідає вигляду Знизу.

Команда 3D- орбіта надає можливість розглядати об'єкти у просторі, переміщатися навколо них в режимі „реального часу”, наближати та віддаляти сцену, встановлювати січні площини, прибираючи частину зображення на перед- ньому плані, змінювати тип проекції з паралельної на перспективну. Окрім цього, використовуючи цю команду можливо задати безперервне обертання об'єктів на екрані.

1.2 Стандартні ортогональні вигляди

При побудові тривимірних моделей можливо використовувати стандартні ортогональні вигляди: Зверху, Знизу, Зліва, Справа, Спереду, Позаду.

Стандартні ортогональні вигляди співпадають з виглядами інженерної графіки.

1.3 Ізометричні вигляди

Окрім стандартних ортогональних виглядів, можливо встановити декілька стандартних ізометричних виглядів.

В AutoCAD встановлюються декілька стандартних ізометричних виглядів: південно-західний (SW Isometric View);

південно-східний (SE Isometric View); північно-східний (NE Isometric View); північно-західний (NW Isometric View).

2 Екрани виглядів, що не перекриваються

2.1 Створення екранів виглядів, які не перекриваються, та настроювання в них виглядів

Використання декількох екранів виглядів надає можливість одночасно працювати над різними частинами однієї моделі.

В просторі Моделі створюються екрани виглядів, які не перекриваються. Екрани виглядів, які не перекриваються, мають такі властивості:

- можливо переключатися між екранами під час виконання команди;
- в кожному екрані можливо ізольовано виконувати такі операції, як зумування, панорамування, задавати режим допоміжної сітки та крокової прив'язки, позначки СКК, а також обирати вигляди з ім'ям;

- можливо зберігати окремі СКК в кожному екрані;
- можливо зберегти конфігурацію екранів виглядів з ім'ям.

Створення екранів виглядів, як правило, відбувається водночас з настроюванням в них виглядів.

У меню Вид→Видові екрани→Нові ВЕ.

У Видових екранах оберіть вкладку Нові ВЕкрани та в її лівій частині налаштуйте потрібну конфігурацію розділення області малювання. У полі Ім'я задайте ім'я конфігурації для подальшого використання.

В цьому ж діалоговому вікні налаштовують й вигляд в екрані.

2.2 Зв'язок між екранами виглядів та СКК

В екранах виглядів, не перекриваються, можуть бути встановлені окремі системи координат.

В загальному випадку системи координат екранів незалежні, тобто зміна системи координат в одному екрані не призводить до зміни системи координат в інших екранах. Але можливо обрати такий режим, при якому система координат в екрані стане залежною, тобто автоматично стане рівною останній СКК, яка встановлюється в будь-якому з екранів. Для цього необхідно перейти в екран, для якого встановлюється залежна система координат та задати в командному рядку значення системній змінній **UCSVP=1**.

AutoCAD можливо настроїти так, щоб при зміні СКК вигляд в екрані буде автоматично змінюватися на вигляд в плані (вигляд Зверху) по відношенню до нової СКК.

Цей режим задається значенням системної змінної **Ucsfollow=1**. Якщо **Ucsfollow=0**, то зміна вигляду при зміні СКК не відбувається.

3. Екрани виглядів простору Листа

Компоновка креслення у просторі Листа відбувається з використанням екранів виглядів, що перекриваються (або плаваючі). Плаваючі екрани вигляди створюються тільки у просторі Листа та уявляють собою рамки різної конфігурації, у яких виводиться інформація з простору Моделі. Ці екрани можливо вільно переміщати по листу, частково або повністю перекривати один одного, тому й мають назву, що перекриваються.

Головне призначення плаваючих екранів виглядів – компоновка креслення для виводу на друк, а також розробка ефектних, презентаційних матеріалів.

Властивості плаваючих екранів виглядів:

- створюються плаваючі екрани виглядів тільки у просторі Листа;
- припустимо створювати необмежену кількість екранів;
- екран можливо створити з замкнених об'єктів (коло, еліпс, сплайн, область);
- розміри екранів можливо корегувати, використовуючи ручки або команди редагування;
- при копіюванні або переміщенні екрану інформація, яка в ньому відображається, не змінюється;
- плаваючі екрани виглядів мають властивості: колір, шар, тип лінії, масштаб типу лінії, товщину лінії та стиль друку, але при відображенні на екрані товщина та тип лінії ігнорується;
- екрани виглядів мають масштаб. Він встановлюється для всіх об'єктів, які виводяться у екрані.
- об'єкти, які створені в просторі Листа, не впливають на об'єкти, які є у просторі Моделі. Винятком є розміри, які змінюються при зміні об'єктів у просторі Моделі;
- при відключенні або заморожуванні шару, на якому був створений екран, видимість об'єктів простору Моделі пропадає.

Створити плаваючі екрани виглядів можливо так само, як й екрани виглядів, що не перекриваються.

4. Встановлення режимів відображення тіл на екрані

4.1 Використання системної змінної *isolines*

Криволінійні поверхні твердотілих об'єктів зображаються на екрані за допомогою окремих елементів, які створені ізолініями. Кількістю ізоліній керує змінна *isolines*. За замовчуванням її значення дорівнює 4, що відповідає побудові 4 ізоліній – мінімальної кількості, яка необхідна для визначення форми криволінійного об'єкта. Значення, які приймає ця змінна, - цілі числа від 0 до 2047.

Зміна змінної *isolines* впливає на існуючі та об'єкти, що створюються. Не існує можливості задати різні значення цієї змінної для окремих об'єктів. Для появи результатів змін необхідно виконати регенерацію креслення.

4.2 Керування гладкістю розфарбованих та тонованих об'єктів

На відміну від змінної *isolines*, яка впливає на відображення криволінійних твердотілих об'єктів у режимі **2D**каркас (**2DWireframe**) та **3D**каркас (**3Dwireframe**), системна змінна *facetres* має вплив на гладкість об'єктів при їх розфарбовуванні і тонуванні. Окрім цього, ця змінна керує гладкістю відображення таких об'єктів після виконання команди Приховати (**Hide**).

Зміна *facetres* може приймати значення від 0,01 до 10,0. За замовчуванням вона дорівнює 0,5, що в більшості випадків достатньо для відображення гладкості поверхні.

4.3 Керування видимістю сітки при видаленні невидимих ліній

Керування видимістю сітки при видаленні невидимих ліній виконує змінна *dispsilh*. При значенні *dispsilh*=1 видаляється сітка на криволінійних

поверхнях, при *dispsilh*=0 зображення сітки зберігається.

Питання для самоконтролю.

1. Як установити вигляд в AutoCAD?
2. За допомогою яких команд можна повернути модель в потрібне положення?
3. Що таке компас і якою командою можна його визвати?
4. Які стандартні ортогональні вигляди ви знаєте?
5. Які стандартні ізометричні вигляди ви знаєте?
6. Як створити декілька екранів виглядів?
7. Який зв'язок між екранами виглядів та СКК?
8. Які властивості плаваючих екранів виглядів?
9. Які змінні мають вплив на гладкість об'єктів при їх розфарбовуванні і тонуванні?

ЛЕКЦІЯ №7 Кількість годин - 4

ТЕМА: ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ В AUTOCAD 3D

План лекції:

- 1 Тривимірні полілінії
- 2 Тонування
- 3 Грані й багатокутні мережі
- 4 Області

Ключові слова: полілінія, реалістичне зображення, грані, сегмент, області.

1 Тривимірні полілінії

Особливим тривимірним об'єктом є тривимірна полілінія, яка складається зі зв'язаних прямолінійних сегментів, але вершини сегментів можуть мати будь-які координати тривимірного простору. Тривимірна полілінія, на відміну від двовимірної, не лежить, як правило, у єдиній площині тривимірного простору й будується за допомогою команди 3DPOLY (3-ПЛИНИЯ). Перший запит цієї команди: **Specify start point of polyline:** (Початкова точка полілінії:) Потрібно вказати тривимірну точку, яка стане початковою точкою полілінії. Далі видається повторюваний запит: **Specify endpoint of line or [Undo]:** (Кінцева точка сегмента або [Скасувати/:])

Після вказівки третьої точки форма запиту небагато змінюється, тому що додається опція замикання: **Specify endpoint of line or [Close/Undo]:** (Кінцева точка сегмента {Замкнути/ Скасувати}:) Завершується введення точок або натисканням клавіші <Enter>, або опцією **Close** (Замкнути). Для редагування тривимірних поліліній використовується та ж команда PEDIT (ПОЛРЕД), що й для двовимірних поліліній. Але запит опцій

редагування для тривимірної лінії трохи бідніше: **Enter an option [Close/Edit vertex/Spline curve/Decurve/Undo/exit]:** (Встановить опцію [Замкнути/Вершина/СПлайн/Убрати згладжування/Скасувати])

2 Тонування

Для реалістичного відображення тривимірних моделей у системі AutoCAD передбачено кілька операцій. У команді DVIEW (ДВИД) передбачена опція для приховання невидимих ліній. Команда 3DORBIT (3-ОРБИТА) дозволяє користуватися розфарбовуванням об'єктів. Аналогічні можливості надає пункт **Shade** (Розфарбовування) падаючого меню **View** (Вид). Усі види розфарбовування зібрані також як кнопки в панелі інструментів **Shade** (Розфарбовування) (Малюнок 5.1). Ці кнопки є опціями команди SHADEMODE (РЕЖИМРОЗФАР).



Малюнок 5.1 - Панель інструментів *Shade*












Більш цікавою можливістю одержання реалістичних зображень тривимірних об'єктів є операція тонування. Тонування дає можливість крім звичайного віддаленого джерела висвітлення, промені якого спрямовані перпендикулярно екрану, використовувати й інші — точкові і прожектори. Поверхням об'єктів можна призначати властивості матеріалів. У якості спеціальних ефектів можливі туман і фон (у тому числі з готового растрового зображення). Операції тонування з'явилися в системі після інтеграції AutoCAD з існуючим раніше пакетом Auto Vision. Важливо відзначити, що в системі AutoCAD розфарбовані й тоновані види можуть виводитися на друк. Усі команди тонування зібрані в пункті **Render**




(Тонування) падаючого меню **View** (Вид), а також в однойменній панелі інструментів **Render** (Тонування) (Малюнок 5.2).



Малюнок 5.2 - Панель інструментів **Render**

Ця панель має наступні кнопки (тут же наведені імена відповідних команд системи AutoCAD):

-  — зображення тривимірної моделі з придушенням прихованих ліній (команда HIDE (Приховати));
-  — виконання реалістичного тонованого зображення тривимірної моделі (команда RENDER (ТОНУВАТИ));
-  — управління сценами (сцена - сукупність виду і джерел освітлення) в просторі моделі (команда SCENE (СЦЕНА));
-  — управління джерелами освітлення (команда СВІТЛО (LIGHT));
-  — управління матеріалами (команда RMAT (МАТЕРІАЛ));
-  — імпорт і експорт матеріалів (команда MATLIB (БИБМАТ));
-  — накладення текстур (прив'язка матеріалів до поверхні, команда SETUV (НАЛТЕК));
-  — завдання фону (команда BACKGROUND (ТЛО));
-  — управління туманом (команда FOG (ТУМАН));
-  — вставка елементів ландшафту (зображень кущів, дерев, людей тощо., команда LSNEW (ЛАНДНОВИЙ));
-  — редагування елементів ландшафту (команда LSEDT (ЛАНД-РЕД));

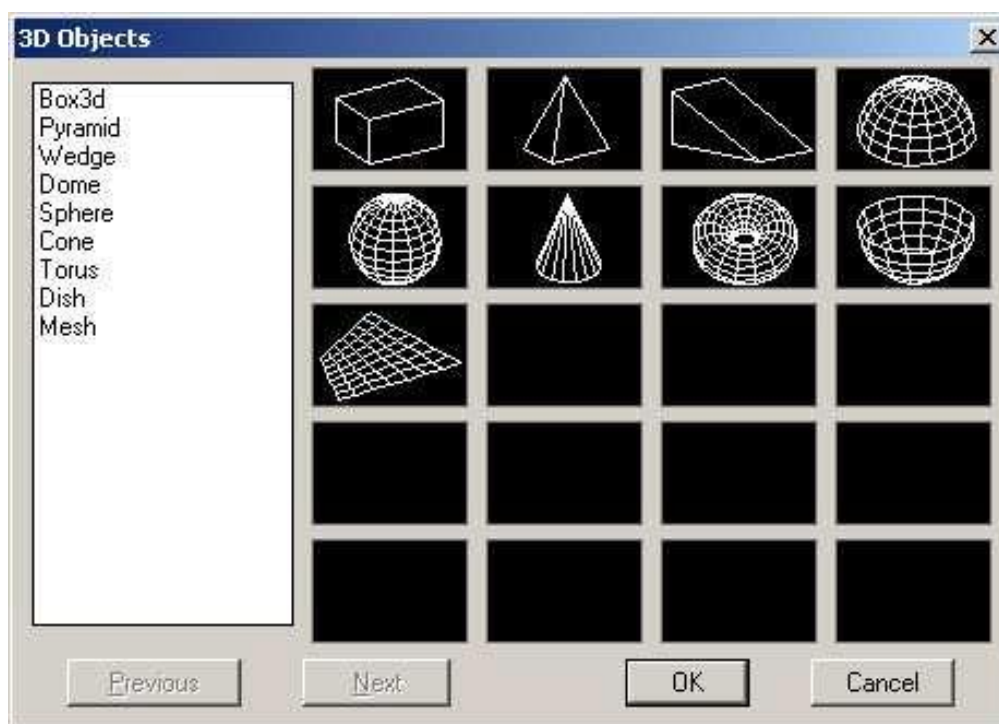
-  — виконання роботи з бібліотекою елементів ландшафту (команда LSLIB (ЛАНДБІБ));
-  — завдання режимів тонування (команда RPREF (РЕЖИМТОН));
-  — виведення статистичних даних про тонування (команда STATS (СТАТ)).

3 Грани й багатокутні мережі

Для того щоб при тонуванні поверхні об'єктів були непрозорими, вони повинні бути створені спеціальним чином. У циліндра (видавленого кола) всі поверхні в режимі двовимірного каркаса є непрозорими при приховуванні невидимих ліній, а ось у видавленої полілінії в формі прямокутника непрозорі тільки бічні стінки. Сам прямокутник не є суцільним плоским об'єктом і фактично має тільки контур, без начинки. Для непрозорих трикутників і чотирикутників в AutoCAD є спеціальний об'єкт - грань. Безперервно розташовані межі можуть об'єднуватися в "мережу". Поверхні дуже багатьох тривимірних об'єктів можуть бути представлені у вигляді мереж. Мережа хоча і є наближеним представленням об'єкта, але дає досить багато інформації про його форму і розміри. Для прикладу виберемо пункт в падаючому меню **Draw | Surfaces | 3D Surfaces** (Малювання | Поверхні | 3D поверхні). На екрані з'явиться діалогове вікно **3D Objects** (3D об'єкти) (Малюнок 5.3).

У цьому вікні доступні 9 об'єктів (**Box3d** (3D ящик), **Pyramid** (Піраміда), **Wedge** (Клин), **Dome** (Купол), **Sphere** (Сфера), **Cone** (Конус), **Torus** (Тор), **Dish** (Чаша) и **Mesh** (Сітка)), які після завдання параметрів будуть побудовані в поточному рисунку поверхнями у вигляді мереж з чотирикутними і трикутними осередками. Всі клітини (осередки) таких поверхонь непрозорі для операцій усунення невидимих ліній,



розфарбовування і тонування.



Малюнок 5.3 - Діалогове вікно *3D Objects*



Малюнок 5.4 - Панель інструментів *Surfaces*

В панелі інструментів **Surfaces** (Поверхні) (Малюнок 5.4) зібрані кнопки всіх основних операцій з гранями і мережами. Розглянемо кнопки цієї панелі. Перша кнопка  викликає команду малювання плоских чотирикутників **SOLID** (ФІГУРА). Команда будує примітиви, які називаються **SOLID** (ФІГУРА). Фігури володіють додатковою властивістю - вони є непрозорими, завдяки чому їх кнопка включена в панель **Surfaces** (Поверхні). Фігура є плоским (двовимірним) об'єктом і розташовується в площині, паралельній площині XY поточної системи координат. Команда **3DFACE** (3-ГРАНЬ), якій відповідає кнопка  панелі інструментів **Surfaces** (Поверхні) і пункт падаючого меню **Draw | Surfaces | 3D Face** (Малювання | Поверхня 3D

грань), буде також чотирикутні примітиви, але вони є вже тривимірними об'єктами, вершини яких можуть не лежати в одній площині. Перший запит команди 3DFACE (3-ГРАНЬ) виглядає так: **Specify first point or [Invisible]:** (Перша точка або (Невидима):)

Якщо вибрати опцію **Invisible** (Невидима), то кромка межі, що йде з першої точки до другої, буде невидимою (це корисно в тривимірних моделях). Після вибору цієї опції AutoCAD повторить запит першої точки. Якщо задана перша точка, то виводиться наступний запит: **Specify second point or [Invisible]:** (Друга точка або [Невидима]:) Тут вибір опції **Invisible** (Невидима) буде означати, що кромка між другою і третьою точками буде невидимою.

Після введення другої точки: **Specify third point or [Invisible] <exit>:** (Третя точка або [Невидима] <вихід>:) Якщо в цей момент натиснути клавішу <Enter>, то команда закінчить свою роботу. Далі після введення третьої точки: **Specify fourth point or [Invisible] <create three-sided face>:** (Четверта точка або [Невидима! <створити трикутну грань >:) У цей момент натискання клавіші <Enter> створює трикутну грань (тобто четверта і третя вершини збіглися). А після вказівки четвертої точки знову видається запит про третю точку (в якості першої і другої точок наступної межі будуть взяті третя і четверта точки попередньої). Якщо неправильно задано обхід вершин грані, то грань може вийти перекрученою. В цьому випадку потрібно поміняти місцями третю і четверту точки. Грані можна редагувати за допомогою ручок. Можливі межі, всі кромки яких невидимі, проте при приховуванні невидимих ліній такі межі закриватимуть розташовані під ними об'єкти.

Команда EDGE (КРОМКА), якій відповідає кнопка панелі інструментів **Surfaces** (Поверхні), дає можливість змінювати видимість кромки граней і мереж. Зручним засобом зміни видимості кромки є вікно **Properties** (Властивості). Кнопки панелі інструментів **Surface** (Поверхні) дозволяють будувати мережі стандартної форми (ящик, клин, піраміда, конус, сфера,

купол, чаша, тор) - такі ж, що і з допомогою діалогового вікна **3D Objects** (3D об'єкти).

Мережі - це більш складні об'єкти, ніж грані. Якщо мережу розчленувати за допомогою команди **EXPLODE** (РОЗКЛАСТИ), то вона розпадеться на грані, причому з одного осередку мережі вийде одна грань (кожна грань матиме одну кромку з сусідньої гранню). Всі мережі стандартної форми будуються щодо поточної площині побудов, тому перед тим як приступити до створення подібного об'єкта, не забудьте перейти в необхідну ПСК. Побудова восьми стандартних поверхонь може бути виконано не тільки за допомогою вищезазначених восьми кнопок панелі інструментів **Surfaces** (Поверхні), але і за допомогою команди 3D (3D), яка будує всі ці об'єкти.

Розглянемо побудову стандартної поверхні на прикладі прямокутного паралелепіпеда - ящика (побудова інших поверхонь виконується аналогічно).

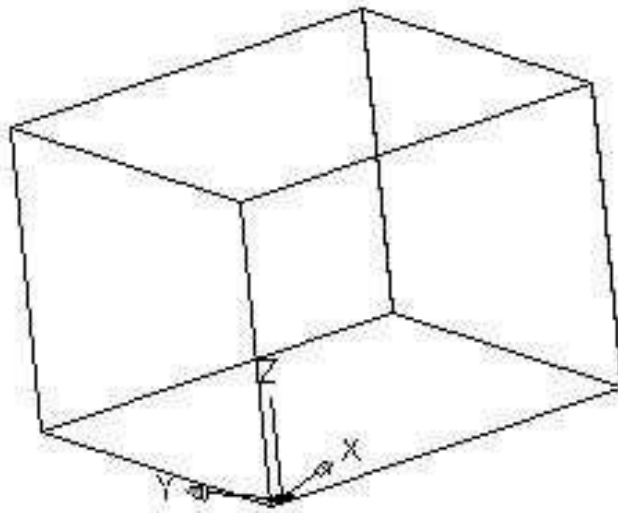
Після виклику команди 3D (ЗМ) з'являється перший запит: **Select option [Box/Cone/DIsh/DOME/Mesh/ Pyramid/Sphere/Torus/Wedge]:** Виберіть опцію (Ящик/Конус/Чаша/Купол/Сітка/Піраміда/Сфера/Тор/Клин):)

Виберіть опцію **Box** (Ящик). Наступний запит: **Specify corner point of box;** (Кутова точка ящика:) Вкажіть точку першого кута. далі: **Specify length of box:** (Довжина ящика:) Вкажіть довжину введенням числа або точки. Потім: **Specify width of box or [Cube]:** (Ширина ящика або {Куб/}) Потрібно ввести ширину числом або точкою або вибрати опцію **Cube** (Куб). Якщо ширина задана, тобто ящик, що будується не є кубом, то потрібен додатковий запит: **Specify height of box:** (Висота ящика:) Тепер все розміри визначені, але можна ще повернути ящик навколо осі

Z. Наступний запит: **Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]:** (Кут повороту ящика навколо осі Z или /Опорний кут:)) Після завдання кута будується замкнута мережа у формі ящика.

На рисунку 5.5 наведено приклад ящика, повернутого на -25° навколо осі Z (також виконано приховування невидимих ліній).


У загальному випадку мережа - це об'єкт, у якого вздовж одного напрямку є певна кількість точок (M), а вздовж іншого напрямку - інша задана кількість точок (N). Ці напрямки так і прийнято називати - M -напрямок і N -напрямок. Відповідно загальна кількість осередків є добуток $(M - 1)$ на $(N - 1)$. Мережі можуть бути не- замкнутими і замкнутими, причому замикання може бути по одному або двох напрямках. Мережу, не замкнуту по якомусь напрямку, може бути замкнута за допомогою команди PEDIT (ПОЛПРЕД), так як ця команда редагує не тільки полілінії, але і мережі (які у внутрішньому представленні у системі AutoCAD є примітивами POLYLINE).



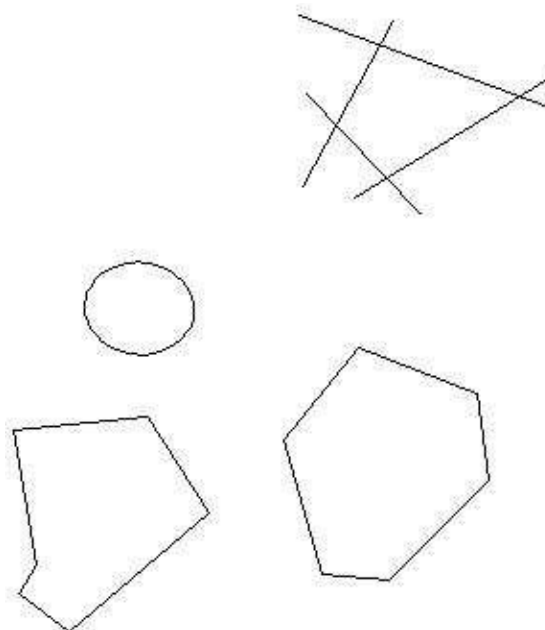
Малюнок 5.5 - Побудова стандартної мережі у формі ящика

4 Области

Область - це двовимірний об'єкт, який обмежений замкнутим контуром і має внутрішність. В області можуть бути присутніми отвори. Области можна вчитати і складати. Вони непрозорі (крім ділянок, які є отворами). Аналогом області є тонка листовая деталь, у якій можуть бути вирізи. Але найголовніше - області можуть використовуватися для побудови тіл складної форми (за допомогою видавлювання і обертання). Будь-який плоский замкнутий контур (коло, замкнута полілінія, відрізки у формі замкнутої ламаної і інші подібні до них об'єкти) можна зробити областю.

Для цього використовується команда REGION(ОБЛАСТЬ), якій відповідає кнопка  панелі інструментів **Draw** (Малювання) і пункт **Region** (Область) падаючого меню **Draw** (Малювання). Команда REGION (ОБЛАСТЬ) запитує об'єкти і після закінчення їх вибору повідомляє про кількість створених областей. Однією командою може бути створено декілька областей, якщо зазначені користувачем об'єкти задовольняють необхідним вимогам.

На рисунку 5.6 показані приклади трьох контурів



Малюнок 5.6 - Приклад трьох областей


Над областями можливі операції об'єднання, віднімання і перетинання. Кнопки цих операцій є першими трьома кнопками у панелі інструментів **Solids Editing** (Редагування тіл) (Малюнок 5.7), оскільки такі ж операції дозволяються над тілами.

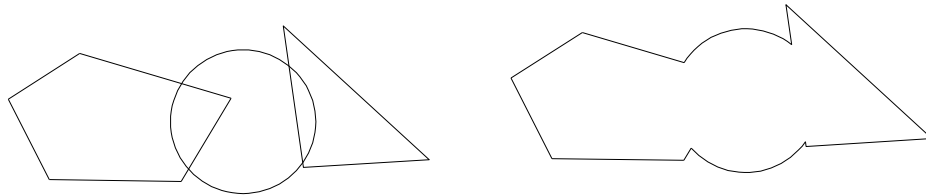


Малюнок 5.7 - Панель інструментів *Solids Editing*

На рисунку 5.8 показаний приклад об'єднання трьох областей у одну (зліва -об'єкти до об'єднання, справа - нова область).

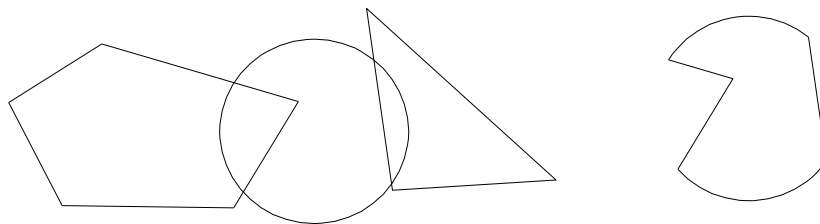
Відповідні засоби системи

AutoCAD для об'єднання областей - це команда UNION (ОБ'ЄДНАННЯ) і кнопка  панелі інструментів **Solids Editing** (Редагування тіл).




Малюнок 5.8 - Об'єднання областей

З рисунка видно, що області об'єднуються як плоскі множини. Трикутник всередині області справа є отвором. Область є єдиним об'єктом (навіть якщо має вирізи або якщо об'єднуються непересічні об'єкти). На малюнку 5.9 наведено приклад віднімання областей. Зліва показані три області до віднімання.

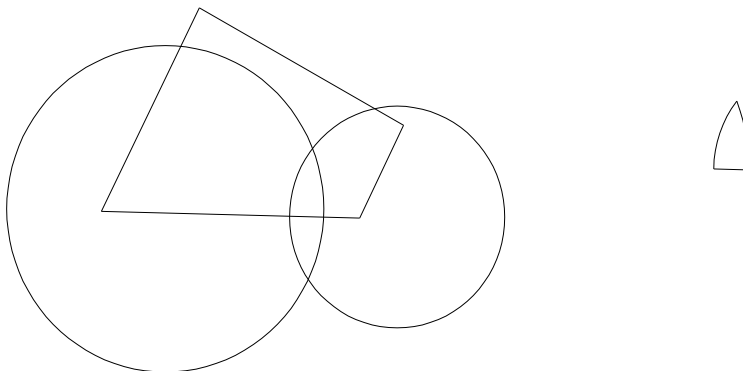


Малюнок 5.9 - Віднімання областей. Праворуч - результат віднімання (із багатокутної області віднімаються дві кругових).

Нова область має один круглий виріз. Відповідні засоби системи AutoCAD — SUBTRACT (ВІДНІМАННЯ) и кнопка  панелі інструментів **Solids Editing** (Редагування тіл).

На рисунку 5.10 наведено приклад перетину трьох областей. Для операції перетину використовується команда INTERSECT (ПЕРЕТИН) і

відповідна їй кнопка панелі інструментів **Solids Editing** (Редагування тіл).



Малюнок 5.10 - Перетинання областей

Якщо об'єднати непересічні області, то утворюється область, що має багатозв'язаний зовнішній контур (вона подібна до блоку при операціях переміщення, копіювання і тому подібних). Команда EXPLODE (РОЗКЛАСТИ) розкладає область на прості примітиви (відрізки, дуги, кола, еліпси, сплайни).

Питання для самоконтролю.

1. Що таке тривимірна полілінія і яка команда для її побудови?
2. Для чого потрібне тонування тривимірних моделей?
3. Якою командою можна виконати тонування тривимірних моделей?
4. Особливості видавленої полілінії
5. Яку інформацію дає мережа про тривимірні моделі ?
6. Якою командою можна змінювати видимість кромek граней і мереж?
7. Що таке область в AutoCAD? Її призначення.
8. Які існують команди для об'єднання областей?
9. Які існують команди для віднімання областей?

ТЕМА: МОДЕЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ

План лекції:

- | | |
|-------|---|
| 1 | Примітиви |
| 1.1 | Ящик, сфера, циліндр, конус, клин, тор |
| 1.2 | Створення об'єктів видавлюванням (екструзією) та обертанням |
| 1.2.1 | Підготовчі операції для створення тіл видавлювання та обертання |
| 1.2.2 | Тіла видавлювання |
| 1.2.3 | Тіла обертання |
| 2 | Об'єкти складної форми |
| 2.1 | Об'єднання об'єктів |
| 2.2 | Віднімання об'єктів |
| 2.3 | Перетин об'єктів |
| 2.4 | Взаємодія об'єктів |

Ключові слова: примітиви, ящик, сфера, циліндр, конус, клин, тор, сплайн, полілінія, область, контур видавлювання, тіла видавлювання, контур обертання, тіла обертання, об'єкти складної форми, булеві операції, об'єднання, віднімання, перетин, взаємодія.

Твердотілі об'єкти , або тіла, - це зображення об'єктів, які зберігають інформацію про свої об'ємні властивості. Використання тіл дозволяє створювати найбільш реалістичні об'єкти.

1 Примітиви

Для моделювання складних тіл, які реалістично відображають навколишній світ, використовують стандартні об'ємні тіла, такі, як ящик,

сфера, циліндр, конус, клин, тор, а також тіла, які створюються шляхом обертання або видавлювання замкнених контурів (поліліній або областей).

При створенні тривимірних твердотілих об'єктів зручно використовувати **Solids**.

1.1 Ящик, сфера, циліндр, конус, клин, тор

Команда Ящик створює прямокутний паралелепіпед. Команда має кілька опцій:

- 1). Паралелепіпед можливо побудувати вказавши два протилежних кута основи та задавши висоту;
- 2). Для побудови ящика можливо вказати його геометричний центр та один з кутів або визначити його висоту;
- 3). При обранні опції **Cube** будова ящика визначається одним розміром, який буде прийнятий для його довжини, ширини та висоти;
- 4). Створити ящик можливо визначивши його довжину, ширину та висоту.

При створенні об'єкта Сфера використовуються два параметри: точка центру сфери та її радіус, або діаметр. При формуванні шару його паралелі проходять паралельно поточному положенню площини XY.

Команда Циліндр застосовується для побудови циліндрів, які в основі мають коло або еліпс. Використовуючи режим вводу центру верхньої основи, можливо створити похилий циліндр. При побудові циліндра, використовуються параметри: центр основи, радіус або діаметр циліндра, а також точка – центр другої основи.

Конус – це твердотілий об'єкт, основою якого може бути коло або еліпс. Висоту конуса можливо вводити безпосередньо вказавши її значення або координати верхівки.

Тіло Клин – це половина прямокутного паралелепіпеда – ящика, який зрізали по діагоналі, а тому й опції команди Клин аналогічні опціям

команди Ящик. За замовчуванням основа клина паралельна площині побудови поточної СКК.

Тор – це тривимірний бублик, для створення якого використовуються такі параметри як центр тора, радіус (діаметр) тора, а також радіус або діаметр порожнини. Змінюючи такі параметри як радіус або діаметр тора та радіус (діаметр) порожнини можливо отримати такі об’єкти, як тори, що самі пересікаються, та об’єкти, які нагадують лимон. Тор, що сам пересікається – це тор, який не має центрального отвору. Для створення торів, які самі пересікаються, треба задавати радіус порожнини більшим від радіуса тора. Аби створити тор у вигляді лимону, необхідно задати від’ємний радіус тора та додатний радіус порожнини. Радіус порожнини повинен бути більшим за абсолютним значенням.

1.2 Створення об’єктів видавлюванням (екструзією) та обертанням

1.2.1 Підготовчі операції для створення тіл видавлювання та обертання

Також для створення тіл використовують спеціальні команди, які дозволяють побудувати простіше й швидше більш складні геометричні форми, ніж ті, які отримують об’єднанням твердотілих об’єктів. Ця група команд дозволяє створювати геометричні об’єкти практично різної конфігурації, тому що форма об’єкта визначається формою профілю плоских кривих, які розташовані в потрібному місці простору. На основі плоских замкнених або розімкнених кривих створюються наступні об’єкти:

- плоскі поверхні;
- тіла, що створенні видавлюванням;
- тіла обертання;
- тіла, які отримані зсувом уздовж траєкторії;
- тіла, які отримані по декільком поперечним перетинам.

Після створення тіла вихідна плоска крива може автоматично видалятися з креслення, якщо системна змінна **DELOBJ**=1. Якщо **DELOBJ**=0, то вихідна крива зберігається після отримання тривимірного об'єкта.

Головна вимога до об'єкта, який буде видавлений або обернутий, - контур видавлювання або обертання повинен бути замкненим.

До таких об'єктів відносяться багатокутники, прямокутники, кола, еліпси, замкнені сплайни й полілінії, кільця та області.

Полілінія може бути складена з відрізків прямих або дуг окружностей.

Ланки можуть мати різну товщину або товщину, що плавно змінюється.

Сплайн – це гнучка лінія, яка сполучає задані точки. Сплайн використовують при побудові плавних кривих складної форми.

Область (region) – тип плоского об'єкта, який має ряд особливих властивостей. Області створюються командою **Region** для об'єднання ліній в єдиний контур. Області можливо додавати, віднімати, пересікати для того, щоб створити складний контур.

Властивості області можливо задати будь-якому замкненому об'єкту – полілінії, колу, еліпсу. Область можливо створити з відрізків, дуг й інших незамкнених контурів, в яких початкова та кінцева точки співпадають. Якщо до області застосувати команду Розкласти, область розкладається на відрізки та дуги.

1.2.2 Тіла видавлювання

Тіла, створені видавлюванням, - це об'єкти, які створюються шляхом присвоєння висоти плоским замкненим об'єктам. Для виконання цієї операції використовується команда **Видавити (extrude)**.

Видавлювання об'єктів виконується впродовж осі Z. Задання додатного значення величини видавлювання призводить до видавлювання об'єкта

впродовж додатного напрямку осі Z відносно поточної системи координат.

При виконанні цієї операції можливо створювати об'єкти з похилими боковими гранями, якщо задати кут звуження, який не дорівнює нулю. Кут звуження – це кут між направленням осі Z та бічною гранню твердого тіла. Кут звуження може мати значення від -90 до $+90$ градусів. Значення додатного кута призводить до звуження об'єкта, від'ємного – до розширення.

При створенні об'єктів видавлюванням можливо використати траєкторію видавлювання, якою можуть бути відрізки, кола, дуги, еліпси, еліптичні дуги, полілінії та сплайни. При побудові траєкторії слід пам'ятати, що вона не повинна знаходитися в одній площині з контуром видавлюванням.

1.2.3 Тіла обертання

Тіла обертання – це твердотілі об'єкти, які створені шляхом обертання замкненого контуру навколо визначеної осі.

Для створення тіл обертання використовують команду **Обертати (revolve)**.

Тіло обертання можливо створити, якщо в якості осі обертання використовувати осі X або Y . Ось обертання також задають, позначивши дві точки на умовній осі обертання. Полілінія, як ось обертання, має особливість: ось обертання – це вектор, який з'єднує першу вершину полілінії з останньою.

Кут обертання – кут, на який буде повернутий вихідний об'єкт навколо осі обертання при створенні твердого тіла. Він має значення до 360° .

2 Об'єкти складної форми

Для створення об'єктів складної форми застосовують спеціальні операції, які мають назву булевих. До цих операцій відносяться операції: об'єднання, віднімання та перетину твердотілих об'єктів. Окрім твердих тіл

ці операції застосовують також до 2D об'єктів, таких як області.

2.1 Об'єднання об'єктів

Для об'єднання двох та більше тіл в одне використовують команду Об'єднання (**union**).

При об'єднанні вихідні тіла не зберігаються. Для їх повторного використання необхідно створити копії.

Для об'єднання областей застосовується та ж команда, що й для тіл. Однак, якщо області не належать одній площині XY, об'єднання не відбудеться.

2.2 Віднімання об'єктів

Для створення об'єктів складної геометричної форми, які мають отвори, зручно використовувати команду Віднімання (**subtract**).

Як й при створенні тіл об'єднання, при виконанні операції віднімання вихідні об'єкти не зберігаються. Для подальшої роботи з тілами необхідно створити їх копії.

Якщо області не належать одній площині, операція віднімання не виконується.

2.3 Перетин об'єктів

Тіла перетину – це тіла, які обіймають простір, який є спільним для двох та більше тіл.

Починають створення тіл перетину з побудови двох або більше тіл, які потім суміщають потрібним чином. Можливо в процесі створення вихідних тіл виконувати побудову, таким чином, щоб тіла одразу були суміщені. При виконанні цих операцій слід використовувати об'єктну прив'язку, координатні фільтри та інші інструменти, що забезпечують точність створення об'єктів.

Для створення тіл перетину використовують команду Перетин (**intersect**).

При формуванні спільного об'єму для тіл перетину беруть участь всі тіла, які були обрані. Якщо серед обраних тіл буде лише одне, яке не має спільного об'єму з іншими тілами, то тіло перетину не буде створено.

Після створення тіла перетину, вихідні об'єкти видаляються.

Для створення тіл, які обіймають спільний об'єм для двох та більше тіл, без видалення вихідних тіл можливо використовувати команду Взаємодія (**interfere**).

2.4 Взаємодія об'єктів

Використовуючи команду Взаємодія (**interfere**), можливо створювати тіла, які обіймають спільний об'єм для групи обраних тіл. Ця команда подібна до команди Перетин (**intersect**), але відрізняється від неї тим, що вихідні об'єкти не видаляються, окрім, цього за допомогою цієї команди можливо створити декілька тіл за один раз.

Питання для самоконтролю.

1. Що таке твердотілі об'єкти в AutoCAD?
2. За допомогою яких примітивів можна створювати креслення тіл ?
3. Які об'єкти створюються на основі плоских замкнених або розімкнених кривих?
4. Що таке тіла, створені видавлюванням?
5. Як створити тіло за допомогою траєкторії?
6. Як створити тіла обертання?
7. Якою командою можна об'єднати об'єкти?
8. Як працює команда віднімання об'єктів?
9. Якою командою можна сумістити декілька тіл?

ТЕМА: МОДИФІКАЦІЯ ТВЕРДИХ ТІЛ

План лекції:

- 1 Модифікація тіл шляхом редагування їх граней та ребер
 - 1.1 Редагування граней
 - 1.1.1 Видавлювання граней
 - 1.1.2 Перенесення граней
 - 1.1.3 Зсув граней
 - 1.1.4 Видалення граней
 - 1.1.5 Поворот граней
 - 1.1.6 Зведення грані на конус
 - 1.1.7 Копіювання граней
 - 1.1.8 Зміна кольору грані
 - 2.2 Редагування ребер
 - 2.2.1 Копіювання ребер
 - 2.2.2 Зміна кольору ребра
- 2 Редагування тіл в цілому
 - 2.1 Нанесення тавра іншим об'єктом
 - 2.2 Очистка тіл
 - 2.3 Розділення тіл
 - 2.4 Створення оболонки тіла
- 3 Створення розрізів та перетинів твердотілих об'єктів
 - 3.1 Створення розрізів тіл
 - 3.2 Створення перетинів

Ключові слова: модифікація тіл, перевірка тіл, редагування граней, редагування ребер, редагування тіл в цілому, ACIS тіла (BODY), розріз, перетин.

1. Модифікація тіл шляхом редагування їх граней та ребер

Окрім граней та ребер, які обмежують загальний об'єм твердотілого об'єкта, тіла можуть мати прямолінійні або криволінійні отвори, які також є гранями, а лінії їх сполучення – ребрами. Команди редагування граней та ребер обробляють однаково, як зовнішні так й внутрішні грані та ребра.

Для зручної роботи з командою редагування тіл **solidedit** бажано встановити на екран ППРедагування тіл (**Solids Editing**).

Усі в подальшому розглянуті операції редагування тіл є опціями однієї команди **solidedit**. При виклику будь-якої опції з ПП вона викликається як окрема команда.

Обрання будь-якої з опцій редагування граней або ребер призводить до запиту обрання відповідних елементів. Обрати елемент можна декілька ми способами:

- обравши точку посеред грані;
- за допомогою рамок вибору;
- безпосередньо вказавши грань або ребро.

Не завжди можливо обрати необхідну грань, особливо, якщо тіло має складну конфігурацію. Тому можливо змінити набір вибору. Аби видалити деяку грань з набору, необхідно натиснути Shift, та тримаючи її, повторно обрати грань або ребро.

Редагуванні тіл з використанням опцій команди **solidedit** може привести до створення некоректної структури тіла. У подальшому не можливо бути обробляти такі об'єкти. Тому в AutoCAD є системна змінна **solidcheck**, за допомогою якої можливо задавати режим перевірки тіл після кожної операції редагування. За замовчуванням значення **solidcheck** дорівнює 1, тобто перевірка тіл працює.

1.1 Редагування граней

1.1.1 Видавлювання граней

Видавлювання граней – операція аналогічна операції видавлювання плоского двовимірного об'єкта (області, полілінії). Видавлювання граней можливо використовувати для зміни розмірів тіл, прямокутних отворів.

Запити при обранні опції Видавити грань (**extrude face**) команди **solidedit** співпадають із запитами команди Видавити для створення тіл.

1.1.2 Перенесення граней

Використовуючи опцію Перенести грань (**move face**), можливо виконати перенесення обраної грані, наприклад отвору, в інше місце.

Якщо під час виконання команди будуть задані некоректні дані (наприклад, при переміщенні отвору воно винесеться за розміри грані), операція не виконається.

1.1.3 Зсув граней

Опція Змістити грань (**Offset face**) дозволяє виконати рівномірний зсув граней на необхідну відстань. Ця операція знадобиться, наприклад, щоб пропорційно збільшити розміри отвору в стінці складної конфігурації. Додатне значення зсуву призведе до збільшення об'єму тіла, від'ємне – до його зменшення.

Якщо під час виконання операції задана некоректна величина зсуву, команда призупинить виконання операції та повідомить про помилку.

1.1.4 Видалення граней

Використовуючи опцію Видалити грань (**Delete face**), можливо видалити грані на об'єкті, у тому числі ті, які отримані під час побудови фасок та округлення. Окрім цього, опцію можливо застосовувати для видалення отворів на твердотілих об'єктах.

1.1.5 Поворот граней

Опція Повернути грань (**Rotate face**) дозволяє обернути обрані грані на визначений кут. Використовуючи її можливо, наприклад, перетворити вертикальний отвір в похилий.

Також за допомогою опції можливо зменшити кут нахилу грані тривимірного тіла або її положення.

1.1.6 Зведення грані на конус

Опція Звести грань на конус (**taper face**) дозволяє виконати операцію, коли обрані грані нахиляються під однаковим кутом. Застосовувати цю операцію можливо як до цілого тіла, так й до його окремих елементів, наприклад, до отвору. Важливо правильно обрати грані.

Напрямок нахилу граней визначається заданням базової точки та другої точки на осі конуса. Ці дві точки визначають лінію осі конуса, по відношенню до якої уводиться кут нахилу граней. Нахил грані виконується у напрямку другої точки. Кут звуження може мати як додатне значення (об'єм зменшується), так й від'ємне (об'єм збільшується). Нахил усіх граней, які входять до набору виконуються під одним кутом.

1.1.7 Копіювання граней

Опція Копіювати грань (**copy face**) дозволяє створювати області або тіла ACIS з граней твердотілого об'єкта. Якщо обрана грань плоска, то створюється область, в іншому разі – ACIS тіло – специфічний об'єкт, який не підлягає редагуванню.

ACIS тіла (BODY), або довільні тіла – об'єкти довільної форми. Створити такі тіла безпосередньо, використовуючи команди створення об'єктів, не можливо. Вони генеруються AutoCAD у випадку, якщо створений у результаті деяких операцій об'єкт не можливо віднести до будь-якої категорії об'єктів.

Отриману область в результаті копіювання плоскої грані можливо використовувати для створення нових тіл шляхом видавлювання або обертання.

1.1.8 Зміна кольору грані

Зміну кольору грані виконують за допомогою опції Змінити колір грані (**Color face**).

Зміна кольору грані застосовується для того, щоб потім їй можливо було присвоїти певний матеріал, який пов'язаний з цим кольором, який буде відрізнятися від матеріалу, який присвоєний усьому тілу, або для візуального контролю грані.

Матеріал для тіла в AUTOCAD можливо присвоїти трьома способами:

- для тіла в цілому;
- по кольору, який присвоєно окремим елементам об'єкта;
- за шаром.

Тобто об'єкту можливо присвоїти декілька матеріалів. При цьому пріоритет має прив'язка матеріалу за тілом, потім по кольору, в останню

чергу, за шаром.

Аби певній грані можливо було присвоїти матеріал за кольором, колір необхідно задати індексним номером. Матеріал можливо прив'язати тільки до номеру кольору з індексом.

1.2 Редагування ребер

Ребра твердотілих об'єктів – це лінії перетину граней, які зображаються двовимірними об'єктами типа відрізків, дуг або кіл. В AutoCAD є дві опції команди **solidedit**, які застосовуються для роботи з ребрами, - копіювання ребер та зміна кольору.

1.2.1 Копіювання ребер

Опція Копіювати ребро (**copy edge**) дозволяє зробити новий двовимірний об'єкт, який є копією ребра тіла. Створений новий об'єкт можливо використовувати для створення нових об'єктів або аналізу існуючого тіла.

1.2.2 Зміна кольору ребра

Застосовується ця операція для того, щоб візуально відрізнити окремі ребра, що полегшує редагування тіл. Виконується операція з допомогою опції Змінити колір ребра (**color edge**).

2 Редагування тіл в цілому

2.1 Нанесення тавра іншим об'єктом

Використовуючи опцію Таврувати (**imprint**), можливо поставити тавро на грань тіла.

В якості об'єктів, якими наноситься відбиток, використовують кола, дуги, еліпси, полілінії, сплайни, області, а також тверdotілі об'єкти. Об'єкти, якими наносять тавро, повинні перетинати грань тверdotілого об'єкта.

Відбиток створюється на шарі, якому належить тіло, на яке він наноситься.

Після виконання цієї опції на грані створюються відбиток, який повторює лінію перетину грані з об'єктом, яким нанесений відбиток. Відбиток з'явиться відразу ж, якщо обрано опцію Так у запиті про видалення початкового об'єкту. При іншому значенні відбиток можливо побачити, якщо перенести вихідний об'єкт або відключити його видимість шляхом заморожування або відключення шару, до якого належить об'єкт.

2.2 Очистка тіл

Очистка тіл – це видалення з граней тіл всіх відбитків. Виконується очистка опцією Очистити (**Clean**).

2.3 Розподіл тіл

Тіла, які були створені командою Об'єднання (**union**) та не мали спільних точок, можливо відокремити на окремі тверdotільні об'єкти, використовуючи опцію Розділити (**separate**).

2.4 Створення оболонки тіла

Під час 3D моделювання може постати задача створити ємність на базі тверdotілого об'єкту.

Застосовуючи опцію Оболонка (**shell**), можливо сформувати тонкостінні оболонки певної товщини, яка для всіх стінок оболонки виконується

однаковою. При формуванні оболонки можливо виключити деякі грані вихідного об'єкту.

Створюючи оболонку, AutoCAD формує нове тіло. Грані нового тіла створюються шляхом зсуву граней обраного тіла в ту чи іншу сторону від вихідного положення. Напрямок зсуву залежить від знаку товщини стінок оболонки. При додатній товщині нові грані створюються усередині вихідного об'єкта, при від'ємній – зовні.

3 Створення розрізів та перетинів твердотілих об'єктів

3.1 Створення розрізів тіл

Використовуючи команду Розріз (**slice**), можливо розділити тіло на дві частини, потрібно тільки вказати січну площину. Під час виконання команди можливо залишити тільки одну частину тіла, або зберегти обидві, але в розрізаному вигляді. Побудова розрізів дозволяє виявити дефекти тіл.

Розрізані частини тіла можливо знову об'єднати в одне тіло за допомогою команди Об'єднання (**union**).

За замовчуванням січну площину визначають трьома точками. Січну площину можливо задати декількома способами (опції):

- Об'єкт (**object**) – січна площина співпадає з площиною, на якій побудовано об'єкт. В якості такого об'єкта можуть бути коло, еліпс, дуга, сплайн або сегмент полілінії;
- Z-вісь (**Zaxis**) – задають початок осі Z (нормалі) та другу точку, яка завдає напрямок осі Z. Січна площина співпадає з площиною XY;
- Вид (**view**) – січна площина паралельна площині вигляду на поточно-му екрані вигляду. Місцеположення площини визначається точкою, яку визначають додатково;
- XY, XZ, YZ – січна площина паралельна площині XY, XZ, YZ поточної СКК. Місцеположення площини визначаються додатковою точкою.

3.2 Створення перерізів

Переріз – це плоска область, яка є контуром перетину тіла з умовною площиною, яка задається користувачем.

На відміну від розрізу команда Переріз (**section**) не ділить об'єкт, а лише створює новий плоский об'єкт – область. Області, які створені цією командою, формуються на поточному шарі.

Опції команди Переріз (**section**) співпадають з опціями команди Розріз (**slice**).

Після виконання команди система створить область, яка розташована всередині тіла. Аби візуально її було простіше відрізнити, бажано встановити по- точний шар з контрастним кольором по відношенню до тіла.

Створену область можливо перемістити.

Питання для самоконтролю.

1. Якою системною змінною можна задавати режим перевірки тіл після кожної операції редагування.?
2. Для чого використовується видавлювання граней?
3. Для чого використовується перенесення граней?
4. Для чого використовується зсув граней?
5. Для чого використовується поворот граней?
6. Для чого змінюють колір грані?
7. Якою командою можна створити оболонку тіла?
8. Як створити розріз тіла?
9. Як створити переріз тіла??

ЛЕКЦІЯ №10

Кількість годин - 4

ТЕМА: КОМАНДИ РЕДАГУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В 3D
МОДЕЛЮВАННІ

План лекції:

- 1 Стерти
- 2 Копіювати
- 3 Дзеркало
- 4 Подібність
- 5 Масив
- 6 Перенести
- 7 Повернути
- 8 Масштаб
- 9 Розтягнути
- 10 Збільшити
- 11 Обрізати
- 12 Подовжити
- 13 Розірвати
- 14 Фаска
- 15 Сполучення
- 16 Розділити
- 17 Вирівняти

Ключові слова: команди редагування, двовимірний простір, тривимірний простір.

Створюючи моделі в 3D просторі, користувачу постійно необхідно комбінувати команди створення плоских об'єктів, перетворення цих об'єктів у тривимірні тіла, а також модифікації 3D об'єктів.

Більшість команд редагування двовимірного простору застосовуються також й при редагуванні твердотілих об'єктів. В AutoCAD також є декілька спеціальних команд, які застосовуються тільки для 3D простору.

1 Стерти

Команда Стерти (**erase**) в 3D просторі використовується так само, як й на площині. Однак, вибір одного ребра тіла приведе до видалення усього тіла.

2 Копіювати

Для копіювання об'єктів в тривимірному просторі використовується команда Копіювати (**copy**), як й при роботі на площині. Базову точку й точку переміщення задають тривимірними, використовуючи засоби точної побудови.

3 Дзеркало

Якщо ось відображення розташована в площині XY, то операцію виконують стандартною командою Дзеркало (**mirror**).

Окрім цього в AutoCAD можливо відобразити об'єкт відносно площини, яку обирає користувач.

В цьому випадку використовують спеціальну команду **3D** Дзеркало (**mirror3d**).

Площину відображення можливо задати:

- трьома точками;
- обранням плоского об'єкта;
- обранням останньої площини відображення;
- обранням початку осі Z та її напрямку – площина

відображення співпадає з площиною XY;

- обранням площини, яка паралельна площині вигляду на поточному екрані вигляду;
- обранням площин XY, XZ, YZ поточної СКК.

4 Подібність

Команда Подібність (**offset**) використовується лише для плоских об'єктів. Для областей використовувати цю команду не можливо.

Деяка схожість команди Подібність є з опцією Змістити грані (**Offset face**) команди Редагування тіл (**Solids Editing**).

5 Масив

Для створення масивів 3D об'єктів з розташуванням їх в площині XY використовують стандартну команду Масив (**array**).

Команда **3D** Масив (**3darray**) створює тривимірні прямокутні та кругові масиви.

Тривимірні прямокутні масиви будуються з рядів, стовпців та поверхів. Ряди формуються паралельно осі X; стовпці – паралельно осі Y; поверхи – паралельно осі Z. Осі координат визначаються у поточній системі координат.

При заданні додатних відстаней створення масиву відбувається впродовж додатних напрямків осей X, Y, Z.

Осі координат визначаються в поточній системі координат, тому необхідно перед виконанням команди правильно обрати СКК.

Тривимірний круговий масив можливо створити й командою Масив (**array**), для цього необхідно правильно розташувати площину побудови XY. Але не завжди вдається правильно обрати площину XY.

Аби облегшити побудови, використовують **3D** Масив (**3darray**). При виконанні цієї команди задають центральну точку масиву та ось обертання.

Зручно для обрання центру масиву та осі обертання використовувати об'єктну прив'язку.

Для обертання за стрілкою годинника кут заповнення уводиться від'ємним, проти – додатним.

6 Перенести

Виконання команди Перенести (**move**) не відрізняється від виконання на площині. Базову точку та точку переміщення задають тривимірними.

7 Повернути

Якщо необхідно повернути об'єкти відносно будь-якої осі у просторі, застосовують **3D Оберт (rotate3d)**.

Вісь повороту задають декількома способами. За замовчуванням вісь задають, обравши дві точки у просторі.

При обранні опції Об'єкт– площа повороту задається відрізком, колом, дугою;

остання– вісь повороту співпадає з віссю при останньому виконанні команди;

X ось, **Y** ось, **Z** ось – суміщення осі повороту з віссю X, Y, Z поточної СКК;

вид– ось повороту суміщається з напрямом погляду на поточному екрані вигляду та проходить через додаткову точку.

При обранні опцій **X**-вісь, **Y**-вісь, **Z**-вісь в якості осі повороту необхідно задавати додаткову точку, в яку умовно переноситься обрана ось. Додатний напрямок визначається напрямом осей поточної СКК.

При обранні точок, які визначаються опціями, необхідно користуватися об'єктною прив'язкою, щоб виключити помилки.

8 Масштаб

При виконанні команди Масштаб (**scale**) над тривимірними об'єктами зміна розмірів відбувається по всім трьом напрямкам. Слід уважно обирати базову точку, пам'ятаючи, що відстань між об'єктами також змінюється.

9 Растягнути

Команду Растягнути (**stretch**) застосовувати до тіл не можливо. При використанні команди тіла обираються повністю й переносяться.

10 Збільшити

Команда Збільшити (**lengthen**) застосовується тільки до 2D об'єктів.

11 Обрізати

Команда Обрізати (**trim**) застосовується тільки до двовимірних об'єктів.

При обранні опції Проекція зі списком підопцій можливо працювати у просторі.

12 Подовжити

Команду Подовжити (**extend**) можливо використовувати у просторі з тими ж опціями, що й команду Обрізати (**trim**).

13 Розірвати

Команду Розірвати (**break**) використовують для розриву плоских об'єктів.

14 Фаска

Команду Фаска (**chamfer**) можливо застосувати для зняття фасок з твердотілого об'єкту.

При виконанні команди необхідно обрати базову поверхню.

Базова поверхня – це грань тіла, яка обмежується ребрами, на яких можливо створити фаску.

Перша довжина фаски буде відкладатися на базовій поверхні (грані), а друга – на грані, яка суміжна з обраною.

15 Сполучення

У 3D моделюванні команду Сполучення (**fillet**) зручно використовувати для створення гладких ребер.

Аби сполучити суміжні грані тіла, необхідно обрати ребро, яке належить обом граням.

16 Розчленувати

Якщо команду Розчленувати (**explode**) застосувати до тіл, то його плоскі грані перетворяться в області, а криволінійні – в будь-які ACIS тіла.

ACIS тіла також можливо розчленити. При цьому вони перетворюються в прості об'єкти – відрізки, дуги, кола або сплайни.

17 Вирівняти

Команда Вирівняти (**align**) потужний засіб зміни взаємного положення об'єктів на площині й у просторі. При виконанні цієї команди за один раз можливо перенести об'єкти у просторі, виконати просторовий поворот в декількох площинах, а також змінити масштаб об'єкта.

Специфіка цієї команди у тому, що параметри перетворення задаються через положення двох об'єктів – об'єкта, який вирівнюється, та об'єкта, за яким виконується вирівнювання.

Вирівнювання виконується з використанням однієї пари точок, двох пар точок або трьох пар точок.

При використанні тільки однієї пари точок відбувається лише переміщення обраних для вирівнювання об'єктів на площині або у просторі на відстань, яка задається точками. Вирівнювання по двом парам точок дозволяє перемістити й повернути обрані об'єкти.

Перша пара точок (вихідна та цільова) задає базову точку вирівнювання, а друга пара визначає кут повороту. Після задання другої пари точок AutoCAD надає можливість виконати масштабування об'єктів. Операція масштабування можлива тільки при вирівнюванні по двом парам точок.

При використанні трьох пар вихідних та цільових точок призводить до переміщення та повороту по двом напрямкам у просторі. Ця команда зручна, коли кути повороту об'єктів у просторі невідомі. При виконанні операції вирівнювання слід обов'язково використовувати об'єктну прив'язку.

Питання для самоконтролю.

1. Які команди використовуються для редагування як двовимірною простору так і при редагуванні твердотілих об'єктів?
2. Яка особливість виконання команди Стерти (**erase**) в 3D просторі?
3. Як відобразити об'єкт відносно площини, яку обирає користувач при виконанні команди Дзеркало (**mirror**)?
4. У чому особливість виконання команди Подібність (**offset**) в 3D просторі?
5. Як задати осі при виконанні команди 3D Поворот (**rotate3d**)?
6. Які команди редагування можна використовувати тільки в 2D просторі?
7. Які можливості команди Вирівняти (**align**) в 3D просторі?

ТЕМА: АВТОМАТИЧНЕ СТВОРЕННЯ ЕКРАНІВ
ВИГЛЯДІВ ТА ОРТОГОНАЛЬНИХ
ПРОЕКЦІЙ

План лекції:

- 1 Створення екранів виглядів командою Т-вид
 - 1.1 Призначення команди Т-вид
 - 1.2 Створення першого вигляду
 - 1.3 Створення ортогонального вигляду
 - 1.4 Створення додаткових виглядів
 - 1.5 Створення вигляду для побудови перетину
- 2 Створення проекцій та перетинів командою Т- малювання
 - 2.1 Призначення команди Т- малювання
 - 2.2 Підготовчі операції
 - 2.3 Обробка виглядів

Ключові слова: автоматичне створення креслень, команда Т-вид, команда Т-малювання.

В AutoCAD є декілька програм, які полегшують компоновку креслень тривимірних моделей у просторі Листа. Піктограми їх виклику знаходяться на ПІ Тіла (**Solids**).

Ці програми дозволяють

- Автоматично формувати екрани виглядів багатовиглядових малюнків та перетинів твердотілих об'єктів та ACIS-тіл – команда Т-вид (**solview**);
- Автоматично будувати проекції та перетини тіл на екранах виглядів, які створенні командою Т-вид (**solview**) – це команда Т- малювання (**soldraw**).

1 Створення екранів виглядів командою Т-вид

1.1 Призначення команди Т-вид

Команда Т-вид (**solview**) дозволяє автоматично сформувати екрани виглядів та настроїти в них стандартні вигляди тіл, які створенні у просторі Моделі. Також за допомогою цієї команди можливо підготувати вигляд для створення перетинів тіл, а також додаткових виглядів моделі. Під додатковим виглядом мається на увазі будь-які не ортогональні, похилі вигляди.

Під час виконання команди створюються екрани виглядів, в яких виводяться вигляди об'єктів. Для кожного створеного екрану вигляду зберігається інформація про екран. Ця інформація використовується потім командою Т- малювання (**soldraw**) для створення завершальних виглядів або розрізів.

Екрани виглядів, які створенні командою Т-вид (**solview**), розміщуються на шарі **vports**.

Команда Т-вид (**solview**) для кожного екрану вигляду створює декілька нових шарів, які потім використовуються командою Т-малювання (**soldraw**) для розміщення видимих та невидимих ліній, а також для створення штриховок на перетинах. Створюються також шари для розміщення розмірів окремо для кожного екрану вигляду. Назва шару складається з двох частин. Перша частина – Назва вигляду, яке задане під час виконання команди Т-вид (**solview**). Друга частина – скорочена назва типу шару, яка має наступне призначення:

Назва шару-**VIS**– створення видимих ліній; Назва шару-**HID**– створення невидимих ліній; Назва шару-**DIM**– проставлення розмірів;

Назва шару-**HAT**– створення штриховки для перетинів.

Шар Назва шару-**HAT** створюється тільки для виглядів, які готуються для створення перетинів.

1.2 Створення першого вигляду

Команда Т-вид (**solview**) не має опції, яка встановлюється за замовчування, тому після виклику йде запит обрати одну з опцій побудови вигляду.

Починати роботу необхідно з опції Пск (**Use**), тому що наступні вигляди будуються на основі цього вигляду. Якщо ви обрали іншу опцію AutoCAD ви- дасть попередження та запропонує повторно задати опцію.

Якщо обрана опція Пск (**Use**), то система запропонує обрати СКК, на основі якої буде створено перший вигляд. За замовчуванням пропонується опція Текуща (**Current**).

Після визначення СКК AutoCAD запросить задати масштаб для вигляду, що створюється. Масштаб задається, як коефіцієнт збільшення зображення вигляду відносно простору Моделі, тобто, якщо потрібно зменшити зображення вигляду водиться коефіцієнт, який менший за 1, якщо збільшити – більший за 1. Масштабний коефіцієнт в подальшому можливо змінити, використовуючи палітру Властивості (**Properties**).

У наступному запиті про центр вигляду необхідно вказати точку на листі, де буде розташований центр вигляду. Запит про центр вигляду буде повторюватися поки не буде натиснута клавіша *Enter* або права кнопка миші.

Після цього задають межі екрану вигляду.

У останньому запиті присвоюють назву вигляду. Назву краще давати, яка логічно пов'язана з виглядом, наприклад, *front*, *left* та ін.

У результаті буде створено екран вигляду, який відповідає проекції об'єкта на площину, яка паралельна площині XY, обраної СКК.

Команда циклічна, знов виводиться запит на обрання опції створення екранів виглядів. Аби завершити роботу необхідно натиснути клавішу *Enter*.

1.3 Створення ортогонального вигляду

Опція Орто (**Ortho**) на основі вигляду Пск (**Usc**) дозволяє створити стандартні ортогональні вигляди.

Після виклику команди та обрання опції Орто (**Ortho**), на запит про обрання сторони екрану вигляду, необхідно вказати сторону екрану вигляду, який створений опцією Пск (**Usc**). При обранні цієї опції автоматично включається об'єктна прив'язка Середина (**Midpoint**), яка полегшує вибір середини сторони екрану вигляду.

Якщо показано середину сторони екрану, створюється лінія від точки вибору до перехрестя курсору, яка допомагає визначити центр нового вигляду.

Центр нового вигляду визначається після того, як указали точку та натиснули клавішу *Enter*.

Після цього задають межі екрану. Вигляду присвоюють назву. Завершують роботу команду натиснувши клавішу *Enter*.

1.4 Створення додаткових виглядів

Опція Додатковий (**Auxiliary**) дозволяє на основі вигляду Пск (**Usc**) або іншого створити похилі (не ортогональні) вигляди.

Після обрання опції виводиться запит про обрання першої точки похилої площини.

Потрібно активізувати екран вигляду, з якого можливо обрати необхідний вигляд. Використовуючи об'єктну прив'язку, обирають першу точку створення похилої площини. На наступний запит задають другу точку, яка задає похилу площину.

Обидві точки обирають в одному екрані. Після обрання другої точки AutoCAD створює похилу площину, яку відображає пунктирною лінією та виводить запит про сторону перегляду.

Необхідно вказати точку на вигляді. Вона визначить напрям погляду на

об'єкт.

Далі йдуть запити на визначення центру, меж та назви вигляду.

1.5 Створення вигляду для побудови перетину

Для того, аби командою Т-малювання (**soldraw**) автоматично створити перетин тіла, необхідно підготувати відповідний вигляд. Для цього використовується опція Перетин (**Section**).

Після обрання опції йде запит про обрання першої точки січної площини. Задають першу точку січної площини на вигляді, який вже створено. Позначивши другу точку на запит про другу точку січної площини, визначають січну площину.

На наступний запит визначають сторону січної площини, яка буде використана для проектування нового вигляду.

Визначають масштаб, центр, межі та назву вигляду.

Використовуючи опції команди Т-вид (**solview**), можливо підготувати вигляди для автоматичного створення проєкцій та перетинів тіл.

2 Створення проєкцій та перетинів командою Т-малювання

2.1 Призначення команди Т- малювання

Команда Т- малювання (**soldraw**) дозволяє, використовуючи вигляди, які створені командою Т-вид (**solview**), автоматично отримати плоскі проєкції тіл, а також створити перетини тіл зі штриховкою. Для побудови плоских об'єктів, у тому числі й штриховок на перетинах, вона використовує шари, які створені командою Т-вид (**solview**).

Команда Т- малювання (**soldraw**) може обробляти тільки екрани виглядів, які побудовані командою Т-вид (**solview**).

На проєкціях, які створює команда Т- малювання (**soldraw**),

автоматично розташовуються лінії невидимого контуру на шарі Назва шару-**HID**, видимі лінії - на шарі. Назва шару-**VIS**, штриховка – на спеціальному шарі. Назва шару-**HAT**.

2.2 Підготовчі операції

Перед побудовою проєкцій командою Т- малювання (**soldraw**), бажано виконати наступні підготовчі операції:

- встановити для шарів типу Назва шару-**HID** тип лінії штриховий;
- встановити для шарів типу Назва шару-**VIS** товщину лінії, яка дорівнює 0,6-0,8 мм;
- визначитися з кольором шарів;
- встановити поточним зразок штриховки, який потрібен у даному типі перетину.

Зміни властивості названих шарів можливо й після створення проєкцій командою Т- малювання (**soldraw**).

При використанні команди Т- малювання (**soldraw**) AutoCAD автоматично визначається, на якому шарі розташувати лінії видимого та невидимого контуру, а також штриховок. Тому користувачу не потрібно самому керувати шарами. Це значною мірою спрощую роботу по створенню проєкцій та перетинів.

Слід пам'ятати, що після обробки екранів виглядів командою Т- малювання (**soldraw**), у ньому будуть показані тільки плоскі об'єкти, тривимірне тіло буде видалено.

2.3 Обробка виглядів

Після обрання команди Т- малювання (**soldraw**) йде запит на обрання екранів виглядів. Необхідно обрати екрани, в яких потрібно створити проєкції. Якщо обрано екран, який створений не командою Т-вид (**solview**),

система повідомить про помилку та завершить виконання команди.

За один виклик команда може обробляти декілька екранів.

На екранах, які створенні опцією Перетин (**Section**) видаляються невидимі лінії та створюється штриховка.

Проставити розміри на шарах типу Назва шару-**DIM** можливо тільки в ручному режимі, використовуючи стандартні команди нанесення розмірів.

Якщо нанести розміри в шарах, які створені не командою Т-вид (**solview**), потрібно буде скрити їх видимість в інших екранах виглядів, на інших проекціях.

Питання для самоконтролю.

1. Можливості команди Т-вид (**solview**).
2. Для чого створюють шари в тривимірному просторі?
3. Як створити потрібний вигляд в 3D просторі?
4. Для чого потрібно створення додаткових виглядів?
5. Призначення команди Т- малювання (**soldraw**).
6. Які підготовчі операції треба провести перед побудовою проекцій ко- мандою Т- малювання (**soldraw**)?

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Комп'ютерна графіка в машинобудівних кресленнях:/ Укл. Л. В. Карпюк, М. І. Гуліда, С. А. Ревенко. Навч. посібник. – Луганськ: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2007. -132 с.
2. Креслення / Автори-упорядники: Глушко Ю. Ю., Гребенькова Г. В. Навч. Посібник. – Київ. – Ресурсний цент ГУРТ. Українсько-швейцарський проект «Державно-приватне партнерство для поліпшення санітарно-технічної освіти в Україні», 2016. – 128 с.
3. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник для студентів вищих навчальних закладів/ За ред. О.І.Пушкаря. – К.:Видавничий центр «Академія», 2002. – 704 с. (Альма-матер).
4. Петренко О. Я. Використання САД-систем в задачах проектування (AutoCAD): Методичні рекомендації. – К.: ІПДО НУХТ, 2006. – 84 с.
5. Петренко О. Я. Моделювання тривимірних об'єктів у задачах проектування: Методичні рекомендації.–К.:ІПДО НУХТ, 2008. – 52с.
6. Петренко О. Я. Редагування тривимірних об'єктів у задачах проектування: Методичні рекомендації.–К.:ІПДО НУХТ, 2008. – 24 с.
7. Петренко О. Я. Використання AutoCAD-2008 в задачах проектування: Навчальний посібник. – К. ІПДО НУХТ, 2009.– 80 с.
8. Проектування тривимірних об'єктів засобами AutoCAD-2008: Навчальний посібник. – К: ІПДО НУХТ, 2010. – 64 с.
9. Інженерна і комп'ютерна графіка : Навчальний посібник / В. Є. Климнюк. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 92 с.
10. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). Wiley, 2020. ISBN: 9781119287537
11. Zuppa, D., & Issa, R. *Artificial Intelligence and Data Mining for*

Engineers CRC Press, 2021

12. Mahamadu, A.-M., Mahdjoubi, L., Booth, C. A. Building Information Modelling, Building Performance, Design and Smart Construction Routledge, 2020

13. Bolognesi, C. Computer Aided Design Guide for Architecture, Engineering and Construction Springer, 2021.

14. Pătrăucean, V., & Breaz, R. E. Digital Technologies in Construction Engineering Springer, 2023.

15. Barlish, K., & Sullivan, K. How to Implement BIM: A Guide to Building Information Modeling Routledge, 2022.

16. Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. Integrated Digital Design and Construction: A Holistic BIM Approach Springer, 2021

17. McPartland, R. BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows Wiley, 2020.

Додатково (статті та ресурси)

18. Journal of Information Technology in Construction (ITcon)
<https://www.itcon.org/> Безкоштовний доступ до сучасних наукових публікацій у галузі ІТ в будівництві.

19. Automation in Construction (Elsevier). Один із найвпливовіших журналів у галузі комп'ютерних технологій у будівництві.

<https://www.sciencedirect.com/journal/automation-in-construction>

Електронне видання

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за
спеціальністю

G19 «Будівництво та цивільна інженерія»

Укладачі: Захар Сергійович Татарченко,

Галина Олегівна Татарченко

Редактори Г. О. Татарченко

Комп'ютерна верстка З. С. Татарченко

Підписано до друку _____

Формат . Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. ____ . Обл.-вид.арк. ____ .

Тираж ____ прим. Вид. № ____ . Замовл. № ____ . Ціна договірна.

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

Телефон: +38(050) 218 04 78,

E-mail: vidavnictvosnu@gmail.com