

Змістовий модуль 1. Основні поняття та принцип роботи у системі автоматизованого проектування AutoCAD.

Лекція 3

Тема 3. Робота з системами координат. Засоби створення графічних примітивів у системі AutoCAD.

План:

1. Системи координат.
 - 1.1. Загальні відомості.
 - 1.2. Прямокутна система координат.
 - 1.3. Полярні координати.
 - 1.4. Завдання координат точок за допомогою мишки.
2. Побудова графічних примітивів.
 - 2.1. Побудова відрізків.
 - 2.2. Допоміжні точки та лінії будування.
 - 2.3. Побудова прямокутників та багатокутників.
 - 2.4. Побудова криволінійних об'єктів.

1. Системи координат.
 - 1.1. Загальні відомості.

У системі AutoCAD усі креслення й моделювання виконуються стосовно певної системи координат. У двовимірному просторі положення точки визначається на площині **X_Y**, яка називається **площиною побудови**. Найбільш широко застосовуються **прямокутні (Декартові) і полярні системи координат** (рис. 1). У **прямокутній системі координат** положення точки 1 визначається її проєкціями x_1 , y_1 на вісі X, Y. У полярній системі положення точки 1 визначається відстанню від початку системи координат r_1 до точки та кутом від напрямку вісі X до напрямку від початку координат до точки.

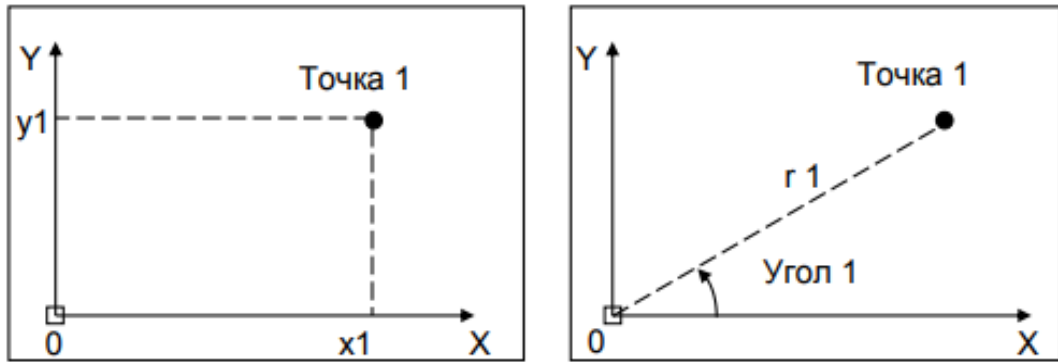


Рисунок 1. Прямокутна та полярна система координат

Вибір прямокутної або полярної системи координат здійснюється після введення координат першої точки креслення послідовним клацанням мишею у рядку лічильника координат.

Одна з них – **основна** – називається **світовою системою координат** (Мировой Системой Координат – МСК), співпадає з площиною графічного екрана. Третя вісь Z МСК розташована перпендикулярно екрана і спрямована від екрана до користувача. В якості ознаки світової системи координат піктограма осей має прямокутник в точці початку координат (рис.2).

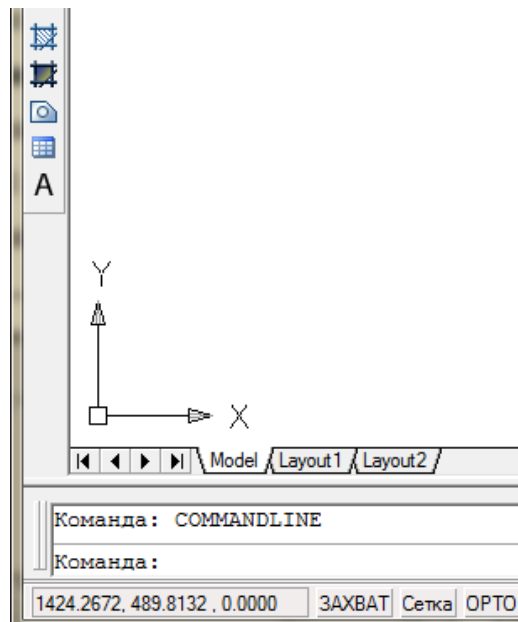


Рисунок 2. Початок координат.

Усі інші системи координат називаються **призначеними для користувача** (Пользовательскими Системами Координат – ПСК). ПСК можна зсувати

відносно МСК, переміщати, повертати на будь-який кут. Між усіма системами координат легко перемикається командою **Інструменти**.

1.2. Прямокутна система координат.

У AutoCAD застосовуються **абсолютні і відносні** координати. **Абсолютні координати** прив'язані до початку базової системи координат. У **відносній системі** координат координати точок задаються щодо точок раніше побудованих об'єктів креслення.

Абсолютні прямокутні координати. Коли задається команда (наприклад Отрезок) і у відповідь на запрошення вводяться координати початкової і кінцевої точок відрізка, вони відкладаються від точки початку системи координат 0,0. Спершу відкладається координата X, а потім координата Y (у вигляді X,Y). При необхідності може бути додана третя координата – Z. За замовчуванням вона дорівнює нулю. Дробові частини від цілих відділяються комою.

Відносні прямокутні координати. Вони задають зміщені координати, що відраховуються щодо останньої введеної точки. Ознакою приналежності координат до типу відносних прямокутних координат є наявність символу @ (комерційне "a") перед значеннями координат: @ X,Y.

Приклад 1. Розглянемо застосування відносної системи прямокутних координат для побудови прямокутника зі сторонами, представленими у вигляді відрізків ліній завдовжки 70 мм і 40 мм (рис. 3).

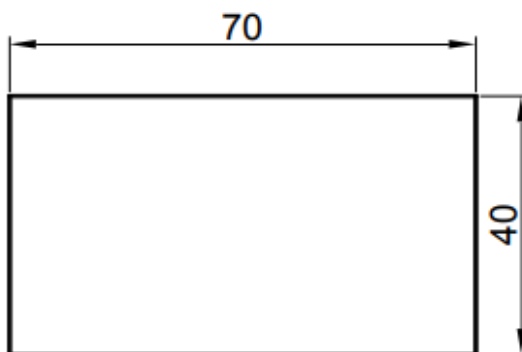


Рисунок 3. Прямокутник

Порядок дій:

1. Викликати команду **Отрезок** (**_Line**) або клацнути на піктограмі **Відрізок** панелі інструментів **Рисование** або вибрати команду **Рисование - Отрезок**.

2. У командному рядку задати абсолютні координати першої точки прямокутника (припустимо: 50,50). Натиснути <Enter>.

3. Задати відносні координати другої точки @70,0. Натиснути <Enter>.

4. Ввести третю точку @0,40. Натиснути <Enter>.

5. Ввести четверту точку @-70,0. Натиснути <Enter>.

6. Ввести точку @0,-40 або з контекстного меню вибрати **Замкнеть (Close)**, яка дозволяє замкнути першу і останню точку фігури.

У результаті буде побудований прямокутник шириною 70 мм і заввишки 40 мм, зміщений відносно початку координатної сітки по X на 50 мм і по Y на 50 мм.

Зверніть увагу на те, що у відносній системі координат координати кожної подальшої точки задаються щодо координат попередньої точки, що дозволяє швидко створювати креслення.

1.3. Полярні координати

Якщо відомі напрям і довжина відрізка від початку координат або від попередньої точки побудови, то для побудови об'єктів зручно використовувати полярні координати, які також можуть бути абсолютними або відносними.

Абсолютні полярні координати. Координати точки в полярній системі прийнято задавати за допомогою двох параметрів:

- відстані від початку координат до точки;
- кута між нульовим напрямом і лінією, що сполучає початок координат і точку, що вводиться.

Напрямок кута 0° і напрям відрахування задається в діалоговому вікні початку роботи. За замовчуванням напрям кута 0° співпадає з напрямом осі X, а кут відлічується проти годинникової стрілки.

Запис полярних координат у командному рядку при їх введенні з клавіатури виконується таким чином: вводиться значення відстані до точки, а потім знак < (кутова дужка) і значення кута. Всі дані вводяться без пропусків між ними.

Приклад 2. За допомогою введення абсолютних полярних координат побудувати трикутник (рис. 4):

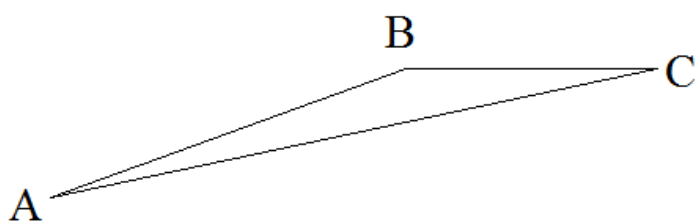



Рисунок 4. Побудова трикутника

1. Ввести команду **Отрезок (_Line)**.
2. Ввести точку 150,50 – точка А.
3. Ввести точку 30<20 – точка В.
4. Ввести точку 20<0 – точка С.
5. Ввести точку 150,50 або з контекстного меню вибрати команду **Замкнеть (Close)**.

1.4. Завдання координат точок за допомогою мишки.

Для введення точки необхідно помістити перехрестя графічного курсору в потрібне місце креслення і натиснути ліву кнопку мишки. Тоді координати X і Y вказаної точки сприймаються так, ніби вони були введені з клавіатури, а координата Z приймає значення даного рівня. Одночасно координати точки після її вибору можуть бути відображені у рядку стану, якщо увімкнути клавішею **F6** режим статичного відображення координат. Далі користувачу

2.1. Побудова відрізків.

Відрізки – це найпростіші об’єкти в AutoCAD. Вони можуть бути поодинокими або об’єднуватися кінцевими точками в ламану лінію. Кожен відрізок є самостійним об’єктом AutoCAD, навіть якщо він входить до складу іншого об’єкта. На команду **ОТРЕЗОК (_LINE)**  у командному рядку з’являється запрошення програми AutoCAD:

Команда: `_line` Первая точка: Вкажіть першу точку.

Можна вказати першу точку клацанням миші. З’являється друге запрошення:

Следующая точка или [Отменить]:

По суті відрізок вже побудований, але програма знову запросить введення координат чергової точки, бо команда **Отрезок** є однією з тих команд програми AutoCAD, які повторюються автоматично. Команда використовує кінцеву точку одного відрізка як початкову точку для наступного відрізка, продовжуючи виводити підказки для введення кожної подальшої кінцевої точки. Для завершення цієї можливості повторення необхідно натиснути клавішу або клацнути правою кнопкою миші і в контекстному меню вибрати команду **Enter**. І хоча послідовність відрізків намальована з використанням єдиної команди **Отрезок**, кожен відрізок є **окремим об’єктом**. Після того, як були намальовані два і більше відрізків прямої за допомогою однієї команди **Отрезок**, у запрошенні з’являється параметр **Замкнуть (Close)**. Вибір цього параметру побудує кінцевий відрізок від кінця останнього відрізка до начала першого, і таким чином буде побудована замкнута фігура (рис. 6).

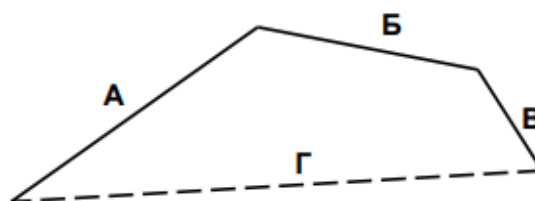
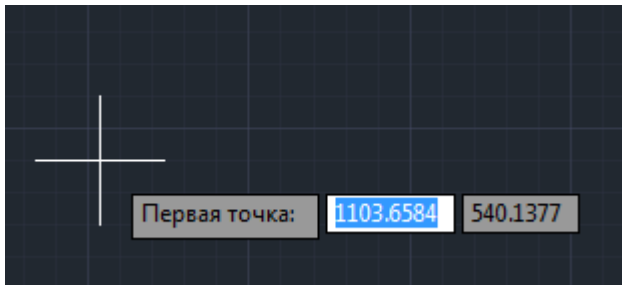


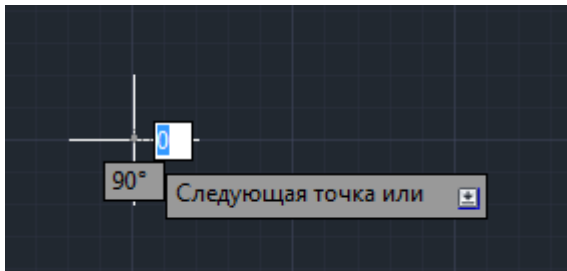
Рисунок 6. Побудова відрізків.

Приклад малювання прямокутника 210 на 297 мм в Автокаді 2013.

1) натискаємо  «Отрезок»;



2) клацаємо в довільному місці екрана – це буде, наприклад, лівий нижній кут прямокутника:

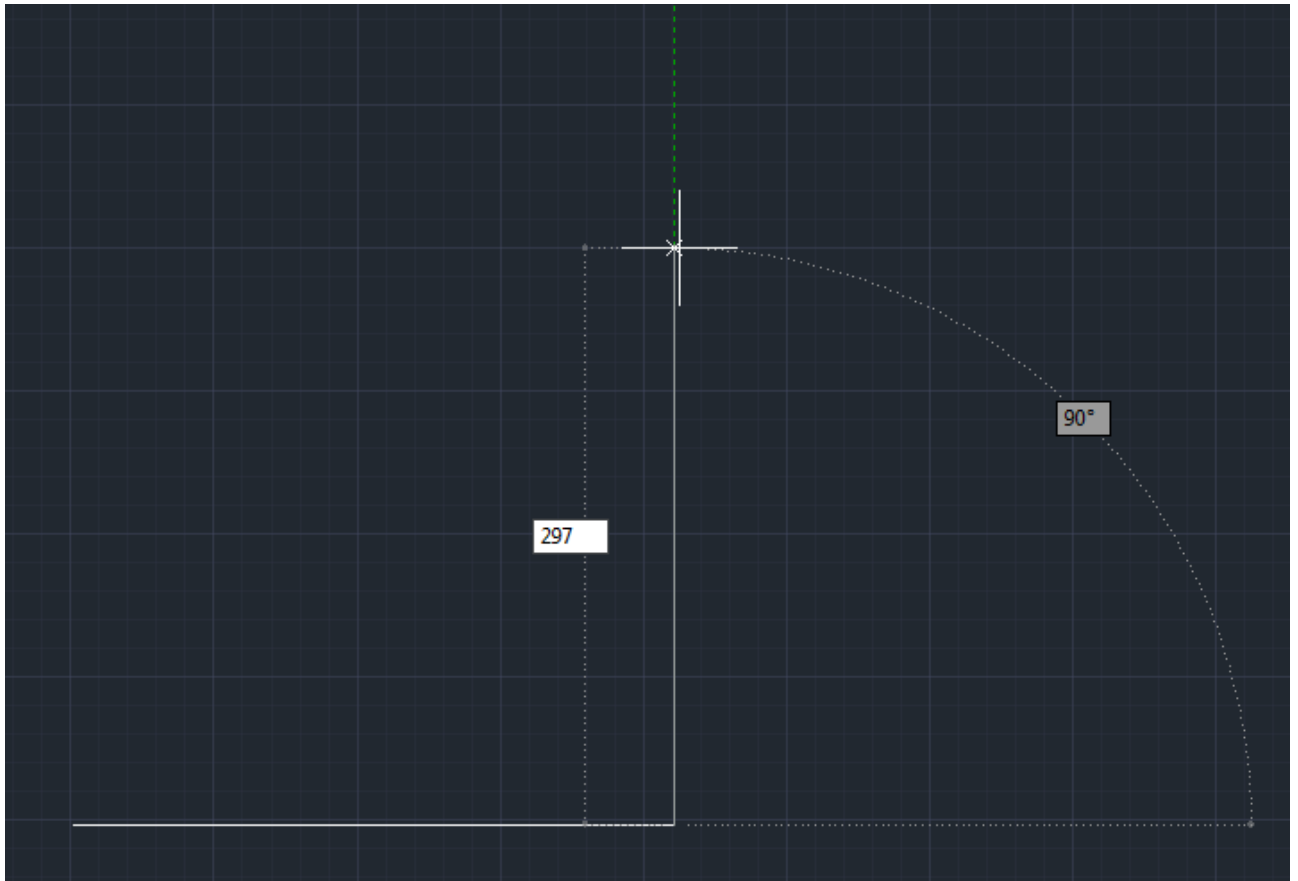


3) переміщаємо курсор (приціл) правіше і (слідкуючи, якщо Ви не переходили в режим «Орто», щоб кут був 0°), в активному вікні довжини відрізка прописуємо «210»:

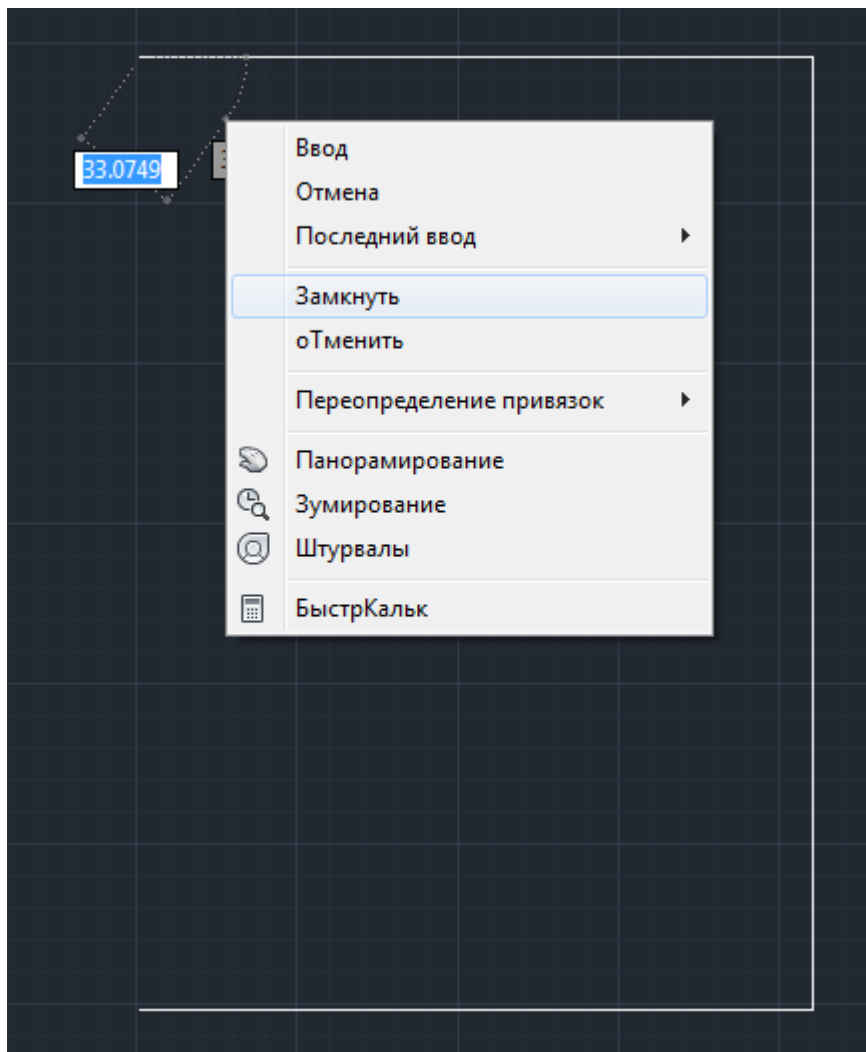


4) натискаємо клавішу Enter. Накреслений горизонтальний відрізок 210 мм;

5) переводимо приціл вгору і (слідкуючи, якщо Ви не переходили в режим «Орто», щоб кут був 90°) в активному вікні довжини відрізка прописуємо «297»:




- 6) натискаємо клавішу Enter. Накреслений вертикальний відрізок 297 мм;
- 7) переміщаємо курсор (приціл) ліворуч і (слідкуючи, якщо Ви не переходили в режим «Орто», щоб кут був 270°), в активному вікні довжини відрізка прописуємо «210»;
- 8) в контекстному меню обираємо «Замкнуть»:



9) прямокутник готовий.

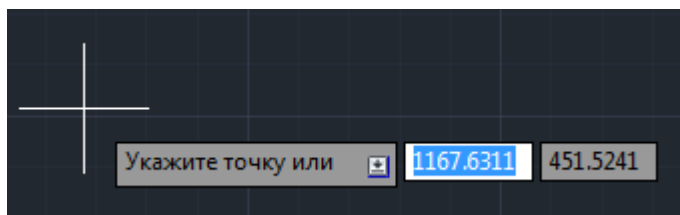
2.2. Допоміжні точки та лінії будування.

Іноді в процесі роботи над кресленням доводиться будувати допоміжні точки та лінії, які можна використати при побудові інших об'єктів.

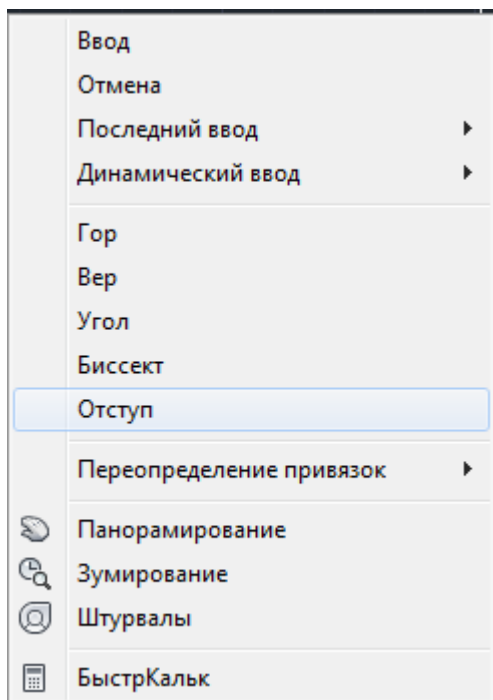
До допоміжних ліній відносяться прямі. Вони не мають кінця в одному або обох напрямках. Пряма викликається за командою ЛІНІЯ ПОБУДОВИ або ПРЯМА (_XLINE) . Відрізняється від відрізка тим, що нескінченна, тобто автоматично подовжується в обох напрямках. У запрошенні можна вибрати режим її побудови – горизонтально, вертикально, по заданому куту, по бісектрисі, зміщенню.

Наприклад, треба накреслити прямі паралельно відрізкам (сторонам прямокутника) на деякій відстані від них:

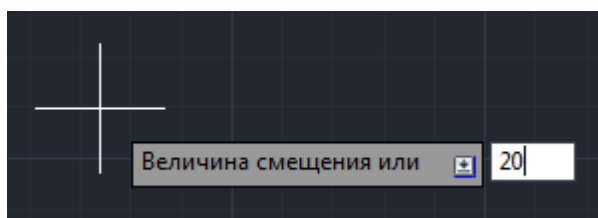
1) натискаємо кнопку «Прямая»  :



2) ПКМ у контекстному меню обираємо ОТСТУП:




3) у віконці відступу вводимо, наприклад, 20 мм:



4) натискаємо Enter та на запитання обираємо лінійний об'єкт, відносно якого буде відступ, після чого клацаємо ліворуч, праворуч, вище чи нижче нього – на потрібній відстані з'являється паралельна пряма;

5) для закінчення натискаємо Esc.

Точка вводиться за командою ТОЧКА (_POINT)  або вказівкою двовимірних (тривимірних) координат, або клацанням миші. За замовчуванням на екрані точка відображається у вигляді крапки (·), і вона не дуже помітна на кресленні. Можна зробити так, що точка відобразатиметься, як + або як будь-який інший символ, доступний за командою **Формат - Стиль точок (Format –**

Point style). У діалоговому вікні (рис. 7) вибрати необхідний стиль відображення точок. Там же можна встановити розмір символу точки.

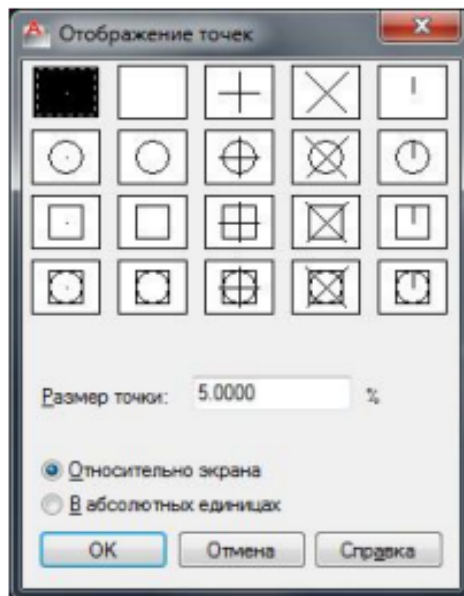


Рисунок 7. Діалогове вікно «Відображення точок»

2.3. Побудова прямокутників та багатокутників.

Команда **ПРЯМОУГ(_RECTANGLE)**  дозволяє будувати прямокутник за двома протилежними вершинам (рис. 8а). Після введення координат першого кута можна визначити параметри побудови прямокутників. З усіх параметрів (**Фаска/Уровень/ Сопряжение/Высота/Ширина**), найбільш часто застосовуються параметри **Фаска (Chamfer)** і **Сопряжение (Fillet)**. Параметр **Фаска** встановлює значення фасок (скосів) для прямокутника (рис. 8б). Параметр **Сопряжение** задає радіус закруглення кутів мальованого прямокутника (рис. 8в).

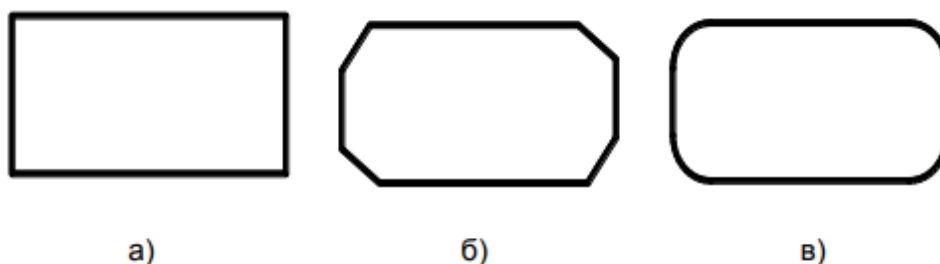


Рисунок 8. Прямокутники

Параметр **Ширина (Width)** дозволяє задати товщину ліній прямокутника. Параметр **Уровень** використовується для тривимірних побудовань – задає рівень прямокутника над площиною XY по вісі Z. Параметр **Высота** змінює товщину прямокутника по вісі Z.

Після введення координат першого кута можна вибрати й інші режими побудови прямокутників – за заданими розмірами або площиною, а також повернути прямокутник на заданий кут.

Багатокутник – це примітив, що є замкнутим контуром з ребрами рівної довжини. Допустима кількість сторін може бути від 3 до 1024. У разі виклику

команди **МН-УГОЛ (POLYGON)**  потрібно вказати число сторін багатокутника, а потім його центр і способи його побудови:

вписати багатокутник у коло (вершини багатокутника стосуються кола) – режим Вписаний (задати радіус кола) (рис. 9а);

описати багатокутник біля кола (сторони багатокутника стосуються кола) – режим Описаний (задати радіус кола) (рис. 9б).

Багатокутник можна побудувати також за заданою стороною (режим Сторона (задати розмір сторони багатокутника)).

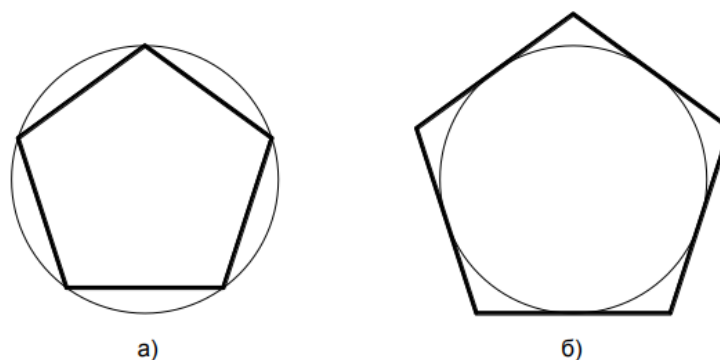



Рисунок 9. Вписаний та описаний багатокутники.

2.4. Побудова криволінійних об'єктів.

Коло – це один з найпоширеніших об'єктів на кресленнях. Коло будується командою **КРУГ (_CIRCLE)** . У AutoCAD передбачено 6 способів побудови кола:

1. За заданим центром і радіусом кола.
2. За заданим центром і діаметром кола.
3. За двома точками (2Т або 2Р). Побудова кола за двома заданими точками, які лежать на кінцях діаметру.
4. За заданими трьома точками, які не лежать на одній прямій (3Т або 3Р).
5. За двома точками – дотичними і заданим радіусом (ККР – кас кас радіус). Суть цього способу полягає в тому, що будується коло, дотичне до двох інших об'єктів, наприклад, до відрізка й іншого кола, які вже є на кресленні (рис. 10а). Спочатку необхідно задати будь-яку точку на першому об'єкті (відрізок) – з'явиться маркер **Затримана дотична**, далі послідовно задати будь-яку точку на другому об'єкті (кола) – на ній також з'явиться маркер **Затримана дотична**. Після запиту команди задати необхідний радіус кола і натиснути Enter. Можна побудувати безліч кіл дотичних до двох об'єктів, і які будуть відрізнятися своїми радіусами (кола 1, 2, 3 на рис. 10а).

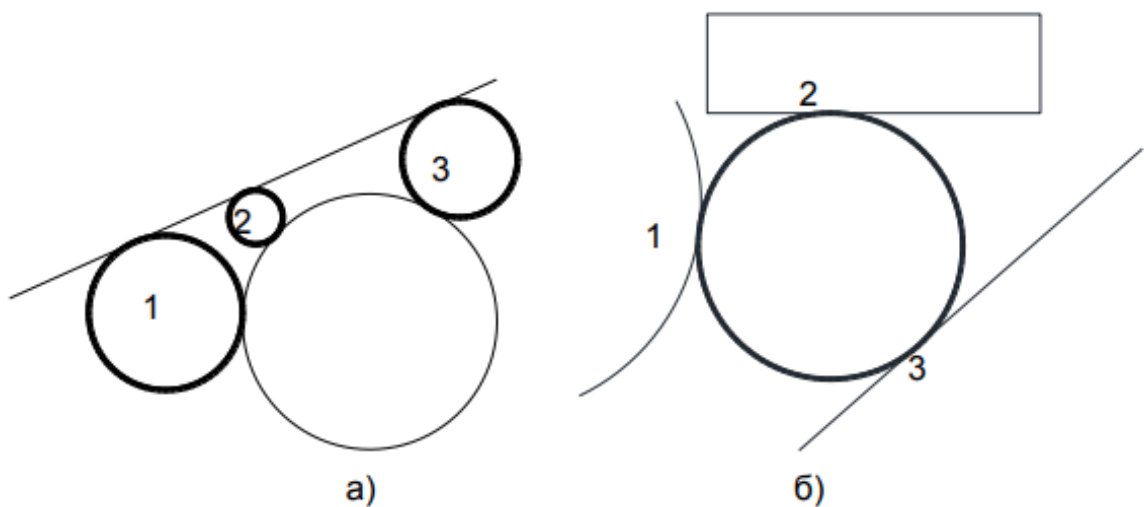



Рисунок 10. Приклади побудови кіл способом ККР та трьома дотичними

6. За трьома дотичними. Аналогічний способу 3Т, тільки заданим точками є точки дотику до вказаних об'єктів (рис. 10б). Тут також при вказівці об'єктів з'являється маркер **Затримана дотична**.

Дуга будується командою ДУГА (_ARC) . Оскільки дуга є частиною кола, то для креслення дуги необхідно використовувати параметри як кола, так і дуги (рис. 11). AutoCAD має в своєму розпорядженні широкий набір методів побудови дуги (рис. 12).

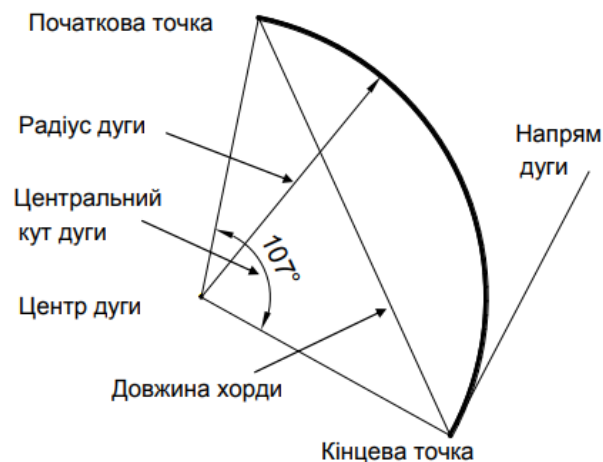


Рисунок 11. Параметри дуги

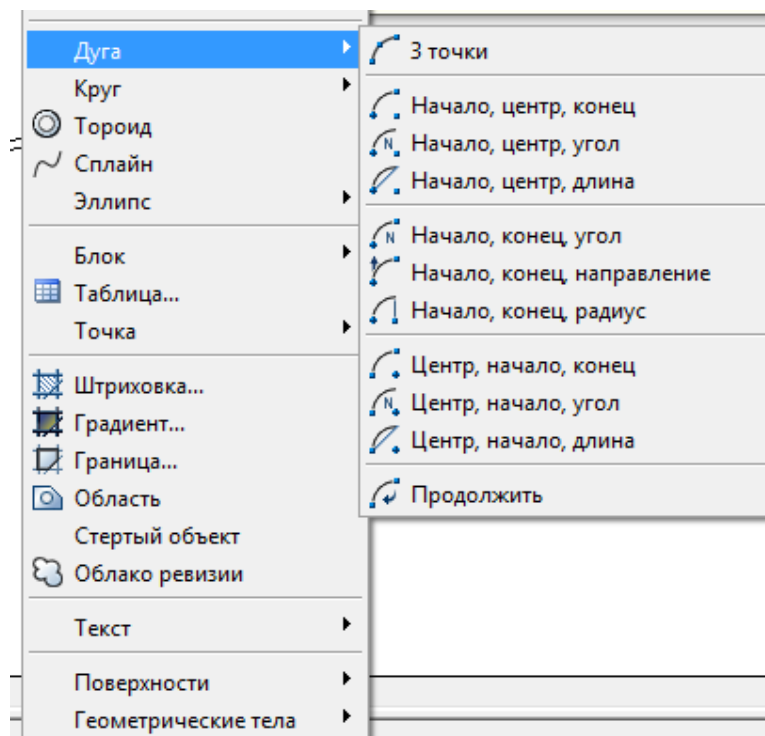



Рисунок 12. Способи побудови дуг

Еліпс будується за командою ЕЛИПС (`_ELLIPSE`) . За замовчуванням побудова еліпсів здійснюється шляхом завдання двох кінцевих точок першої вісі і третьої точки, що визначає відстань від середини першої вісі до краю еліпса, що складає половину другої вісі (рис. 13). Перша вісь може бути проведена під будь-яким кутом до горизонталі.

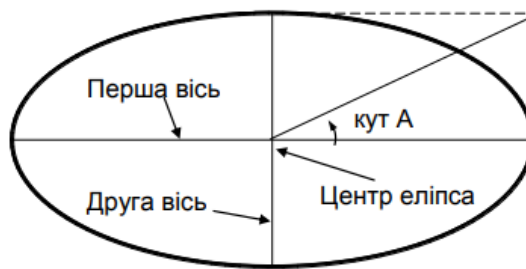




Рисунок 13. Параметри побудови еліпса

Еліптична дуга  будується за тією ж командою і такими ж правилами, як і еліпс. Додаткові параметри **Начальний угол** і **Конечный угол** завдають початкову та кінцеву точки еліптичної дуги.

Сплайн СПЛАЙН (`_SPLINE`)  – гладка крива, що проходить через вказані точки. Може застосовуватися для апроксимації кривих, точна побудова яких вимагає великих трудовитрат. Наприклад, за допомогою сплайнів можуть бути побудовані складні лінії перетину тіл. У традиційному (паперовому) кресленні декілька вузлових точок (від 3 до 7) будуються точними методами (наприклад, методами накреслювальної геометрії), а для побудови усієї кривої використовуються шаблони. На рис. 14а і 14б за заданими 5 точками за допомогою сплайна будується гіпербола і парабола. Сплайни також застосовуються для креслення кривих довільної форми, наприклад при проектуванні автомобілів.

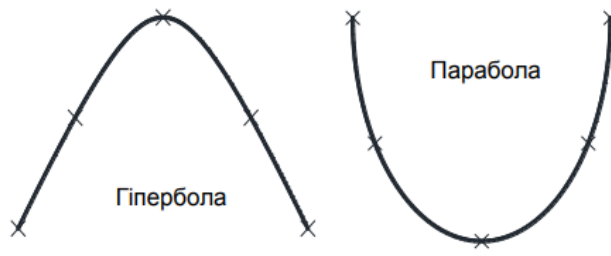



Рисунок 14. Сплайни

Полілінія є єдиним об'єктом, в якому комбінуються лінійні сегменти і дуги (рис. 15а). Полілінія може бути замкнутою і розімкнутою. Полілініями зручно користуватися для створення тривимірних об'єктів. Креслення полілінії здійснюється командою **ПЛИНІЯ** (**_PLINE**) . Перемикання між дуговими і лінійними сегментами полілінії задаються відповідними параметрами (Д і Л або А та L).

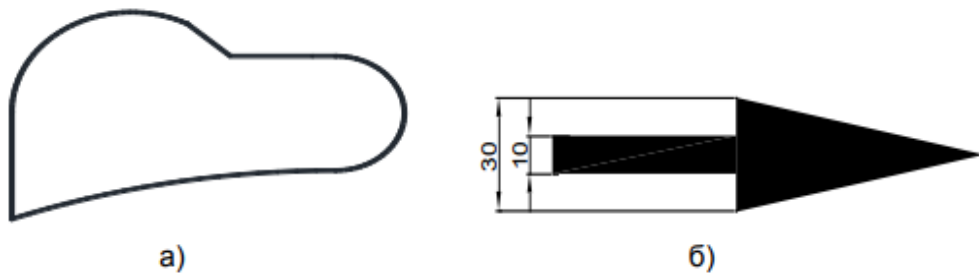


Рисунок 15. Полілінії

З інших параметрів можна виділити **Полуширина (Halfwidth)**. Задає напівширину полілінії, тобто відстань між центром полілінії і її кромкою. За допомогою цієї опції можна задавати незвичайні лінії (рис. 15б).

Питання для самоконтролю:

1. Чим відрізняються полярні і прямокутні системи координат?
2. Що відображають числа в рядку стану системи AutoCAD (зліва)?
3. Чим відрізняються абсолютні і відносні координати?
4. Що називають примітивом у системі AutoCAD?

5. Що визначає параметр Фаска для прямокутників? Чи може фаска бути різною для різних сторін прямокутника?
6. Чи можна побудувати коло, що проходить через кінці відрізка?
7. Назвіть складові дуги, за якими вона може бути побудована.
8. Наведіть приклади застосування сплайнів.
9. Для чого застосовуються полілінії?