

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ”**



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра основ конструювання механізмів і машин

**Гірничо-комп'ютерна графіка в проєкціях з числовими
відмітками. Методичні вказівки до виконання
лабораторних робіт**

для студентів напряму
6.050301 Гірництво

**Дніпропетровськ
НГУ
2012**

Гірничо-комп'ютерна графіка в проекціях з числовими відмітками.
Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напрямку
6.050301 Гірництво / О.І. Додатко. – Д.: НГУ, 2012. – 49 с.

О.І. Додатко, канд. техн. наук, доц.

Затверджено методичною комісією з напрямку 6.050301 Гірництво
(протокол № 5 від 14.05.2012) за поданням кафедри основ конструювання
механізмів і машин (протокол № 1 від 31.08.2012).

Методичні матеріали призначено для самостійного виконання
лабораторних робіт за допомогою програмного продукту AutoCAD – системи
векторної комп'ютерної графіки в освітньо-кваліфікаційній програмі підготовки
бакалаврів напрямку 6.050301 Гірництво.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри основ конструювання
механізмів і машин канд. техн. наук, доц. К.А. Зіборов.

ПЕРЕДМОВА

Суть проєкцій з числовими відмітками полягає в тому, що предмет ортогонально проєціюється тільки на одну горизонтальну площину, а не дві чи три (як у технічному креслені).

Проєкції з числовими відмітками найбільш раціональні при зображенні поверхонь, що мають складну криволінійну форму, в яких вертикальні (висотні) розміри відносно невеликі порівняно з їхніми горизонтальними параметрами. До цих поверхонь відносяться поверхні найбільш складних конфігурацій, геометричні закони утворення яких невідомі (рельєф місцевості, поверхня покладу корисної копалини, поверхня гірничих виробок і т. д.).

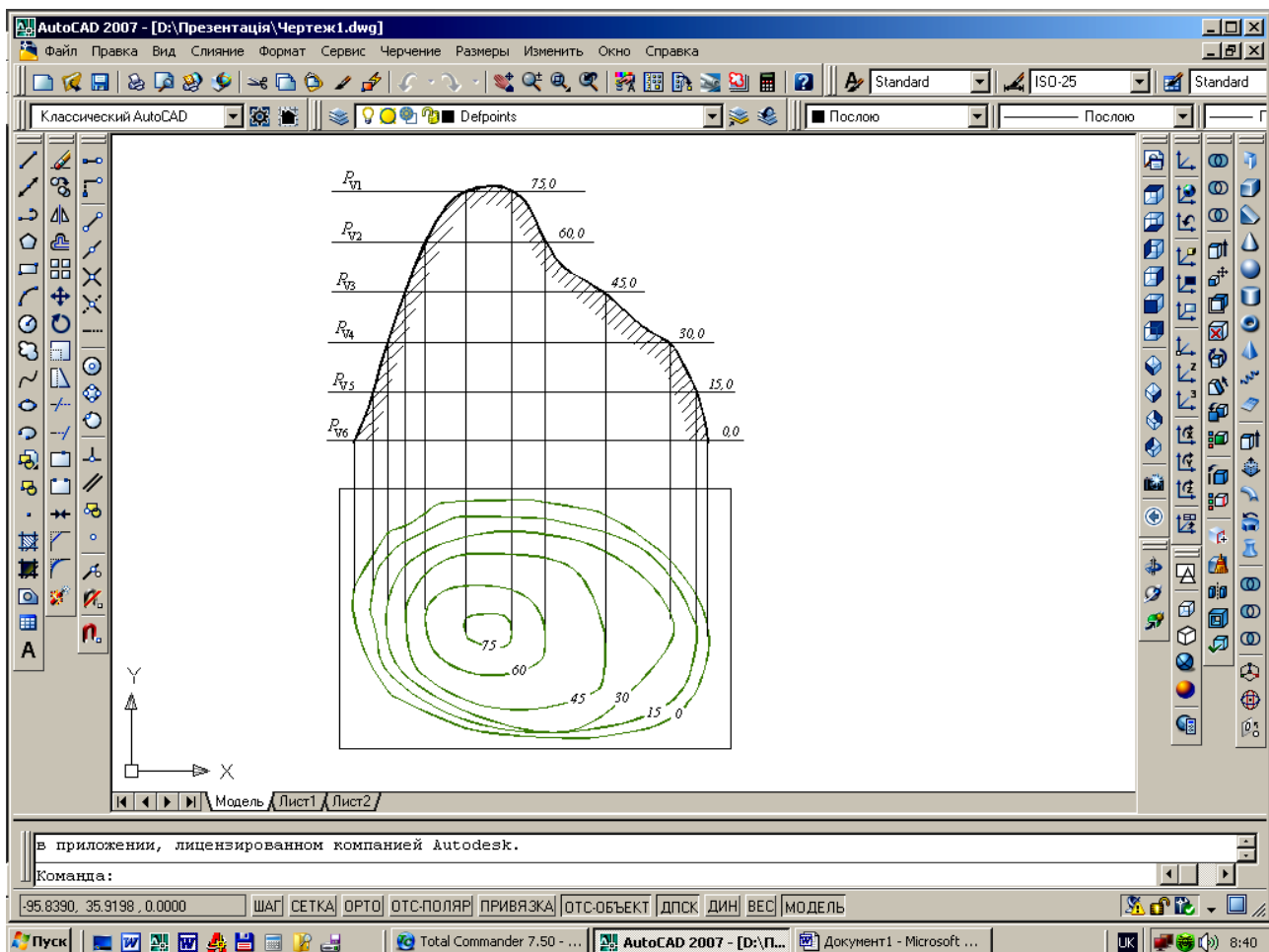


Рис. 1. Схема утворення кривих горизонталей топографічної поверхні

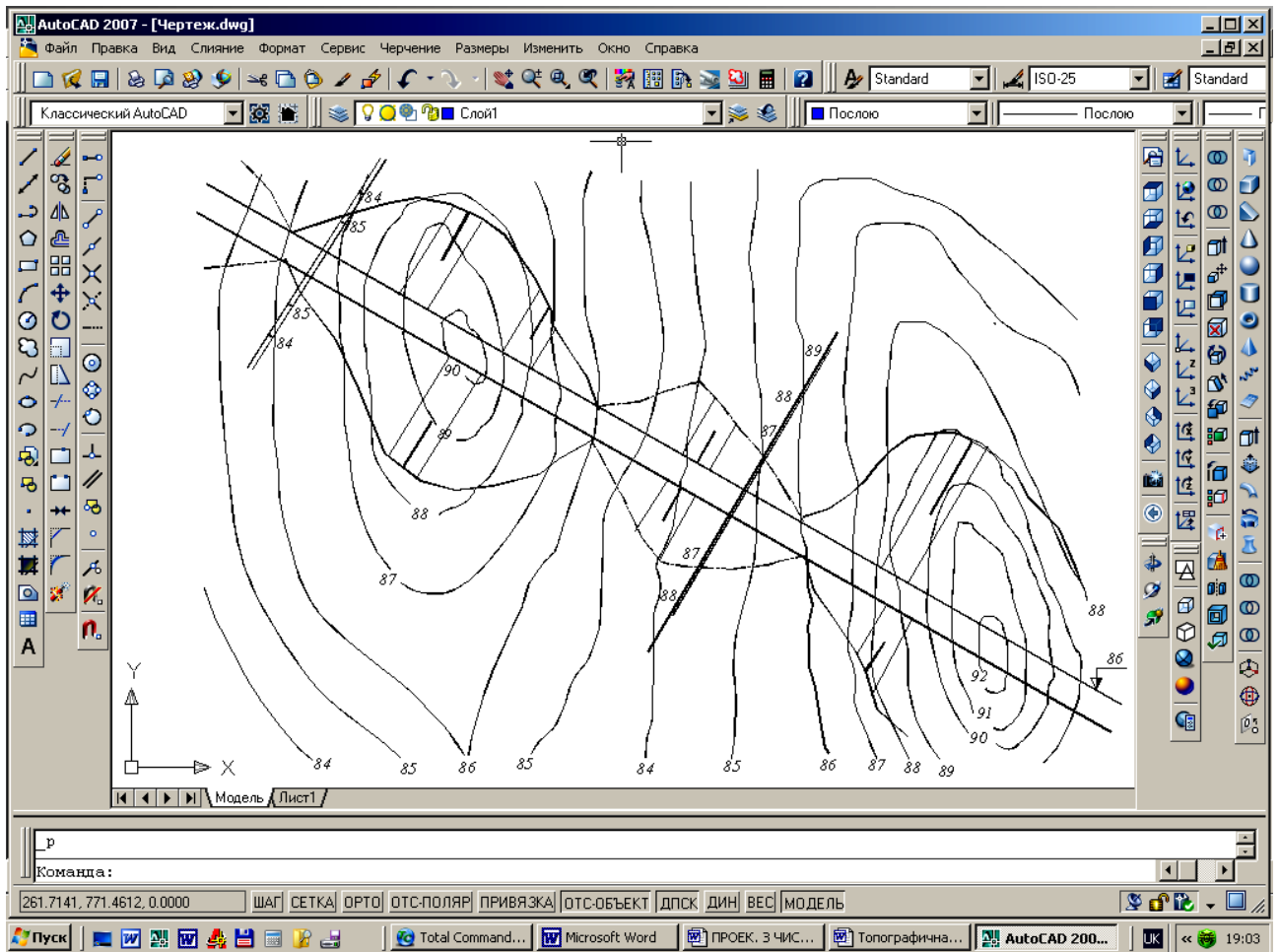


Рис. 2. Топографічна поверхня

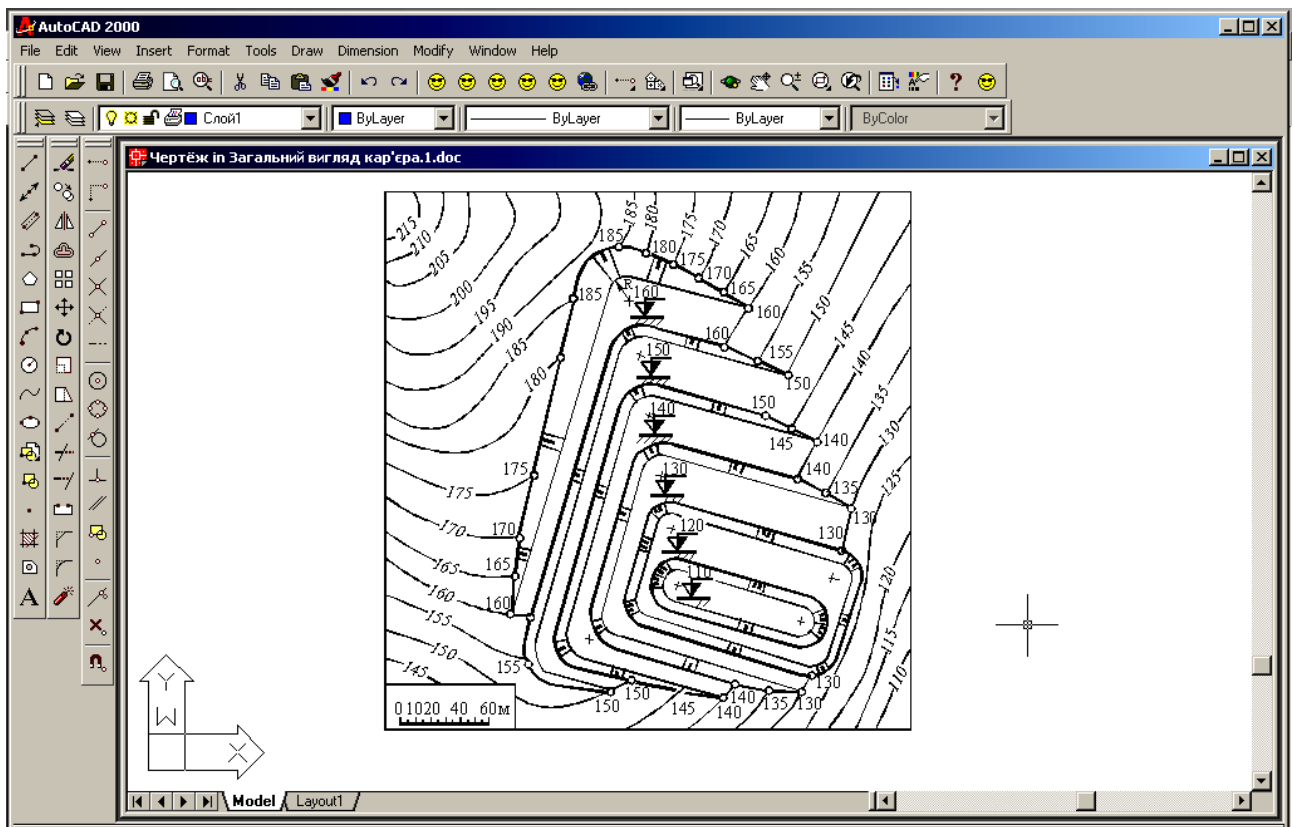


Рис. 3. Загальний вигляд кар'єра

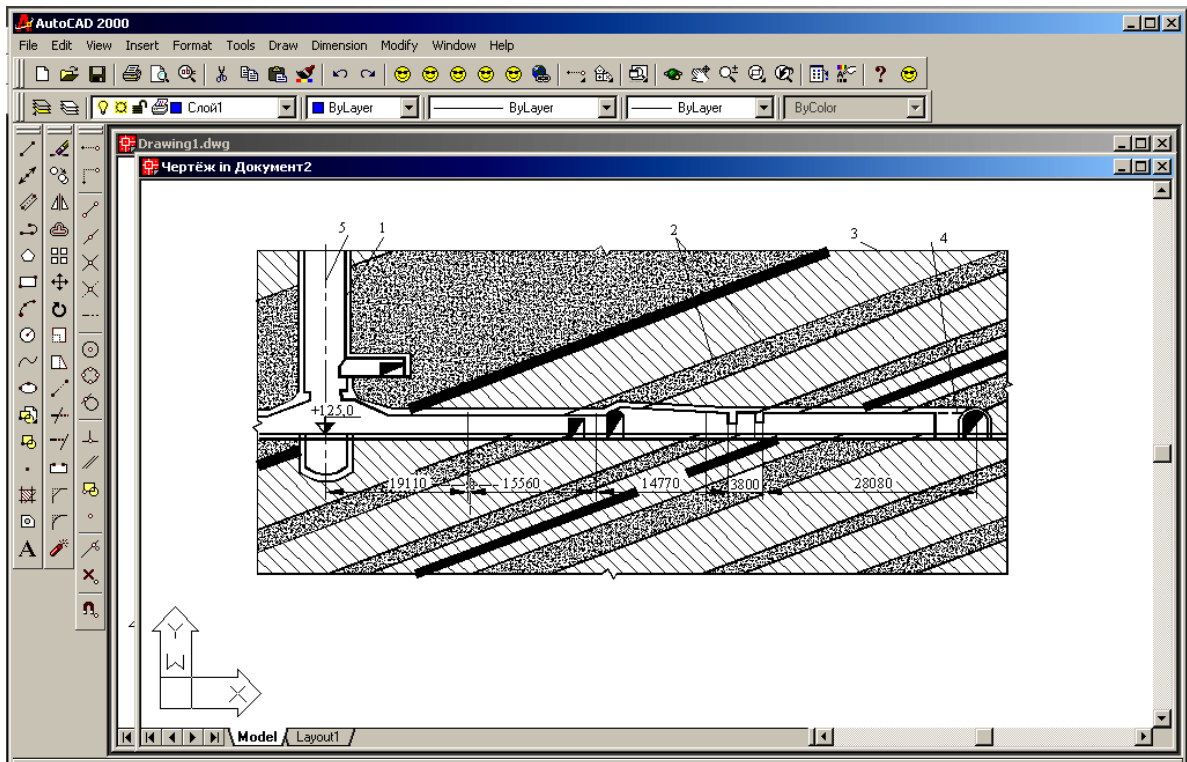


Рис. 4. Приклад гірничого кресленика

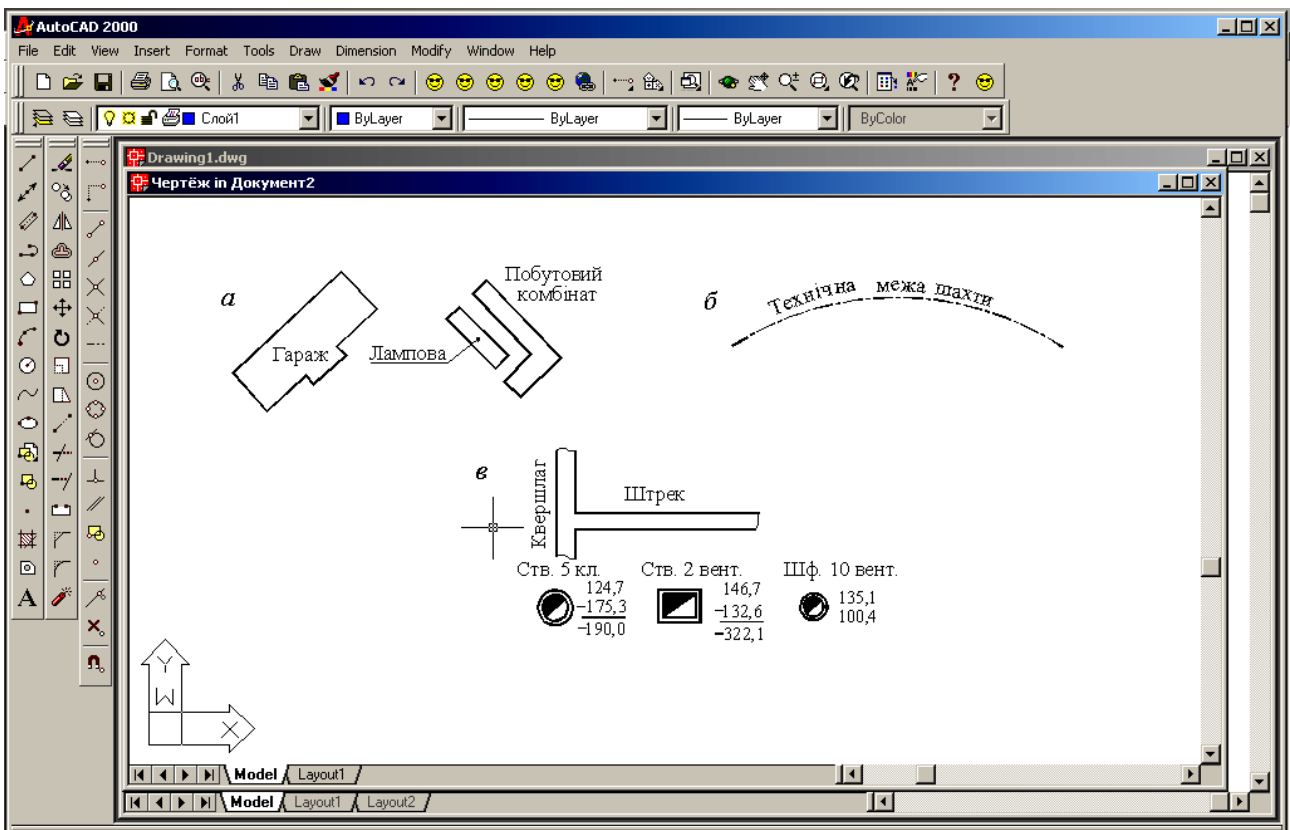


Рис. 5. Розташування написів на кресленіку

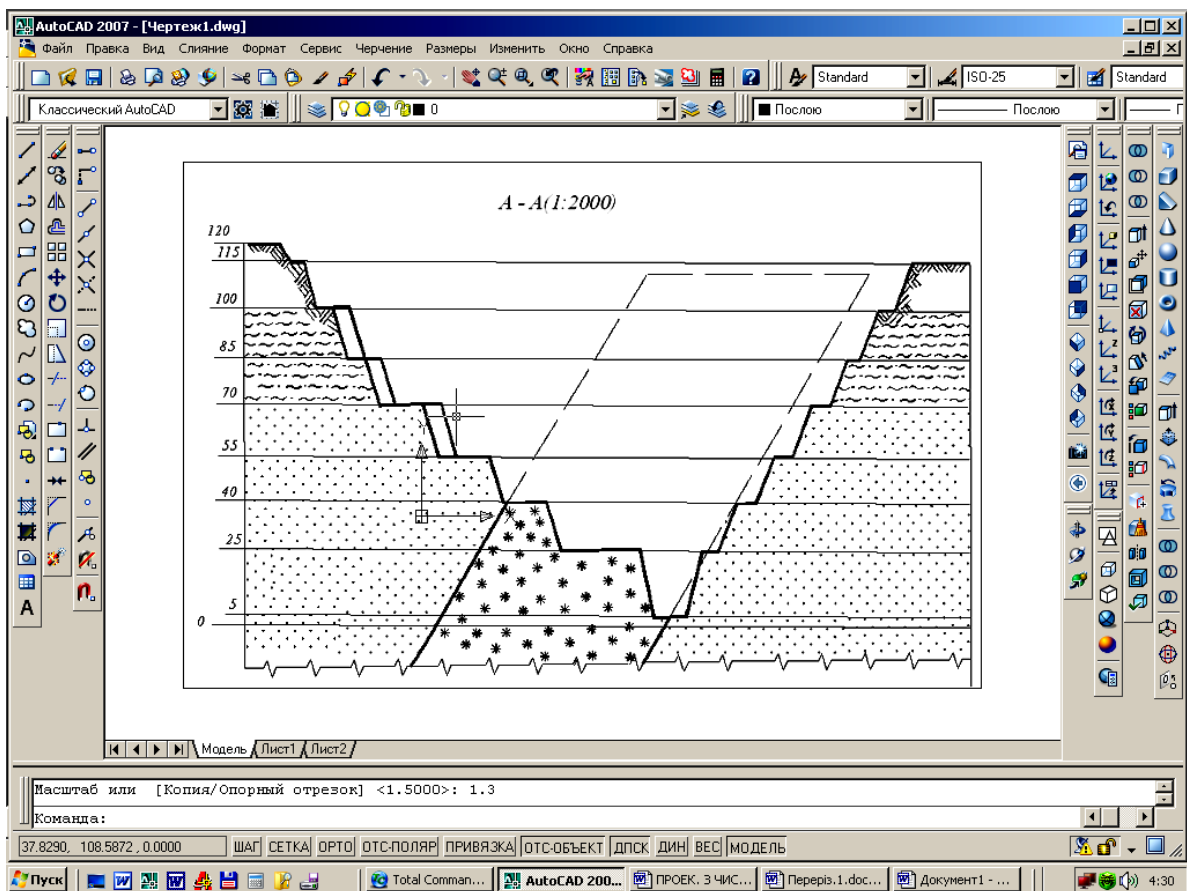
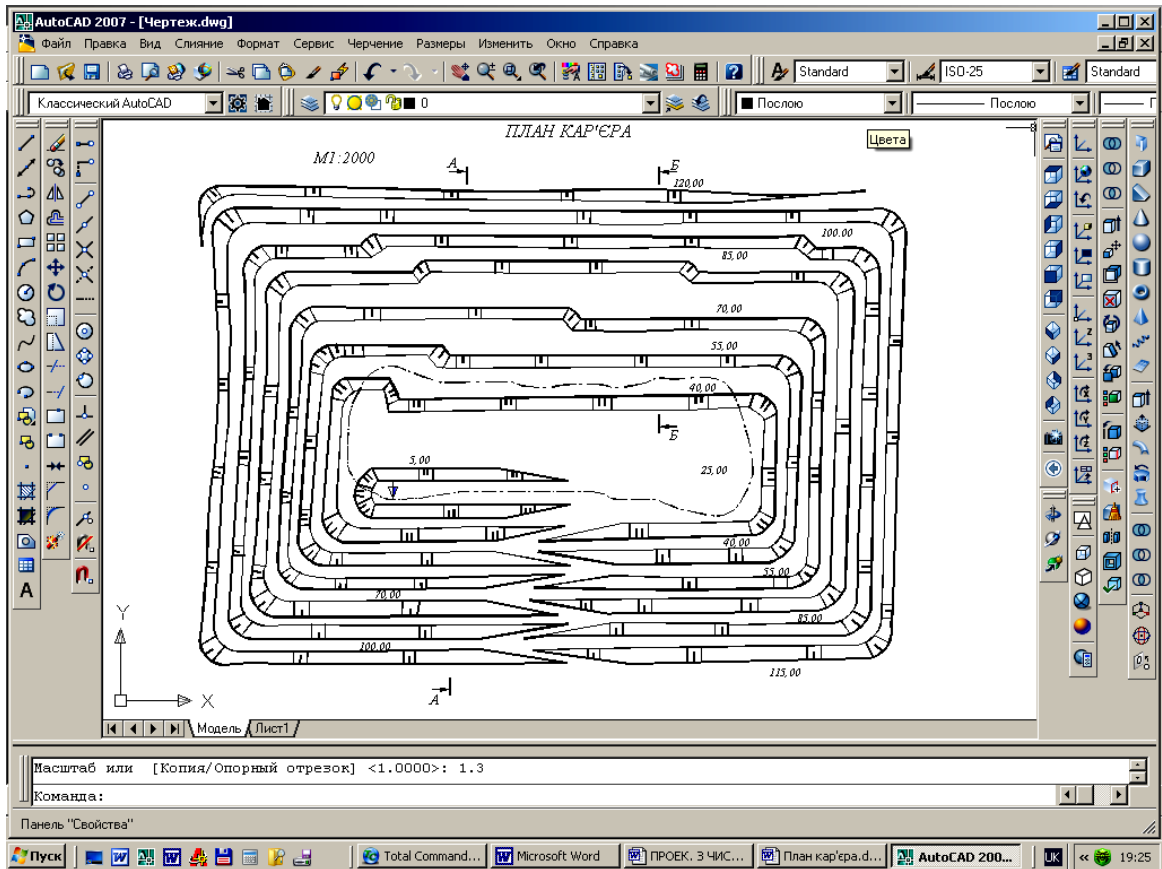


Рис. 6. План і розріз кар'єра

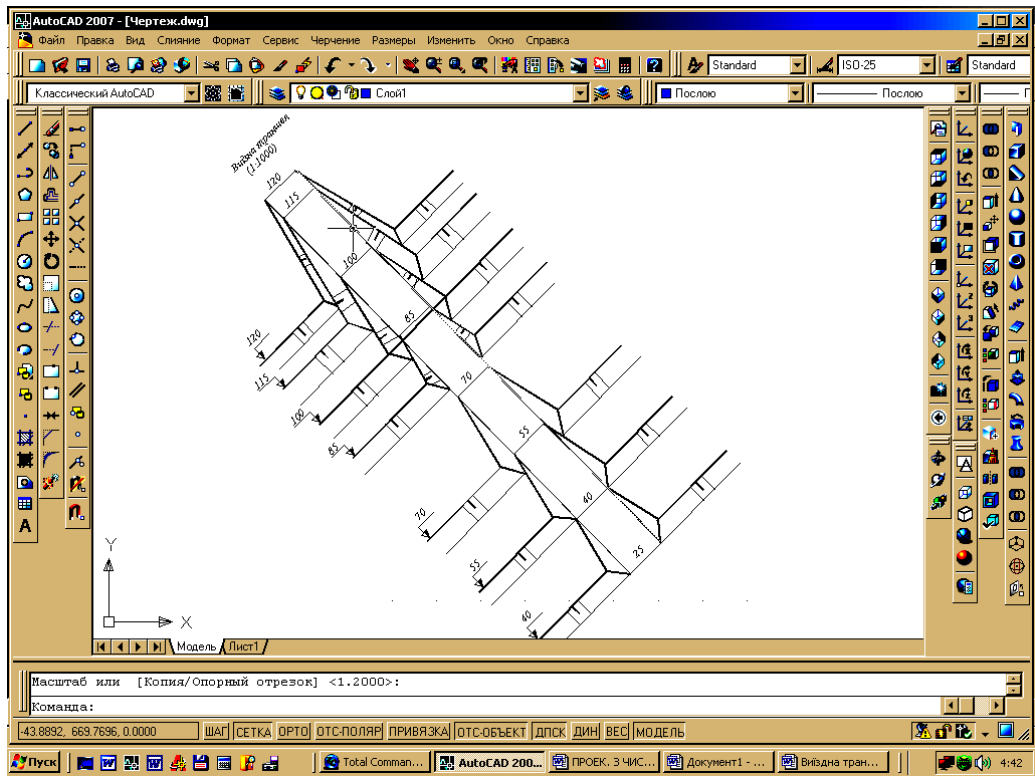


Рис. 7. Виїзна траншея

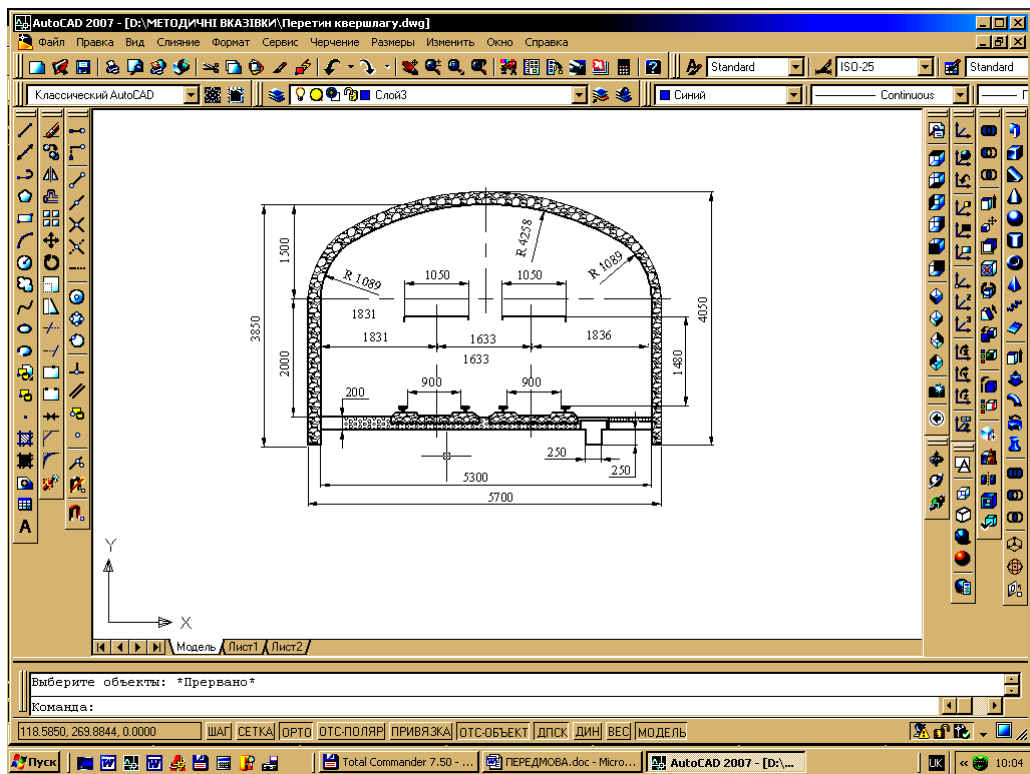


Рис. 8. Перетин квершлягу


Для побудови вище представлених рисунків необхідно освоїти систему векторної комп'ютерної графіки AutoCAD і проекції з числовими відмітками.

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА Лабораторна робота № 1 Підготовка файлу кресленника

Мета роботи: вивчити інтерфейс програми, набути навичок роботи з командним рядком і шарами, ознайомитися з одиницями виміру.

Система AutoCAD працює з геометричними описами об'єктів. Наприклад, відрізок описується двома точками, коло – центром і радіусом, дуга – центром, радіусом і центральним кутом і т. д.

Усі графічні об'єкти в системі AutoCAD формуються із окремих примітивів.

Графічним примітивом називається геометричний елемент, який може бути побудований за допомогою команди, що має однакову з ним назву. Наприклад, відрізок будується командою  Отрезок.

Система AutoCAD 2007 містить широкий клас графічних примітивів: Точка (Точка), Відрізок (Отрезок), Пряма (Прямая), Полілінія (Полилиния), Багатокутник (Многоугольник), Прямокутник (Прямоугольник), Дуга (Дуга), Коло (Круг), Еліпс (Эллипс), Штриховка (Штриховка), Розмір (Размер) і т. д.

Будь-який кресленник може бути побудоване з використанням перелічених примітивів. Примітиви мають певні властивості: колір, тип ліній, належність певному шару. Під **шаром** розуміють об'єктний простір, який може бути вимкнений, і, таким чином, об'єкти, що в ньому присутні, стають невидимими.

Запуск системи **AutoCAD 2007** можна виконати, скориставшись кнопкою меню: **Пуск** → **Все программы** → **AutoCAD 2007**, або двічі натиснути мишею по піктограмі AutoCAD 2007 на робочому столі Windows.

Інтерфейс AutoCAD 2007

При першому запуску робочий стіл AutoCAD 2007 настроєний на властивість за умовчуванням (рис. 1.1).

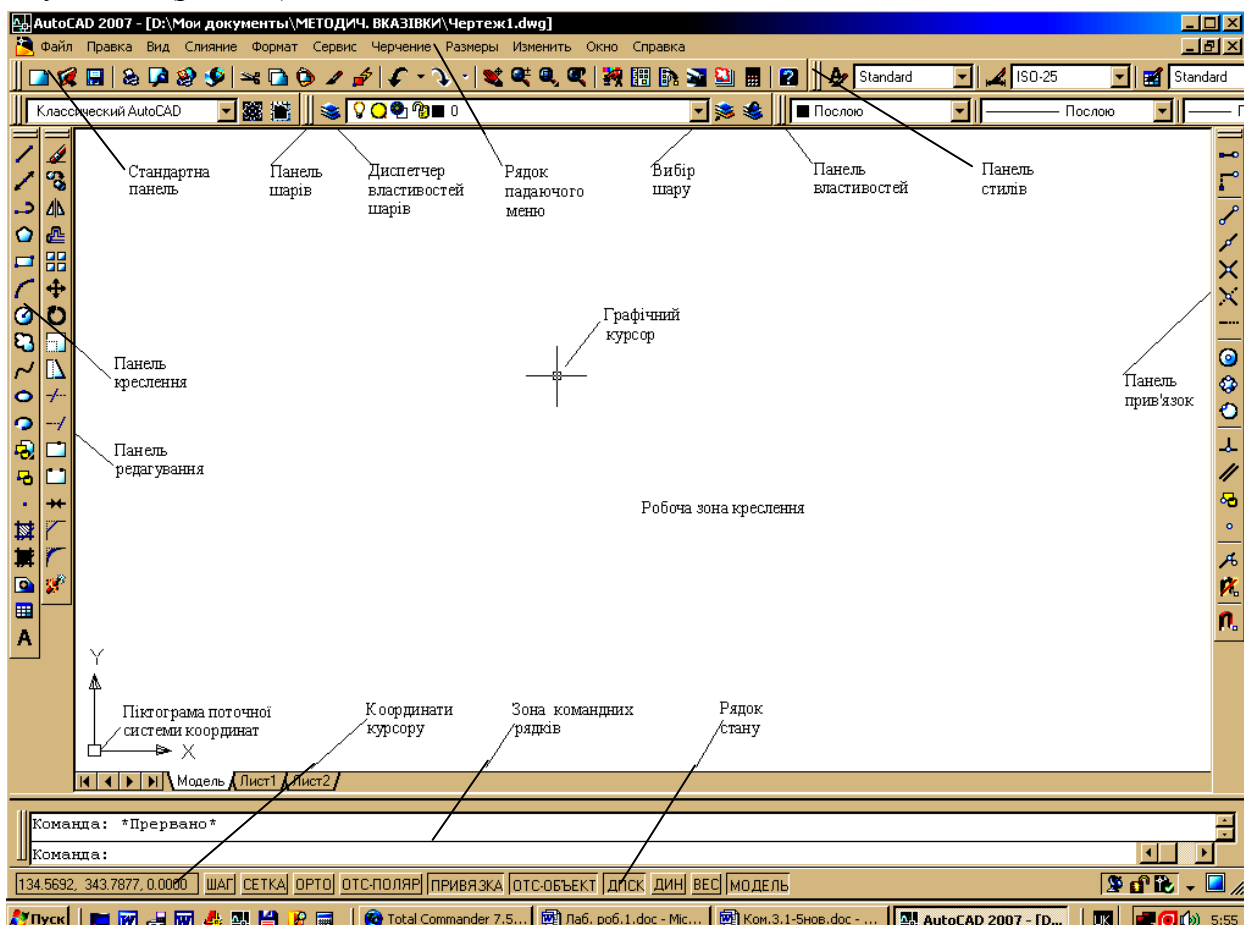


Рис. 1.1. Інтерфейс графічної системи AutoCAD 2007

До робочого столу AutoCAD для Windows включено:

- ♦ *рядок падаючого меню* – перший верхній рядок меню;
- ♦ *стандартна панель інструментів* – другий рядок;
- ♦ *панель шарів і властивостей об'єктів* – третій рядок;
- ♦ *панелі креслення і редагування* – колонки зліва;
- ♦ *панель прив'язок* – колонка справа;
- ♦ *рядок стану* – нижній рядок;
- ♦ *зона командних рядків* – одразу перед рядком режиму;
- ♦ *графічне поле кресленника* – займає всю решту площі робочого столу.

Ліворуч (але не обов'язково) розміщено панелі інструментів для виклику команд, які створюють і редагують графічні об'єкти, зокрема, перша панель (**Чертить**) містить у собі інструменти для створення креслення, а друга (**Изменить**) – інструменти редагування (модифікації). Праворуч – панель прив'язок **Объектные привязки**.

Середня частина дисплея – це головна зона, в якій відображаються всі геометричні побудови, тобто, робоча зона кресленника. У графічній зоні екрана присутній *показчик миші (графічний курсор)* у вигляді двох відрізків, які перетинаються і паралельні осям *X* і *Y* поточної системи координат. Інколи графічний курсор замінюється невеликим квадратом або рамкою.

Графічний курсор – основний інструмент для показу точок чи інших примітивів під час побудови й редагування кресленників. Керування графічним курсором здійснюється за допомогою миші або з клавіатури.

Інтерфейс графічної системи AutoCAD призначений для спілкування користувача з комп'ютером. Усі дії в AutoCAD виконуються за допомогою команд, які можна ввести таким чином:

1. Використанням панелі інструментів.
2. Застосуванням падаючого меню.
3. За допомогою палітр інструментів.
4. За допомогою динамічного введення.
5. За допомогою контекстного меню.
6. Набираючи на клавіатурі команду та її параметри у командному рядку.

Найбільш зручний спосіб задання команд – це використання піктограм палітр і панелей інструментів, але вони містять не всі команди. Однак будь-яку команду AutoCAD можна набрати із клавіатури в командному рядку.

Нижче наведено характеристики елементів робочого столу.

Рядок падаючого меню AutoCAD

Рядок падаючого меню за умовчуванням включає такі пункти:

- ♦ **Файл** (файл) – меню роботи з файлами: відкриття, збереження, друк, експорт файлів на інші формати та ін.
- ♦ **Правка** (виправлення) – меню редагування частин графічного поля робочого столу Windows.
- ♦ **Вид** (вид) – команди керування екраном, панорамування, тонування, керування параметрами дисплея, встановлення необхідних панелей інструментів.
- ♦ **Слияние** (злиття) – вставка блоку, створення нового аркуша, вибір шаблону із файлу, уведення растрового зображення та ін.
- ♦ **Формат** (формат) – забезпечує настройку шарів креслення, кольору, типу ліній; керування стилем тексту, розмірами, видом маркера точки, стилем мультіліній, встановлення одиниць виміру, меж креслення.
- ♦ **Сервис** (сервіс) – містить засоби керування системою, екраном користувача, включає встановлення параметрів креслення і прив'язок за допомогою діалогових вікон, забезпечує роботу з системою координат.
- ♦ **Черчение** (креслення) – включає команди креслення.

- ♦ **Размеры** (розміри) – містить команди нанесення розмірів і керування параметрами розмірів.
- ♦ **Изменить** (змінити) – включає команди редагування елементів креслення.
- ♦ **Окно** (Вікно) – забезпечує багатократний режим роботи з кресленнями.
- ♦ **Справка** (довідка) – містить велику систему гіпертекстових підказок.

Панелі інструментів AutoCAD

Команди AutoCAD на панелях інструментів подані у вигляді піктограм. Переміщуючи курсор по піктограмах викликають назву відповідної команди.

За умовчанням робочий стіл програми AutoCAD містить такі панелі інструментів: *стандартну, властивостей об'єктів, шарів креслення, креслення, стилів креслення та редагування* (рис. 1.1).

Відмітна риса AutoCAD – наявність командного рядка для введення команд. Більшість дій у системі можна виконувати, клацнувши курсором по піктограмі відповідної панелі інструментів або використанням пунктів головного меню чи введенням команд. За допомогою командного рядка здійснюється діалоговий режим роботи користувача з AutoCAD. У системі також відображаються пояснення під час виконання команд.

Меню – це графічна структура списку імен, яка дозволяє швидко вибрати потрібну команду.

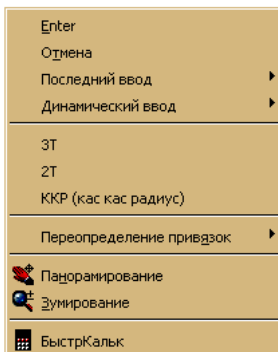



Рис. 1.2. Контекстне меню

Контекстне меню

Для вибору команди в меню і в панелі інструментів часто використовується вказівний пристрій – миша. При цьому ліва клавіша миші застосовується для вибору і позначення точки на екрані.

При натисканні правої клавіші миші на місці положення графічного курсору з'являється **контекстне меню**. Залежно від місця розташування курсору й типу задачі, контекстне меню має різний зміст і форму, наприклад, забезпечує швидкий доступ до опцій, необхідних для поточної команди. Якщо задана, наприклад, команда коло , то контекстне меню має вигляд, показаний на рис. 1.2.

Рядок стану

У нижній частині робочого столу існує рядок стану AutoCAD. Він містить динамічну інформацію про поточні координати графічного курсору та кнопки-піктограми для вмикання / вимикання різних режимів креслення, кожний з яких буде розглянуто далі в процесі викладу матеріалу.

Для вимикання режиму відображення координат графічного курсору досить двічі клацнути мишею в зоні відображення координат.

Командний рядок



Командний рядок призначений для введення з клавіатури команд та їх параметрів, а також виведення системою підказок AutoCAD. Його значення дуже велике, оскільки введення команд з клавіатури суттєво спрощує побудову креслення.

Як правило, командний рядок складається з двох рядків.

Для відображення схованого вікна командного рядка натискають на клавіші **Ctrl + 9** або із падаючого меню **Сервис** → **Командная строка**.

Створення нового креслення

AutoCAD 2007 пропонує багатовіконне середовище проєціювання, яке допускає одночасне відкриття декількох креслень.

Створення нового креслення здійснюється клацанням курсором по піктограмі  стандартної панелі керування або за допомогою пункту падаючого меню **Файл** →  **Создать**. Система створює у робочій зоні нове креслення за найпростішим чи спеціальним шаблоном. При цьому викликається діалогове вікно **Создание нового чертежа** (див. рис. 2.16). Можна

настроїти AutoCAD таким чином, що це вікно викликатися не буде, а система відразу ж створює нове креслення з найпростішими установками або відкриває вікно вибору шаблону, яким повинен бути файл зі спеціальним розширенням dwt (для роботи в метричних одиницях виміру рекомендується вибирати файл шаблону з ім'ям acadiso.dwt).

Шаблони креслень – це прості зображення, які мають певні настройки одиниць виміру, штампів, визначень шарів, розмірних стилів та ін. і збережені як шаблони.

Процеси відкриття й збереження файлу креслення здійснюються аналогічно іншим додаткам для Windows і не потребують будь-якого коментарю.

Робота з декількома кресленнями здійснюється за допомогою пункту головного меню «Окно».

Визначення типу одиниць виміру і меж креслення

Для встановлення необхідного режиму задання і відображення розмірної інформації необхідно **визначити тип одиниць виміру**, вид і точність їхнього відображення.

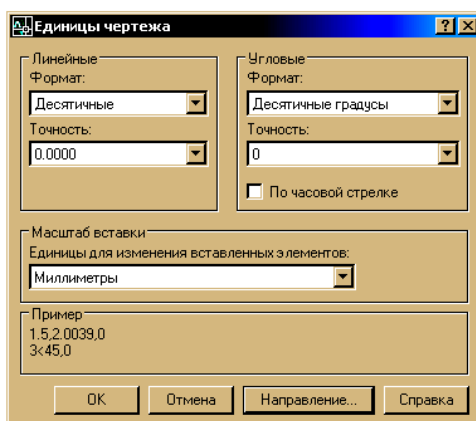


Рис. 1.3. Панель Единицы чертежа

Розрізняють кутові та лінійні одиниці. Вибір їхнього типу здійснюється за допомогою падаючого меню **Формат** → **Единицы**. За умовчужанням прийнято десятковий тип лінійних одиниць, для кутових одиниць беруть десяткові градуси (рис. 1.3).

Команда **Лимиты** (Ліміти) дозволяє встановити межі для поточного креслення в просторі моделі та в просторі аркуша. Вона викликається з падаючого меню **Формат** → **Лимиты**.

При виборі метричних одиниць за умовчужанням встановлюються межі креслення 420 × 297 мм.

Якщо необхідно встановити межі креслення, наприклад, формату **A4**, то вводять команду **Лимиты**.

У командних рядках з'являються написи:

Переустановка лимитов пространства модели:

Левый нижний угол или [Вкл / Откл] <0.0000, 0.0000>: – вводять «Enter».

У командному рядку з'являється напис **Правый верхний угол <420.0000, 297.0000>:**

Вводять параметри: 210, 297 «Enter».

Якщо задано опція **Вкл**, то виконувати побудову можна тільки в межах формату креслення (межі формату визначають за межами сітки, якщо вимкнено прапорець у віконці **Показывать сетку за лимитами** у вікні **Режимы рисования** → **Шаг и сетка**), а якщо задано опцію **Откл**, то побудову можна виконувати в будь-якому місці робочої зони креслення.

Панель свойств

Основною панеллю інструментів, яка призначена для роботи зі властивостями, є панель **Свойства** (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Панель інструментів Свойства

У даній панелі розташовані списки, що розкриваються:


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

Вагою лінії називають її товщину в міліметрах при друку на паперовому носії.

Створення шарів креслення

Будь-яке креслення може бути побудоване з використанням примітивів. Примітиви мають певні властивості: колір, тип лінії, належність певному шару.

Під **шаром** розуміють об'єктний простір, який може бути вимкнутим і таким чином, об'єкти, які належать шару, будуть невидимими. Це зручно при виконанні складних креслень або кількох варіантів окремих деталей чи вузлів. Можна розглядати варіанти вибору, вмикаючи або вимикаючи відповідні шари.

Створення нового шару здійснюється за допомогою піктограми  **Диспетчер свойств слоев**, по якій необхідно клацнути курсором (рис. 1.1).

Кожен шар (рис. 1.5) має певні властивості: колір, тип і вагу лінії (дані параметри змінюються в «Диспетчері властивостей шарів»).

Вагою лінії називають її товщину в міліметрах при друку на паперовому носії.

Натискання кнопки «Вибір шару» (рис. 1.1) панелі **Слои** при підсвіченому рядку шару робить його **поточним**. Все, що буде накреслено потім, належатиме цьому шару.

Кожен шар має певні властивості: колір, тип і вагу лінії.

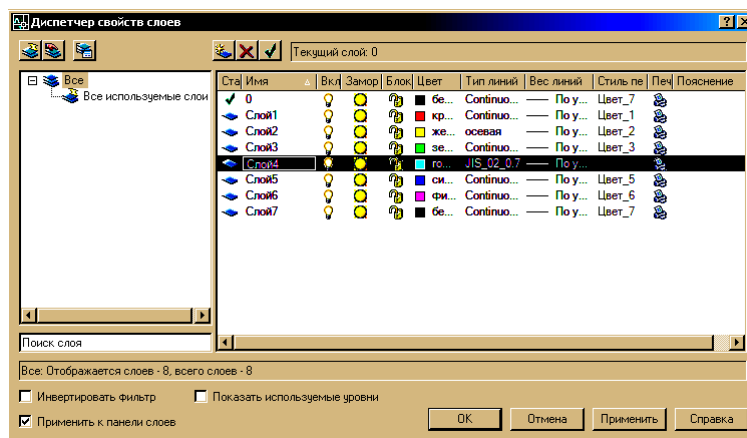


Рис. 1.5. Створення шарів креслення

Усі створювані примітиви розміщуються на окремих шарах. Під час створення нового креслення в ньому наявний тільки шар з назвою «0». Цей шар присутній завжди і не може бути вилучений або перейменований. Набір додаткових шарів формує користувач на підставі особистих вимог до відображення різних елементів креслення. Для зручності роботи з однотипними об'єктами їх звичайно розміщують на окремому шарі.

Будь-який шар може бути **вимкнутий** (об'єкти, що належать до вимкнених шарів, не відображаються, але регенеруються), **замороженим** (об'єкти на заморожених шарах не відображаються і не беруть участь у регенерації) або **заблокованим** (об'єкти, які належать до заблокованих шарів, відображаються, але не редагуються).

Колір шару

При створенні нового шару його колір обирають натисненням лівої кнопки миші на полі **Цвет** у рядку шару (рис. 1.5). З'являється діалогове вікно **Выбор цвета** (рис. 1.6, а), з якого вибирають потрібний колір шару.

Колір шару можна змінити натискаючи кнопкою миші на полі **Послою** панелі **Свойства** (рис. 1.6, б). З'являється сім стандартних кольорів, а також ті, що були востаннє використані. Якщо наявні варіанти кольорів користувачеві не до вподоби, він може обрати інші, натиску-

ючи кнопку миші по варіанту **Выбор цвета** (рис. 1.6, б) і появляється діалогове вікно **Выбор цвета** (рис. 1.6, а).

Колір шару можна задавати як глобально, так і стосовно окремих шарів. Вибір кольору показують на відповідній панелі **Послою**. При глобальному заданні кольору, незалежно від того, який колір шару зазначено на панелі властивостей об'єктів, система буде виконувати креслення кольором, позначеним на панелі вибору кольору. Те саме стосується типу й ваги ліній.

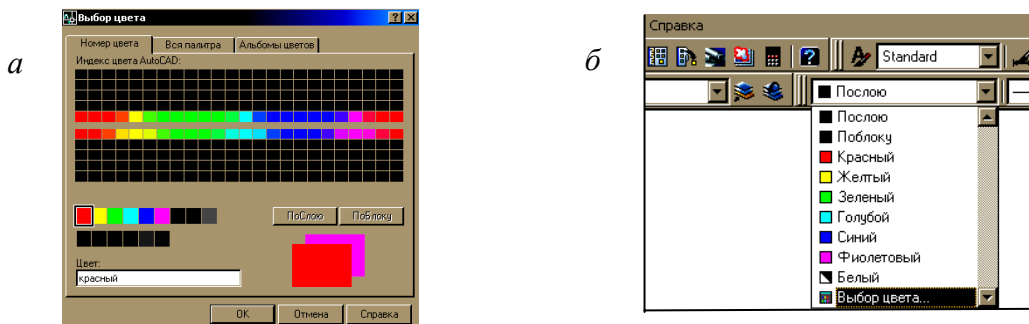



Рис. 1.6. Вибір кольору шару

Тип ліній

Застосування певних типів ліній для певних елементів кресленника зумовлюється вимогами стандартів, що необхідно враховувати у процесі роботи. Виконання кресленника у вигляді розрізнених шарів дає суттєву перевагу: якщо, наприклад, розмістити осі, контур і штрихування на трьох різних шарах, то до кожного з них можна буде вибирати певний тип ліній. Тип ліній, певна річ, різний для осей і контуру, а контур та штрихування мають різну вагу (товщину) ліній.

За умовчужанням у системі завантажено тільки один тип лінії **Continius** (суцільна). Для завантаження додаткових типів ліній необхідно клацнути курсором у місці клітинки **Continius** стовпця **Тип ліній** відповідного шару рядка (рис. 1.5), що викликає появу діалогового вікна **Выбор типа линий**, в якому натискають клавішу **Загрузить** (рис. 1.7, а). Можна також вибрати відповідний рядок із панелі інструментів **Свойства** (рис. 1.4) **Послою** → **другой** → **Загрузить**. Далі відкривається діалогове вікно **Загрузка / перезагрузка типов линий** (рис. 1.7, б), з якого вибирають необхідний для даного шару тип лінії.

При виконанні кресленника вмикають потрібний шар, який вибирається із списку, що з'являється на панелі **Диспетчер свойств слоев** (рис. 1.1). Наприклад, якщо необхідно зобразити осі кресленника, то встановлюють шар осевих ліній поточним, а осі креслять командою **Отрезок**, натискаючи кнопку-піктограму .

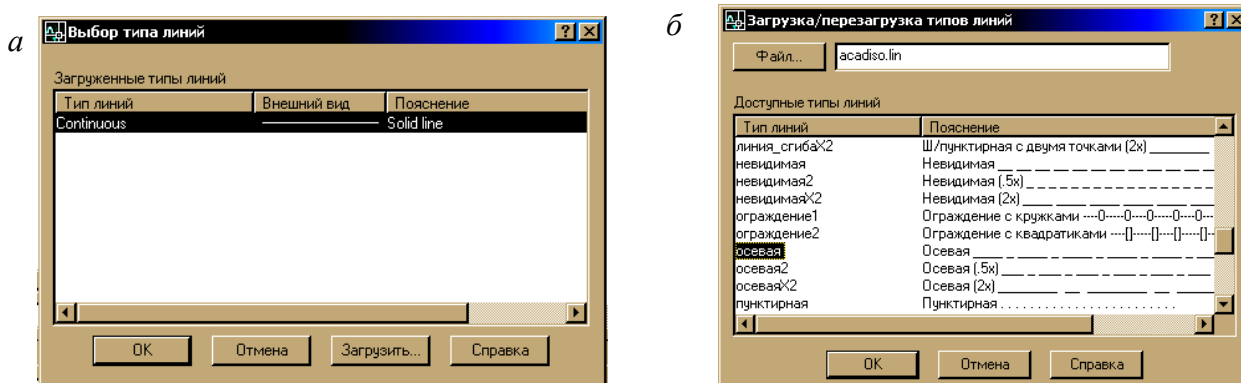


Рис. 1.7. Діалогові вікна: а – **Выбор типа линий**;

б – **Загрузка / перезагрузка типов линий**

Таким самим способом можна *вимикати, заморожувати і блокувати шари, а також робити їх поточними*.

Завдання лабораторної роботи: підготувати файл креслення для подальшої виконання його у наступних роботах.

Порядок виконання роботи

1. Створити нове креслення використовуючи шаблон acadiso.dvt.
2. За допомогою вікна **Диспетчера властивостей шарів** створити шари з властивостями, наведеними в табл. 1.1.
Діалогове вікно **Выбор цвета** (рис. 1.6, а) пропонує сім стандартних кольорів
3. Зберегти файл креслення у папці користувача, присвоївши йому ім'я, наприклад, **Чертеж 1.dwg**.

Таблиця 1.1

| Назва шару | Призначення | Колір | Тип лінії |
|-------------|---|------------------|----------------------|
| 0 | Формується автоматично при вході в графічний редактор | Чорний або білий | Continius (суцільна) |
| Основний | Для проведення ліній основного контуру (суцільних основних ліній) | Червоний | Continius (суцільна) |
| Осі | Для проведення осьових і центрових ліній | Жовтий | Осьова |
| Розміри | Для нанесення розмірів та інших атрибутів креслення | Зелений | Continius (суцільна) |
| Штриховий | Для проведення ліній невидимого контуру (штрихових ліній) | Голубий | Штрихова |
| Штрихування | Для виконання штрихування | Синій | Continius (суцільна) |
| Резервний | Для виконання допоміжних побудов | Фіолетовий | Continius (суцільна) |
| Допоміжний | Для виконання допоміжних побудов | Чорний або білий | Continius (суцільна) |

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає відмінність між вимкнутими і замороженими шарами?
2. Для чого використовується властивість функції *Послюю*?
3. Чи можна видалити шар з ім'ям «0»?
4. Як відбувається завантаження типів ліній?

Лабораторна робота № 2

Координати точок. Об'єктні прив'язки. Креслення геометричних елементів. Текстові і розмірні стилі. Шаблон кресленника

Мета роботи: вивчити і проробити можливі варіанти задання координат точок з використанням об'єктної та крокової прив'язок.

Набути навичок взаємодії із системою AutoCAD за допомогою піктограм панелі Черчение або командного рядка, навчитися створювати прості геометричні елементи, змінювати їхні загальні властивості, створювати шаблон формату А3 з шарами, текстовими й розмірними стилями.


Задання координат точок

Задання координат точок (мається на увазі не примітив *Точка*, а точка як місце на площині креслення) можна виконувати графічним курсором миші, тобто довільно (основні примітиви розглянуто на наступній сторінці).

При вирішенні інженерних завдань виникає необхідність задавати дійсні координати або відносні (щодо заданої точки). Залежно від того, які вихідні дані для побудови має користувач, застосовуються різні способи введення координат, а саме:

Найпростіший спосіб задання координат точки на кресленнику – натиснути кнопку будь-якої піктограми на панелі інструментів та зафіксувати положення точки на робочій зоні креслення натисканням лівої клавіші миші – **це перший спосіб**.

Другий спосіб – введення абсолютних координат точки з клавіатури у командному рядку або у вікні підказки динамічного введення контекстного меню (біля курсору див. рис. 2.6, а). При вмиканні динамічний режиму кнопкою ДИН, яка знаходиться у рядку стану (див. рис. 1.1), то параметри вводяться у вікні підказки, а не в командному рядку.

Наприклад, для команди відрізок  можна ввести: 120.4,253.5 – це означає, що початкова точка має відповідно координати за осями $X = 120,4$, $Y = 253,5$ (нагадуємо, що в системі AutoCAD кома є роздільником між координатами, а для розділення десяткових знаків використовується символ крапка).

Екран комп'ютера можна уявити як двовимірний аркуш паперу, в лівому нижньому куті якого розташована точка початку декартових координат (0,0).

Третій спосіб – введення точок з клавіатури у відносних декартових координатах, наприклад, @40,27.

Цей запис означає, що нова точка задається відносно попередньої (що визначає символ “@”) із зміщенням по осі X на +40 мм (управо) і зі зміщенням по осі Y на +27 мм (вгору).

Четвертий спосіб – введення точок з клавіатури у відносних полярних координатах, наприклад, @25.5<45.

У даній формі запису вже немає ком, зате з'явився символ “<”, що інтерпретується як знак кута. У цьому прикладі нова точка задається відносно попередньої, причому відстань між ними в площині дорівнює 25,5 мм (тобто, числу ліворуч від знака кута), а вектор від попередньої точки до нової утворює кут 45° із додатним напрямком осі абсцис. Відстань обов'язково повинна бути додатною, а кут може відповідати числу з будь-яким знаком.

П'ятий спосіб – введення точок способом «напрямок – відстань» – це коли замість введення координат використовують *прямий запис координат*, що особливо зручно для швидкого введення довжини ліній. Таке уведення може бути використане у всіх командах, крім тих, де необхідно вводити дійсні значення. Використовуючи прямий запис відстаней, у відповідь на запит координат наступної точки досить перемістити графічний курсор у потрібному напрямку й ввести числове значення. Якщо таким способом задається відрізок, то він будується заданням числового значення довжини і напрямку під заданим кутом. При ввімкнутому режимі ОРТО цим способом дуже зручно креслити перпендикулярні відрізки (прямокутники).

Об'єктні прив'язки (див. далі) використовують як спосіб задання координат на кресленні коли створюють об'єкти, для яких координати характерних точок необхідно позначити (наприклад, центр кола або дуги, кінцеву точку відрізка і т. д.).

Об'єктні прив'язки

При роботі з кресленнями важлива точність, а тому програма AutoCAD може здійснювати пошук деяких ключових точок об'єктів і виділяти їх автоматично. Ці ключові точки називаються постійними об'єктними прив'язками або просто прив'язками.







Вмикання / вимикання автоматичного пошуку прив'язок виконується кнопкою-піктограмою **ПРИВ'ЯЗКА** або функціональною клавішею **F3**.



Рис. 2.1. Панель **Объектная привязка**

При вимиканні автоматичного пошуку прив'язок можна одноразово користуватися необхідними піктограмами прив'язок, панель яких зображено на рис. 2.1.

Залежно від того, до якої характерної точки об'єкта(ів) здійснюється прив'язка необхідно використовувати різні її типи. Ось деякі з них:

- **Конточка**  – прив'язка до вершин відрізків, поліліній, кінцевих точок сплайнів, дуг і т. д.
- **Середина**  – прив'язка до середин прямолінійних і криволінійних ділянок ліній.
- **Пересечение**  – прив'язка до точки явного перетину прямолінійних або криволінійних ділянок.
- **Центр**  – прив'язка до центрів кіл і дуг.
- **Узел**  – прив'язка до примітивів **Точка**.
- **Касательная**  – прив'язка до точки на колі або дузі по дотичній, проведеної з вихідної точки.

Задання (зміну) режимів об'єктної прив'язки виконують шляхом установки прапорців у відповідних віконцях контекстного меню (рис. 2.2), яке викликають, клацнувши правою клавішею миші в рядку стану по кнопці-піктограмі **ПРИВ'ЯЗКА** і вибравши опцію **Настройка...** або відкривають вікно *падаючого меню* **Сервис**→**Режимы рисования** → **Объектная привязка**.

Крім об'єктної прив'язки, в AutoCAD є крокова, яку використовують для креслення по сітці із заданим розміром осередків (подібно кресленню по клітинках у зошиті). Вмикання даного виду прив'язки здійснюється в рядку режимів кнопкою **ШАГ** або клавішею **F9**, а відображення сітки кнопкою **СЕТКА**. Змінити крок сітки можна у вікні *падаючого меню* **Сервис** → **Режимы рисования** → **Шаг и Сетка**.

Для креслення ліній строго паралельно осям координат можна використовувати ортогональний режим (кнопка **ОРТО** в рядку режимів або клавіша **F8**). Цей режим не діє при використанні об'єктної прив'язки.

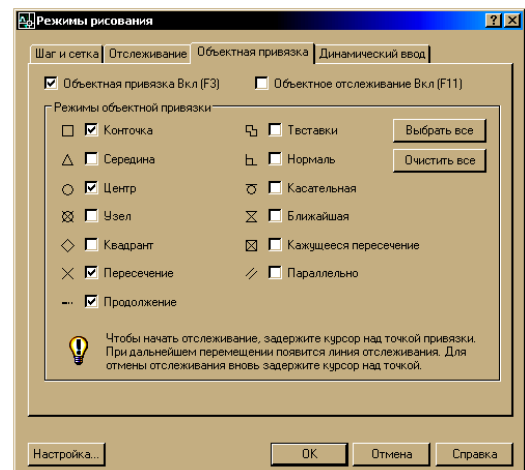


Рис. 2.2. Вікно **Режимы рисования**

Креслення простих геометричних елементів


Кресленики створюється набором відрізків, кіл, дуг та інших графічних об'єктів. У системі AutoCAD вони називаються **примітивами**. Сукупність примітивів належним чином редагується для одержання потрібної геометричної форми. Команди для здійснення побудови графічних елементів можна набрати з клавіатури, вибрати із рядка *падаючого меню* або на панелі інструментів **Черчение**.

Примітка. Після введення в командний рядок 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.


Числові параметри, які з'являються в кутових дужках у командному рядку (наприклад, <15.5>), означають, що при виконанні операції можна використовувати попереднє значення параметра. Якщо користувач згодний із запропонованим значенням, то досить натиснути <Enter>. Таким чином, наприклад, можна зобразити декілька кіл однакового радіуса, позначивши його радіус в командному рядку тільки один раз.

Розглянемо основні примітиви:

Точка

– **Точка**  (команда **ТОЧКА**). Примітив точка створюється за позначеними у просторі координатами (мишею або в командному рядку) і не має розмірів. Розмір і форму відображення точок можна вибрати із контекстного меню **Формат** → **Отображение точек** ...

Відрізок

Відрізок будується командою **Отрезок** із падаючого меню **Черчение** → **Отрезок** або клацанням миші по піктограмі **Отрезок**  панелі інструментів **Черчение** чи набором з клавіатури команди **Отрезок** <Enter>.

У відповідь система видає:

Первая точка:

Вводять координати першої точки, наприклад: 0,0 <Enter>. Далі вводяться координати наступних точок. Вихід з режиму здійснюється натисканням клавіш <Enter> або <Esc>.

Відрізки, побудовані за допомогою цієї команди, можуть бути одинарними або об'єднаними в послідовність прямолінійних сегментів. Початкова і кінцева точки фіксуються натисненням лівої клавіші миші. Кінцева точка одночасно може бути і початковою для наступного сегмента.


Якщо необхідно замкнути побудований багатокутник, то на запит у командному рядку:

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]:

Вводять літеру **З** – (**Замкнуть**), <Enter> або правою клавішею миші викликають контекстне меню, в якому вибирають команду **Замкнуть**.

При позначені положення точки графічним курсором треба клацнути лівою клавішею миші.



Пряма

– **Пряма**  (команда **ПРЯМАЯ**) – нескінченна пряма. Опції: [**Гор/Вер/Угол/ Биссект/Отступ**]. **Гор** – створення горизонтальних прямих; **Вер** – створення вертикальних прямих; **Кут** – створення прямих під заданим кутом; **Отступ** – створення прямих із заданим відступом від наявної на кресленнику лінії; якщо необхідно поділити кут навпіл, вводять опцію **Биссект**.

Полілінія

Полілінія це графічний примітив, що складається з довільної послідовності з'єднаних лінійних і дугових сегментів, кожен з яких може мати власну ширину та півширину.

На рис. 2.3 показано приклад замкненої полілінії, яка складається з прямолінійних сегментів 1 – 2, 1 – 3 та сегмента дуги 2 – 3.

Для креслення полілінії використовують команду **ПЛИНИЯ** (Полилиния), яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  на панелі інструментів **Креслення** або з пункту падаючого меню **Черчение** →  **Полилиния**.

У відповідь система видає повідомлення:

Начальная точка:

Вводять координати точки 1, <Enter>.

На що система видає напис:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина]:
Вводят літеру Ш (**Ширина**), <Enter> або обирають команду із контекстного меню.
У відповідь система видає напис:

Начальная ширина <0.0000>:

Позначають початкову ширину (товщину) лінії, наприклад, 0.80 <Enter>.

Наступний запит системи:

Конечная ширина <0.8000>:

Позначають кінцеву ширину (товщину) лінії, наприклад, 0.80 <Enter>.

У відповідь система видає напис:

Следующая точка или [Дуга / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина]:

Показують точку 2, натискають <Enter>.

На що система видає повідомлення:

Следующая точка или [Дуга / Замкнуть / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина]:

Вводят літеру Д (**Дуга**), <Enter> або обирають команду із контекстного меню.

На що система видає напис:

Конечная точка дуги или [Угол / Центр / Замкнуть / Направление / Линейный / Радиус / Вторая / Отменить / Ширина]:

Вводят літеру В (**Вторая**), натискають <Enter> або обирають команду із контекстного меню.

Наступний запит системи:

Вторая точка дуги:

Графічним курсором показують на середину дуги.

Наступний запит системи:

Конечная точка дуги:

Показують точку 3, натискають <Enter>.

У відповідь система видає запит:

Конечная точка дуги или [Угол / Центр / Замкнуть / Направление / Линейный / Радиус / Вторая / Отменить / Ширина]:

Вводят літеру Л (**Линейный**), натискають <Enter> або обирають команду із контекстного меню.

У відповідь система видає:

Следующая точка или [Дуга / Замкнуть / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина]:

Показують точку 1, натискають <Enter> чи вводять літеру З (**Замкнуть**), натискають <Enter> або обирають команду із контекстного меню.

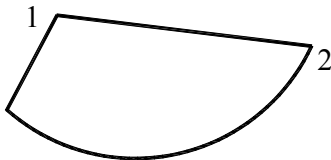




Рис. 2.3. Креслення замкнутої полілінії

Багатокутник

Правильний багатокутник можна побудувати або вписаним його в уявне коло, або навпаки, описавши коло навкруги нього, або задавши початок і кінець однієї з його сторін. Можна побудувати багатокутник із числом сторін до 1024.

Побудову багатокутника виконують командою **МН-УГОЛ**, яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Креслення** або із падаючого меню **Черчение** →  **Многоугольник**.

Після введення команди з'являється запит:

Число сторон <4>, на який зазначають число сторін багатокутника, наприклад, число сторін – 5 і натискають клавішу <Enter>.

Наступний запит системи:

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: який потребує задання центру або вибору опції. Виконують задання центру, наприклад: 50,50, натискають клавішу <Enter>.

У відповідь система пропонує:

Задайте опцию размещения [Вписанный в окружность / Описанный вокруг окружности] <В >:

Якщо багатокутник вписаний у коло, то подається команда <Enter>, а якщо описаний, то вводиться літера <O>, натискають <Enter> або обирають команду із контекстного меню.

Далі на запит **Радіус окружности**:

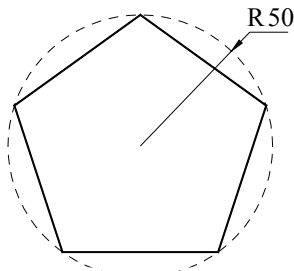


Рис. 2.4. Побудова багатокутника, вписаного в



Вводять значення радіуса, наприклад: 50 і натискають <Enter>.

На рис. 2.4 показано побудову правильного п'ятикутника з опцією <V> (вписування в коло). Центром умовного кола є точка з координатами: 50,50, його радіус 50 мм.

Опція <C> (**Сторона**) дозволяє побудувати багатокутник за його стороною шляхом вибору її початкової (**Первая конечная точка стороны**;) та кінцевої (**Вторая конечная точка стороны**;) точок. Система AutoCAD будує багатокутник, створюючи круговий масив зазначених сторін.

Побудова ведеться проти годинникової стрілки.

Прямокутник

Будують прямокутник командою **ПРЯМОУГОЛЬНИК**, яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Креслення** або з пункту падаючого меню **Черчение** →  **Прямоугольник**.

Побудову прямокутника виконують за двома діагонально протилежними вершинами, які треба показати у відповідь на запити:

Первый угол или [Фаска / Уровень / Сопряжение / Высота / Ширина]: – потребує задання першого кута або вибору опції.

Опції:

<Ф> (**Фаска**) – дозволяє побудувати прямокутник з фасками. Після вибору цієї опції видаються запити на розміри фаски по горизонталі й вертикалі (**Длина первой фаски прямоугольников <0.0000>**: та **Длина второй фаски прямоугольников <10.0000>**);

<У> (**Уровень**) – дозволяє задати рівень (зміщення за віссю Z) площини XY, в якій будується прямокутник, коли розглядають його в тривимірному просторі;

<С> (**Сопряжение**) – дозволяє заокруглити кути прямокутника. На запит **Радіус сопряжения прямоугольника <0.0000>**;, який видається після вибору цієї опції, потрібно ввести значення радіуса заокруглення;

<В> (**Высота**) – будує замість плоскої фігури прямокутника чотири бічні грані паралелепіпеда на його основі. Висоту потрібно зазначити у відповідь на запит **Первый угол или [Фаска / Уровень / Сопряжение / Высота / Ширина]**;

<Ш> (**Ширина**) – задання ширини полілінії, якою будують прямокутник (або відповідно бічні грані паралелепіпеда) із заданою шириною сторін.

Після задання першого кута, наприклад, 0,50 – натискають клавішу <Enter>, далі система пропонує:

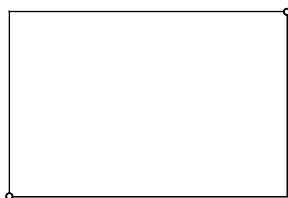


Рис. 2.5. Побудова прямокутника

Второй угол или [Площадь / Размеры / поВорот]:

Позначають координати другого кута, наприклад, 300,200 і натискають клавішу <Enter>.


При виборі опції **Площадь**, системою буде виведений запит про те, який із розмірів (довжину або ширину) варто уводити (другий буде обрахований за площиною).

Якщо вибирають опцію **Размеры**, то система запитує розміри прямокутника.

Опція **поВорот** дозволяє задавати кут повороту прямокутника відносно горизонтальної осі.

На рис. 2.5 показано побудову прямокутника, заданого двома діагонально протилежними вершинами з координатами відповідно 0,50 та 300,200.

Дуга


Дуга – це примітив, який є частиною кола. Побудову дуги здійснюють командою **ДУГА** яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Креслення** або із пункту падаючого меню **Черчение** → **Дуга**.

Дугу можна побудувати 11-ма способами залежно від вибору та поєднання опцій. Варіанти побудову дуги із падаючого меню показано на рис. 2.6, а.



Рис. 2.6. Способи побудови дуги і кола

Коло

Коло будують за допомогою команди **КРУГ**, яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Черчение** або із пункту падаючого меню **Черчение** → **Круг**. За умовчуванням коло будують, указуючи його центр та радіус.

Із падаючого меню **Черчение** → **Круг** (рис. 2.6, б) можна вибрати шість способів побудови:

- у *першу підгрупу* входить спосіб побудови кола за умовчуванням тобто визначають центр і радіус або діаметр кола;

- до *другої підгрупи* увійшли способи побудови за двома точками, що лежать на діаметрі (опція **2Т**) та будь-якими трьома точками (опція **3Т**);

- до *третьої підгрупи* увійшли способи побудови за дотичними до двох графічних елементів (ними можуть бути лінії, дуги чи кола) та радіусом (опція **ККР**), а також спосіб побудови за дотичними до трьох графічних елементів (опція **3Т**).

За умовчуванням для креслення кола програма AutoCAD запитує координати центральної точки і довжину радіуса.

Після введення команди **КРУГ** з'являється запит:

Центр круга или [3Т / 2Т / ККР (кас кас радиус)]:

Уводять координати центральної точки (числовим або графічним способом), на це з'являється запит:

Радиус круга или [Диаметр] <0,0>:

Уводять величину радіуса, наприклад, 40 і натискають клавішу <Enter> (рис. 2.7, а).

Радіус (діаметр) можна задати числовим способом або зазначенням точки курсором (система у цьому випадку вимірює відстань від раніше позначеного центра до нової точки і використовує цю відстань як радіус або діаметр). Після задання радіуса або діаметра побудова кола закінчується.

Якщо ввести літеру **Д** (це означає, що вибирають опцію **Диаметр**) – <Enter>, то з'являється запит:

Диаметр круга <0,0>:

Уводять величину діаметра, наприклад, 50 і натискають клавішу <Enter>.

Якщо після введення команди **КРУГ** вибирають опцію **ЗТ**, то AutoCAD буде будувати коло за трьома точками. Система по чергово робить запити на першу, другу і третю точки, а після правильного їх задання (вони не повинні лежати на одній прямій) на екрані з'являється коло.

При виборі опції **2Т** з'являються запити тільки на дві точки, які вважають кінцями майбутнього діаметра кола.

При побудові кола, яке торкається двох об'єктів і має відповідний радіус (рис. 2.7, б) вибирають опцію **ККР** і натискають <Enter>.

У відповідь система дає запит:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

Курсором показують на одну із прямих, на що з'являється запит:

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:

Курсором показують на другу пряму і на запит:



Радиус круга <0.0000>:

Набирають на клавіатурі бажаний радіус, наприклад, 30 і натискають клавішу <Enter>.



Рис. 2.7. Побудова кола

Сплайн

Сплайн – це гладка крива, що проходить через заданий набір точок. Її будують командою **СПЛАЙН**, яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Креслення** або з пункту падаючого меню **Черчение** →  **Сплайн**.

За допомогою команди **Сплайн** будують криву за заданими точками і напрямками дотичних у початковій та кінцевій точках.

У відповідь на команду  видається запит:

Первая точка или [Объект]:

Якщо вказують точку, то видається запит:

Следующая точка:

Після введення другої точки можливе або подальше зазначення точок, або замикання лінії за допомогою опції **Замкнуть**, або введення допуску (тоді лінія виходить гладкішою й може відхилитися від некрайніх уведених точок на величину заданого допуску):

Следующая точка или [Замкнуть / Допуск] <касательная в начале>:

Точки можуть задаватися й далі, поки не натиснуть <Enter>.

Після завершення вибору точок AutoCAD пропонує вказати напрямок дотичних у початковій і кінцевій точках кривої – точніше, позначити точки, через які повинні пройти ці дотичні. Переміщаючи графічний курсор по полю креслення й змінюючи в такий спосіб напрямок специфікованої дотичної, можна одночасно спостерігати за змінами, що відбуваються унаслідок зміни форми сплайна. Для вибору прийнятих за умовчунням напрямків можна у відповідь на два запрошення (**Касательная в начальной точке:** і **Касательная в конечной точке:**) натиснути клавішу <Enter>.

Якщо буде створений замкнутий сплайн (при виборі опції **Замкнуть**), то запит на дотик змінюється таким чином: **Направление касательной:**

Кут може задаватися числом або за допомогою миші (точкою).

Приклади побудови сплайнів наведено на рис. 2.8.

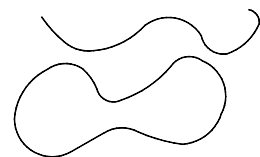





Рис. 2.8. Побудова сплайнів

Штрихування

Команда **ШТРИХ** дозволяє зробити штрихування або тонування області, що обмежена замкнутою ломаною лінією (лініями), як шляхом простого показу точок усередині контуру, так і шляхом вибору об'єкта. Ця команда автоматично визначає контур, ігноруючи будь-які примітиви, що не відносяться до контуру.

Команду **ШТРИХ**, яку крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Черчение** або із пункту падаючого меню **Черчение** →  **Штриховка...** Вона викликає діалогове вікно **Штриховка и градиент** (рис. 2.9). Діалогове вікно має дві вкладки, які змінюють одна одну: **Штриховка / Градиент**.

Вибір зразка штрихування виконують за ім'ям із списку **Образец**, який розкривається, або візуально. Візуальний вибір доступний при натискуванні кнопки , після чого відкривається вікно **Палитра образцов штриховки**, яка вміщує чотири вкладки відповідних зразків.

Поле **Угол и масштаб** дозволяє встановити масштабний коефіцієнт і кут нахилу для вибраного зразка штрихування.

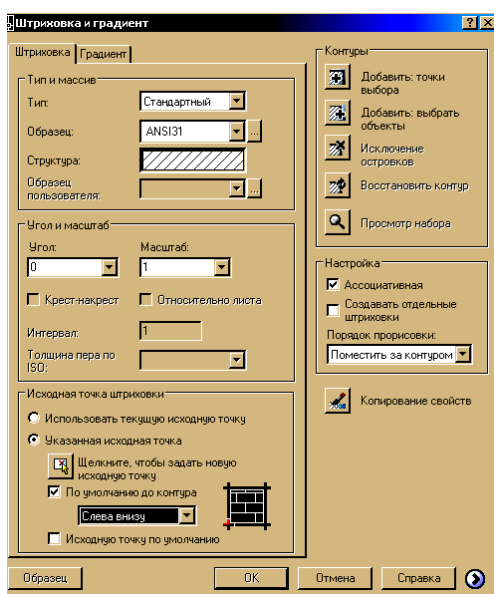





Рис. 2.9. Діалогове вікно **Штриховка и градиент**


міжними параметрами.

Права частина діалогового вікна **Штриховка и градиент** дозволяє задавати параметри заповнюваного контуру.


Кнопкою  позначають внутрішні точки замкнутих областей, які необхідно штрихувати.

Кнопкою  позначають об'єкти, на перетині яких розміщується область штрихування. Усі контури, які підлягають штрихуванню, отримують шляхом комбінації способів позначення точок і вибору об'єкта.

Кнопка  дає можливість при виборі великої кількості об'єктів виключати випадково виниклі незаштриховані острівці.

Кнопка  дозволяє тимчасово залишити вікно **Штриховка и градиент**, для того щоб перевірити, які зони вибрано для штрихування.

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

Кнопка  дозволяє додати до діалогового вікна **Штриховка и градиент** ще п'ять областей з допо-

Написи. Текстові стилі

Написи на кресленні можуть бути створені за допомогою команд **ТЕКСТ** або **МТЕКСТ**. У першому випадку створюється однорядковий текст, а в другому – багаторядковий.

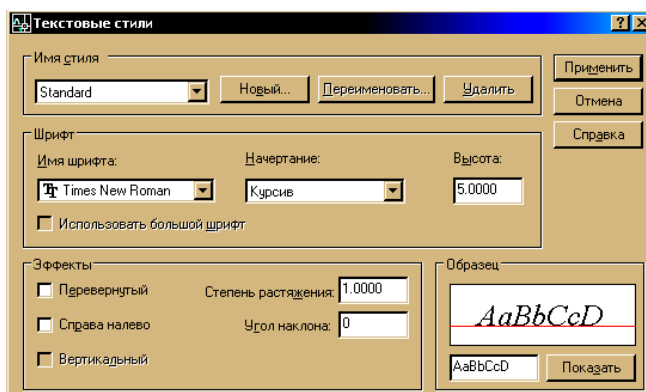




Рис. 2.10. Діалогове вікно **Текстовые стили**

Пояснювальні написи на кресленнях виконуються відповідно до вимог державного стандарту в установленому стилі.

Стиль тексту – це певна форма символів: висота, кут нахилу, товщина лінії написання букв і цифр та ін.

Створення й модифікація (зміна) текстового стилю відбувається за командою **СТИЛЬ**, яка викликається із падаючого меню **Формат** →  **Текстовый стиль...**, або клацанням миші по піктограмі  панелі інструментів **Стили**, чи набором з клавіатури команди **СТИЛЬ** <Enter>.

У площині креслення з'являється діалогове вікно **Текстовые стили** (рис. 2.10). У цьому вікні в зоні **Имя стиля** клацають по кнопці-піктограмі **Новый**, з'являється вікно **Новый текстовый стиль**. В якому система пропонує ім'я нового стилю, наприклад, **стиль 1** – натискують кнопку **ОК**. У зоні **Шрифт** у списку, що розкривається в полі **Имя шрифта**, вибирають: шрифт, наприклад, **Times New Roman**; його накреслення в полі **Начертание**, наприклад, **Курсив**; висоту символів шрифту в полі **Высота**, наприклад, **5,0000**.

Послідовно показують курсором на кнопки **Применить**, **Закорыть** і клацають лівою кнопкою миші.

Для створення нового стилю клацають мишею по кнопці **Новый...**, при цьому відкривається діалогове вікно **Новый текстовый стиль**, в якому задають ім'я і параметри (ім'я шрифту, його накреслення й висоту) цього стилю.

Однорядковий текст

Однорядковий текст викликають командою **ТЕКСТ** із падаючого меню **Черчение** → **Текст** → **А** **Однорядковий** або клацанням миші по піктограмі **А** панелі інструментів **Черчение**, чи набором з клавіатури команди **ТЕКСТ** <Enter>.

У відповідь система видає запит:

Текущий текстовый стиль: "Standard" Высота текста: 2.5000

Начальная точка текста или [Выравнивание / Стиль]:

Вводять початкову точку, наприклад, графічним курсором.

У відповідь система видасть умови:

Высота <2.5000>: – позначають висоту шрифту, наприклад, 5.0 <Enter>. Далі:

Угол поворота текста <0>:

Вводять кут повороту тексту, якщо кут дорівнює нулю градусів, то водять <Enter> і набирають потрібний текст.

Однорядковий текст можна також вирівнювати, якщо замість початкової точки ввести опцію **Выравнивание** <Enter>.

У відповідь система видає напис:

Задайте опцию [вписанный / Поширине / Центр / сЕредина / вПраво / ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/ СП/НЛ/НЦ/НП]:

Якщо вибирають, наприклад, опцію **сЕредина**, то з'являється напис:

Средняя точка текста:

Зазначена точка буде середньою в написі.

При введенні опції **вПраво** з'являється напис:

Правая конечная точка базовой линии текста:

Позначають точку, яка буде правим кінцем базової лінії напису.

Опції **вписанный** і **Поширине** дозволяють підганяти розміри літер напису до конкретного місця розташування (рис. 2.11). Якщо вводять опцію **вписанный**, то AutoCAD запитує дві точки, що зазначаються як кінцеві базової лінії – вони встановлюють і кут нахилу напису, і розмір тексту по ширині, а розмір літер по висоті обчислюється пропорційно ширині літер. При введенні опції **Поширине** також треба задати дві точки, які визначають положення і довжину базової лінії, але система запитує також висоту літер, після чого текст стискається або розширюється.

a **Вписаний**

б **По ширині**

Рис. 2.11. Приклади вирівнювання тексту за опціями:
a – **вписанный**; *б* – **Поширине**

Багаторядковий текст

Довгі складні написи мають вигляд багаторядкового тексту, який викликають командою **МТЕКСТ** із падаючого меню **Черчение** → **А Многострочный...** або клацанням миші по піктограмі **А** панелі інструментів **Черчение**, чи набором з клавіатури команди: **МТЕКСТ** <Enter>.

У відповідь система видасть умови: **_mtext Текущий текстовый стиль: "Standard" Высота текста: 2.5000 Первый угол:**

Показують місце розташування тексту графічним курсором. Далі система запитує:

Противоположный угол или [Высота / выравнивание / Межстрочный интервал / Поворот / Стиль / Ширина]:

Показують потрібну опцію або графічним курсором позначають протилежний кут тексту. При цьому відкривається діалогове вікно **Формат текста** (рис. 2.12), в якому можна задати стиль тексту, його висоту, режим вирівнювання, нумерацію, маркери та ін.

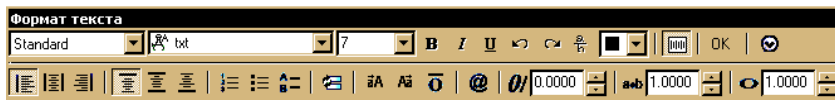


Рис. 2.12. Діалогове вікно **Формат текста**

Нанесення розмірів

Нанесення розмірів і допусків відбувається за допомогою команд, які містяться у падаючому меню **Размеры**.

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.

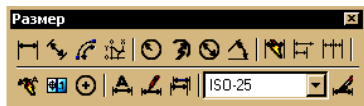


Рис. 2.13. Панель інструментів **Размер**

Система AutoCAD містить 11 варіантів нанесення розмірів. Умовно їх можна поділити на три групи: лінійні, радіальні та кутові. Усі вони входять у падаюче меню **Размер**. Панель інструментів **Размер** для зручності показано у два рядки (рис. 2.13).

Верхній рядок містить кнопки-піктограми основних варіантів нанесення розмірів. Нижній – кнопки-піктограми нанесення допусків, центрів кіл, редагування розмірних ліній і розмірного тексту. Остання кнопка в списку панелі інструментів викликає вікно **Диспетчер размерных стилей**.

Розмірні стилі

Нанесення будь-якого розміру на кресленні визначається ГОСТ 2.307 – 68. Він забезпечує форму й розмір стрілок, положення і розмір тексту та інші особливості.

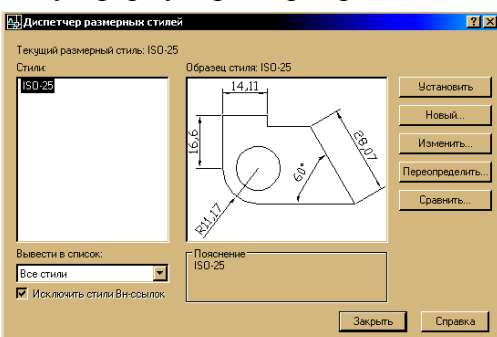


Рис. 2.14. Діалогове вікно **Диспетчер размерных стилей**

За умовчужанням AutoCAD пропонує стиль ISO-25, призначений для машинобудівного креслення, але він дещо відрізняється від вимог чинних стандартів України. Тому необхідно, перш ніж проставляти розміри, створити відповідний до ГОСТ стиль.

Особистий стиль можна створити за допомогою діалогового вікна **Диспетчер размерных стилей** (рис. 2.14). Його викликають із падаючого меню: пункт **Размеры** → **Размерные стили...** або клацають мишею по піктограмі **Стили** панелі інструментів **Стили**, чи набирають на клавіатурі команду **РЗМСТИЛЬ** <Enter>.

Піктограму **Стили** зручно використовувати також і для внесення окремих змін в оформлення розмірів, не редагуючи розмірного стилю і не створюючи нового.

Для створення нового стилю клацають по кнопці-піктограмі **Новый** і у вікні **Создание нового размерного стиля** присвоюють ім'я новому стилю, наприклад, **Стиль № 1** і клацають мишею по кнопці-піктограмі **Далее**. Програма AutoCAD створює копію існуючого стилю, в яку вносять необхідні зміни.

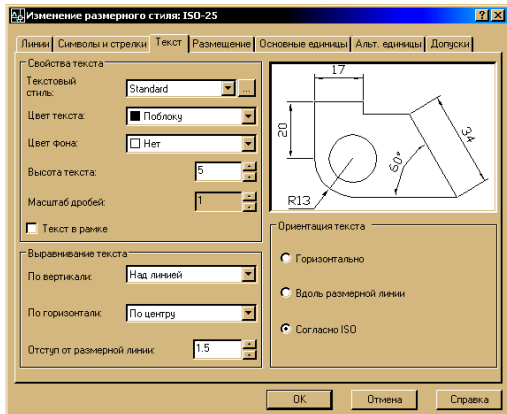


Рис. 2.15. Диалоговое окно **Изменение размерного стиля**

Для зміни розмірних стилів у діалоговому вікні **Диспетчер размерных стилей** клацають по кнопці-піктограмі **Изменить...** і з'являється діалогове вікно **Изменение размерного стиля** (рис. 2.15). Це вікно має сім різних вкладок, кожна із яких містить параметри різноманітних властивостей розмірів, що наносяться.

Клацають лівою кнопкою миші по кожній закладці, встановлюючи бажані параметри, наприклад:

Закладка **Линии**

Шаг в базовых размерах: 7;
Удлинение за размерные: 2.5;
Отступ от объекта: 0.

Закладка **Символы и стрелки:**

Размер стрелки: 5.

Закладка **Текст**

Высота текста: 5;
Отступ от размерной линии: 1.5;
Ориентация текста – Увімкнуті
перемикач Вдоль размерной линии.

Закладка **Основные единицы**

Точность: 0.

Закладка **Размещение**





Увімкнуті перемикач **Текст и стрелки;**
 Підняти прапорець **Размещение текста вручную;**
 Підняти прапорець **Размерная линия между выносными.**

Інші параметри стилю, створені за умовчужанням, залишають без змін.

Далі клацають лівою кнопкою по піктограмі **ОК**, а потім – по піктограмі **Заккрыть**.

На цьому підготовка до виконання креслення закінчується. Шаблон зберігає користувач у своїй папці.

Для нанесення розмірів використовують піктограми панелі падаючого меню **Размер** (рис. 2.13). Розглянемо основні піктограми:

-  – для нанесення горизонтальних і вертикальних розмірів (рис. 2.16, а);
-  – наносять розмір, паралельний до лінії, що з'єднує вказані початкові точки виносних ліній (рис. 2.16, б);
-  – призначена для нанесення розміру радіуса кола або дуги (рис. 2.16, в);
-  – для нанесення діаметра кола або дуги (рис. 2.16, г).

При нанесенням розмірів важлива точність, тому вмикають автоматичний пошук прив'язок, кнопкою-піктограмою **ПРИВЯЗКА** або функціональною клавішею **F3**.

Приклади нанесення розмірів наведено на рис. 2.16.

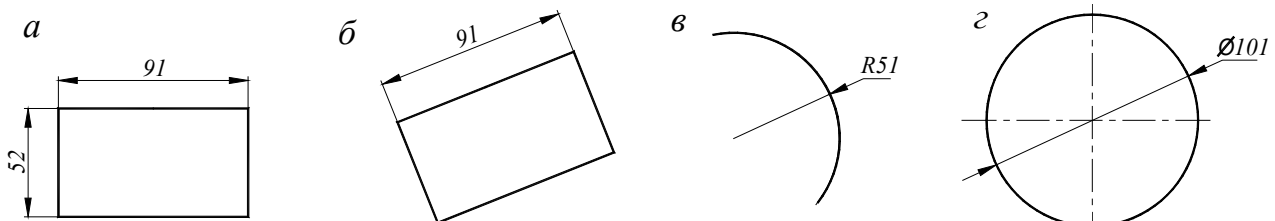


Рис. 2.16. Нанесення розмірів

Шаблон креслення

Шаблон – це файл креслення, в якому зберігаються настройки, загальні для всіх креслень певного призначення.

У шаблоні, зокрема, містяться основні написи, настройки одиниць виміру, розміри поля креслення, набір створених шарів, текстових і розмірних стилів та ін.

Шаблон формату А3 створюють в описаній нижче послідовності

Нове креслення завантажують командою **Создать** із падаючого меню **Файл** → **Создать** або клацанням миші по піктограмі **Создать**  стандартної панелі інструментів.

У відповідь система викликає вікно **Создание нового чертежа** (рис. 2.17), в якому зазначають: одиниці виміру – **Метрические**; на кнопці **Вызов мастера** встановлюють **Быстрая подготовка** і натискають кнопку **ОК** на діалоговому вікні; за одиниці виміру вибирають **Десятичные**; у зоні креслення встановлюють ширину шаблону 420 мм, довжину – 297 мм → **Готово**.

У шаблоні створюють шари креслення з властивостями і текстовий стиль.

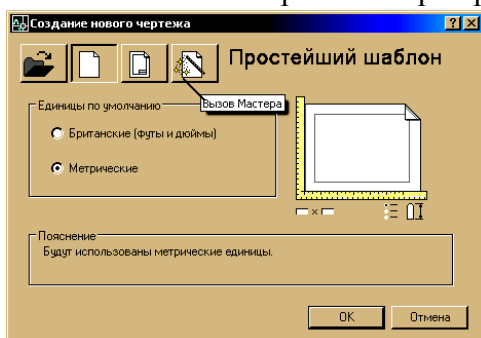


Рис. 2.17. Діалогове вікно **Создание нового чертежа**

Порядок створення шарів аналогічний до описаного в лабораторній роботі № 1, а створення й модифікації (зміни) текстового і розмірного стилів розглянуто вище.

Креслення системи AutoCAD зберігаються у файлах з розширенням **dwg** (формат із графічною інформацією називаються **DWG-форматом**).

Створеному шаблону присвоюють ім'я і зберігають у відповідній папці, наприклад, **Креслення 1.dwt**.

Збережений шаблон використовують при виконанні нових креслень.

Порядок виконання роботи

1. Відкривають підготовлений у попередній роботі файл кресленника формат А3.
2. Створюють розмірні і текстові стилі відповідно до ГОСТ 3.301 – 68.
3. Виконати на кресленнику побудову відрізків, прямокутників, багатокутників.
4. Виконати побудову кола різними способами:
 - за позначеним центром і радіусом (діаметром);
 - за трьома точками – 3т;
 - за двома точками – 2т;
 - за двома дотичними і радіусом – ККР.

Розмістити побудовані кола на шарі “Резервний”. Значення властивостей кольору, типу лінії установити за допомогою панелі *Послюю*.

5. Шар “Резервний” заблокувати, шари “Основний” і “Осі” вимкнути.
6. Зберегти креслення.
7. Полілінією накреслити будь-який складний примітив, наприклад, рис. 2.3 і виконати його штрихування.
8. На файлі кресленника накреслити основний напис (рис. 2.18).
9. Створити шаблон з шарами розмірними і текстовими стилями кресленника, основним написом і використовувати його при виконанні нових кресленників.
10. Створеному файлу присвоїти ім'я і зберігати у відповідній папці (кожний студент має свою папку), наприклад, **Формат А3.dwt**.

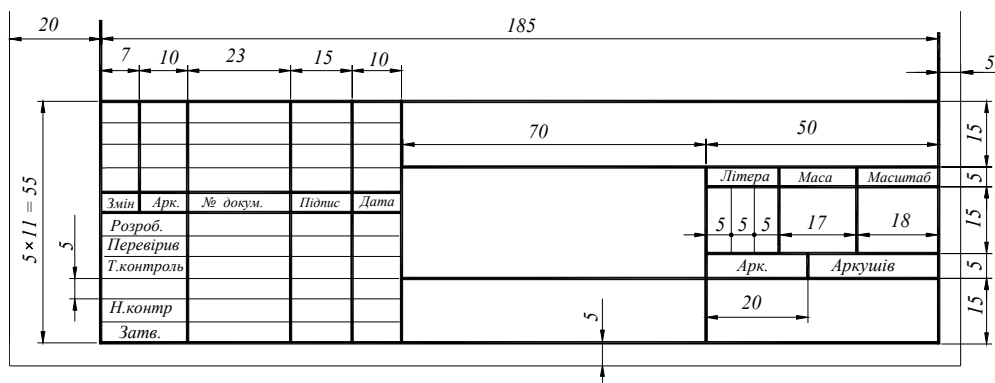


Рис. 2.18. Основний напис

Питання для самоконтролю

1. Яким чином використовуються параметри, розміщені в кутових дужках \diamond ?
2. Які способи вибору опцій при виконанні команд ви знаєте?
3. Як накреслити коло за трьома точками?

Лабораторна робота № 3 Редагування креслеників

Мета роботи: за допомогою піктограм панелі **Изменить** або командного рядка, навчитися виділяти, копіювати, вилучати, масштабувати, переносити, обертати та розривати об'єкти.

Виділення об'єктів для редагування

Щоб внести зміни в накреслені об'єкти, їх необхідно виділити.

Способи виділення об'єктів

1. Основний спосіб виділення об'єктів – підведення курсору до будь-якого з них (наприклад, еліпса). Система відразу виділяє його (рис. 3.1, а). Якщо клацнути по об'єкту (еліпсу) лівою клавішею миші, то він виділяється (отримує пунктирне зображення) і на ньому з'являться “ручки” – невеликі сині квадрати в характерних точках об'єкта (рис. 3.1, б). Ці ручки показують, що об'єкт вибраний для певного редагування. Таким чином можна виділити всі об'єкти креслення.

2. Виділення об'єктів січною та простою рамками. При виділенні об'єкта графічний курсор у вигляді перехрестя, який називається прицілом, набуває форми квадрата. Для вибору об'єкта необхідно, щоб він перебував усередині квадрату або торкався його. Для цього курсор устанавлюють на вільному місці графічного екрана та натискають і відпускають ліву клавішу миші та переміщують курсор до тих пір, поки всі раніше накреслені точки й відрізки не виявляться в середині рамки.

Рамка курсору може переміщуватися із правого кута в лівий або із лівого в правий. У першому випадку рамка зображається штриховою лінією і набуває зеленуватого кольору (рис. 3.1, в), її називають *січною рамкою*, а в другому випадку – зображається суцільною основною лінією і набуває фіолетового кольору, тоді її називають *простою рамкою* (рис. 3.1, г).

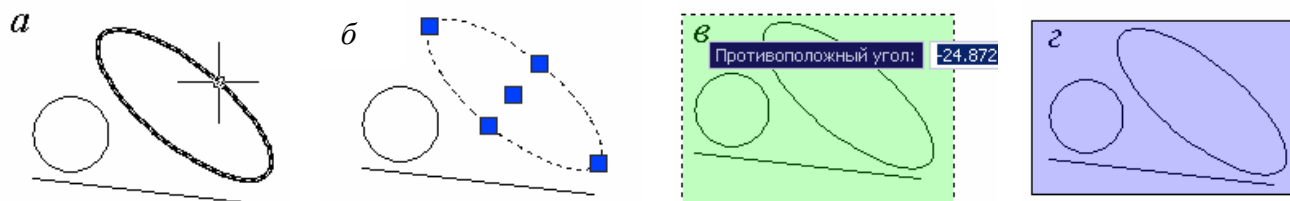


Рис. 3.1. Виділення об'єктів

Якщо рамку курсору переміщують справа наліво (*січна рамка*), то виділяються всі об'єкти, які хоча б частково потрапили в поле рамки, а якщо зліва направо (*проста рамка*) – тільки ті об'єкти, які цілком потрапили в поле рамки.

3. При виборі будь-якої команди редагування приціл курсору набуває форми квадрата і система видає запрошення **Выберите объекты:**

Курсор спрямовують прямо на об'єкт і натискають ліву клавішу миші. На об'єктах з'являються ручки, система продовжує видавати запрошення **Выберите объекты:** доти, поки користувач не натисне праву клавішу миші або <Enter>.

Може бути ситуація, коли ручки висвітилися випадково або помилково, тоді їхнє скидання виконують натисканням клавіші <Esc>.

Редагування креслень

За допомогою команд редагування вносяться зміни в існуючі об'єкти, створюються на їх основі нові креслення. Ці команди перебувають у падаючому меню **Изменить** та панелі інструментів **Изменить** (рис. 3.2).





Рис. 3.2. Панель **Изменить**

Можна спочатку виділити об'єкт, а потім його редагувати або навпаки – вибрати команду редагування на що система видає запрошення **Выберите объекты:**

Команди редагування креслень можна набрати з клавіатури, із рядка падаючого меню або на панелі інструментів. Розглянемо основні із них.

Видалення об'єктів

Команда **СТЕРЕТЬ** видаляє або стирає із креслення один чи декілька об'єктів. Її викликають із падаючого меню **Изменить** →  **Стереть** або клацають клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набирають з клавіатури команди:

СТЕРЕТЬ <Enter>.



У відповідь система видає напис:

Выберите объекты:

Вибирають об'єкти і натискають клавішу <Enter>.

Видаляти об'єкти можна також обравши об'єкт курсором або рамкою, а потім натиснути клавішу <Delete>.

Копіювання об'єктів

Команда **КОПИРОВАТЬ** дублює один або декілька об'єктів і переміщає їх на відстань та кут, уведений користувачем. Викликається команда із падаючого меню **Изменить** →  **Копировать** або клацанням клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором з клавіатури команди **КОПИРОВАТЬ** <Enter>.

У відповідь система видає команду:

Выберите объекты:

Вибирають об'єкти для копіювання і клацають правою клавішею миші або натискають клавішу <Enter>. У відповідь система видає запит:

Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>:

Базовою може бути будь-яка точка кресленника, але зручніше вказати одну з характерних точок об'єкта, що копіюють (наприклад, початкову).

Показують базову точку або опцію, на що система видає запит:



Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Графічним курсором показують положення базової точки і клацають лівою клавішею миші. Унаслідок цього утворюється копія вибраних об'єктів, зміщених відносно оригіналу на заданий вектор (рис. 3.3), потім знову клацають лівою клавішею миші або вводять координати. У відповідь система видає запит:

Укажите вторую точку или [Выход / Отменить] <Выход>:

Клацають лівою клавішею миші стільки раз, скільки потрібно копій, а якщо треба вийти із цього режиму, та вводять літеру **В** (**Выход**) чи натискають клавішу <Enter>.

Дзеркальне відображення об'єктів

Команда **ЗЕРКАЛО** створює дзеркальну копію об'єкта або декількох об'єктів. Її крім введення із клавіатури, можна викликати за допомогою кнопки  панелі інструментів **Изменить** або з пункту падаючого меню **Изменить** →  **Зеркало**.

Після введення команди  система видає команду:

Выберите объекты:

Обирають об'єкти і клацають правою клавішею миші, на це система видає запит:

Первая точка оси отражения:

Показують першу точку осі відображення. Надходить новий запит системи:

Вторая точка оси отражения:

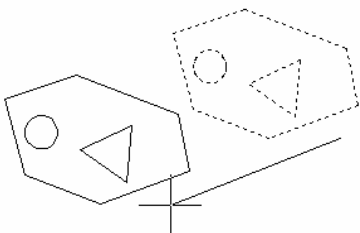


Рис. 3.3. Копіювання об'єктів

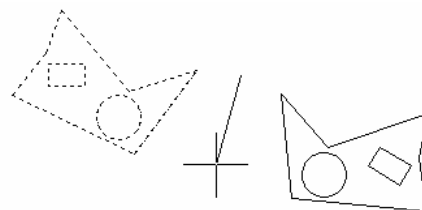




Рис. 3.4. Дзеркальне відображення об'єктів

Показують другу точку осі відображення. Новий запит:

Удалить исходные объекты? [Да / Нет] <Н>:

Вводять літеру <Д> для видалення вихідного об'єкта або натискають <Enter> для його збереження (рис. 3.4).

Побудова подібних об'єктів

Команда **ПОДОБИЕ** будує об'єкт, подібний заданому із певним зміщенням на задану відстань через позначену точку. Цю команду викликають із падаючого меню **Изменить** →  **Подобие** або клацанням миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором з клавіатури команди **ПОДОБИЕ** <Enter>.

У відповідь система видає напис:

Укажите расстояние смещения или [Через / Удалить / Слой] <0.0000 >:

Вибирають числове значення зміщення, наприклад, 10 або одну із опцій.

У відповідь система видає команду:

Выберите объект для смещения или [Выход / Отменить] <Выход>:

Курсором вибирають об'єкт, на що система видає наступну команду:

Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход / Несколько / Отменить] <Выход>:

Курсором показують точку в напрямку створення нового об'єкта.

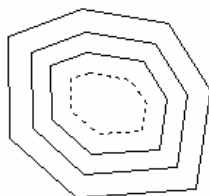




Рис. 3.5. Побудова групи подібних об'єктів

Можна продовжувати будувати подібні об'єкти (рис. 3.5) або вийти з команди, натиснувши клавіші <Enter> чи <Esc>.

Переміщення об'єктів

Команда **ПЕРЕНЕСТИ** переміщує об'єкти на відстань і кут, уведений користувачем (рис. 3.6). Цю команду обирають із падаючого меню **Изменить** →  **Перенести** або клацанням клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором з клавіатури команди **ПЕРЕНЕСТИ** <Enter> або із контекстного меню.

У відповідь система видає повідомлення:

Выберите объекты:

Вибирають об'єкти, які потрібно перемістити і клацають правою клавішею миші або натискають клавішу <Enter>.

У відповідь система видає запит:

Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>:

Показують базову точку або опцію, на що система запитує:

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Показують курсором нове положення базової точки або задають її координати і клацають лівою клавішею миші.

Можна також увести величину переміщення, використовуючи декартові координати.

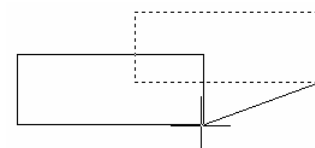




Рис. 3.6. Переміщення об'єктів

Обертання об'єктів

Команда **МАСШТАБ** масштабує обрані об'єкти, використовуючи масштабний коефіцієнт, зазначений користувачем, відносно базової точки. Обирається із падаючого меню **Изменить** →  **Масштаб** або клацанням лівою клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором із клавіатури команди **МАСШТАБ** <Enter>.

У відповідь система видає запит:

Выберите объекты:

Показують курсором на об'єкти, які потрібно обернути і натискають ліву клавішу миші (рис. 3.7), а потім клацають правою клавішею миші або натискають клавішу <Enter>.

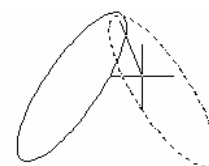


Рис. 3.7. Обертання об'єктів

У відповідь система видає запит:



Базовая точка:

Показують базову точку (вісь обертання), на що система знову видає запит:

Угол поворота или [Копия / Опорный угол] <0>:

Вказують на опцію або задають значення кута обертання, наприклад, 30 і натискають клавішу <Enter>.

Масштабування об'єктів

Команда **МАСШТАБ** масштабує обрані об'єкти, використовуючи масштабний коефіцієнт, зазначений користувачем, відносно базової точки. Обирається із падаючого меню **Изменить** →  **Масштаб** або клацанням лівою клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором із клавіатури команди **МАСШТАБ** <Enter>.

У відповідь система видає команду:

Выберите объекты:

Вибирають об'єкти, які потрібно масштабувати (рис. 3.8), і клацають правою клавішею миші або натискають клавішу <Enter>.

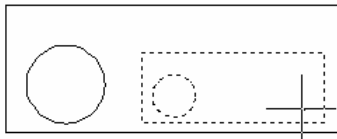


Рис. 3.8. Масштабування об'єктів

Надходить наступний запит системи:

Базовая точка или:

Показують базову точку, на що система видає напис:

Масштаб или [Копия / Опорный отрезок] <1.0000>:

Для збільшення об'єктів вводять число більше одиниці, а для зменшення – додатне число менше одиниці.

Зазначають масштабний коефіцієнт, наприклад, 0.5 і натискають клавішу <Enter>.

Можна задавати масштаб за допомогою миші: клацають лівою клавішею і показують курсором точку, відстань до якої від базової точки буде зазначено системою як масштаб.

Опція **Копия** дозволяє зберігати як нові об'єкти, так і оригінали (без вибору цієї опції вихідні об'єкти знищуються).

Якщо масштабування відбувається дробову кількість разів (наприклад, 2/5), то використовують опцію **Опорный отрезок**. Тоді система запитує:

Длина опорного отрезка <1>:



Вводять число 5, <Enter> або курсором показують величину відрізка.

У відповідь система видає запит:

Новая длина или [Точки] <1.0000>:

Вводять, наприклад, число 3, і система виконує потрібне перетворення (коефіцієнт перетворення вираховується як результат ділення другої довжини на першу).

Обрізування частини об'єкта

Команда **ОБРЕЗАТЬ** вирізає і видаляє частину об'єкта (об'єктів) за допомогою іншого об'єкта (об'єктів), що перетинає перший. Ця команда викликається із падаючого меню **Изменить** →  **Обрезать** або клацанням клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором з клавіатури команди **ОБРЕЗАТЬ** <Enter>.

У відповідь система видає команду:

Выберите режущие кромки:

Выберите объекты или <выбрать все>:

Вибирають об'єкти (**режущие кромки**), за якими буде виконуватися обрізування і натискають праву клавішу миші або клавішу <Enter>.

Далі надходять команди:

Выберите обрезаемый (+Shift - - удлиняемый) объект или

[Линия выбора / перечеркивание / Проекция / Кромка / удалить / Отменить]:

Показують курсором (лівою клавішею миші) на ті частини об'єктів, які будуть обрізані та видалені.

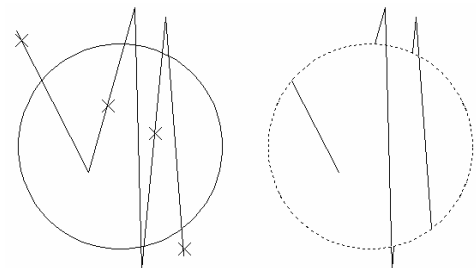




Рис. 3.9. Обрізування об'єктів

У лівій частині (рис. 3.9) показано положення об'єктів до обрізування і відмічені об'єкти, які будуть видалені, а в правій – після.

Розривання об'єкта

Команда **РАЗОРВАТЬ** порушує цілісність об'єкта у двох позначених точках. Вона викликається із панелі падаючого меню **Изменить** →  **Разорвать** або клацанням  клавішею миші по піктограмі панелі інструментів **Изменить**, чи набором з клавіатури команди **РАЗОРВАТЬ** <Enter>.

Перший запит системи:

Выберите объект:

Показують об'єкт, причому, за умовчужанням позначена точка буде першою точкою розривання.


Далі система видає запит:

Вторая точка разрыва или [Первая точка]:

Показують другу точку розривання.

На рис. 3.10 показано дугу до і після розривання. Позначення точок відображають послідовність виконання цієї дії (*розривання кола виконують проти годинникової стрілки*).

Таким чином видаляється частина об'єкта від першої до другої точки.

Піктограма  панелі інструментів **Изменить** дозволяє виконувати команду **РАЗОРВАТЬ** у тому випадку, коли перша і друга точки розривання збігаються, тобто об'єкт розривається на два без явного зазору.

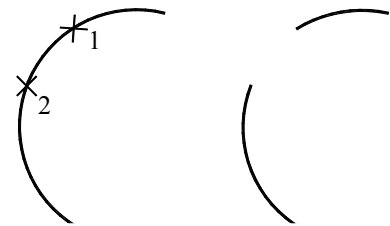




Рис. 3.10. Розривання дуги

Побудова фасок

Команда **ФАСКА** виконує підрізування і з'єднання двох об'єктів (відрізків, променів), які перетинаються на заданій відстані від точки їх з'єднання (зняття фаски). Ця команда викликається із падаючого меню **Изменить** →  **Фаска** або клацанням клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набором із клавіатури команди **ФАСКА** <Enter>.

У відповідь система видає напис:

(Режим С ОБРЕЗКОЙ) Параметры фаски: Длина 1 = 0.0000, Длина 2 = 0.0000

Выберите первый отрезок или [Отменить / полиИлиния / Длина / Угол / Обрезка / Метод / Несколько]:

Далі вибирають опцію, наприклад, **Д (Длина)** <Enter>, на що система видає запит:

Первая длина фаски <0.0000 >:

Вводять, наприклад, **15** <Enter>.

Надходить наступний запит:

Вторая длина фаски <15.0000 >:

Якщо користувач згоден з цією довжиною, то натискають <Enter>, якщо потрібна інша довжина фаски, то її задають і також натискають клавішу <Enter>.

У відповідь система видає команду:

Выберите первый отрезок или [Отменить / полиИлиния / Длина / Угол / Обрезка / Метод / Несколько]:

Вибирають опцію, наприклад, **О (Обрезка)** <Enter>.

Система видає наступний запит:

Режим обрезки [С обрезкой / Без обрезки] < С обрезкой >:

Якщо користувач згоден з опцією (**С обрезкой**), то натискають клавішу <Enter>.

У відповідь система видає команду:

Выберите первый отрезок или [Отменить / полиИлиния / Длина / Угол / Обрезка / Метод / Несколько]:

Показують курсором перший відрізок (1), на що система видає команду:

Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол:

Показують другий відрізок (2) і на прямокутнику будується фаска (рис. 3.11).

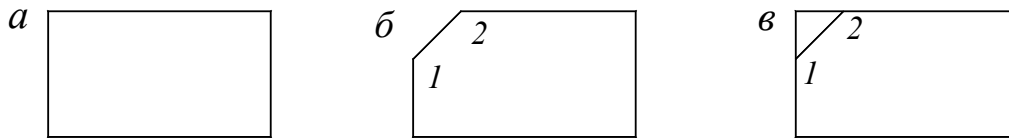


Рис. 3.11. Побудова фаски: *a* – до побудови; *б* – після виконання побудови з обрізуванням; *в* – після виконання побудови без обрізуванням

Спряження об'єктів

Команда **СОПРЯЖЕНИЕ** з'єднує відрізки, дуги, кола, сегменти полілінії дугою заданого радіуса. Вона викликається із панелі падаючого меню **Изменить** → **Сопряжение** або клацанням клавiшею миші по піктограмі панелі інструментів **Изменить**, чи набором із клавіатури команди **СОПРЯЖЕНИЕ** <Enter>.

У відповідь система видає напис:

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000

Выберите первый объект или [Отменить / полилиния / радиус / Обрезка / Несколько]:

Вибирають опцію **раДиус**, натискають клавiшу <Enter>.

Далі система запитує:

Радиус сопряжения <0.0000 >:

Уводять величина радіусу, наприклад, 30 і натискають клавiшу <Enter>.

У відповідь система видає напис:

Выберите первый объект или [Отменить / полилиния / радиус / Обрезка / Несколько]:

Показують на кресленні перший об'єкт (1) для спряження <Enter>.

Система видає команду:

Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол:

Після позначення другого об'єкта (2) система AutoCAD або побудує необхідну дугу спряження, або повідомить про те, що з даним радіусом це неможливо. На рис. 3.12 показано спряження двох ліній до і після побудови.

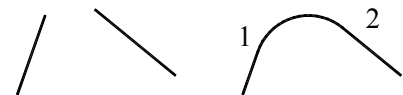


Рис. 3.12. Побудова спряження

Опція **полилиния** дозволяє виконати закруглення всіх вершин однієї полілінії із заданим радіусом.

Опція **Обрезка** керує режимом обрізування. Якщо вибрано режим **Без обрезки**, тоді дуги будуються, а вихідні об'єкти залишаються без змін.

Опція **Несколько** дозволяє виконувати багатократне спряження об'єктів.

Порядок виконання роботи

1. Побудувати прямокутники застосовуючи *варіанти* задання координат точок з використанням об'єктної та крокової прив'язок.
2. Скопіювати побудовані фігури і перемістити їх на 120 мм.
3. Обернути побудовані фігури на 30°, -60°.
4. Побудувати фігури зображені на рис. 3.4 і зробити їх дзеркальне відображення відносно прямої.

Питання для самоконтролю

1. Які способи задання координат точок ви знаєте? Їхнє застосування.
2. У яких випадках використовують об'єктну прив'язку?
3. Яким чином використовуються типи об'єктної прив'язки “Узел, Нормаль, Ближайшая”?
4. Які способи виділення об'єктів ви знаєте? З якою метою це робиться?
5. За допомогою яких команд виконується переміщення, стирання, копіювання об'єктів?

Лабораторна робота № 4 Геометричні побудови. Застосування полілінії

Мета роботи: набуття студентами навичок використання системи AutoCAD 2007 для виконання зображень плоских геометричних фігур і наведення креслення полілінією.

При побудові креслень деталей студент використовує навички, отримані при виконанні попередніх лабораторних робіт.

У цьому завданні студент буде зображення плоскої фігури типу прокладка, зовнішні й внутрішні контури якої складаються з кіл, дуг і прямих, що спряжються між собою.

Спряженням називається плавний перехід від однієї лінії до іншої. З усієї різноманітності спряжень різних ліній розглянемо такі основні його види:

- спряження прямої з дугою кола;
- спряження двох, довільно розміщених прямих за допомогою дуги кола;
- спряження дуг двох кіл за допомогою прямої;
- спряження дуг двох кіл за допомогою третьої дуги.

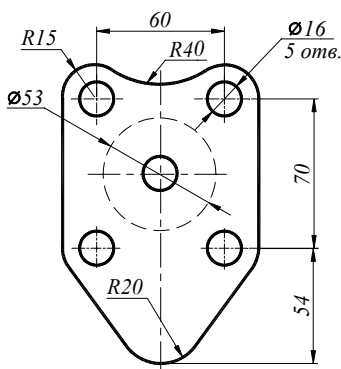



Рис. 4.1. Приклад виконання завдання

Приклад: Накреслити фігуру, зображену на рис. 4.1.

Порядок виконання завдання

Побудову деталі зображеної на рис. 4.1 можна виконувати декількома прийомами, наприклад, можна побудувати за розмірами п'ятикутник, потім за допомогою команди **СОПРЯЖЕНИЕ** (див. лабораторну роботу № 3) виконують спряження, будують кола і т. д. Більш раціонально побудову виконують у такій послідовності:

1. Відкривають шар **Осі**, визначають центр одного із отворів, наприклад, верхнього лівого і будують осі.
2. Відкривають шар **Резервний** або шар **Допоміжний**, викреслюють два кола діаметром $\varnothing 16$ і радіусом $R15$ (рис. 4.2, а).
3. Клацають клавішею миші по піктограмі  панелі інструментів **Изменить**, чи набирають із клавіатури команду **КОПИРОВАТЬ** <Enter>.

У відповідь система видає команду:

Выберите объекты:

Вибирають осі і два кола для копіювання і клацають правою клавішею миші або натискають клавішу <Enter>. У відповідь система видає запит:

Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>:


Показують базову точку на що система видає запит:

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Координати точки можна задавати вибором довжини відрізка за напрямком, визначеним графічним курсором (рис. 4.2, б). У командний рядок досить увести тільки відстань. Більш раціонально це виконують відносним введенням координат (рис. 4.2, в), для цього по черзі вводять відносні координати центрів усіх отворів:

- @60,0;
- @0,-70;
- @60,-70;
- @30,-35;
- @30,-104.

Примітка. Якщо динамічний режим  увімкнено, то знак @ не вводять.

4. Командою **СТЕРЕТЬ** видаляють центральне і нижнє коло радіусом $R15$ і нижнє коло $\varnothing 16$. Команду викликають із падаючого меню **Изменить** →  **Стереть**.

У відповідь система видає команду:

Выберите объекты:

Вибирають вказані кола і клацають правою клавішею миші або натискають клавішу <Enter>.

5. Будують нижнє коло радіусом $R20$ (рис. 4.2, г).

6. Відкривають шар **Невидимий** і викреслюють коло діаметром $\varnothing 53$ пунктирною лінією (рис. 4.2, а).

7. Знову відкривають шар **Резервний** або шар **Допоміжний** і починають викреслювати за допомогою піктограми **Отрезок** контур заданої фігури, з'єднуючи кола $R15$ і $R20$, використовуючи прив'язки **Касательная** (рис. 4.2, б). З'єднання верхніх кіл виконують за допомогою піктограми **Круг**.

У відповідь система видає команду:

Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]:

Правою кнопкою миші викликають контекстне меню із якого вибирають опцію **ККР**.

У відповідь система видає команду:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

Курсором вказують на ліве коло і клацають лівою клавішею миші.

У відповідь система видає команду:


Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:

Курсором вказують на ліве коло і клацають лівою клавішею миші.

У відповідь система видає команду:

Радиус круга <20.0000>:

Вводять радіус кола 40 і натискають <Enter> (рис. 4.2, в).

8. Можна видалити непотрібні сектори дуг за допомогою команди **Разорвать** або піктограми , але краще їх видалити пізніше вимикаючи шар, на якому вони побудовані.

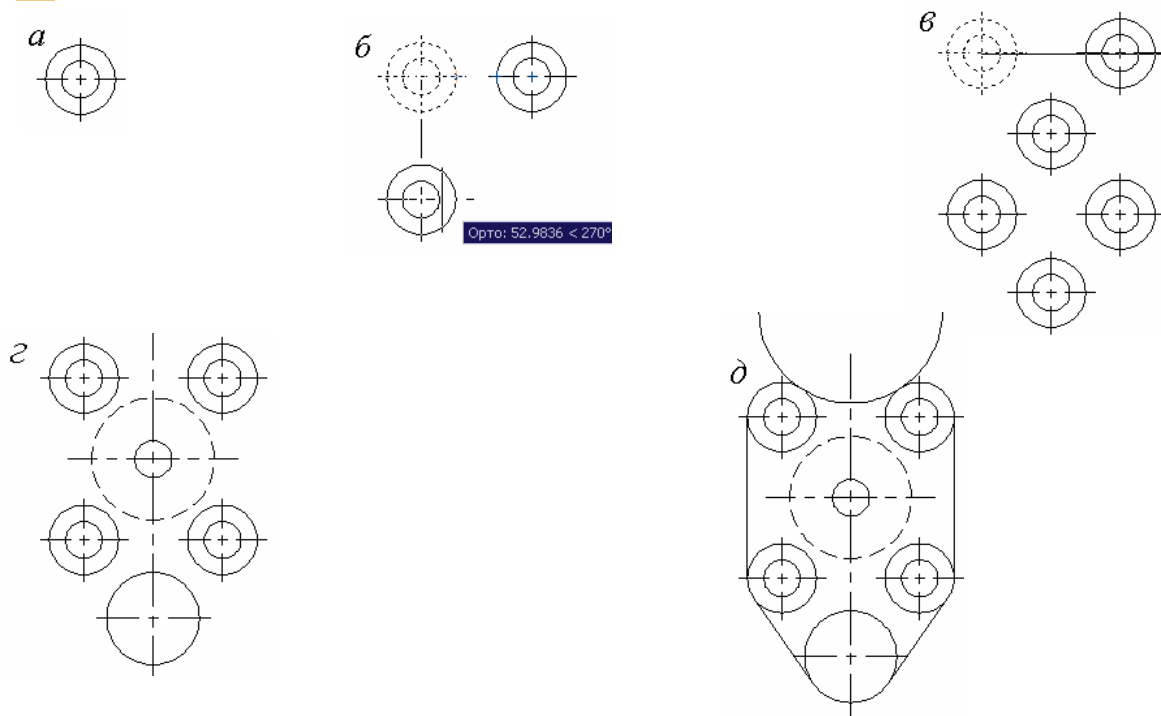



Рис. 4.2. Побудова плоскої фігури

9. Відкривають шар **Розміри** і наносять розміри (рис. 4.1).

10. Відкривають шар **Основний** і за допомогою команди **Плиния** або піктограми  наводять основні лінії креслення.

Перший запит системи:

Начальная точка:

Показують курсором будь-яку точку на контурі креслення.

У командних рядках з'являються написи:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина]:

Вводять літеру **Ш** (Ширина) і натискають <Enter>.

У відповідь система видає напис:

Начальная ширина <0.0000>:

Позначають початкову ширину (товщину) лінії, наприклад, 0.60 і натискають <Enter>.

Наступний запит системи:

Конечная ширина <0.6000>:

Позначають кінцеву ширину (товщину) лінії, наприклад, 0.60 і натискають <Enter>.

У відповідь система видає запит:

Следующая точка или [Дуга / Полуширина / длина / Отменить / Ширина]:

Показують наступну точку, <Enter> і т. д.

Якщо необхідно обвести коло або криву лінію, то з клавіатури набирають команду **Дуга** (достатньо однієї літери «Д») або правою кнопкою миші викликають контекстне меню, із якого вибирають опцію **Дуга** (рис. 4.3, а) і в командному рядку з'являється напис:

[Угол / Центр / Направление / Полуширина / Линейный / Радиус / Вторая / Отменить / Ширина]:

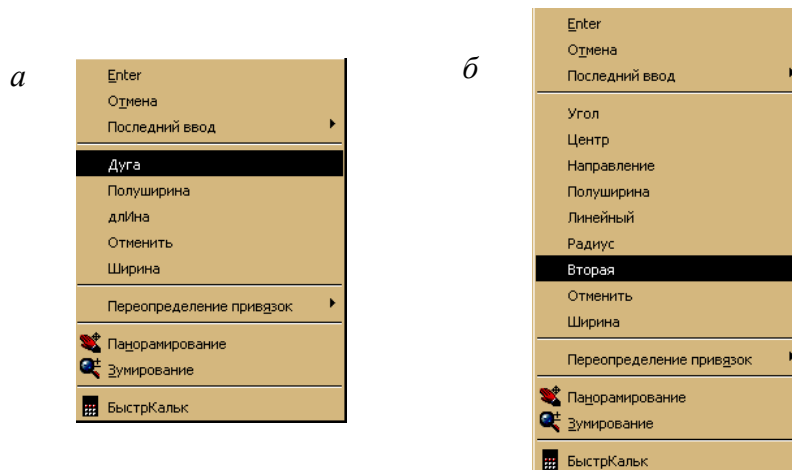




Рис. 4.3. Контекстне меню

Набирають за допомогою клавіатури необхідну команду або клацають правою кнопкою миші і викликають появу контекстного меню (рис. 4.3, б), із якого вибирають потрібну команду (криву лінію краще обводити за допомогою опції **Вторая**).

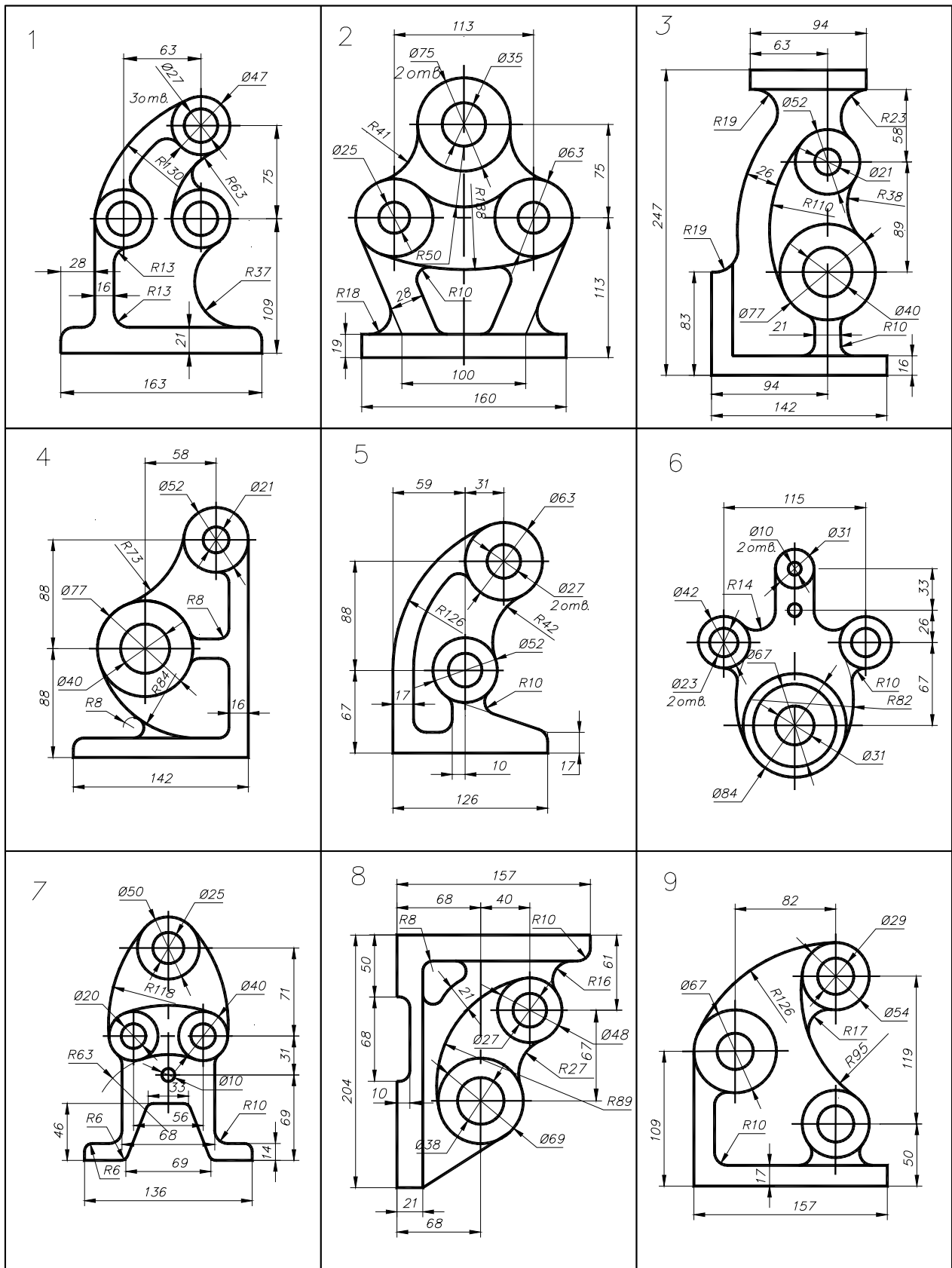
11. Для того щоб об'єкти, які були попередньо побудовані в шарі **Резервний** або **Допоміжний** були невидимі (рис. 4.1), цей шар заморожують у цілому за допомогою значка  або вимикають його за допомогою значка  (рис. 1.5).

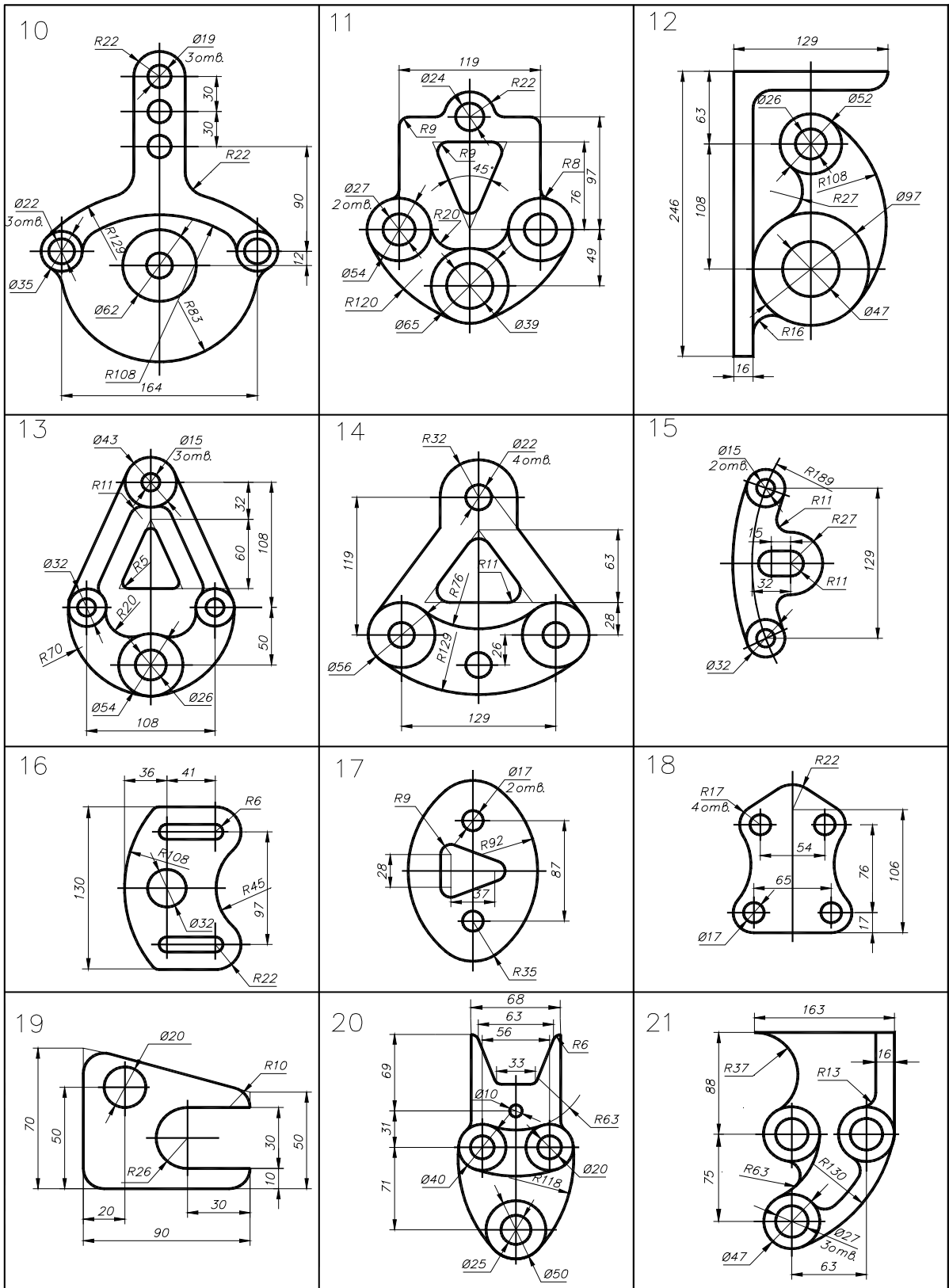
Варіанти індивідуального завдання 1 наведено в табл. 4.1.

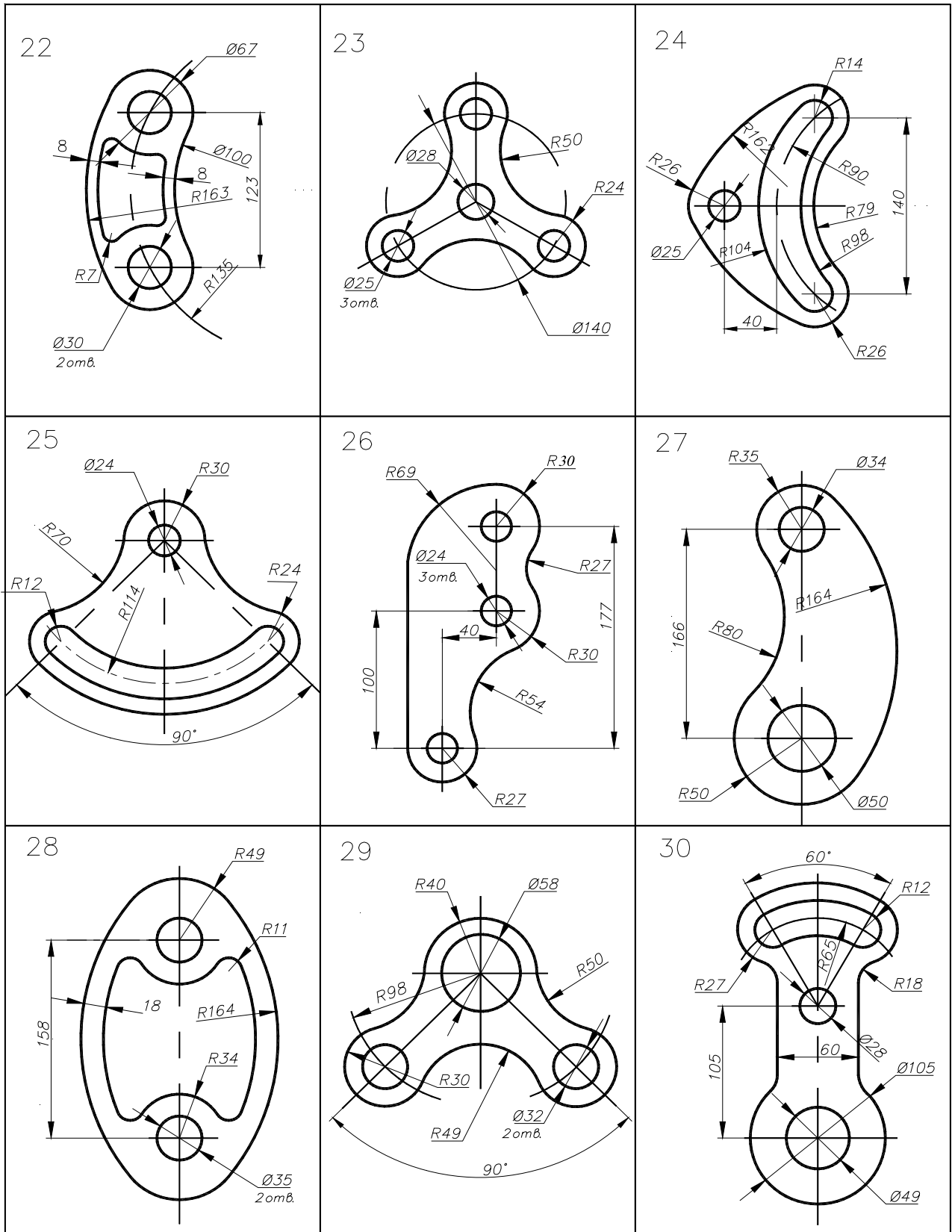
Питання для самоконтролю

1. Якими лініями виконують розмітку креслення?
2. Яким чином видаляються непотрібні об'єкти?
3. Як можна змінити тип ліній?
4. Для яких потреб застосовується полілінія?

Варіанти індивідуального завдання 1







Лабораторна робота № 5

Креслення геометричних тіл за наочним зображенням. Проекційне креслення

Мета роботи: набуття студентами навичок використання засобів комп'ютерної графіки для виконання креслення геометричного тіла за наочним зображенням.

Завдання. Виконати креслення геометричного тіла за наочним зображенням (приклад виконання завдання показано на рис. 5.2)

Задано: наочне зображення геометричного тіла (рис. 5.1, табл. 5.1).

Виконати: побудову трьох видів геометричного тіла за його наочним зображенням.

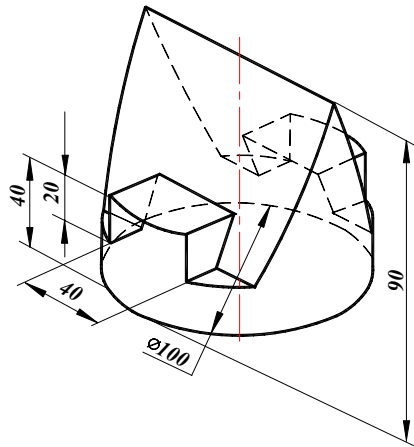


Рис. 5.1. Наочне зображення геометричного тіла

Порядок виконання завдання

1. Завдання виконують на форматі А3.
2. Відкривають шар **Осі** і проводять осьові лінії на відповідних відстанях.
3. Відкривають шар **Резервний** або шар **Допоміжний**, викреслюють вид спереду, зверху і зліва. Побудову виконують методом ортогонального проєціювання, розглянутого в розділах нарисної геометрії. При виборі масштабу і розміщенні видів враховувати такі вимоги:
 - види мають перебувати в проєкційному зв'язку;
 - зображення повинні займати не менше 75% поля креслення;
 - між видами мають бути проміжки, достатні для нанесення розмірів.
4. Відкривають шар **Основний** і наводять креслення полілінією, товщина якої 0,8...1,2 мм.
5. Відкривають шар **Розміри** і проставляють необхідні розміри.

Варіанти індивідуального завдання 2

| | | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <p>1</p> <p><i>Опора</i></p> | <p>2</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>3</p> <p><i>Корпус</i></p> |
| <p>4</p> <p><i>Підставка</i></p> | <p>5</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>6</p> <p><i>Стійка</i></p> |
| <p>7</p> <p><i>Опора</i></p> | <p>8</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>9</p> <p><i>Корпус</i></p> |
| <p>10</p> <p><i>Плита</i></p> | <p>11</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>12</p> <p><i>Стійка</i></p> |
| <p>13</p> <p><i>Плита</i></p> | <p>14</p> <p><i>Стійка</i></p> | <p>15</p> <p><i>Корпус</i></p> |

| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <p>16</p> <p><i>Кронштейн</i></p> | <p>17</p> <p><i>Опора</i></p> | <p>18</p> <p><i>Підставка</i></p> |
| <p>19</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>20</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>21</p> <p><i>Плита</i></p> |
| <p>22</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>23</p> <p><i>Опора</i></p> | <p>24</p> <p><i>Кронштейн</i></p> |
| <p>25</p> <p><i>Корпус</i></p> | <p>26</p> <p><i>Опора</i></p> | <p>27</p> <p><i>Корпус</i></p> |
| <p>28</p> <p><i>Плита</i></p> | <p>29</p> <p><i>Плита</i></p> | <p>30</p> <p><i>Корпус</i></p> |

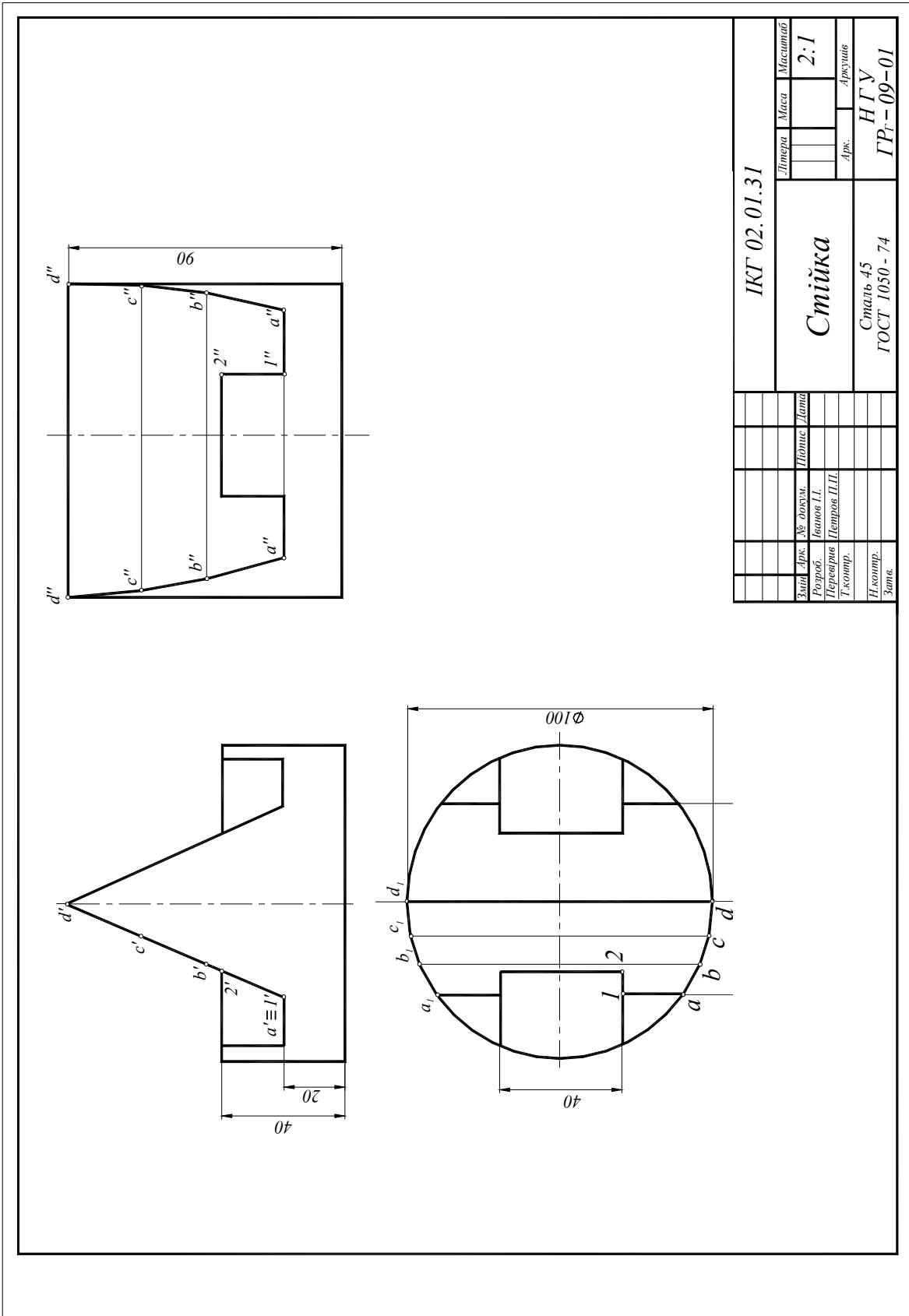


Рис. 5.2. Приклад виконання завдання

6. ПРОЕКЦІЇ З ЧИСЛОВИМИ ВІДМІТКАМИ

Основні графічні документи гірничих підприємств (плани гірничих робіт; поповерхові, погоризонтальні, зведені та інші плани) виконуються в проекціях з числовими відмітками. На цих креслениках вирішуються головні технологічні завдання гірничого виробництва. Тому знання цього методу відображення об'єктів для гірничого інженера є обов'язковим.

Проекції точки

Для отримання проекції точки A на площину H (рис. 6.1.) з цієї точки опускають перпендикуляр на задану площину. Точка $a_{3,5}$ є проекцією точки A . Відстань від точки A до площини H (відрізок Aa) називають **числовою відміткою**.

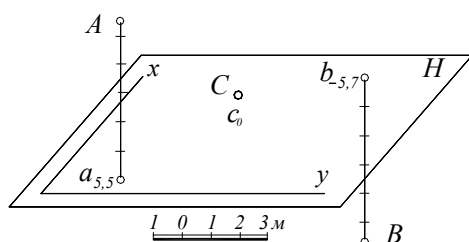


Рис. 6.1. Принцип побудови точки в проекції з числовими відмітками

Горизонтальна проекція зображення в проекціях з числовими відмітками називається планом.

Проекції з числовими відмітками найбільш раціональні при зображенні поверхонь, що мають складну криволінійну форму, в яких вертикальні (висотні) розміри відносно невеликі порівняно з їхніми горизонтальними параметрами. До цих поверхонь відносяться поверхні найбільш складних конфігурацій, геометричні закони утворення яких невідомі (рельєф місцевості, поверхня покладу корисної копалини, поверхня гірничих виробок і т. д.).

Проекції прямої лінії

Пряма лінія в проекціях з числовими відмітками зображується відрізком прямої. В тому випадку, коли пряма перпендикулярна площині проекції, вона зображується точкою.

Положення прямої в просторі визначають двома точками, що належать прямій (рис. 6.2), або однією точкою і напрямком із заданим кутом її нахилу (рис. 6.3).

Зменшення відміток прямої відображає її падіння, а збільшення – підняття. Умовно прийнято для задання прямої використовувати напрямок її падіння.

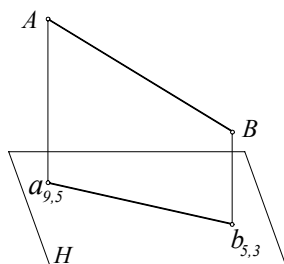


Рис. 6.2. Зображення прямої, яка задана двома точками

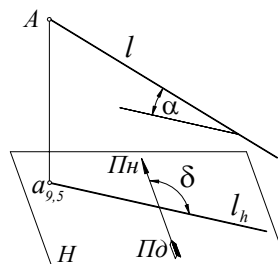


Рис. 6.3. Зображення прямої, яка задана однією точкою і напрямком

Кут нахилу прямої α і кут напрямку падіння δ називають елементами залягання прямої.

Кут нахилу прямої α – це кут нахилу (падіння) прямої до горизонту, на плані – це кут між прямою і площиною проєкції (рис. 6.3, 6.4).

Кут напрямку падіння δ – це кут у горизонтальній площині, який відлічують за годинниковою стрілкою від північного напрямку осі x до напрямку прямої у бік її зниження, вимірюють його транспортиром на плані (рис. 6.3).

Визначення натуральної величини відрізка прямої і кута її нахилу

Кут нахилу прямої і натуральна величина (НВ) заданого відрізка AB визначається побудовою профілю прямої (рис. 6.4).

Уклоном прямої називають тангенс кута нахилу α , позначають його літерою “ i ” і

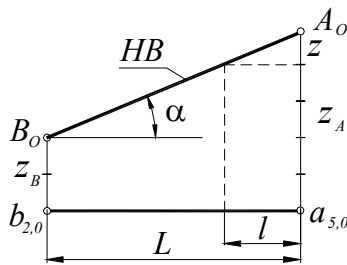


Рис. 6.4. Визначення кута нахилу прямої та її НВ

знаходять цю величину за формулою:

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{Z_A - Z_B}{L_{AB}} = \frac{\Delta Z}{L_{AB}},$$

де ΔZ – величина перевищення між точками A і B , м; L_{AB} – довжина проєкції прямої AB , м.

При розв’язуванні гірничо-геометричних задач для характеристики уклону прямої користуються графічною величиною l – інтервалом прямої.

Зворотна величині уклону $1/i = l$ – **ε інтервал прямої**.

Інтервалом прямої, таким чином, визначають величину закладення прямої, віднесеної до одиниці перевищення прямої, тобто **інтервалом називається величина проєкції відрізка прямої, різниця відміток кінців якого дорівнює одиниці**.

Градуванням прямої називають визначення на її проєкції точок, числові відмітки яких мають постійну різницю.

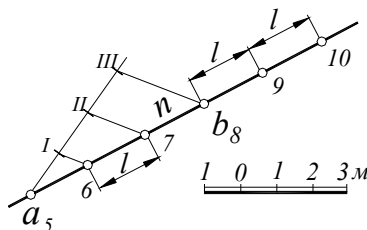


Рис. 6.5. Градування прямої лінії

Виконують це способом розподілу відрізка прямої на рівні частини. Для цього під будь-яким кутом через точку A_5 проводять пряму (рис. 6.5) і на ній відкладають рівні відрізки довільної довжини (загальна кількість цих відрізків дорівнює різниці числових відміток точок A і B). Точку III з’єднують з точкою B_8 . Із інших точок проводять прямі, паралельні відрізку $III - B_8$. Відрізок l є закладенням прямої n , і відповідає висоті перетину 1 м.

Закладенням l прямої n (рис. 6.5) називають відстань між проєкціями двох точок прямої, різниця числових відміток яких дорівнює висоті перетину.

Взаємне положення прямої і точки, двох прямих

Точка належить прямій, якщо її проекція належить проекції прямої, а відмітка точки збігається з відміткою прямої в цьому місці.

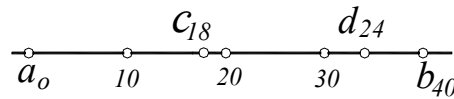


Рис. 6.6. Взаємне положення прямої і точки

Дві прямі в просторі можуть перетинатися, схрещуватися, бути паралельними або перпендикулярними (рис. 6.7). При вирішенні питання про те, яке взаємне положення займають дві прямі, їх треба проградуювати.

Прямі паралельні, якщо їх проекції паралельні й закладення однакові, напрямки нахилу збігаються (рис. 6.7, а).

Прямі в просторі перетинаються, якщо їх проекції на плані також перетинаються, а числові відмітки прямих у точці перетину збігаються (рис. 6.7, б).

Прямі в просторі є мимобіжними (схрещуються), якщо проекції цих прямих та їхні числові відмітки не відповідають умовам паралельності й перетину, тобто їх проекції на плані перетинаються, числові відмітки точки перетину різні або їх проекції на плані паралельні, а кути нахилу прямих різні (рис. 6.7, в).

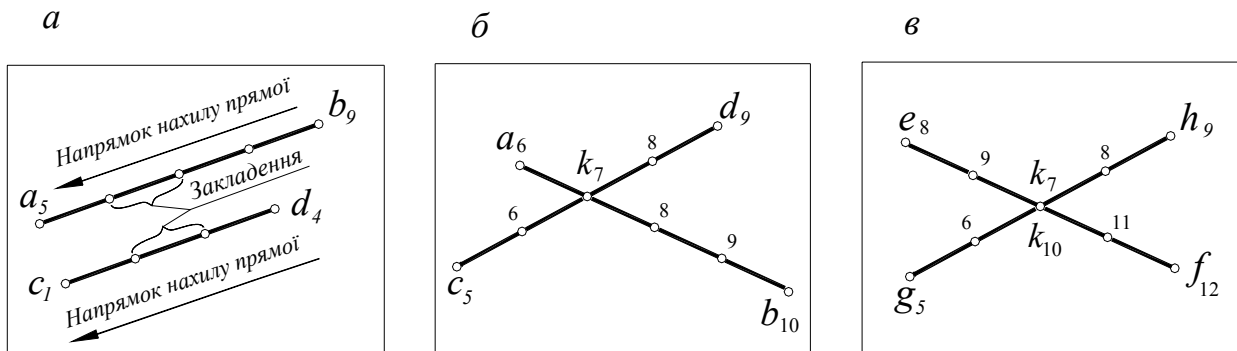


Рис. 6.7. Взаємне положення прямих

Проекції площини

Площина в проекціях з числовими відмітками може бути задана проекціями таких геометричних елементів (рис. 6.8, а, б, в, г): трьох точок, прямої і точки (поза прямою), паралельних або прямих, які перетинаються. Але найбільш зручно площину в проекціях з числовими значеннями задавати масштабом закладення (рис. 6.8, д).

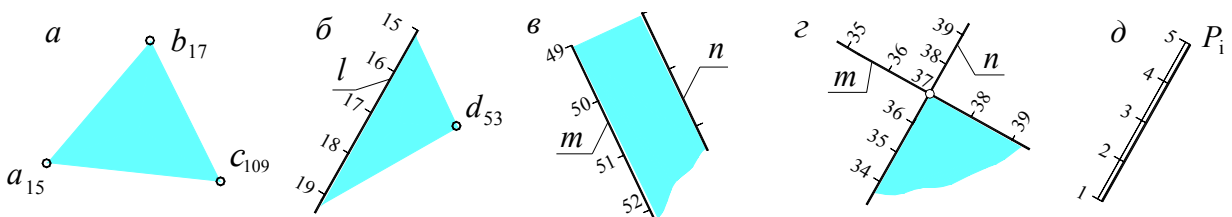


Рис. 6.8. Задання площини в проекціях з числовими відмітками

Масштаб закладення – це проградуїрована проекція лінії найбільшого нахилу (лінії падіння) площини (рис. 6.8, а, б). Оскільки лінія найбільшого нахилу площини P перпендикулярна до її горизонталей, то і масштаб закладення завжди перпендикулярний до проекцій горизонталей. На креслениках масштаб закладення позначається подвійною (суцільною основною і суцільною тонкою) лініями із градуванням відповідних висотних відміток та індексом проекції площини (наприклад, P_1 на рис. 6.8, д). Відстань між сусідніми позначками масштабу закладення (рис. 6.8, б), що відповідає одиниці перевищення, являє собою інтервал лінії найбільшого нахилу, а відповідно, **інтервал площини** ($d_{пл}$).

Горизонталі площини (h) – це **прямі, які належить цій площині й паралельні горизонтальній площині проєкцій**. Вони утворюються внаслідок перетину даної площини системою рівновіддалених одна від одної горизонтальних площин.

Горизонталі площини – це завжди прямі лінії, рівновіддалені одна від одної на плані, позначаються вони цифрами, основи яких спрямовані в бік уклону (рис. 6.9).

Закладенням площини називається віддаль d між двома сусідніми горизонталями на плані, а різниця числових відміток сусідніх горизонталей Z – **висотою їх перетину**. Між ними існує залежність, як і для прямої лінії, а саме:

$$d = z \operatorname{ctg} \alpha,$$

де α – кут падіння площини.

Горизонталі визначають **лінію простягання** (або просто **простягання**) площини.

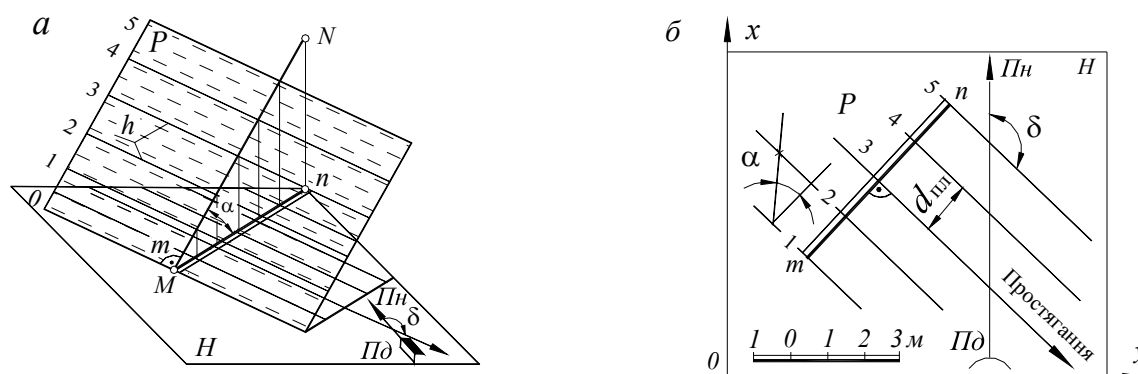


Рис. 6.9. Схема (а) і кресленик (б) площини в проєкціях з числовими відмітками

Лінія найбільшого нахилу або лінія падіння площини MN (рис. 6.9) – це лінія, яку проведено в площині P перпендикулярно до лінії простягання, (mn – її проєкція на площину H).

Для визначення положення площини P у просторі користуються елементами її залягання: кутом простягання δ лінії додатного напрямку простягання і кутом падіння α .

Кут простягання δ вимірюється за годинниковою стрілкою від північного меридіана до додатного напрямку простягання (рис. 1.114, б).

Щоб установити кут падіння α площини, необхідно (див. рис. 1.114, б) виконати такі дії: із будь-яких двох точок масштабу закладення площини підняти перпендикуляри і відкласти на них (у масштабі кресленика) відрізки, які дорівнюють висотним відміткам цих точок; отримані точки з'єднати прямою; при цьому кут між цією прямою і лінією масштабу закладення буде дорівнювати шуканому.

Література

1. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2007 [Текст] / Н.Н. Полищук, В.А. Савельева. – С.Пб.: БХВ-Петербург, 2007. – 704 с.
2. Додатко О.І. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] / підручник / О.І. Додатко. – Д.: НГУ, 2010. – 271 с.
3. Додатко О.І. Інженерна графіка в гірництві [Текст] / навч. посібник / О.І. Додатко. – 3-е вид., Д.: НГУ, 2011. – 281 с. – ISBN 978-966-350-249-6.

Зміст

| | |
|--|----|
| ПЕРЕДМОВА | 3 |
| Комп'ютерна графіка. | |
| Лабораторна робота № 1. Підготовка файлу кресленника | 8 |
| Лабораторна робота № 2. Координати точок. Об'єктні прив'язки. Креслення геометричних елементів. Тестові і розмірні стилі. Шаблон кресленника | 15 |
| Лабораторна робота № 3. Редагування креслеників | 28 |
| Лабораторна робота № 4. Геометричні побудови. Застосування полілінії | 34 |
| Лабораторна робота № 5. Креслення геометричних тіл за наочним зображенням. Проекційне креслення | 40 |
| 6. Проекції з числовими відмітками | 44 |
| Література | 48 |

Додатко Олександр Іванович

ГІРНИЧО-КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА В ПРОЕКЦІЯХ З
ЧИСЛОВИМИ ВІДМІТКАМИ

для студентів напрямку
6.050301 Гірництво

Редактор О.Н. Ільченко

Підписано до друку 22.01.2010. Формат 30x42/2.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 5,3
Обл.-вид. арк. 5,1. Тираж 100 прим. Зам. №

Національний гірничий університет
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.