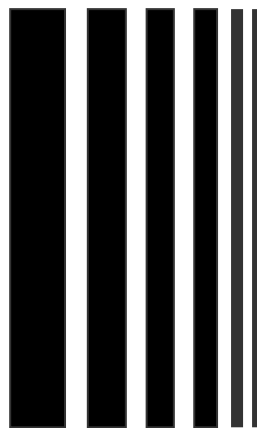


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**



**ТРИМІРНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ
ЗАСОБАМИ
ПАКЕТУ
АВТОКАД**



**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ
ПОСІБНИК ТА ЗАВДАННЯ ДО
ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ І
САМОСТІЙНИХ РОБІТ ДЛЯ
СТУДЕНТІВ УСІХ ФОРМ
НАВЧАННЯ З КУРСУ
“КОМП’ЮТЕРНА ГРАФІКА”**

**Тернопіль
2014**

Укладачі: Скиба О.П., канд. техн. наук, асист.;
Пік А.І., канд. техн. наук, доц.

Рецензенти: докт. техн. наук, проф. Лупенко С.А.;
канд. техн. наук, доц. Мацюк О.В.

Відповідальна за випуск асист. Скиба О.П.

Розглянуто й затверджено на засіданні методичного семінару кафедри графічного моделювання, протокол № 8 від 27.03.2014р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету машинобудування та харчових технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 5 від 17.04. 2014р.

Вступ

Метою методичних вказівок «Тривимірне моделювання засобами пакета Автокад» є набуття навиків низькорівневого програмування елементів комп'ютерної графіки, створення правильних геометричних і реалістичних зображень на екрані комп'ютера. Ознайомити студентів із принципами побудови сучасних графічних систем, опанування алгоритмічними основами дво- та тривимірної графіки, набуття навичок створення графічних зображень.

Після вивчення запропонованого теоретичного матеріалу й виконання графічної роботи студент повинен знати:

- архітектуру сучасних графічних систем;
- принципи формування та збереження цифрових зображень;
- алгоритми візуалізації: растризації, відтинання, зафарбовування, видалення невидимих ліній і поверхонь;
- технології дво- і тривимірного графічного моделювання в редакторах AutoCAD, CorelDraw, 3D Studio MAX;
- можливості бібліотеки OpenGL.

Студент повинен уміти:

- застосовувати дво- і тривимірне моделювання в редакторах AutoCAD, CorelDraw, 3D Studio MAX;
- використовувати сучасні програмні засоби для розв'язання інженерних задач геометричного моделювання.

Роботу методом індивідуального вивчення запропонованого теоретичного матеріалу здійснює кожен студент самостійно. Він також виконує індивідуальне графічне завдання, консультуючись з викладачем.

Графічну роботу за темою «Тривимірне моделювання засобами пакета Автокад» аби виконувати на аркуші формату А4 (210x297) за допомогою комп'ютера.

1. ЗМІНА ВИДОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Вид – зображення зверненої до спостерігача видимої частини об'єкта. При роботі в тривимірному просторі часто потрібне відображення різних виглядів об'єкта, що дозволяє ефективно виконувати різні побудови та переглядати отримані результати.

Види всіх 3М–Об'єктів можуть бути представлені в просторі AutoCAD 3М паралельними або перспективними проекціями. Існує кілька стандартних ортогональних та ізометричних виглядів, які можна встановити в поточному рисунку, використовуючи відповідні інструменти, розташовані на інструментальній панелі, рис. 1.1, або використовуючи випадаюче меню Вид→3М тзрения, рис. 1.2.



Рис. 1.1

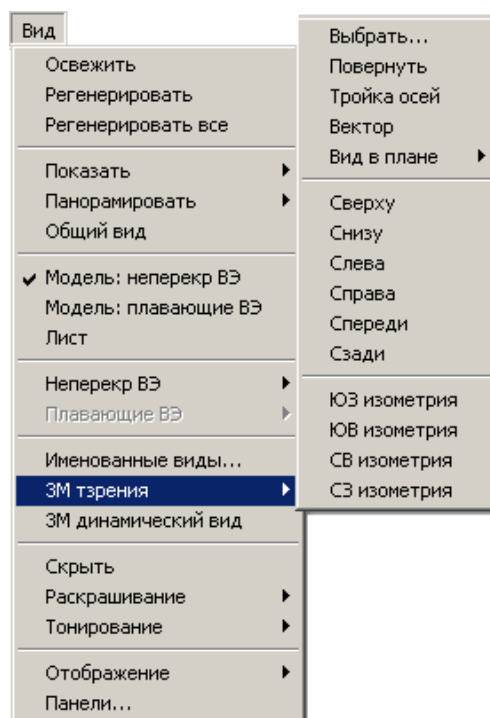





Рис. 1.2


 **Именованные виды (Named Views)** – збереження та відновлення видів.

 **Вид сверху (Top View)** – встановлення точки зору зверху (план, горизонтальна проекція).

 **Вид снизу (Bottom View)** – встановлення точки зору знизу.

 **Вид слева (Left View)** – встановлення точки зору ліворуч (профільна проекція).


 **Вид справа (Right View)** – встановлення точки зору праворуч.


 **Вид спереди (Front View)** – встановлення точки зору попереду (фронтальна проекція).

 **Вид сзади (Back View)** – встановлення точки зору позаду.

 **ЮЗ изометрия** (SW Isometric Views) – встановлення південно-західного ізометричного вигляду.

 **ЮВ изометрия** (SE Isometric Views) – встановлення південно-східного ізометричного вигляду.

 **СВ изометрия** (NE Isometric Views) – встановлення північно-східного ізометричного вигляду.

 **СЗ изометрия** (NW Isometric Views) – встановлення північно-західного ізометричного вигляду.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИМІРНИХ КООРДИНАТ

2.1. Декартова система координат

Нагадаємо, що для задавання точки в тримірному просторі є доступними три координати: x , y , z . Якщо нам потрібно вказати точку з координатами $x=50$; $y=35,5$; $z=20$, то в AutoCAD ми вводимо їх таким чином:

Команда: **отрезок** ↵

От точки: **50,35.5,20** ↵ {рис. 1а}

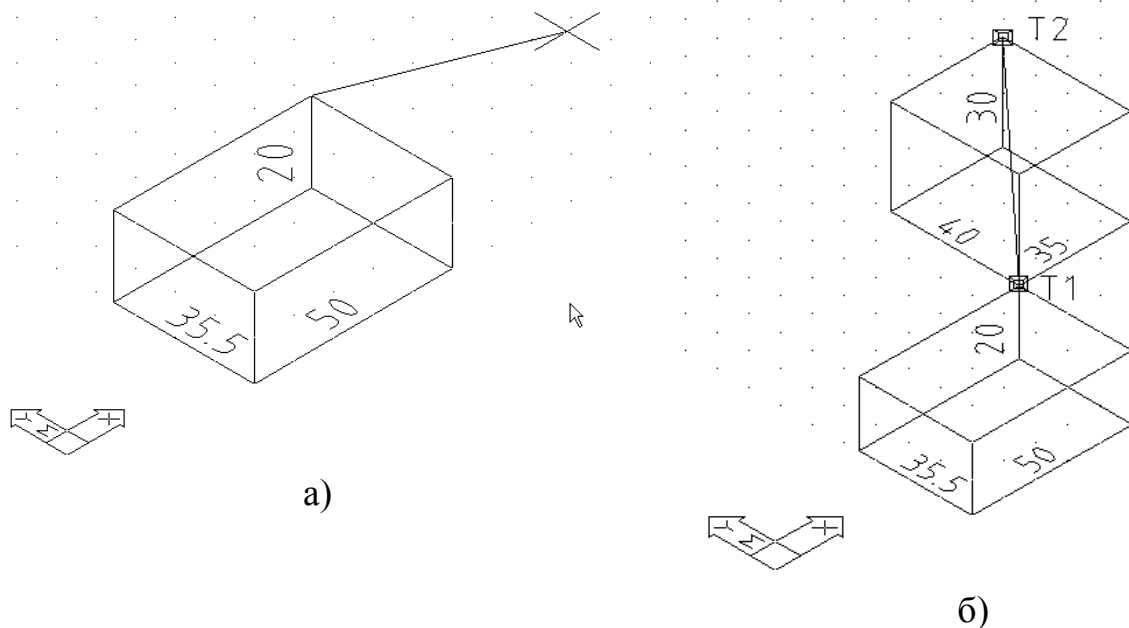


Рис. 1

При задаванні координат потрібно врахувати що в числі координати ціла частина відділяється від дробової крапкою, а не комою.

Якщо потрібно вказати відносні координати, то перед ними потрібно вказати знак @:

К точке: **@35,40,30** ↵ {рис. 1б}

Нагадаємо що в абсолютних координатах точка відліку $(0,0,0)$, а у відносних – остання введена точка.

2.2. Система циліндричних координат

Задавання циліндричних координат аналогічно задаванню полярних координат на площині, тільки додатково потрібно ввести значення, яке визначає координату z за віссю Z , що перпендикулярна до площини XY . Циліндричні координати визначають відстань від початку системи координат (або від попередньої точки – при відносних координатах) до точки на площині XY , кут відносно осі X і відстань від точки до площини XY . Кут задається в градусах. На рис. 2.2 дано точку з координатами $7 < 30, 5$. Точка знаходиться на відстані 7 одиниць від початку системи координат у площині XY , під кутом 30° до вісі X на площині XY та має координату Z , що дорівнює 5 одиницям. Відносні циліндричні координати будуються так само, як і абсолютні, просто уявний початок координат переноситься в останню введену точку. Дана система координат використовується для введення точок тривимірного простору для побудови спіральних об'єктів.

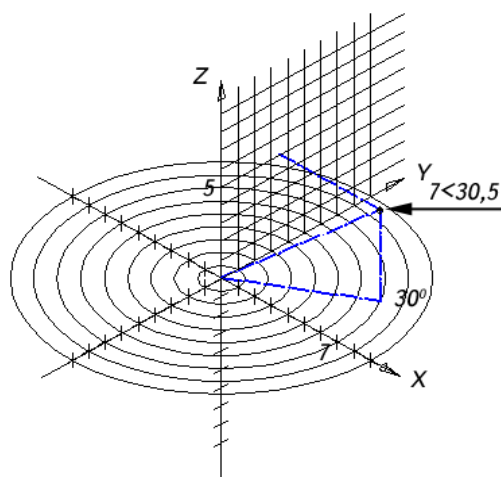


Рис. 2.2. Задавання циліндричних координат

2.3. Система сферичних координат

Введення сферичних координат у тривимірному просторі відбувається аналогічно введенню полярних координат на площині. Положення точки визначається її відстанню від початку системи координат **ПСК (UCS)**, кутом до осі X у площині XY і кутом до площини XY . Усі координати відділяються символом $<$. Кут задається в градусах. На рис. 2.3 дано точку з координатами $7 < 30 < 45$. Точка знаходиться на відстані 7 одиниць від початку системи координат **ПСК (UCS)**, під кутом 30° до осі X в площині XY і під кутом 45° до площини XY . Дана система координат використовується для отримання точок на сферичній поверхні або, наприклад, для побудови трубопроводів, коли критичною є довжина об'єкта (який будується), а не його орієнтація.

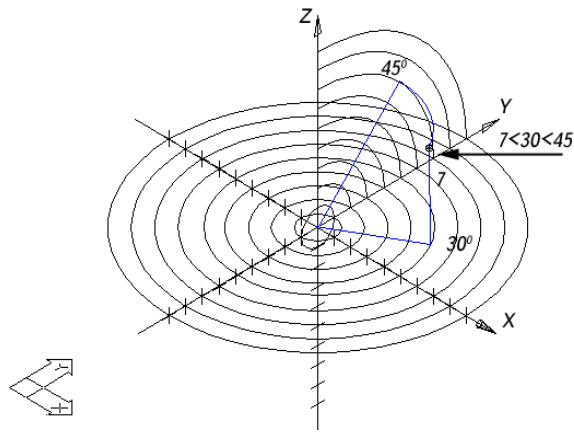


Рис. 2.3. Задавання сферичних координат

3. ФОРМУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

AutoCAD підтримує три типи тривимірних моделей: *каркасні*, *поверхневі* та *твердомілі*. Для кожного типу існує своя технологія створення й редагування.

Каркасна модель – це скелетний опис тривимірного об'єкта. Модель не має граней і складається тільки із точок, відрізків і кривих, що описують ребра об'єкта.

Моделювання за допомогою *поверхонь* – складніший процес, тому що тут описуються не тільки ребра тривимірного об'єкта, але і його грані. AutoCAD будує поверхні на базі багатокутних сіток. Оскільки грані сітки плоскі, подавання криволінійних поверхонь будується шляхом їхньої апроксимації. Теперішні криволінійні поверхні можна створювати, використовуючи програму AutoSurf (додаток до AutoCAD, що входить до складу пакета Autodesk Mechanical Desktop). Щоб читачеві було простіше розрізнити два згаданих типи поверхонь, будемо називати поверхні, складені із плоских ділянок, терміном *поверхні*. Поверхні можна створювати як на площині, так і в просторі. Однак на практиці найчастіше використовується останній варіант.

Моделювання об'єктів за допомогою поверхонь застосовується у випадках, коли можна ігнорувати їхні фізичні властивості, такі, як маса, вага, центр мас і т.п. (вони зберігаються тільки у твердотілих моделях), але бажано мати можливість пригнічення схованих ліній, розфарбовування і тонування (ці засоби не годяться для каркасних моделей). Поверхні є сенс використовувати також при створенні нестандартних сіткоподібних моделей, наприклад тривимірної топографічної моделі горбистої місцевості.

Побудова тіл

Моделювання за допомогою *тіл* — це найпростіший у використанні вид тривимірного моделювання. Засоби AutoCAD дозволяють створювати тривимірні об'єкти на основі базових просторових форм: паралелепіпедів, конусів, циліндрів, сфер, клинів і торів (кілець). Із цих форм шляхом їхнього

об'єднання, вирахування та перетинання будуються складніші просторові тіла. Тіла можна будувати також, зрушуючи плоский об'єкт уздовж заданого вектора або обертаючи його навколо осі.

Тверdotілий об'єкт, або тіло, являє собою зображення об'єкта, що зберігає, крім усього іншого, інформацію про свої об'ємні властивості. Отже, тіла повніше із усіх типів тривимірних моделей відображають модельовані об'єкти. Крім того, хоч на перший погляд здається, що тіла й складніші, їх легше будувати й редагувати, ніж каркасні моделі та поверхні.

Тіла, як і поверхні, мають зовнішній вигляд, аналогічний моделям із дроту, поки до них не застосовані операції пригнічення схованих ліній, розфарбовування і тонування. На відміну від усіх інших моделей, у тілах можна аналізувати масові властивості (об'єм, момент інерції, центр мас і т.п.).

Найпростіші «цеглинки», з яких будуються складні тривимірні об'єкти, називають *тверdotілими примітивами*. До них відносяться: ящик (паралелепіпед, куб), циліндр (круговий, еліптичний), куля, тор. За допомогою команд **Ящик** (Box), **Клин** (Wedge), **Конус** (Cone), **Циліндр** (Cylinder), **Шар** (Sphere), **Тор** (Torus) можна створити моделі кожного із цих тіл заданих розмірів, увівши необхідні значення.

Примітиви заданої форми створюються також шляхом витискування, здійснюється командою **Выдавить** (Extrude), або обертання – командою **Вращать** (Revolve) – двомірного об'єкта. Із примітивів одержують складніші об'ємні моделі об'єктів.

Запускаються всі вищезгадані команди з випадаючого меню **Рисование** (Draw) ⇒ **Тела** (Solids), рис.3.1, або із плаваючої панелі інструментів **Тела** (Solids), рис. 3.2.

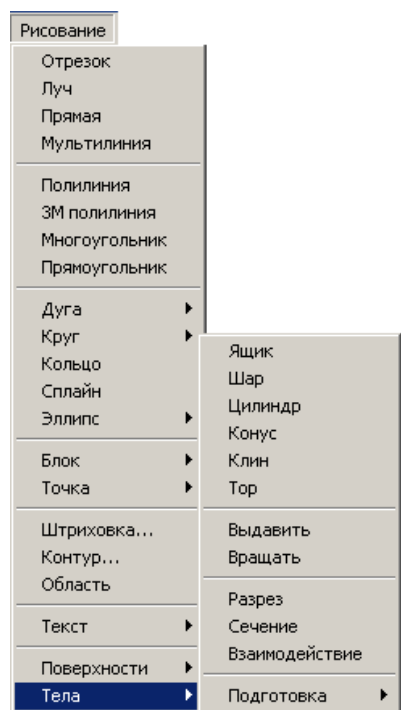



Рис. 3.1



Рис. 3.2

3.1. Паралелепіпед

 Команда **Ящик** (Box) – формування твердотілого *паралелепіпеда* (ящика, куба), представлено на рис. 3.3. Основа паралелепіпеда завжди паралельна площині XY біжучої ПСК. Команда викликається з випадаючого меню **Рисование** (Draw) \Rightarrow **Тела** (Solids), або клацанням миші по піктограмі **Ящик** (Box) панелі інструментів **Solids** (Тіла).

Розглянемо кілька способів побудови паралелепіпеда.

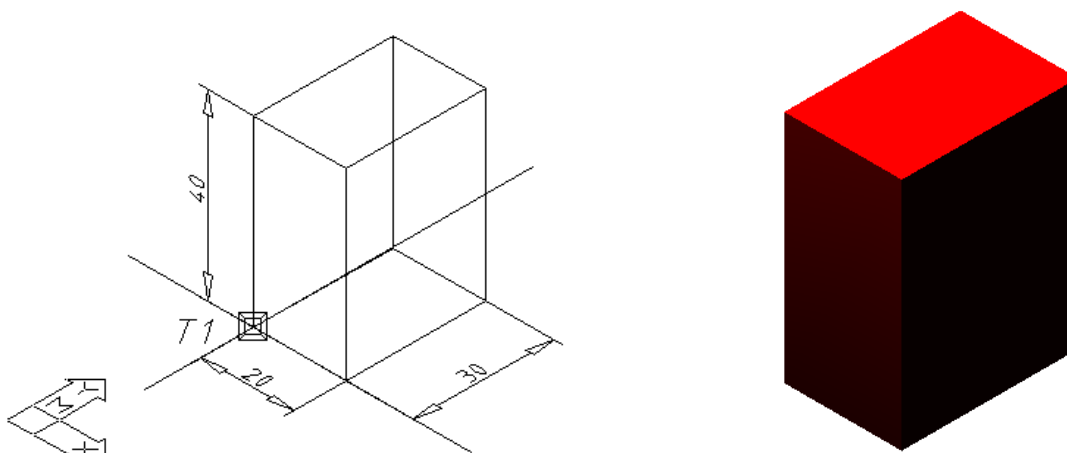


Рис. 3.3

Команда: **Ящик** \downarrow

Центр/<Угол ящика> $\langle 0, 0, 0 \rangle$: **ліва клавіша миші (ЛКМ)** або \downarrow

Куб/Длина/<другой угол>: **@ 20,30,40** \downarrow

Ми побудували паралелепіпед, шарина якого 20 мм по осі X, довжина – 30 мм по Y ординат і висота 40 мм по осі Z, початковий кут якого має координати $(0,0,0)$, або вказуємо його лівою клавішею миші на перетині осей.

Ось інший спосіб побудови того ж паралелепіпеда:

Команда: **Ящик** \downarrow

Центр/<Угол ящика> $\langle 0, 0, 0 \rangle$: **ЛКМ**

Куб/Длина/<другой угол>: **@ 20,30** \downarrow

Высота: **40** \downarrow

За допомогою цього методу ви вказуєте початковий кут паралелепіпеда, на запит протилежного кута тільки довжину та ширину основи, далі Автокад видасть запит висоти паралелепіпеда.

Якщо відомо положення центральної точки паралелепіпеда (рис.3.4):

Команда: **Ящик** \downarrow

Центр/<Угол ящика> $\langle 0, 0, 0 \rangle$: **ц** \downarrow

Центр ящика $\langle 0, 0, 0 \rangle$: **<ENTER>** або **ЛКМ**

Куб/Длина/<другой угол>: **@ 20,30,40** \downarrow

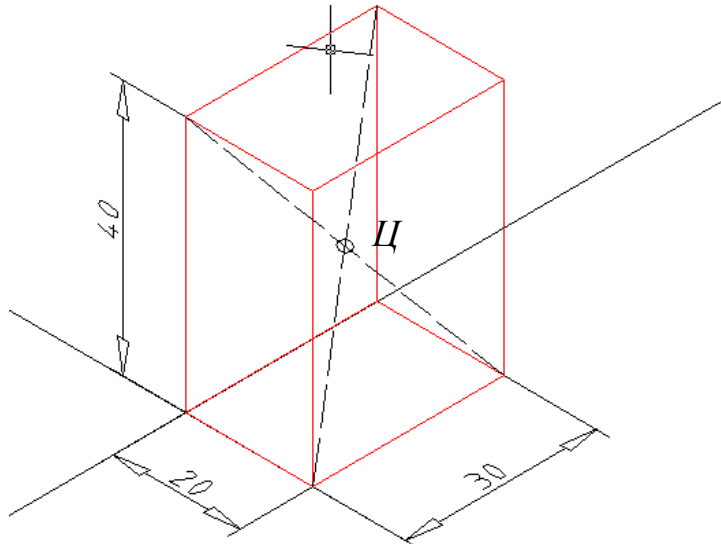


Рис. 3.4

Підкоманда **Куб** (Cube) – створює куб, тобто паралелепіпед, у якого всі ребра рівні:

Команда: **Ящик** ↵

Центр/<Угол ящика> <0, 0, 0>: ↵

Куб/Длина/<другой угол>: **к**↵


Длина:**40**↵

Побудовано квадрат, початковий кут знаходиться на початку координат та довжиною сторони 40 мм.

Ключі команди **BOX** (ЯЩИК):

- **Центр** (Center) – визначає ящик за допомогою вказівки положення його центральної точки.
- **Куб** (Cube) – створює куб, тобто паралелепіпед, у якого всі ребра рівні.
- **Длина** (Length) – створює паралелепіпед із заданими довжиною (по осі X), шириною (по осі Y) і висотою (по осі Z) біжучої ПСК.

3.2. Клин

 Команда **Клин** (Wedge) – формування твердотілого об'єкта, що за формою нагадує розрізаний похилою площиною ящик. Інформація, необхідна для опису клина, аналогічна тій, що використовується для опису ящика, тому запити команди **Клин** (Wedge) збігаються із запитом команди **Ящик** (Box).

Команда: **Клин** ↵

Центр/<Угол ящика> <0, 0, 0>: **ЛКМ**

Куб/Длина/<другой угол>: **@ 20,30,40**↵

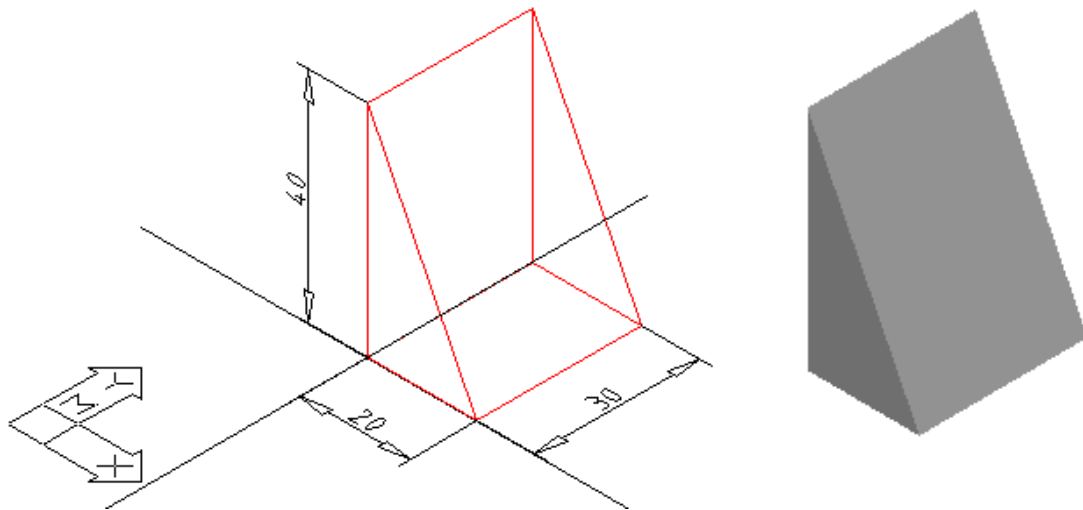


Рис. 3.5

3.3. Конус

Команда **Конус** (Cone) – формування твердотілого конуса (рис. 3.6), основа якого (коло або еліпс) лежить у площині XY поточної системи координат, а вершина розташовується по осі Z.

Команда: **конус** ↵

Эллиптический/<центральная точка> <0, 0, 0>: **ЛКМ** або ↵

Диаметр/<Радиус>: **25**↵

Вершина/<Высота>:**30**↵

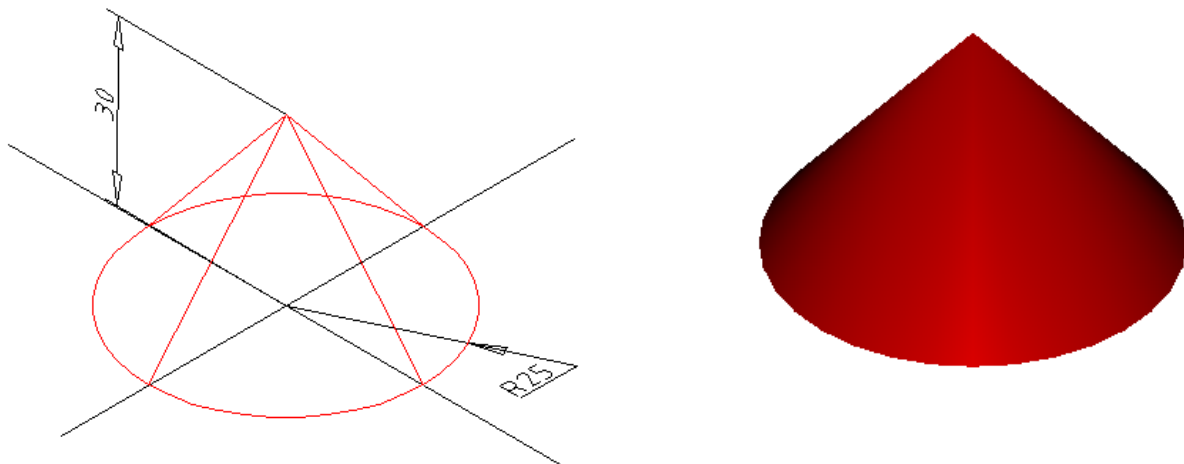


Рис. 3.6

Ключі команди **Конус** (Cone):


- **Эллиптический** (Elliptical) – дозволяє створювати основи конуса у вигляді еліпса.
- **Конечная точка оси** (Axis endpoint) – створює еліптичну основу конуса, для чого потрібно вказати точки для задавання діаметра по одній осі та радіуса

– по іншій. Вибір цього ключа здійснюється автоматично при заданні координат точки.

- **Центр (Center)** – дозволяє задати еліптична основа конуса, для чого варто вказати координати його центральної точки й значення радіуса по кожній з осей.
- **Вершина (Apex)** – визначає висоту й орієнтацію конуса, для чого потрібно задати точку вершини.
- **Висота (Height)** – установлює тільки висоту конуса, але не його орієнтацію. Орієнтація визначається знаком, що ставиться перед значенням висоти: при знаку «+» висота відкладається уздовж додатної півосі Z; при знаку «-» - уздовж від'ємної півосі Z.
- **Центральна точка (Center point)** – створює кругову основу.
- **Радіус (Radius)** – дозволяє задати кругова основа конуса за допомогою радіуса, для чого потрібно вказати його положення або ввести додатне ненульове значення його довжини.
- **Діаметр (Diameter)** – дозволяє задати кругову основу за допомогою діаметра.

Щоб побудувати усічений конус або конус, орієнтований під деяким кутом, потрібно спочатку побудувати двомірну окружність, а потім за допомогою команди EXTRUDE (ВИДАВИТИ) зробити кінчне видавлювання під кутом до осі Z. Якщо необхідно усікти конус, треба, використовуючи команду SUBTRACT (ВИРАХУВАННЯ), відняти з нього паралелепіпед, усередині якого перебуває вершина конуса.

3.4. Циліндр

 Команда **Циліндр (Cylinder)** – формування твердотілого *циліндра* (рис. 3.7). Інформація, необхідна для опису циліндра, аналогічна тій, що використовується для опису конуса, тому запити команди **Циліндр (Cylinder)** збігаються із запитам команд **Конус (Cone)**.

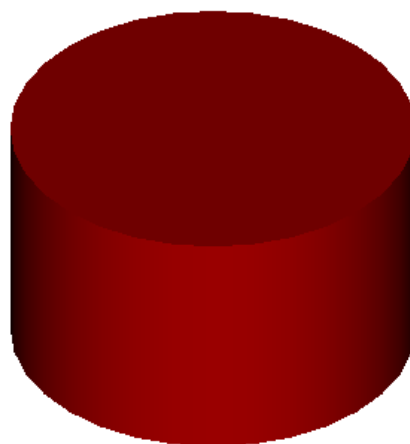
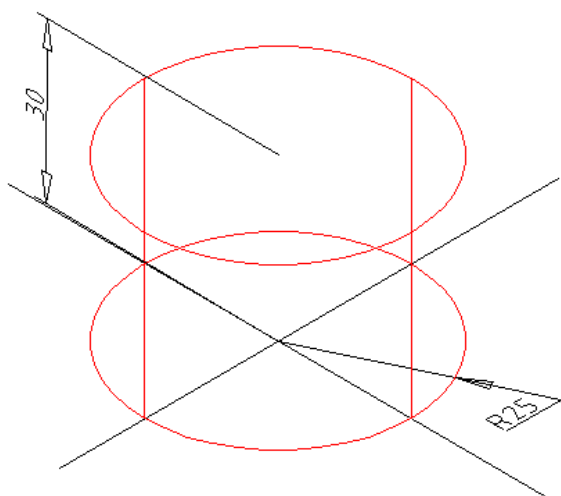



Рис. 3.7

Зверніть увагу, що центральна вісь циліндра збігається з віссю *Z* поточної системи координат, але при цьому ключ **Вершина (Арех)** називається **Центр другого основания (Center of other end)**.

Якщо необхідно побудувати циліндр спеціальної форми (наприклад, з пазами), треба спочатку за допомогою команди **Плиня (Pline)** створити двомірне зображення його основи у вигляді замкненої полілінії, а потім, використовуючи команду **Выдавить (Extrude)**, додати йому висоту уздовж осі *Z*.

3.5. Сфера

 Команда **Шар (Share)** – формування в просторі твердотілого об'єкта у вигляді кулі (рис. 2.8).

Команда: **шар** ↵

Центр шара <0, 0, 0>: **ЛКМ** ↵

Діаметр/<Радиус> шара: **20**↵

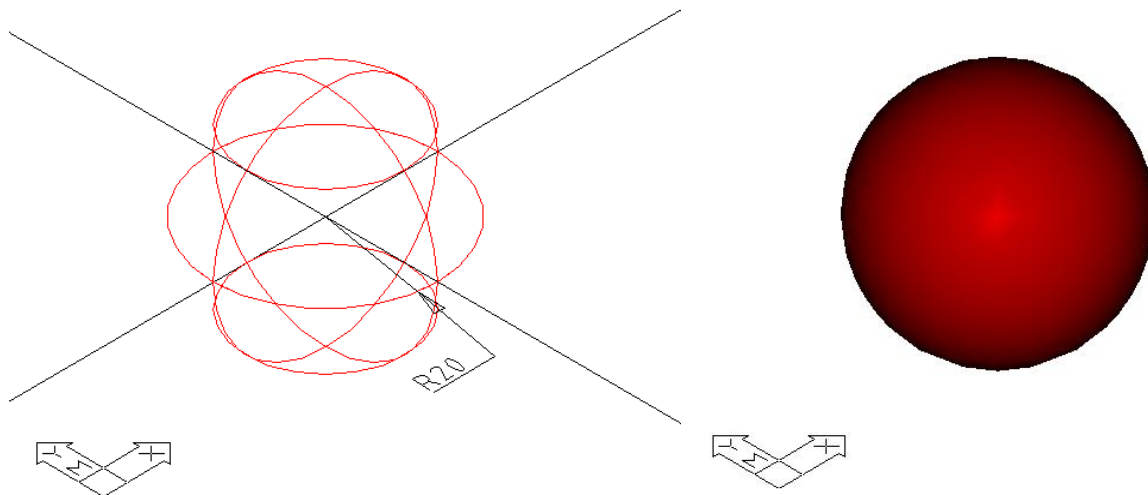



Рис. 2.8

3.6. Тор

 Для побудови цього об'єкта потрібно ввести 3 параметри – центр тора, безпосередньо діаметр тора та діаметр його поперечного січення. Для того, щоб отримати повноцінний тор (з центральним отвором), необхідно аби діаметр тора був більшим, ніж діаметр його поперечного перетину.

Команда: **тор** ↵

Центр тора <0, 0, 0>: **ЛКМ** ↵

Діаметр/<Радиус> тора: **20**↵

Діаметр/<Радиус> полости: **5**↵

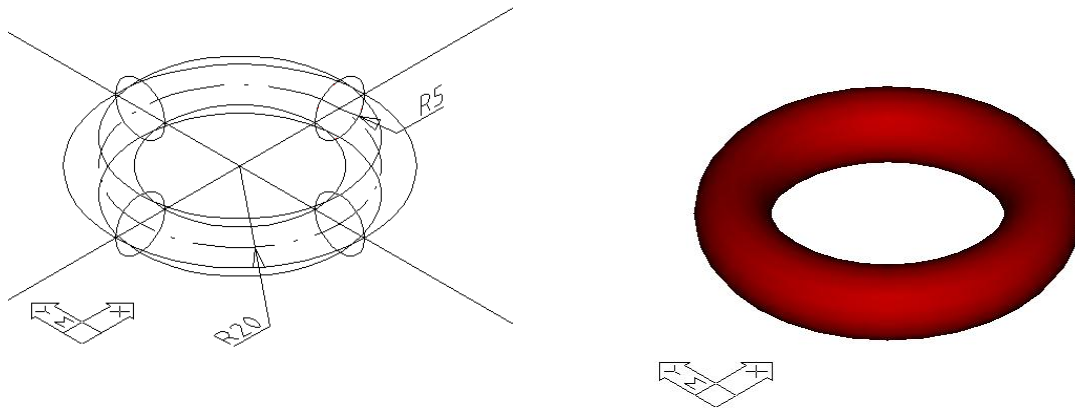


Рис. 3.9

4. РЕДАГУВАННЯ 3М ОБ'ЄКТІВ

4.1. Спряження граней простих 3М тіл

Виконати спряження об'єкта (рис. 4.1а) радіусом 7 мм.

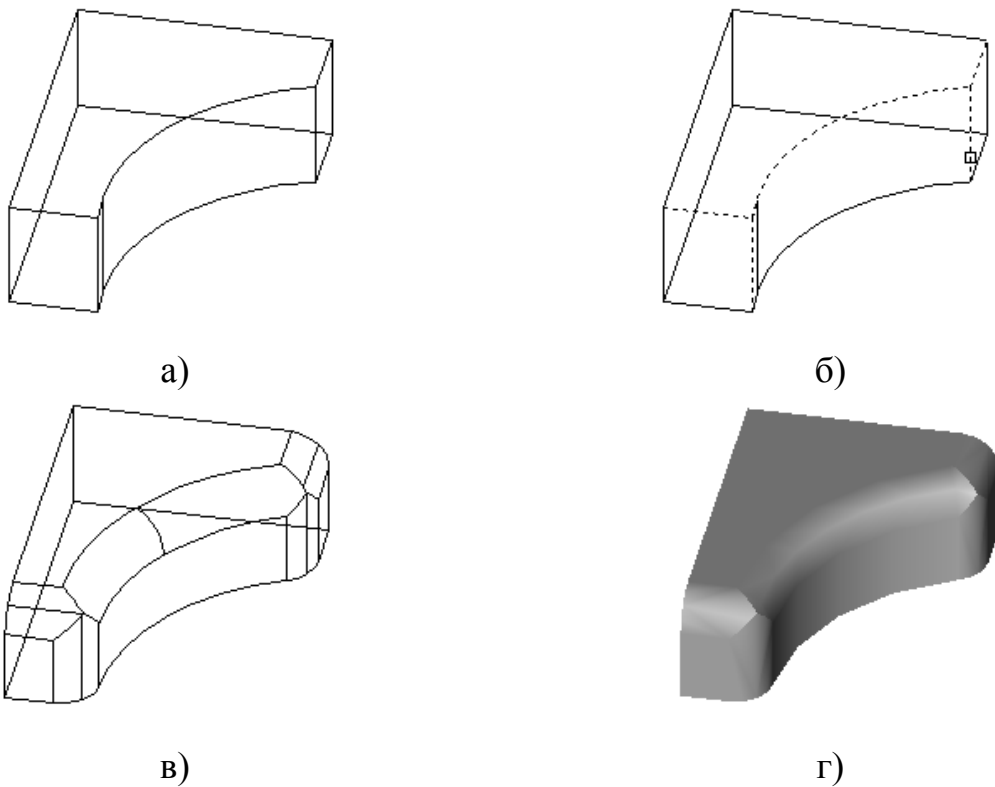


Рис 4.1

Запускаємо інструмент  Сопряжение


Команда: **сопряги** ↵

ПОЛилиния/РАДиус/РЕЖим/<Выберите первый объект>/: **ЛКМ**
 {Вказуємо перше ребро, над яким потрібно виконати спряження}

Радиус <10>: 7 ↵

Цепь/РАДиус/ <Выберите ребро>: ЛКМ ↵ {Вказуємо всі ребра, над яким потрібно виконати спряження (рис. 3.1б)}.

4.2. Побудова фасок граней простих 3М тіл (рис. 4.2).

Для того, щоб побудувати фаску $10 \times 45^\circ$, запускаємо інструмент Фаска 

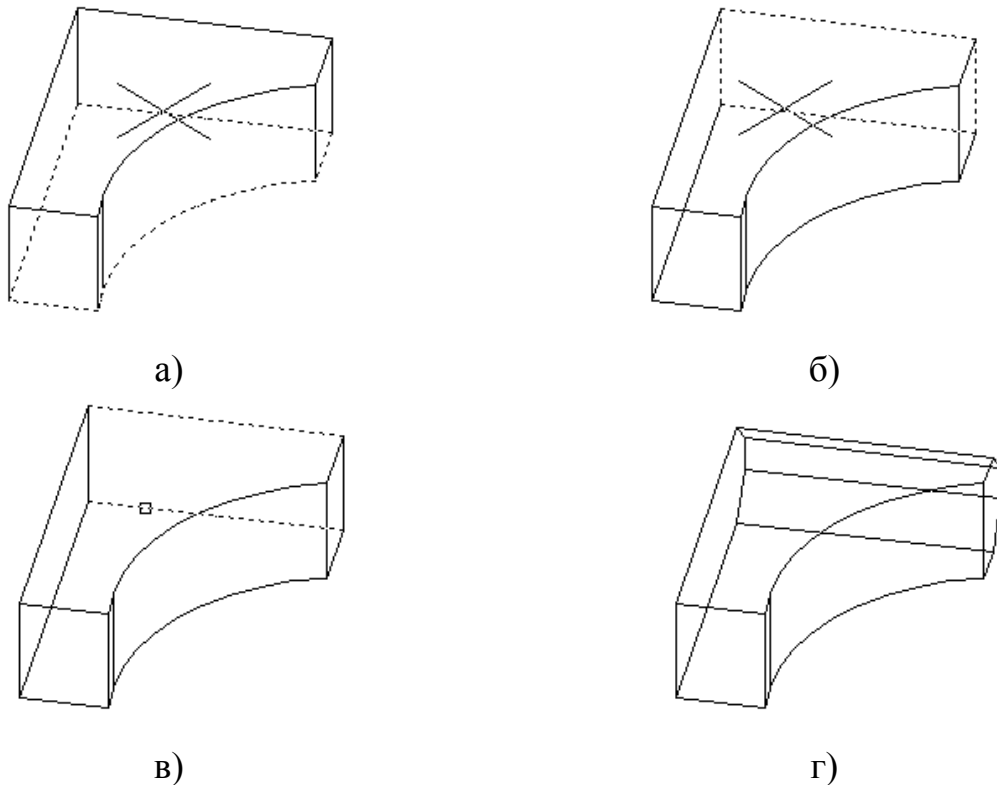


Рис. 4.2

Команда: **фаска** ↵

Вказуємо грань, над якою потрібно виконати фаску, клацаючи ЛКМ на ребрі об'єкта (рис. 3.2а):

ПОЛилиния/Длина/Угол/РЕЖим/Метод/<Выберите отрезок>/: ЛКМ

За необхідністю переходимо до іншої грані, яка належить заданому ребру (рис. 3.2б):

Следующая/<Ok>с↵

Вказуємо всі ребра, над яким потрібно виконати спряження (рис. 3.1в):

Цепь/РАДиус/ <Выберите ребро>: ЛКМ ↵

4.3. Поворот тримірного об'єкта

Для повороту в 3-мірному просторі крім самого об'єкта повороту вказується вісь, навколо якої здійснюється поворот та кут повороту. Вісь задається 2-ма точками, реальним об'єктом, віссю координат (X, Y, Z) (рис. 4.3).

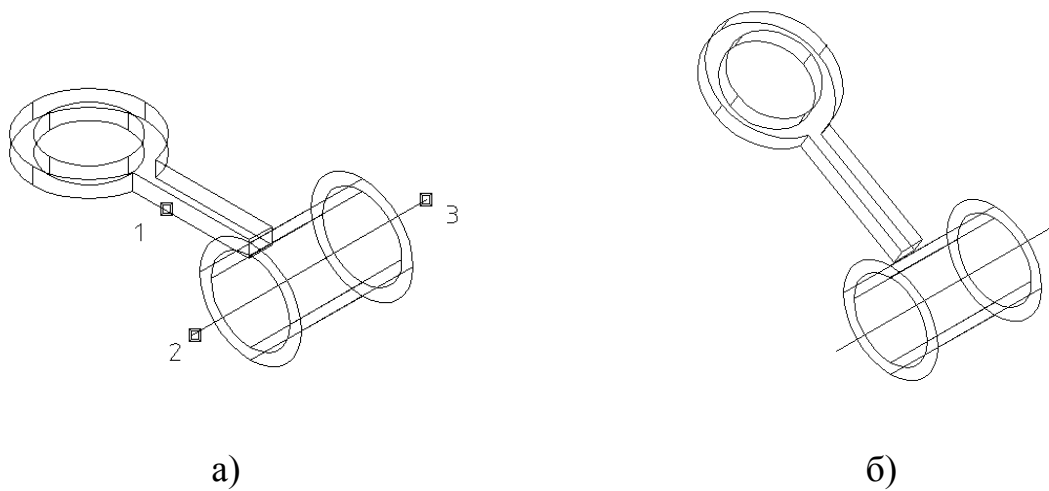


Рис. 4.3

Вибираємо з випадаючого меню **Редакт (Modify) ⇒ 3М операції (3D Operation) ⇒ 3М поворот (3D Rotate)**

Вибираємо об'єкт для повороту (рис. 4.3а, 1).

Выберите объекты: **ЛКМ** ↵

Вибираємо вісь обертання (рис. 4.3а, 2,3).

Ось – Объект/Последняя/Вид/Хось/Уось/Zось/<2точки>: **ЛКМ**

<Угол поворота>/Ссылка: **30** ↵

4.4. Масив 3-мірних об'єктів

Так само як для 2-мірних зображень, можна створювати прямокутний або круговий (полярний) масив 3-мірних об'єктів.

4.4.1. Прямокутний масив (рис. 4.5). З меню Редакт (Modify) ⇒ 3М операції (3D Operation) ⇒ 3М масив (3D Array).

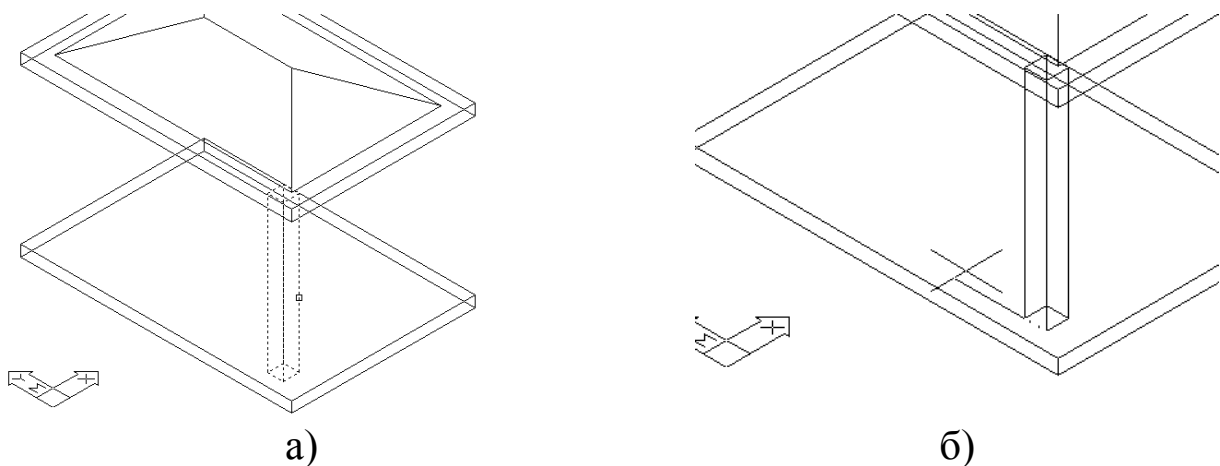


Рис. 4.4

Выберите объекты: **ЛКМ** ↵ {вказуємо вихідний об'єкт (рис. 4.4а)}

Прямоугольный или Круговой массив (П/К): **п** ↵

Число рядов (---) <1>: **3** ↵

Число столбцов (| | |) <1>: **2** ↵

Число этажей (. . .) <1>: ↵

Расстояние между рядами (---): ЛКМ

Расстояние между рядами (---): Вторая точка: @ 0,90 ↵ {(рис. 4.4б) вказуємо ЛКМ або за відносними координатами відстань між однойменними точками елемента масиву }

Расстояние между столбцами (| | |): ЛКМ Вторая точка: ЛКМ

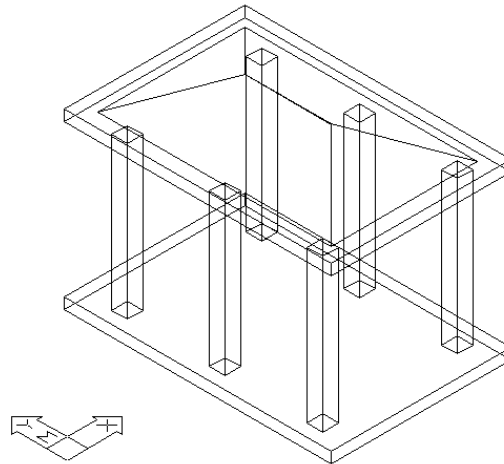


Рис. 4.5

4.4.1. Круговой массив (рис. 4.6). З меню **Редакт (Modify) ⇒ 3М операции (3D Operation) ⇒ 3М массив (3D Array)**.

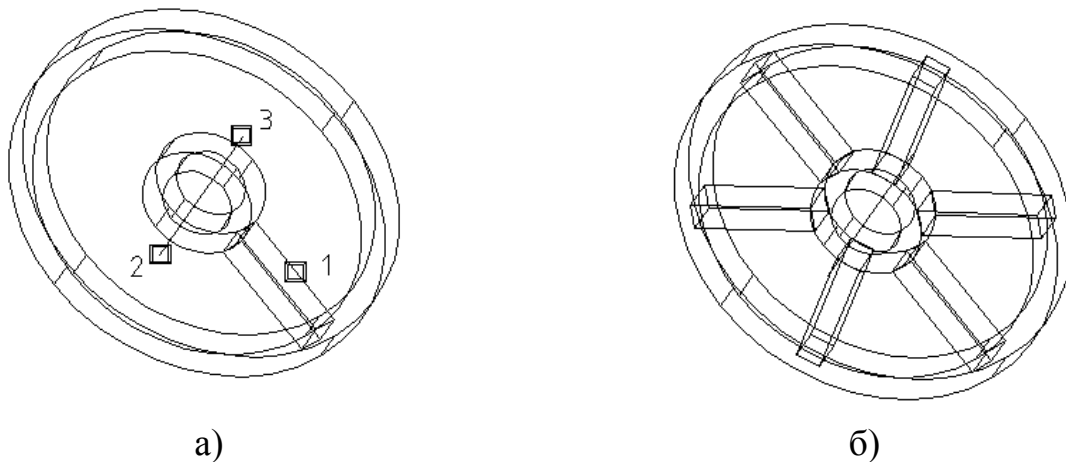


Рис. 4.6

Выберите объекты: ЛКМ ↵ {вказуємо вихідний об'єкт (рис. 4.6а, 1)}

Прямоугольный или Круговой массив (П/К): к ↵

Число элементов: 6 ↵








Угол заполнения <360>: ↵

Поворачивать объекты при копировании? <Д>: ↵

Центральная точка массива: ЛКМ {вказуємо початкову точку осі масиву (рис. 4.6а, 2)}

Вторая точка массава: **ЛКМ** {вказуємо кінцеву точку осі масиву (рис. 4.6а, 3)}

5. ЕКСТРУЗИЯ ТА ОБЕРТАННЯ

Найпоширенішими інструментами твердотілого моделювання є інструменти **Выдавить** (Extrude)  та **Вращать** (Revolve) . Процедуру витискання та обертання можна застосовувати тільки до замкненого контуру (полілінії). Полілініями є об'єкти, побудовані інструментами , **Круг**, , **Эллипс**, , **Многоугольник**, , **Прямоугольник**, , **Полілінія** панелі Рисование.

Задача. Зробити полілінією замкнений контур, який складається з кількох сегментів (рис. 5.1а).

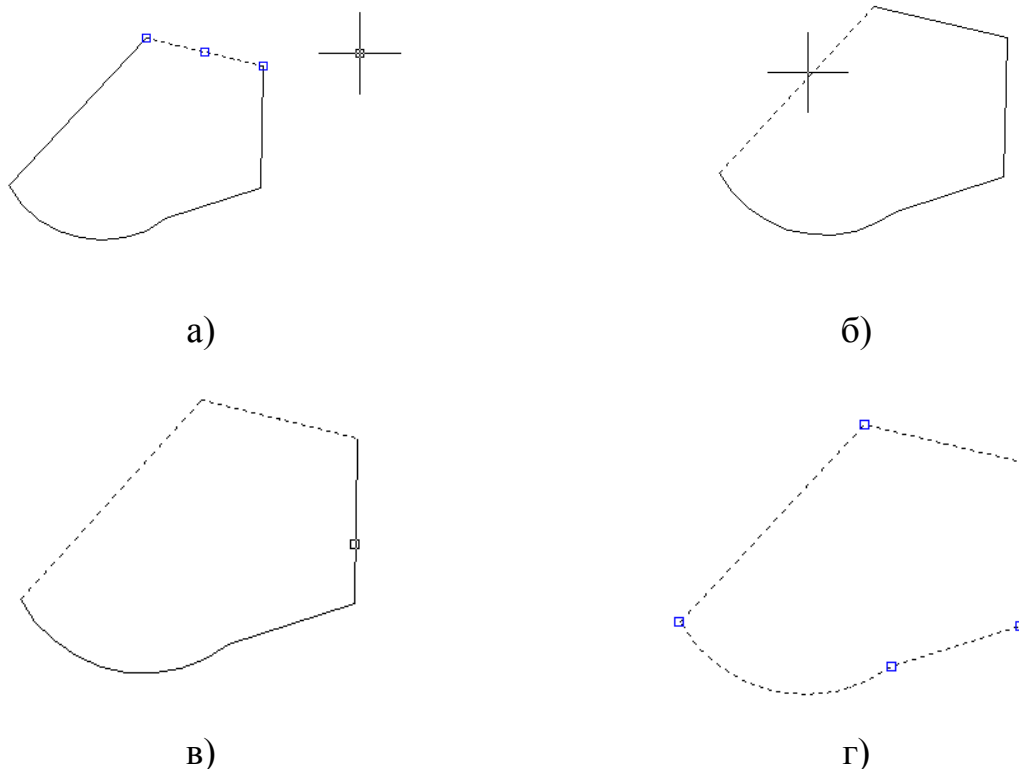


Рис. 5.1

Вибираємо з випадаючого меню **Редакт** (View) ⇒ **Объекты** (Objects) ⇒ **Полилиния** (Pline).

Команда: **Выберите полилинию: ЛКМ** {вибираємо один із відрізків, що складає замкнений контур (рис. 5.1б)}

Сделать его полилинией? <Д>: ↵


Замкни/Добавь/Ширина/Вершина/СГладь/СПлайн/Убери
сгл./Типлин/Отмени/выход <X>: д↵

Выберите объекты: **ЛКМ** {выбрати всі об'єкти з яких повинна складатися полілінія (рис. 5.1в)} ↵

Разомкни/Добавь/Ширина/Вершина/СГладь/СПлайн/Убери сгл./Типлин/Отмени/выход <X>: ↵

Якщо при виділенні об'єкта виділяються всі його сегменти, то об'єкт є полілінією (рис. 5.1г).

5.1. Экструзия

Витиснемо цей замкнений контур на 20 мм. Вибираємо інструмент  **Выдавить** (Extrude) на панелі **Тела** (Solids) або із випадаючого меню **Рисование** ⇒ **Тела** ⇒ **Выдавить**

Выберите **объекты**: **ЛКМ** ↵

Траектория/<Глубина выдавливания>: **20**↵

Угол сужения <0>: ↵

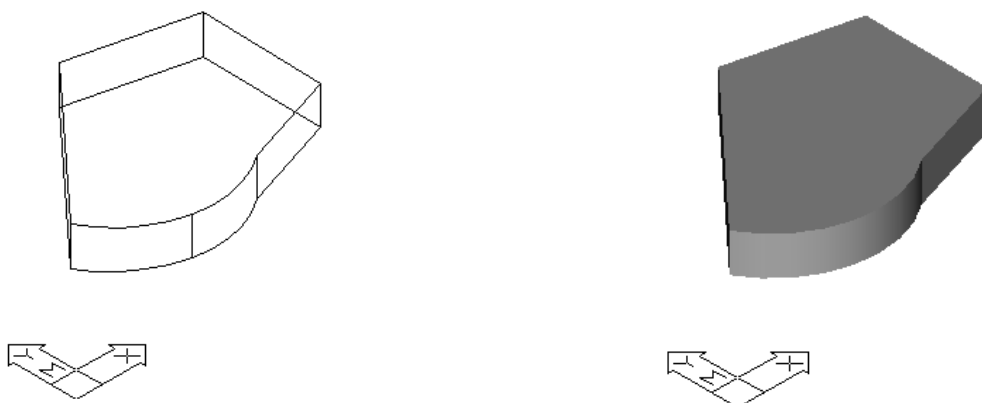


Рис. 5.2

Отримаємо наступний об'єкт (рис. 5.2). Якщо на запит Угол сужения <0>: задати додатне значення кута, отримаємо (рис. 5.3):

Угол сужения <0>: **20**↵

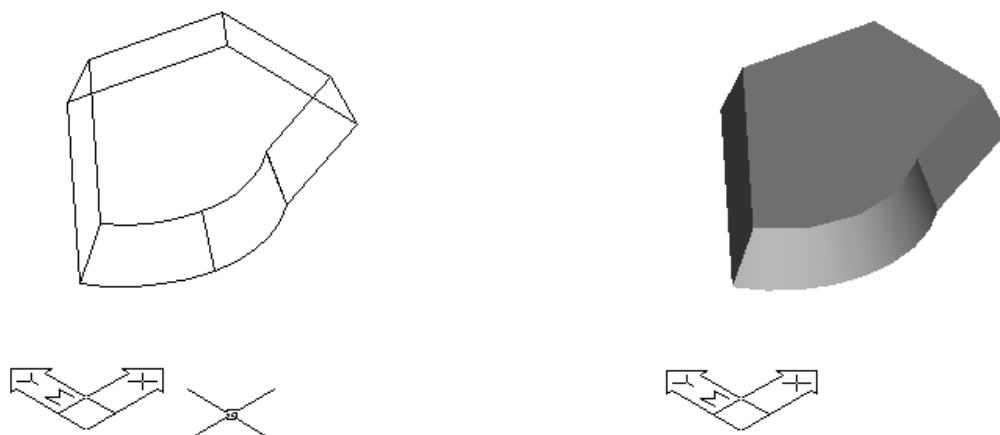


Рис. 5.3

При введенні від'ємного значення кута отримаємо рис. 5.5.

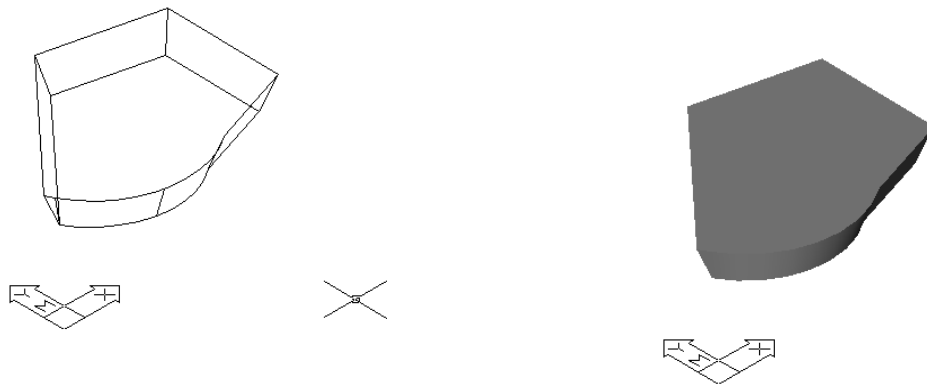


Рис. 5.3

5.1.1. Витискання по траєкторії

Задача. Побудувати арку (рис. 5.4г).

Підготуємо замкнений контур (полілінію) та траєкторію витискання (рис. 5.4а). При цьому слід відзначити, що траєкторія та контур витискання не повинні лежати в одній площині.

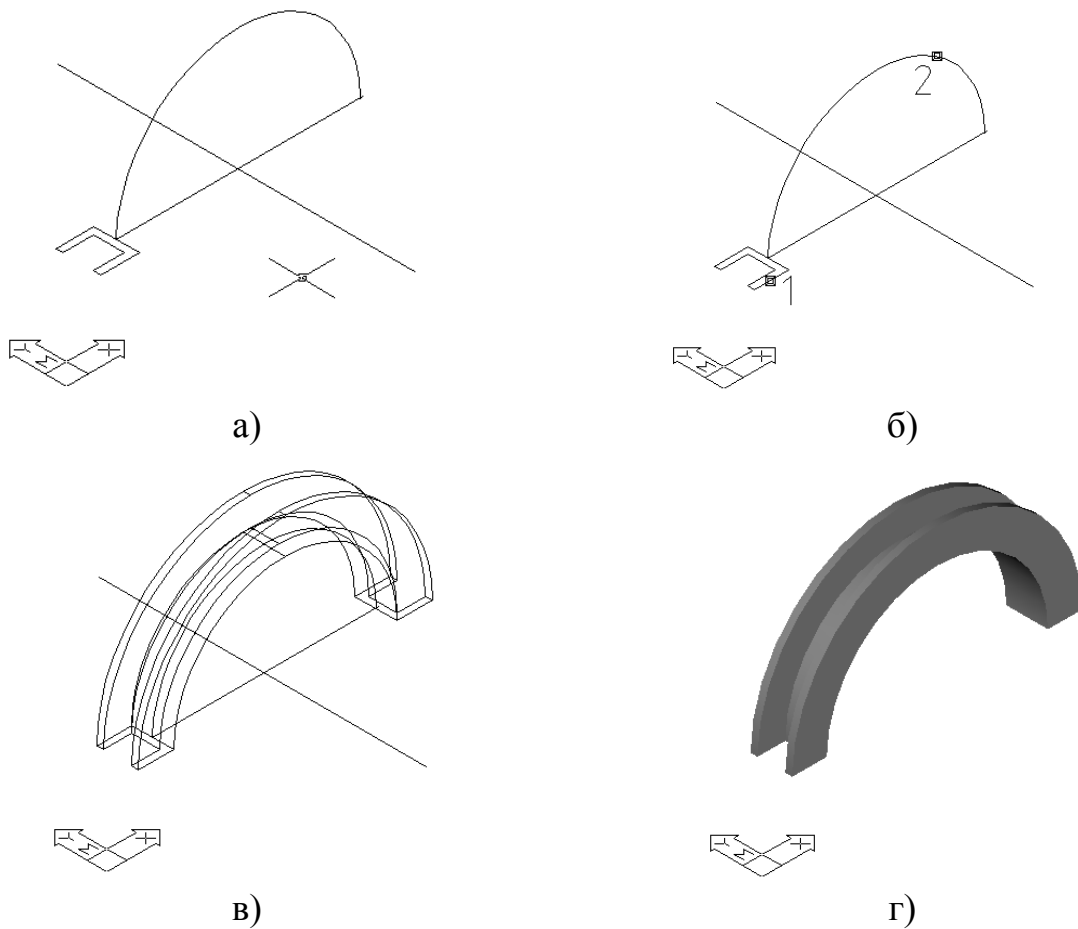



Рис. 5.4



Активуємо інструмент  **Выдавить (Extrude)**.

Выберите объекты: **ЛКМ** {выбираємо профіль який потрібно витиснути, рис. 5.4б} ↵

Траектория/⟨Глубина выдавливания⟩: **т** ↵

Выберите Траекторию: **ЛКМ** {выбираємо дугу}

5.2. Обертання

Розглянемо інструмент **Вращать** (Revolve) . Наперед підготовлений профіль обернемо відносно заданої осі на 360° . Активуємо інструмент **Вращать** (Revolve) .

Выберите объекты: **ЛКМ** {выбираємо профіль, який потрібно обернути, рис. 5.5а, Т1} ↵

Ось вращения – Объект/Х/У/⟨Начальная точка оси⟩: **ЛКМ**

⟨Конечная точка оси⟩: **ЛКМ** {вказуємо 2 точки на осі обертання Т2 і Т3}

Угол вращения ⟨полный круг⟩:↵ { рис. 5.5б}

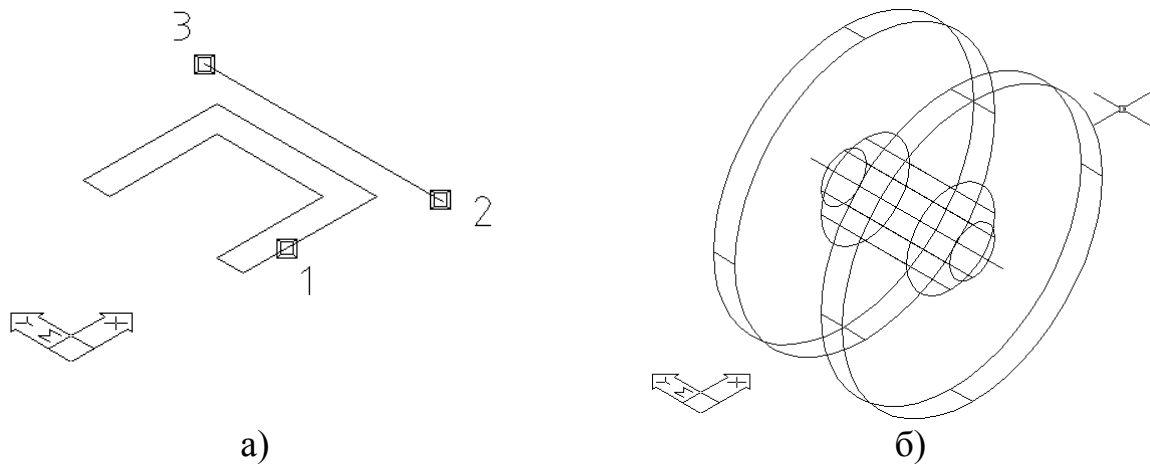


Рис. 5.5

Якщо на запит

Угол вращения ⟨полный круг⟩:**270**↵

задати значення кута обертання 270° , отримаємо (рис. 5.6).

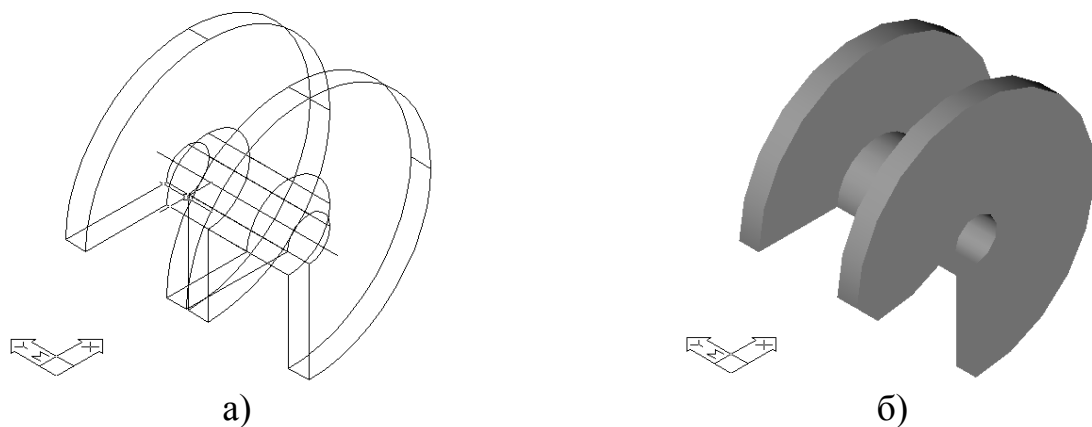


Рис. 5.6


6. ОБ'ЄДНАННЯ, ВИРАХОВУВАННЯ ТА ПЕРЕТИН

При побудові простих тіл їх умовно розбивають на простіші форми, після чого застосовують 3-мірні логічні операції (об'єднання, вирахування та перетин). Дані інструменти активуються з випадаючого меню **Редакт (Modify) ⇒ Логические операции (Solids Editing)** або за допомогою панелі інструментів Редактирование 2 (рис. 6.1).



Рис. 6.1

6.1. Об'єднання тіл (рис. 6.2)

Активуємо інструмент  **Объединение (Union)**, після чого виберемо об'єднувані об'єкти, у нашому випадку циліндр і конус та натиснемо ENTER.

Выберите объекты: ЛКМ ↵

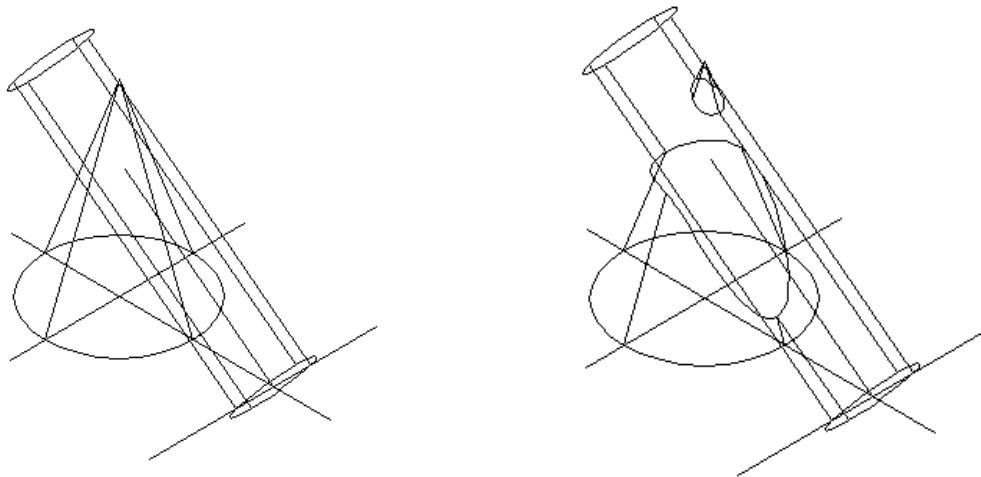


Рис. 6.2

6.2. Вирахування одного тіла з іншого (рис. 6.3).

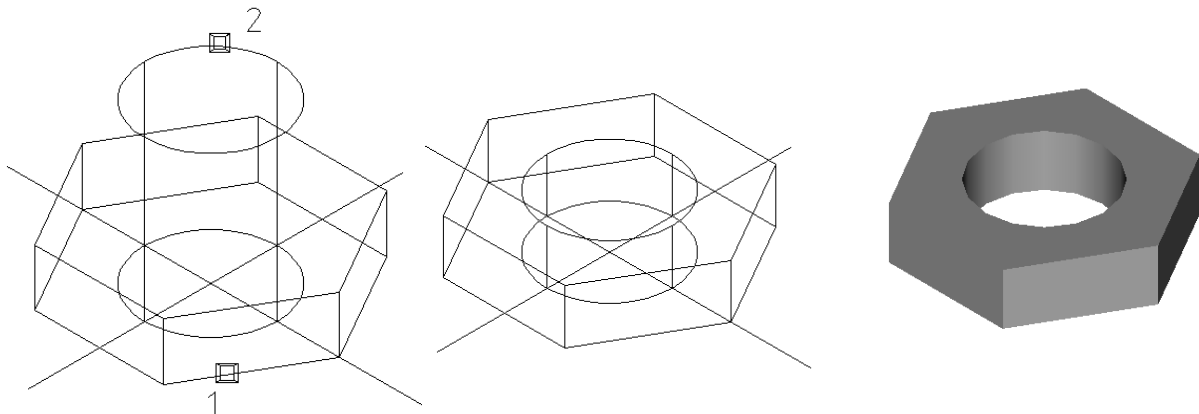


Рис. 6.3


Активуємо інструмент  **Вычитание** (Subtract), вибираємо об'єкти, з яких проводимо вирахування (1).

Выберите объекты: **ЛКМ** ↵

вибираємо об'єкти, які потрібно вирахувати (2).

Выберите объекты: **ЛКМ** ↵

6.3. Створення тіл шляхом пересікання (рис. 6.4).

Активуємо інструмент  **Пересечение** (Intersect), після чого виберемо об'єкти, які перетинаються (паралелепіпед та сфера) та натиснемо ENTER:

Выберите объекты: **ЛКМ** ↵

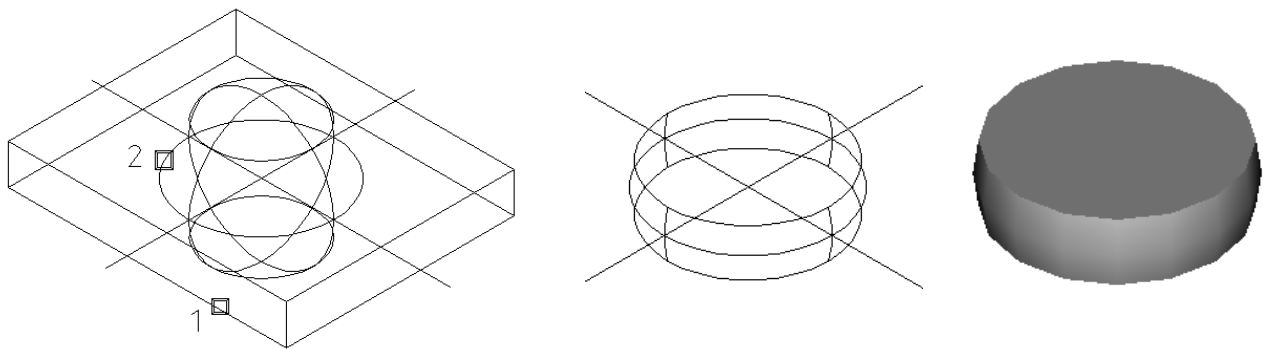


Рис. 6.4

7. СИСТЕМА КООРДИНАТ

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

У пакеті AutoCAD застосовується тривимірний прямокутний декартовий систем координат. При використанні цієї стандартної системи точка розміщується в тривимірному просторі за допомогою визначення відстані й напрямку із усталеного початку відліку, вимірюваного по трьох ортогональних осях (X, Y, Z). Система визначення координат незалежна від використовуваних одиниць виміру. Початок відліку передбачається в точці (0, 0, 0). Додатний напрямок осі абсцис (вісь X системи координат) і осі ординат (вісь Y системи координат) відповідає напрямку стрілок піктограми. Вісь Z спрямована від площини екрана монітора до користувача. Вісь X світової системи координат спрямована горизонтально, вісь Y – вертикально. Початок координат – це точка перетинання осей X і Y; за замовчуванням вона сполучається з лівим нижнім кутом рисунка.

У програмі AutoCAD дозволено застосування двох систем координат: фіксованої світової системи координат **МСК** (WCS) і переміщеної системи координат користувача **ПСК** (UCS).

У **МСК** визначається місце розташування всіх об'єктів креслення, вона використовується для визначення інших систем координат. **МСК** – система координат, щодо якої об'єкт не змінює свого положення й орієнтації.

ПСК – обумовлена користувачем система координат, що використовується для зручного завдання геометрії моделі. В одному кресленні можна створювати й зберігати довільну кількість ПСК. Якщо необхідно використання світових координат при роботі в користувальницькій системі координат, то перед координатами варто ввести символ *. ПСК – система координат, щодо якої об'єкт може змінювати своє положення й орієнтацію, залишаючись нерухомим у МСК.

З метою полегшення орієнтації в просторі креслення головне вікно AutoCAD містить піктограму поточної системи координат, що за замовчуванням розміщується в нижньому лівому куті вікна. Піктограма може бути пов'язана із точкою початку координат або розташовуватися в лівому нижньому куті робочої зони. Керування піктограмою здійснюється з меню **Вид (View) ⇒ Отображение (Display) ⇒ Піктограма ПСК (DCS Ucon)**.

У будь-який певний момент активна тільки одна система координат, яку прийнято називати біжучою. У ній координати визначаються будь-яким доступним способом.

Основна відмінність світової системи координат від системи координат користувача полягає в тому, що світова система координат може бути тільки одна (для кожного простору моделі й аркуша), і вона нерухома. Застосування системи координат користувача не має практично ніяких обмежень. Вона може бути розташована в будь-якій точці простору під будь-яким кутом до світової системи координат. Простіше вирівняти систему координат з існуючим геометричним об'єктом, чим визначати точне розміщення тривимірної точки. ПСК зазвичай використовується для роботи з несуміжними фрагментами рисунка. Поворот ПСК спрощує вказівка точок на тривимірних або повернених видах. Вузлові точки й базові напрямки, зумовлені режимами прив'язки **ПРИВ'ЯЗКА (SNAP)**, сітки **СЕТКА (GRID)** і ортогонального режиму **ОРТО (ORTHO)**, повертаються разом із ПСК.

При роботі в ПСК допускається повертати її площину XY і зміщувати початок координат. При введенні відлік іде від поточної користувальницької системи координат. Відповідна піктограма дає можливість судити про положення й про орієнтацію поточної ПСК, допомагаючи візуалізувати цю орієнтацію щодо світової системи координат, а також щодо об'єктів, які містяться в рисунку.

Піктограма ПСК завжди зображується в площині XY поточної ПСК і вказує додатний напрямок осей X і Y. Сама піктограма може розташовуватися як на початку системи координат користувача, так і в іншому місці. Цю позицію регулює команда керування піктограмою системи координат **Піктограма ПСК (DCS Ucon)**. За допомогою тієї ж команди можна вибрати одну із трьох піктограм (рис. 7.1). У тривимірній піктограмі допускається зміна розміру, кольору, типу стрілок осей і товщини ліній.

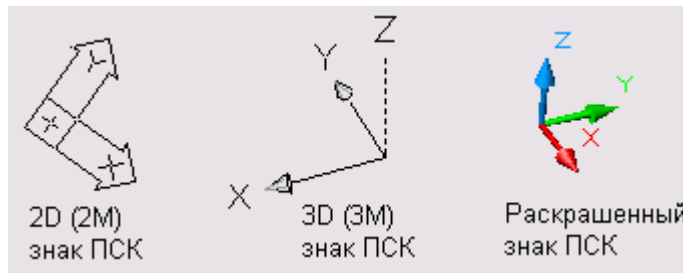


Рис. 7.1. Варіанти піктограм системи координат

Різні варіанти піктограм ПСК використовуються для полегшення сприйняття зображення (рис. 7.2).

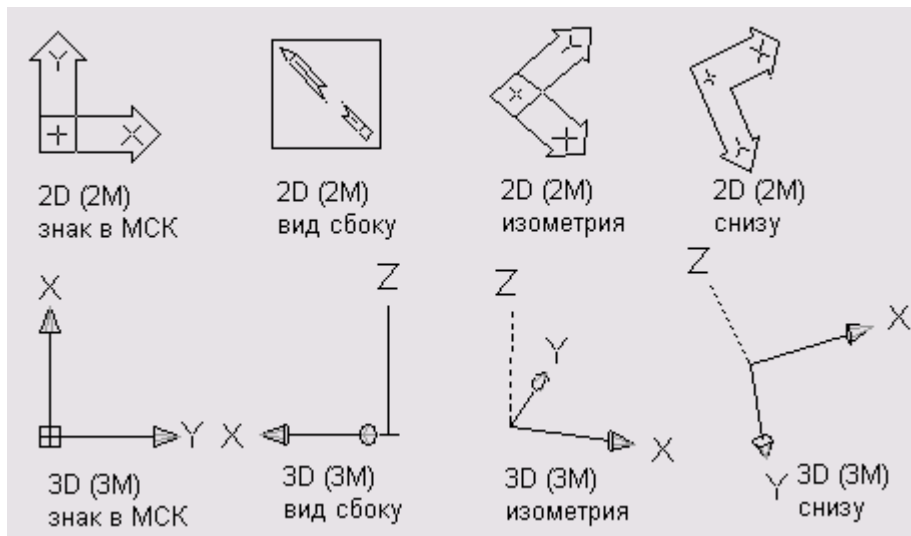


Рис. 7.2. Варіанти піктограм системи координат

Поява символу + (плюс) у нижньому лівому куті піктограми вказує на її розташування на початку ПСК. Користувальницька система координат використовується для переміщення початку системи координат і/або зміни орієнтації осей системи координат у просторі, що значно спрощує процес створення й редагування об'єктів. При створенні об'єкта зручно помістити початок системи координат у базову точку об'єктів, особливо якщо в даній точці формується багато об'єктів.

Піктограма із зображенням зламаного олівця свідчить, що площина XY практично паралельна напрямку погляду. У цьому випадку при задаванні значень координат мишею відбувається вибір точок з нульовими координатами z, що звичайно не відповідає бажанню користувача. Перед введенням точок або редагуванням моделі по виду піктограми варто оцінити кут між напрямком погляду та піктограмою ПСК: якщо цей кут малий, точний вибір точок за допомогою миші або іншого маніпулятора складно здійснити.

Вибір системи координат користувача у просторі

Для зміни положення ПСК застосовуються такі способи:

- задавання нової площини XY або нової осі Z;
- введення нового початку координат;
- сполучення ПСК із наявним об'єктом;
- сполучення ПСК із гранню тіла;
- сполучення ПСК із напрямком погляду;
- поворот ПСК навколо однієї з її осей;
- розташування площини XY ПСК перпендикулярно обраному як вісь Z напрямку;
- відновлення раніше збереженої ПСК;
- застосування наявної ПСК до будь-якого видового екрана.

Розміщення, переміщення, обертання й відображення користувальницьких систем координат виробляється за допомогою команди **ПСК (UCS)**. Викликати її або варіанти її виконання можна з командного рядка або з випадаючого меню **Сервіс (Tools)**. Найзручнішим представляється виклик цієї команди із плаваючої панелі інструментів **ПСК (UCS)** – рис. 7.3.



Рис. 7.3. Панель інструментів **ПСК (UCS)**

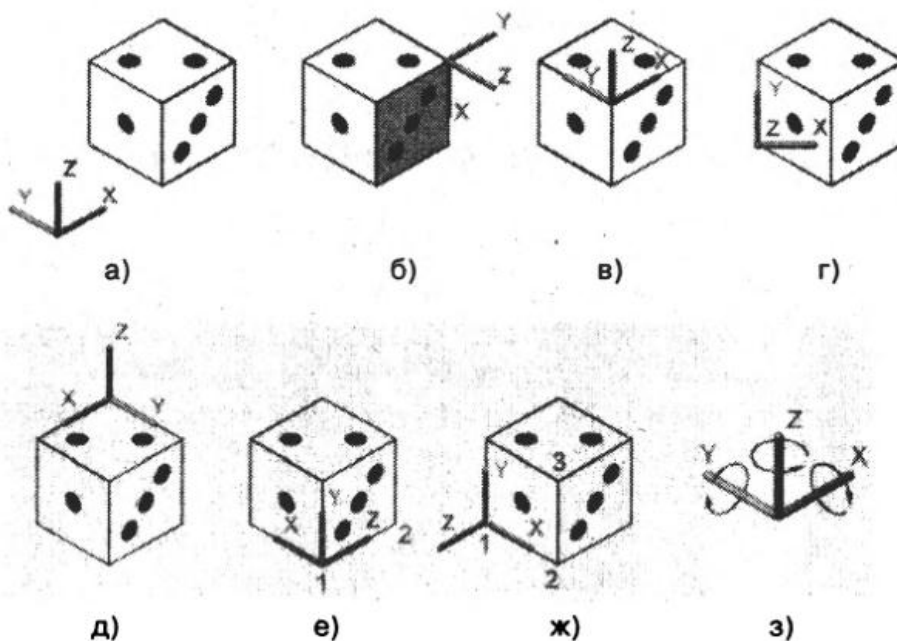





Рис. 7.4. Управління ПСК


- ПСК (UCS)** – управляє системами координат із КМн.
- Предыдущая ПСК (UCS Previous)** – повернення до попередньої ПСК.
- МСК (World)** – перехід до світової системи координат, рис. 7.4а.

 **ПСК Объект (Object)** – вирівнює робочу площину XY по обраній грані об'єкта, рис. 7.4в.

 **Вид (View)** – сполучає поточну ПСК із напрямком погляду, тобто орієнтує робочу площину XY паралельно до вибраного елемента, рис. 7.4г.

 **Начало (Origin)** – визначає початок координат ПСК, рис. 7.4д.

 **Z ось (Z Axis Vector)** – визначає положення робочої площини XY по заданому додатному напрямку осі Z. На рис. 7.4е, напрямок осі Z задано точками 1 і 2;


 **3 точки (3 Point)** – установлює початок координат і орієнтує робочу площину XY по трьох заданих на об'єкті точках. На рис. 7.4ж, робоча площина XY визначена по точках 1, 2 і 3.

 **поворот вокруг X** – повертає поточну ПСК навколо осі X, рис. 7.4з.

 **поворот вокруг Y** – повертає поточну ПСК навколо осі Y, рис. 7.4з.

 **поворот вокруг Z** – повертає поточну ПСК навколо осі Z, рис. 7.4з.

Задача. Побудувати отвір під шпонку за даними розмірами використовуючи ПСК (рис. 7.5а).

Побудуємо осі, коло (рис. 7.5б). Змінимо напрямок ПСК. Повернемо ПСК на 45° відносно осі Z (рис. 7.5в). Активуємо інструмент  **поворот вокруг Z**:

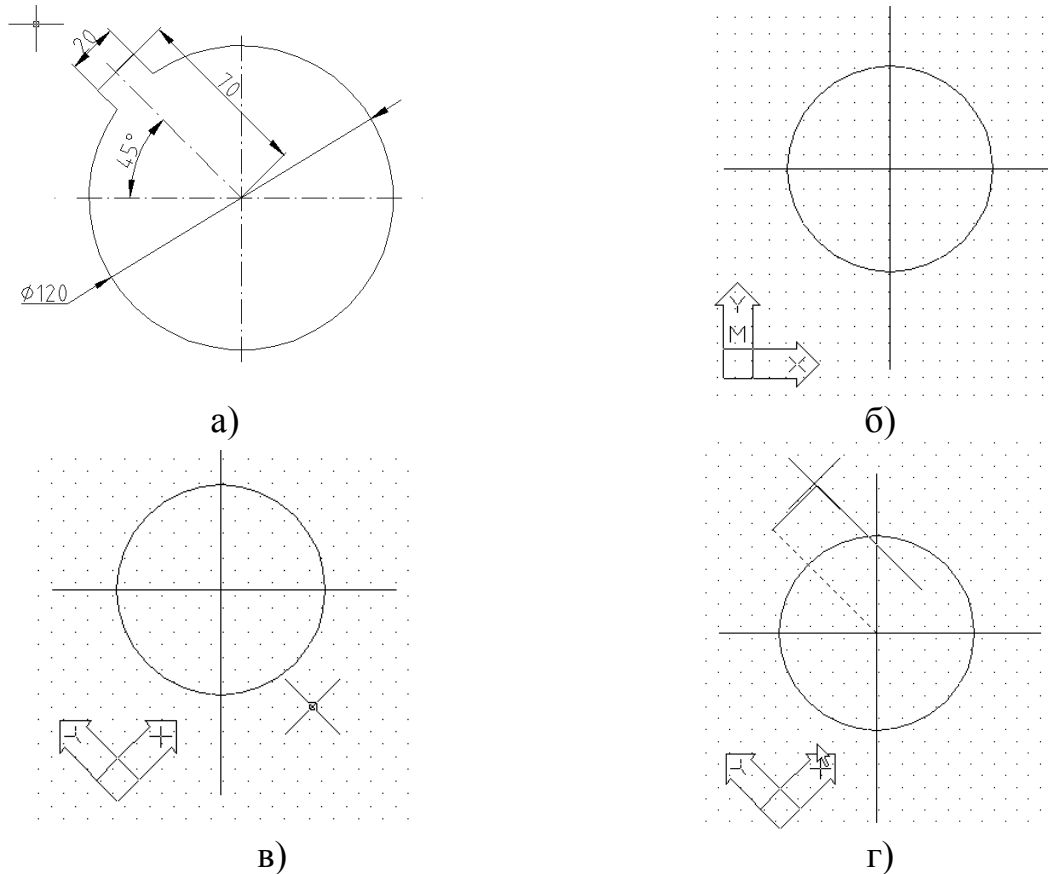


Рис. 7.5

Команда: **пск**↵


Начало/ЗОсь/Зточки/Объект/Вид/Х/У/З/Предыдущ/Замени/Сохрани/Удали/?/<Мир>: **z**↵

Угол поворота вокруг оси Z <0>: **45**↵

Здійснимо побудову отвору під шпонку в новій системі координат (рис. 7.5г)

Задача. Побудова різнонаправлених конусів. $R=40$, $H=100$ (рис. 7.6е).

У режимі ОРТО побудувати осі, побудувати конус, центр основи на перетині осей (рис. 7.6, а).

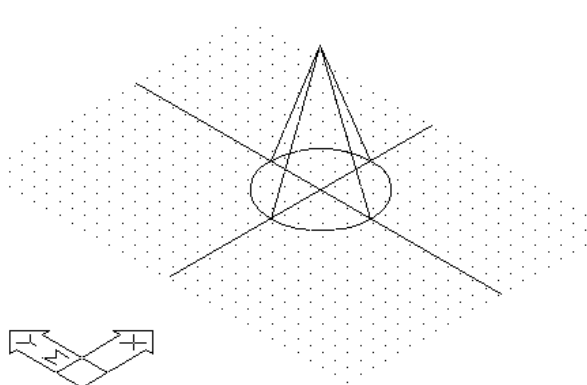
Змінити напрямок ПСК. Повернути поточну систему координат (МСК) на 90° навколо осі Х. На панелі ПСК вибрати інструмент  (поворот навколо Х) (рис. 7.6, б).

Команда: **пск**↵

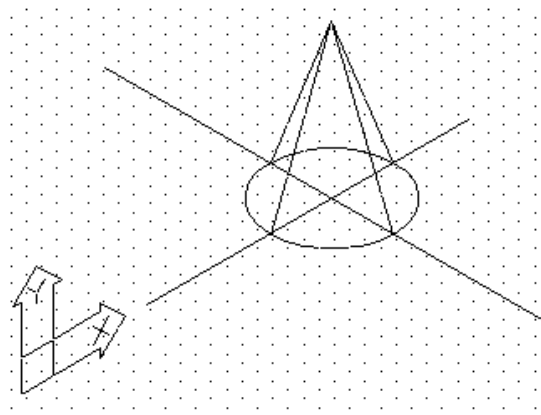
Начало/ЗОсь/Зточки/Объект/Вид/Х/У/З/Предыдущ/Замени/Сохрани/Удали/?/<Мир>: **x**↵

Угол поворота вокруг оси Х <0>: **90**↵

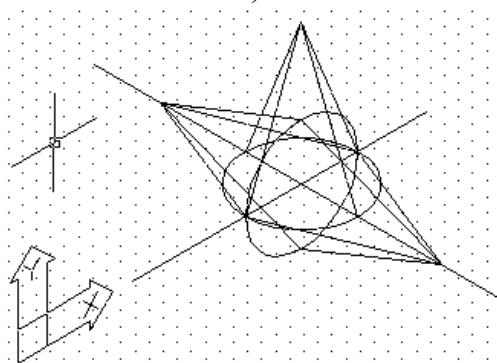
Побудувати конуси з центром основи на перетині осей радіусом 40 мм, висотою 100 мм та -100 мм (рис. 7.6в).



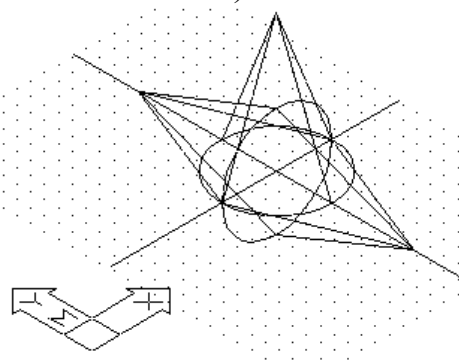
а)



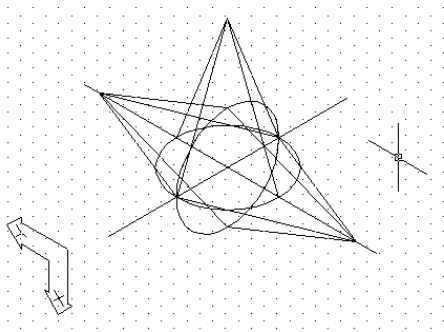
б)



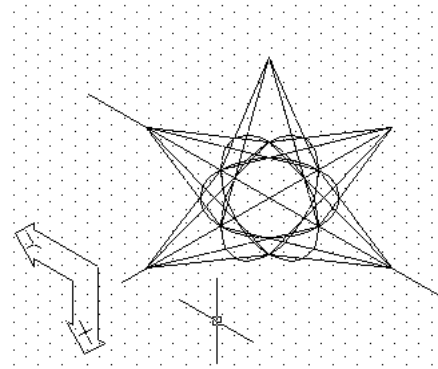
в)



г)



д)



е)


Рис. 7.6



Повернутися до світової системи координат (МСК) (рис. 7.6г).

Команда: **пск**↵

Начало/ЗОсь/Зточки/Объект/Вид/Х/У/З/Предыдущ/Замени/Сохрани/
Удали/?/<Мир>: **м**↵

Повернути поточну систему координат (МСК) на 90° навколо осі У. На панелі ПСК вибрати інструмент  (поворот навколо У) (рис. 7.6д)

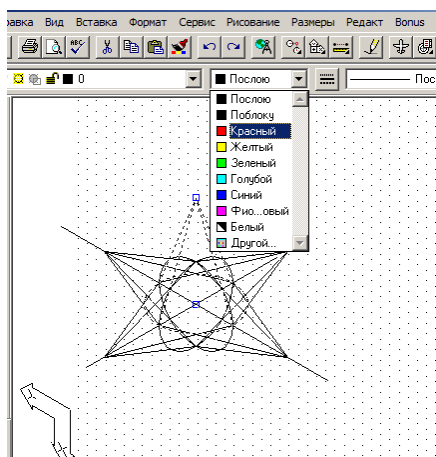
Команда: **пск**↵

Начало/ЗОсь/Зточки/Объект/Вид/Х/У/З/Предыдущ/Замени/Сохрани/
Удали/?/<Мир>: **у**↵

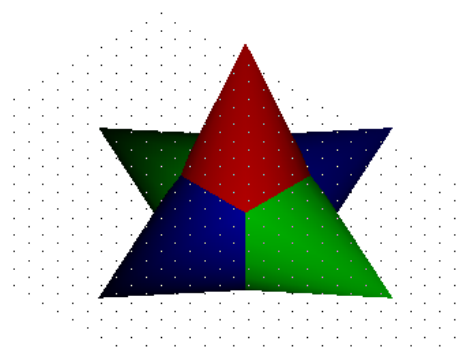
Угол поворота вокруг оси У <0>: **90**↵

Побудувати конуси з центром основи на перетині осей радіусом 40 мм, висотою 100 мм та -100 мм (рис. 7.6е).

Виділити об'єкти та задати колір, використовуючи панель **Свойства объектов** (рис. 7.7а). Здійснити тонування об'єкта **Вид (View) => Тонирование (Render)** (рис. 7.7б).



а)



б)

Рис. 7.7

8. ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

Для отримання реалістичного тонованого зображення в AutoCAD надається можливість створювати, переміщувати і налаштовувати джерела світла. Встановлення в рисунку джерел світла – найпростіший спосіб поліпшити зовнішній вигляд тонованих моделей.

В AutoCAD є чотири види джерел світла: *розсіяне світло, віддалені джерела, точкові джерела та прожектори*. Світло від джерел дозволяє створювати тінь тільки в режимах візуалізації **Фотореалістичное** (Photo Real) і **Трассировка луча** (Photo Raytrace). У режимі **Упрощенное** (Render) світло проходить крізь поверхні, не створюючи тіней.

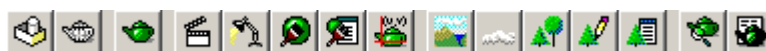



Рис. 8.1

Формування нових і модифікація вже створених джерел світла здійснюються командою **Свет** (Light), викликуваної з випадаючого меню **Вид** (View) => **Тонирование** (Render) => **Свет...** (Light...) або клацанням миші по піктограмі  **Источники света** (Lights) панелі інструментів **Тонирование** (Render). При цьому завантажується діалогове вікно **Источники света** (Lights), показане на рис. 8.2.

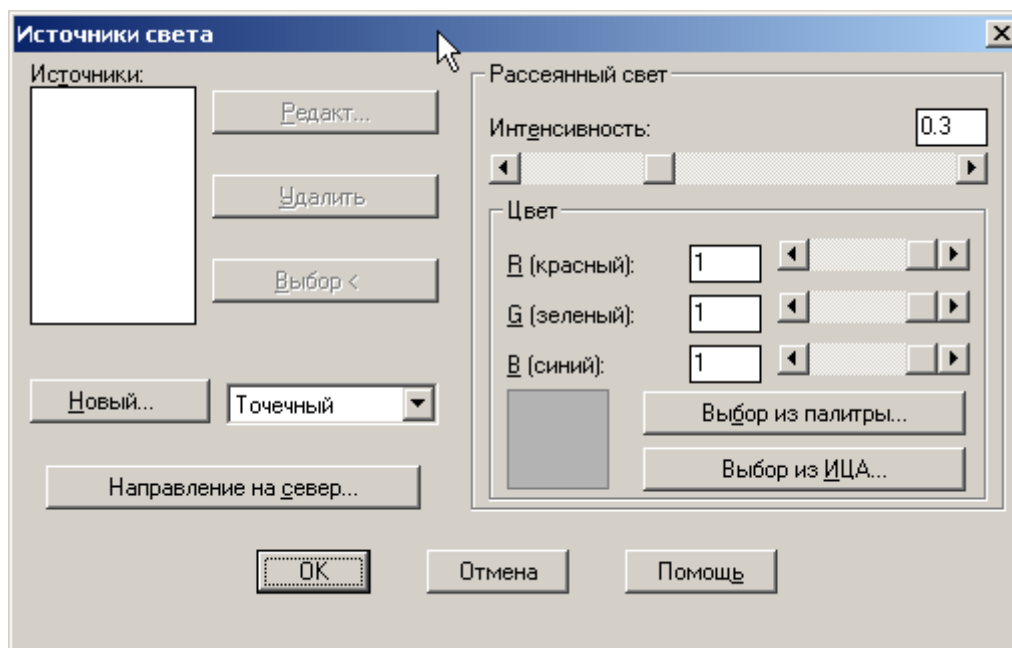


Рис. 8.2

8.1. Тіні

При створенні або модифікації джерела світла можна генерувати тіні. Відповідні інструменти є тільки в режимах візуалізації **Фотореалістичное**

(Photo Real) і **Трассировка луча** (Photo Raytrace) і вимикаються при тонуванні прапорцем-вимикачем **С тенями** (Shadows) у діалоговому вікні, представленому на рис. 8.3. Отримання тіней на вихідному зображенні сповільнює процес тонування, але зображення стає набагато реалістичнішим.

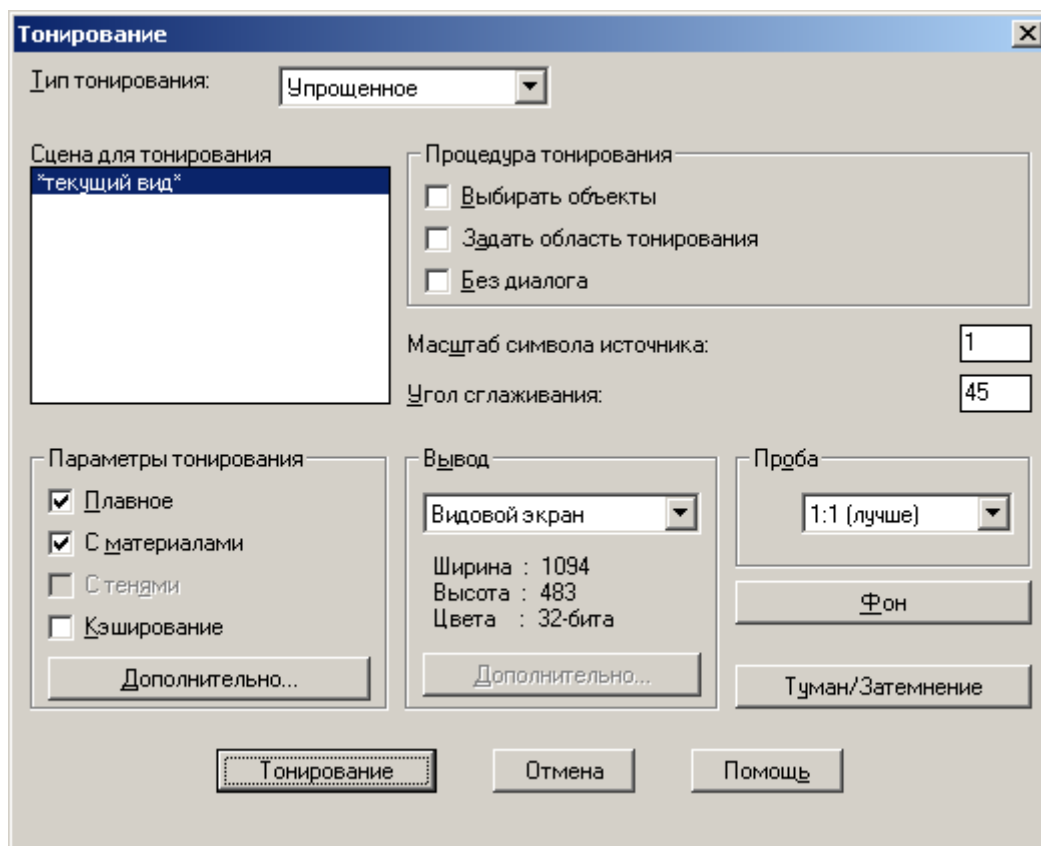


Рис. 8.3

Тіні бувають трьох типів: *об'ємні*, *карти тіней* і *тіні трасування променя*. Налаштування типу тіні здійснюється в діалоговому вікні джерела світла будь-якого типу, наприклад, у діалоговому вікні **Новый точечный источник света** (New Point Light). Для цього необхідно в області **Тени:** (Shadows:) установити прапорець **Включить** (Shadow On) і клацнути на кнопці **Параметры теней...** (Shadow Options. ..). У діалоговому вікні, що розкрилося, **Параметры теней** (Shadow Options) ввімкнений прапорець **Объемные тени/Тени трассировки луча** (Shadow Volumes/Raytrace) установлює об'ємні тіні для режиму **Фотореалистичное** (Photo Real) й тіні трасування променя для режиму **Трассировка луча** (Photo Raytrace).

Якщо налагоджено відображення об'ємних тіней, то модуль тонування обчислює об'єм, займаний тінню об'єкта, і формує тінь, ґрунтуючись на даному об'ємі. Об'ємні тіні мають різкі кромки, але контури їх досить розмиті. На тіні, що відкидаються прозорими або напівпрозорими об'єктами, справляє вплив колір цих об'єктів.

Карти тіней можуть генеруватися при двох режимах — **Фотореалистичное** (Photo Real) і **Трассировка луча** (Photo Raytrace)—

під час попереднього тонування. Для кожного пікселя. Чим більше розмір, тим вище точність. У картах тіней не підтримуються колірні ефекти, пов'язані з проходженням світла через прозорі й напівпрозорі об'єкти. Проте лише використання таких карт дає можливість моделювати тіні з м'якими контурами при фотореалістичному тонуванні. Міра м'якості кордонів визначається користувачем.

Для генерації карти тіней необхідно в діалоговому вікні **Параметри тіней (Shadow Options)** зняти прапорець **Объемные тени / Тени трассировки луча (Shadow Volumes/ Ray Traced Shadows)**. Тіні трасування променя генеруються лише алгоритмом трасування променя, що йде від джерела світла. Вони мають різкі кромки і точно розраховані контури; на них також справляє вплив колір об'єкта, що відкидає тінь. Тіні завжди збільшують витрати часу на тонування – інколи досить істотно. Зазвичай для простих об'єктів об'ємні тіні генеруються швидше, ніж тіні трасування променя. Але для складніших моделей з великою кількістю граней картина може бути зворотною.

Карти тіней, як правило, генеруються відносно довго. Скоротити цей час допомагає вибір уручну окремих об'єктів, які відкидатимуть тіні.

8.2 Встановлення та зміна джерел світла

На рисунку можна встановити будь-яку кількість джерел світла, для кожного з яких задаються колір, положення і напрям освітлення. Стосовно точкових джерел і прожекторів допускається також задавання величини спаду інтенсивності освітлення.

Установка надлишкової кількості джерел світла не призводить до непоправних наслідків. У будь-який момент зайве джерело можна видалити, прибрати з поточної сцени (цей спосіб найзручніший) або вимкнути, задавши нульову інтенсивність. Щоб гарантувати унікальність імен джерел світла, не слід вводити їх до складу блоків. Єдиною незмінною характеристикою джерела залишається його тип. Не можна, наприклад, перетворити точкове джерело в прожектор: слід видалити наявне джерело і встановити нове.

Для створення й редагування джерел світла використовують команду **Источники света (Light)**, що викликає діалогове вікно **Источники света (Lights)** (рис. 8.2). Перед формуванням нового джерела світла вибирають його вигляд: **Точечный (Point Light)**, **Удаленный (Distant Light)** або **Прожектор (Spotlight)**. Потім після натиснення кнопки **Новий... (New...)** завантажується допоміжне діалогове вікно, відповідне вибраному джерелу світла.

На рис. 8.4 показано діалогове вікно **Новый источник света (New Point Light)** для точкового джерела світла. При формуванні нового джерела світла в першу чергу необхідно вказати його унікальне ім'я в полі **Имя источника (Light Name:)**. У полі **Интенсивность: (Intensity:)** або введенням чисельного значення, або переміщенням повзунка встановлюється інтенсивність світла від цього джерела. В області **Положение (Position)** за

допомогою кнопок **Изменить<** (Modify<) і **Показать...** (Show...) можна задати і перевірити місце розташування джерела світла, а в області **Цвет** (Color) – його спектральні характеристики. Колір задається одним з трьох способів:

- за допомогою повзунків **Red:**, **Green:** і **Blue:**;
- за допомогою кнопки **Выбор из палитры...** (Select Color...), після натиснення якої відкриваються палітри Hls або RGB, звідки можна вибирати кольори;
- за допомогою кнопки **Выбор из ИЦА** (Select Indexed...), після натиснення якої здійснюється вибір кольору з палітри AUTOCAD.

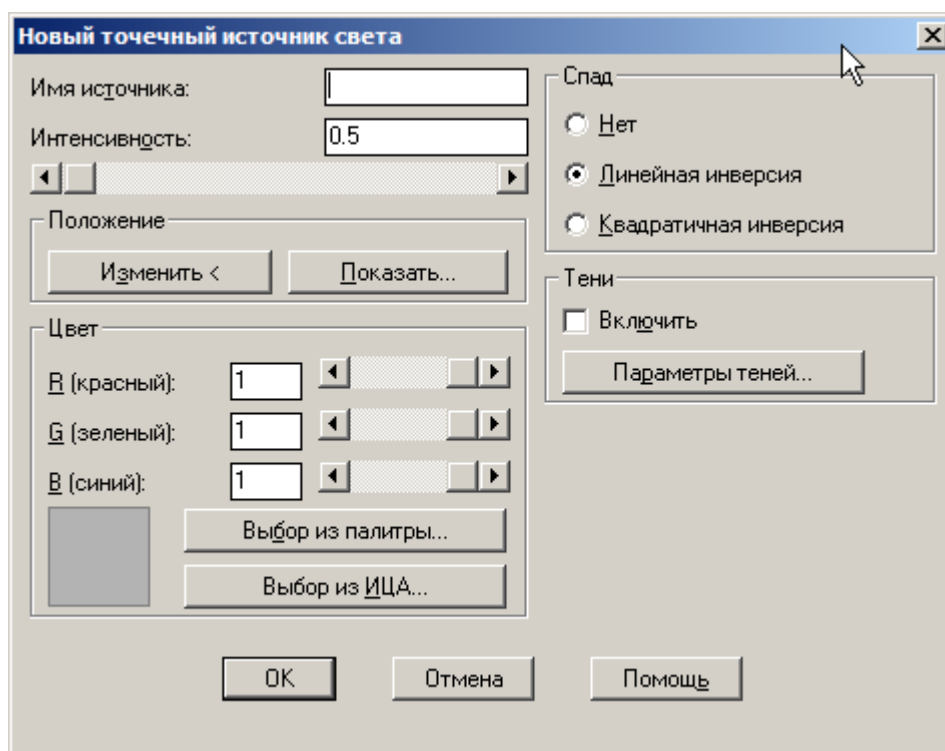


Рис. 8.4

В області **Спад** (Attenuation) за допомогою перемикачів **Нет** (None), **Линейная инверсия** (Inverse Linear) і **Квадратичная инверсия** (Inverse Square) можна набудувати послаблення світла залежно від відстані до джерел. Точковому джерелу більше відповідає квадратичне послаблення світла залежно від відстані. Область **Тени** (Shadows): використовують, щоб визначити, чи буде дане джерело світла відкидати тіні.

На рис. 8.5 представлено діалогове вікно нового видаленого джерела світла **Новый удаленный источник света** (New Distant Light). Перша його відмінність від діалогового вікна точкового джерела світла полягає у відсутності області **Спад** (Attenuation), оскільки інтенсивність світла видаленого джерела не зменшується із збільшенням відстані. Друга відмінність – заміна області **Position** кількома іншими способами установки напрямку променів світла:

- в області **Направление луча (Light Source Vector)** визначається точка вектора, з якої видалене джерело «дивиться» на початок системи координат;
- параметри **Азимут: (Azimuth:)** і **Возвышение: (Altitude:)** дозволяють задати азимут і кут нахилу Сонця відносно півночі й лінії горизонту;
- кнопкой **Положение солнца (Sun Angle Calculator)** обчислюється положення Сонця для будь-якої точки земної кулі в будь-який день року і будь-який час доби.

Остання можливість спеціально розроблена для архітектурно-дизайнерських проєктів, де важливо враховувати освітлення будівель залежно від часу дня і року.

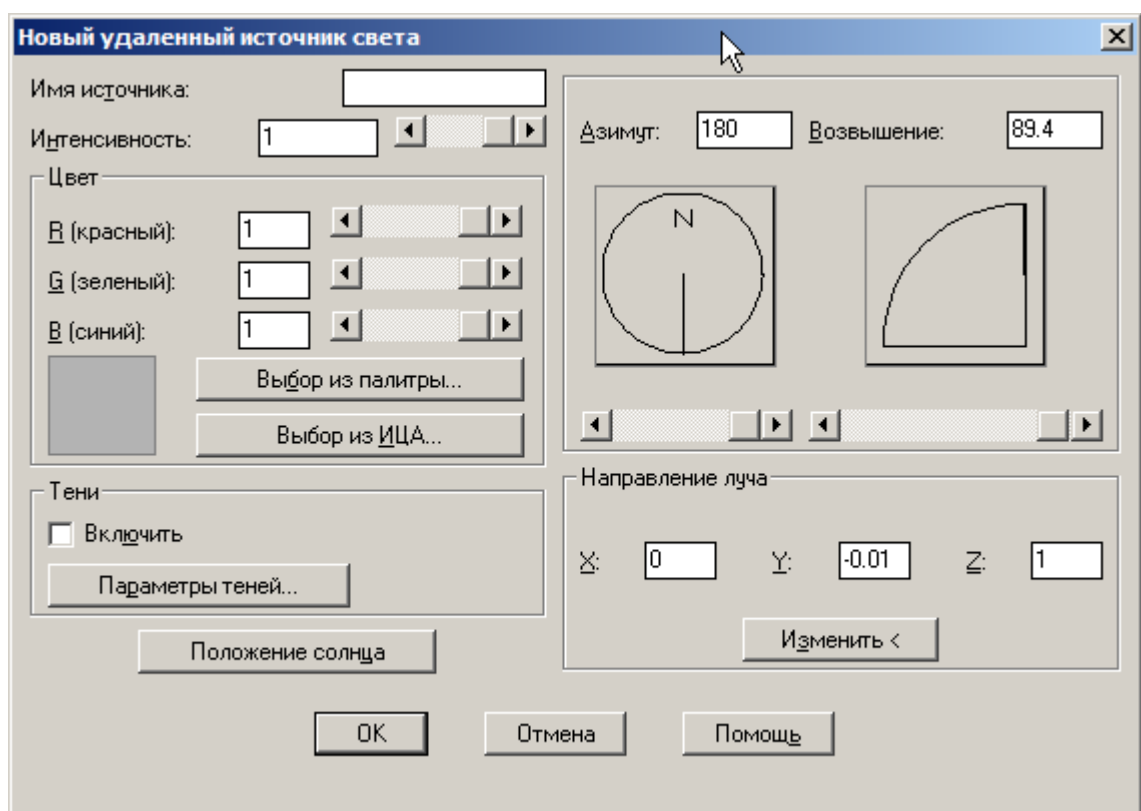


Рис. 8.5

На рис. 8.6 показано діалогове вікно нового прожектора **Новый прожектор (New Spotlight)**. Його єдина відмінність від вікна точкового джерела світла полягає в наявності двох додаткових областей і відповідних движків. Ці області – **Полный курс: (Falloff:)**, що визначає кут повного світлового конуса, і **Яркое пятно: (Hotspot:)**, що визначає кут конуса світла. При визначенні місця розташування прожектора за допомогою кнопки **Изменить<** (Modify<) спочатку запрошується точка, в яку направлено світло прожектора, а потім точка, де розташований він сам. Якщо при використанні точкового джерела більш відповідає дійсності квадратичне послаблення світла

залежно від відстані, то в даному випадку без особливих порушень правдоподібності можна використовувати лінійне послаблення.

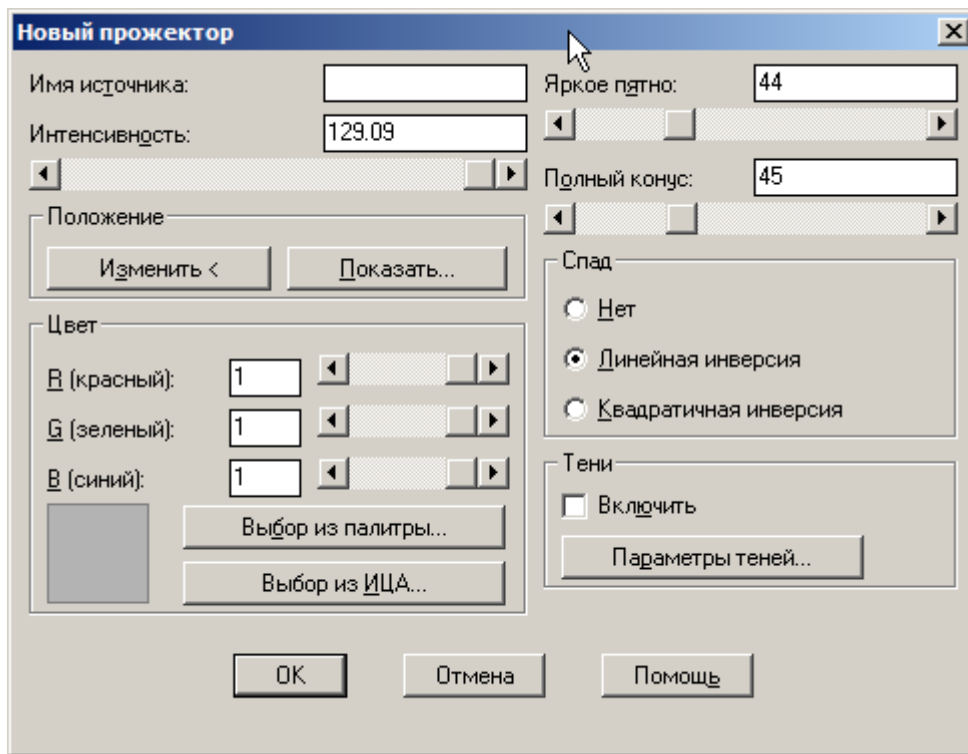



Рис. 8.6

8.3. Присвоєння та редагування матеріалів

Щоб зробити тонування зображення більш реалістичним, поверхням об'єктів надають оптичні властивості різних матеріалів, як реальних, так і не існуючих у природі. Якщо розроблювача не задовольняє наявний набір матеріалів, він може сам створити матеріал, що буде відповідати його вимогам.

 Команда **Материал** (Rmat) - визначення *матеріалів*. Команда викликається з випадаючого меню **Вид** (View) => **Тонирование** (Render) **Материал...** (Materials...) або клацанням миші по піктограмі **Материалы** (Materials) панелі інструментів **Тонирование** (Render). Ця команда завантажує діалогове вікно **Материалы** (Materials), представлене на рис. 8.7.

Перед створенням нового матеріалу необхідно визначити його тип: **Стандартный** (Standard) – матеріал, що володіє найширшим діапазоном налаштувань, або спеціальні матеріали: **Мрамор** (Marble) – з властивостями мармуру **Гранит** (Granite) – з властивостями і трибарвною текстурою граніту **Дерево** (Wood) – з властивостями і двоколірною текстурою дерева. На відміну від стандартних, спеціальні матеріали не можна експортувати в інші програми, наприклад в 3d Studio MAX.

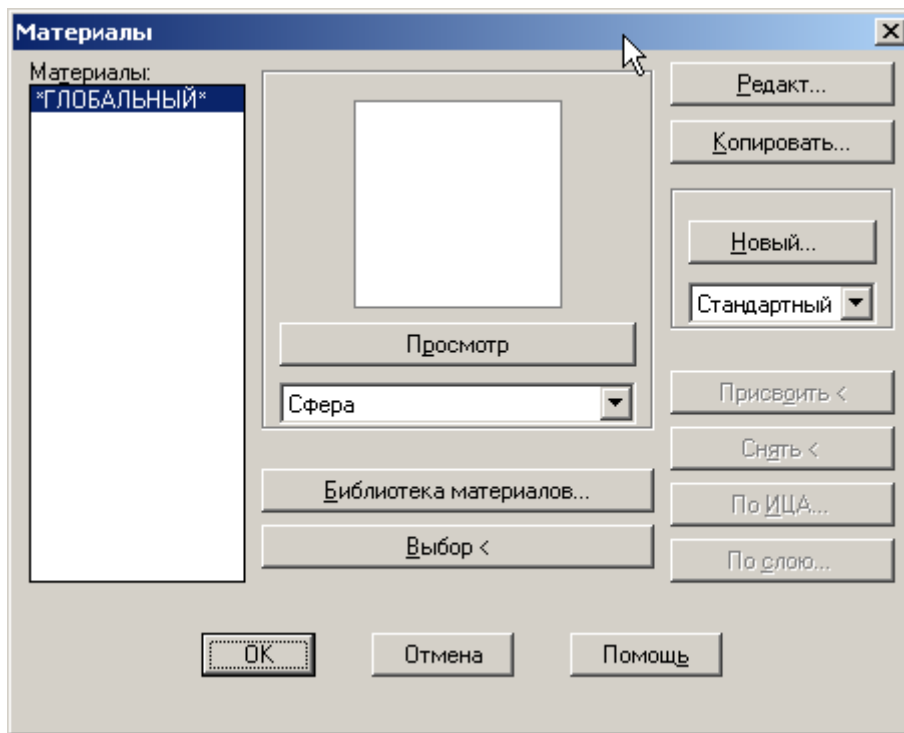


Рис. 8.7

Для точного налаштування матеріалів необхідно натисненням кнопки **Новый...** (New...) відкрити додаткове діалогове вікно **Новый стандартный материал** (New Standard Material) і скористатися його опціями. У діалоговому вікні **Материалы:** (Materials:) розташовані:

- поле **Материалы:** (Materials:) із списком імен файлів, визначених в кресленні матеріалів.
- Кнопка **Просмотр** (Preview) з вікном для перегляду текстур на сферичній або кубічній поверхні.
- Кнопки **Редакт...** (Modify...) і **Копировать...** (Duplicate...), що використовуюються для редагування і копіювання вже існуючих матеріалів.
- Кнопка **Библиотека материалов...** (Materials Library...), призначена для переходу до діалогового вікна бібліотеки матеріалів **Библиотека материалов...** (Materials Library...), що викликається командою **MATLIB**.
- Кнопка **Выбор<** (Select<), після натиснення якої можна визначити ім'я матеріалу, привласненого об'єкта.
- Кнопки **Присвоить<** (Attach<), **Снять<** (Detach<), **По ИЦА...** (By ACI...) і **По слою...** (By Layer...) за допомогою яких виробляється привласнення матеріалу об'єкту, зняття матеріалу з об'єкта, привласнення матеріалу об'єктам із заданим кольором **AUTOCAD** і об'єктам із заданим шаром.

Основними елементами діалогового вікна **Новый стандартный материал** (New Standard Material) представленого на рис. 8.8с:

- Область **Имя материала:** (Material Name:) призначена для введення унікального імені матеріалу.

- Область **Параметры** (Attributes), де задаються і змінюються наступні характеристики матеріалу:

- **Цвет/текстура** (Color/pattern) – основний колір поверхні. Параметр визначає основний колір відбиваного об'єктом світла, тобто його дифузне віддзеркалення. Текстура визначається як растрове зображення, що накладається на модель. Воно може бути представлене в будь-якому з підтримуваних форматів AUTOCAD: TGA, BMP, TIFF, JPEG або PCX. Вибрана для тонування область заповнюється елементарними зразками текстури. Текстура і колір матеріалу можуть використовуватися спільно. На слайді-зразку видно, як виглядатимуть основний колір і вибрана текстура на моделі.

- **Рассеяние** (Ambient) – колір розсіяного освітлення. Параметр визначає колір тіні матеріалу, а також колір, що відбивається поверхнею при освітленні її розсіяним світлом. Рекомендується встановлювати значення не більше 0,3 або залишати задане за умовчанням 0,1. Використання більшої величини може привести до розмивання тонованого зображення.

- **Отражение** (Reflection) – відбитий колір відблисків. Параметр визначає колір відблисків (дзеркальних віддзеркалень) на відзеркалювальній поверхні. Блискучі поверхні, наприклад гладкі метали, відображають світло вузьким пучком, а при освітленні тіл сферичної або циліндрової форми відблиском є яскрава пляма.

- **Шероховатость** (Roughness) – шорсткість поверхні. Параметр визначає розмір відблисків на зображенні. Саме шорсткістю, наприклад, зумовлена зовнішня відмінність двох сталевих кульок від підшипника, один з яких відполірований, а другою оброблений наждачним папером. Чим гладша поверхня, тим менше розмір відблисків.

- **Прозрачность** (Transparency) – прозорість матеріалу. Можна зробити весь об'єкт або його частину прозорим або напівпрозорим. Міра прозорості матеріалу регулюється в межах від 0 до 1,0. Установка прозорості збільшує тривалість тонування.

- **Преломление** (Refraction) – заломлення прозорого матеріалу.

- **Выдавливание** (Bump Map) – текстура витискування. Параметр дозволяє імітувати ефект витискування на поверхні об'єкта. Значення яскравості в точках текстури витискування створює ефект появи висоти в поверхні об'єкта.

- область **Значение:** (Value:), де можна змінити значення будь-якої характеристики.

- Область **Цвет** (Color) застосовується для колірної визначення характеристик, з прапорцями По ИЦА (By ACI), Фиксированный (Lock) і Зеркало (Mirror), які дозволяють скористатися кольором об'єкта AUTOCAD, основним кольором матеріалу і кольором, дзеркальним відносно основного.

- області **Доля текстури:** (Bitmap Blend:) і **Имя файла:** (File Name:) де визначаються пропорція присутності текстури в характеристиці і ім'я цієї текстури.
- кнопки **Размещение изображения...** (Adjust Bitmap...) і **Найти файл...** (Find File...) використовувані для підгонки текстур і пошуку файлів з текстурами.

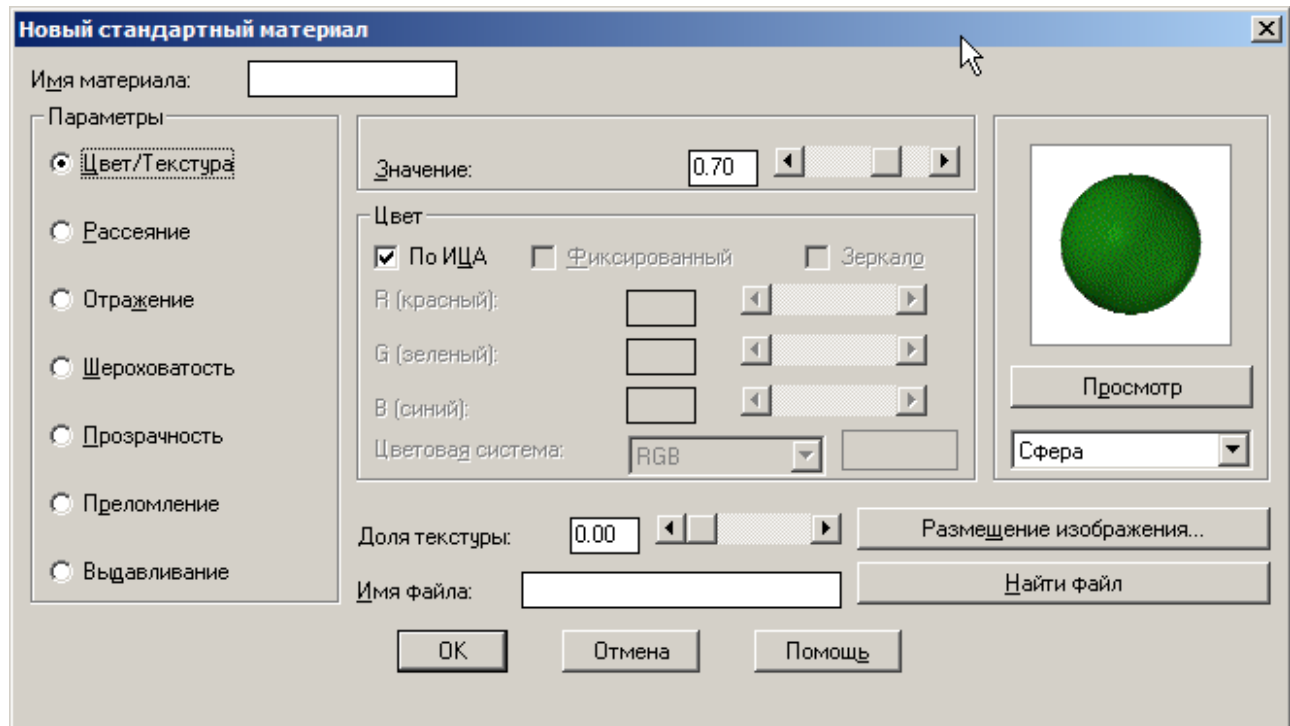


Рис. 8.8

8.4. Присвоєння матеріалів

Після того, як матеріал створений і, якщо необхідно, відредагований, залишається присвоїти його поверхням тих або інших об'єктів. Для цього в області **Имя материала:** (Material Name) діалогового вікна **Материалы** (Materials) спочатку вибирають відповідний матеріал, а потім, натискає кнопку **Attactx** — необхідні об'єкти на кресленні.

В процесі подальшої роботи програми реєструється кількість об'єктів, яким вже привласнений даний матеріал. Ці об'єкти автоматично виділяються на кресленні для того, щоб усунути повторно привласнення того ж матеріалу.

8.5. Накладання текстур

Стосовно тонування накладання текстур означає проектування двовимірної растрової картинки на поверхню тривимірного об'єкту для досягнення спеціальних ефектів. Формати растрових зображень можуть бути самими різними – BMP, TGA, TIF, PCX або JPG. Накладання текстур виробляється по координатах UV. Ці букви спеціально вибрані так, щоб підкреслити незалежність від координат XY об'єктів AUTOCAD. Що

накладаються текстури масштабуються відповідно до поточної системи одиниць AUTOCAD. У фотореалістичних режимах тонування растрові картини можна використовувати як:

- колірні текстури, що визначають розфарбовування поверхні об'єкта, неначе на неї була нанесена растрова картинка. Наприклад, для імітації покритої плиткою підлоги на горизонтальну поверхню накладають текстуру, шахівницю, що нагадує по вигляду;
- текстури віддзеркалення, що імітують предмети, немов відбиваються від гладкої поверхні об'єкта;
- текстури прозорості, задаючи прозорі й непрозорі ділянки на об'єкті. Наприклад, якщо узяти растрове зображення чорного круга в середині білого прямокутника і накласти його на об'єкт як текстура прозорості, то поверхня виглядатиме так, як ніби на об'єкті є круглий прозорий отвір; .
- текстури витискування – імітуючі ефект невеликого витискування ділянок зображення над останньою поверхнею.

Ефекти, що створюються накладанням текстур, відображаються лише у фотореалістичних режимах тонування. За замовчуванням текстура накладається на об'єкта у масштабі 1:1, при цьому тонування займає мінімальний час. Якщо растрова картинка менше об'єкту, при її проектуванні слід задати спосіб її накладання: або кілька екземплярів картини з тим, що має в своєму розпорядженні «плитки», або накладання одиничного екземпляра. У першому випадку картинка копіюється стільки разів, скільки потрібно, щоб вона повністю покрила об'єкт. При одиничному накладанні на об'єкт проектується лише один екземпляр картини. Остання частина об'єкта тонується на підставі даних про його основний матеріал. Область у межах накладеної картини можна набудувати так, щоб через текстуру просвічувався основний матеріал. Текстури, пов'язані з матеріалами, можуть накладатися на об'єкти шляхом вписування або з фіксованим масштабом. Якщо текстура вписується в об'єкт, матеріал відразу заповнює кордони поверхні, що тонується, а малюнок текстури розтягується або зменшується.

При накладанні з фіксованим масштабом матеріал спочатку заповнює деяку фіксовану область, а потім отримана структура розмножується, покриваючи всю поверхню.

Накладання картини, як колірна текстура, визначає розфарбовування поверхні об'єкта. Наприклад, растрова картинка з узором накладається на зображення сидіння стільця для імітації оббивки.

Текстури прозорості задають прозорі й непрозорі області об'єкту, створюючи ефект наявності отворів. Міра прозорості визначається яскравістю елементів текстури: чисто білі її області відповідають непрозорим ділянкам, чисто чорні – прозорим. Якщо текстура кольорова, то для обчислення міри прозорості програма бере в розрахунок еквівалент у відтінках сірого. Світліші ділянки картини, накладеної як текстура витискування, виглядають так, немовби підносяться над поверхнею об'єкта. Простий приклад, картинка з білими буквами на чорному фоні. Накладання її на плоскість як текстура

витискування дає ефект опуклих букв на плоскому фоні, хоча насправді об'єкт залишається плоским.

Якщо текстура кольорова, для обчислення «висоти» елементів, що здаються опуклими при витискуванні, програма оперує еквівалентом у відтінках сірого.

Вживання текстур витискування не обмежене картинками з текстами – будь-яка регулярна растрова структура може бути використана для додавання поверхні рельєфної подоби.

8.6. Експорт і імпорт матеріалів

Користувач, який створює моделі об'єктів, але не є професіоналом у розробленні матеріалів, зазвичай задіює готову бібліотеку матеріалів.

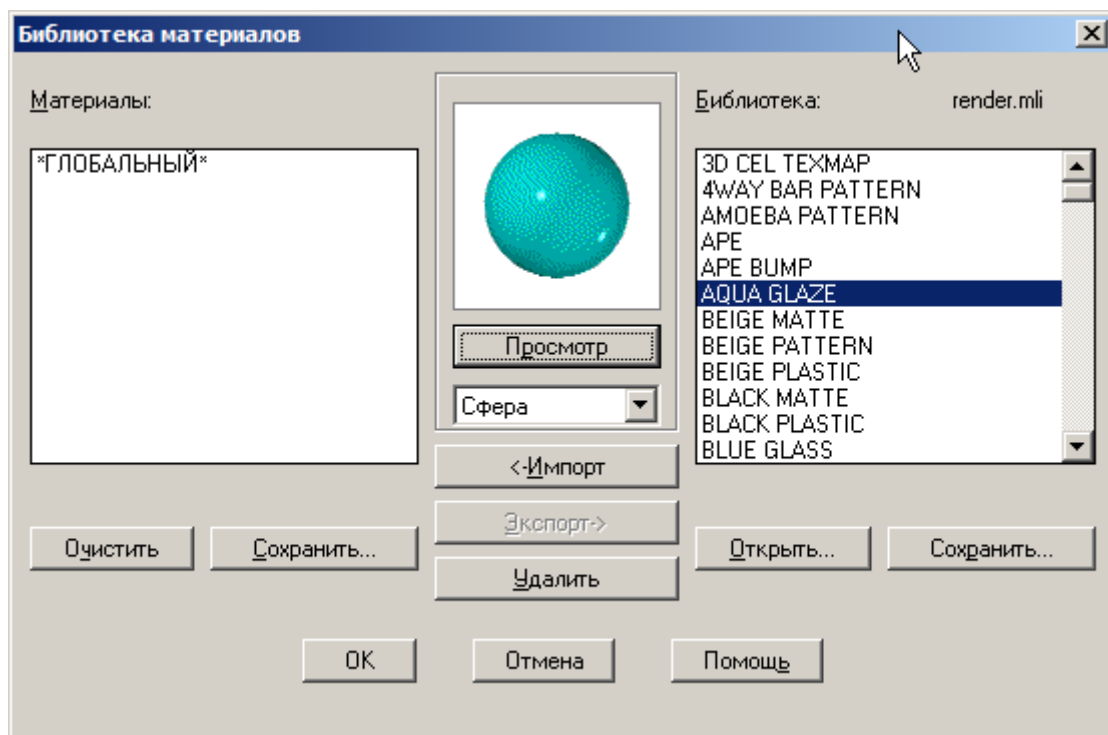


Рис. 8.9

Для виклику діалогового вікна **Библиотека материалов** (Materials Library), показано на рис. 8.9, необхідно запустити команду **MATLIB** з випадаючого меню **Вид (View) ⇒ Тонирование (Render) ⇒ Библиотека материалов...** (Materials Library...). Це вікно може також відкриватися або натисканням кнопки **Библиотека материалов** (Materials Library...), у діалоговому вікні **Материалы** (Materials), що завантажується командою **RMAT** або клацанням миші по піктограмі **Библиотека материалов** (Materials Library) на плаваючій панелі інструментів **Тонирование (Render)**. Необхідно відзначити, що можна не лише брати матеріали з бібліотеки, але і модифікувати їх, а потім додавати туди. Таким

чином, ви через деякий час сформуєте свою власну бібліотеку матеріалів, які часто використовуються у ваших проектах.

Нижче перераховані основні опції діалогового вікна **Бібліотека матеріалів**: (Materials Library:):

- список **Матеріали**: (Current Drawing:) містить назви матеріалів, наявних у малюнку. Тут можуть бути представлені матеріали, не привласнені жодному об'єкту. У списку можна вибрати матеріали, які слід зберегти в малюнку або видалити з нього. Вибір матеріалів у списку **Бібліотека**: (Current Library:) відміння виділення елементів списку **Матеріали**: (Current Drawing:) і навпаки;
- список **Бібліотека**: (Current Library:) показує матеріали, наявні у вибраному бібліотечному файлі. За замовчуванням використовується бібліотека render.mli;
 - кнопка **Сохранить...** (Save As...) призначена для виклику діалогового вікна **Library File** – стандартного вікна вибору файлів, де задається ім'я MLI-файла, в якому буде збережений список **Матеріали**: (Current Drawing:);
 - після натискання кнопок **Открыть...** (Open...) і **Сохранить** (Save) можна відкривати нові бібліотеки і зберігати всі зміни у відкритій бібліотеці;
 - **Просмотр** (Preview) – область перегляду зразка матеріалу, вибраного в списку **Бібліотека**: (Current Library:) або **Матеріали**: (Current Drawing:). Тип тіла, що використовується для створення зразка (сфера або куб), вибирається зі списку, що розкривається, розташованого нижче. Зразки матеріалів можна переглядати лише поодиночі;
 - кнопки **<-Импорт** (<-Import) і **Експорт->** (Export->) : перша додає вибраний у бібліотеці матеріал в малюнок, друга — новий матеріал в бібліотеку;
 - кнопка **Удалить** (Delete), за допомогою якої можна видаляти з малюнка і бібліотеки всі непривласнені матеріали;
 - **Purge** – опція видалення невживаних матеріалів.

8.7. Сцени

Під сценою розуміється комбінація іменованого вигляду й одного або кількох джерел світла. Якщо в AUTOCAD відкрито декілька малюнків, у кожному з них можна задати і зберегти окремі сцени.

Використання сцен прискорює роботу, оскільки при тонуванні не потрібно кожного разу заново встановлювати точки зору і джерела світла. Максимальне число джерел світла в сцені – 500. Їх установку і зміну в сцені можна здійснювати будь-яким доступним способом; окрім іншого допускається їх вимкнення.

Перед визначенням нової сцени потрібно створити один або кілька іменованих видів за допомогою команд **3dorbit**, **DVIEW**, **VIEW** або **VPOINT** а також розташувати на малюнку один або кілька джерел світла. При визначенні

нової сцени слід використовувати команду **SCENE**, вибравши з випадаючого меню пункти **Вид (View) ⇒ Тонирование (Render) ⇒ Сцены... (Scene...)**, а потім в діалоговому вікні **Scenes** натискувати кнопку **Новый... (New...)**. З'явиться діалогове вікно **Новая сцена (New Scene)**, де потрібно ввести ім'я сцени. Воно має бути унікальним і містити не більше восьми символів. У області **Виды (Views)** необхідно вибрати іменований або поточний вигляд, а із списку **Источники (Lights)** – один або декілька джерел світла. Вибір значення ***Все* (*All*)** включає в сцену всі джерела; для вибору кількох слід виділити їх імена, утримуючи такою, що натискує клавішу **Ctrl**.

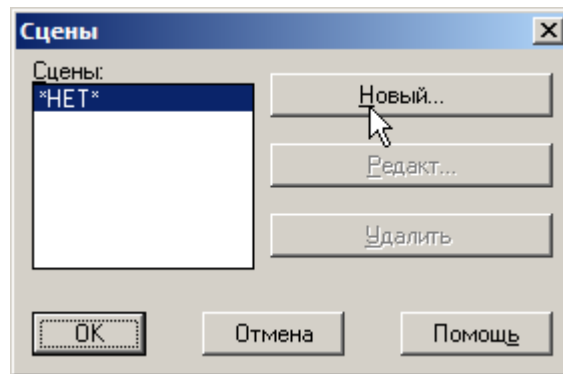


Рис. 8.10

Найвні в малюнку сцени можна видаляти й редагувати. Під редагуванням сцени розуміють зміну її імені, пов'язаного з нею вигляду або джерел світла. Всі ці процедури здійснюються в діалоговому вікні **Сцены (Scenes)**, де після вибору сцени зі списку для її видалення слід натискувати кнопку **Удалить (Delete)**, а для редагування – кнопку **Редакт (Modify)**. В останньому випадку завантажуються діалогове вікно **Изменение сцены (Modify Scene)**, де й виробляються необхідні налаштування.

9. ПРИКЛАД СТВОРЕННЯ ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

Починаємо роботу через По шаблону => формат А4.

Побудувати прямокутник на все робоче поле креслення та витиснути його на -10 мм (рис. 9.1).

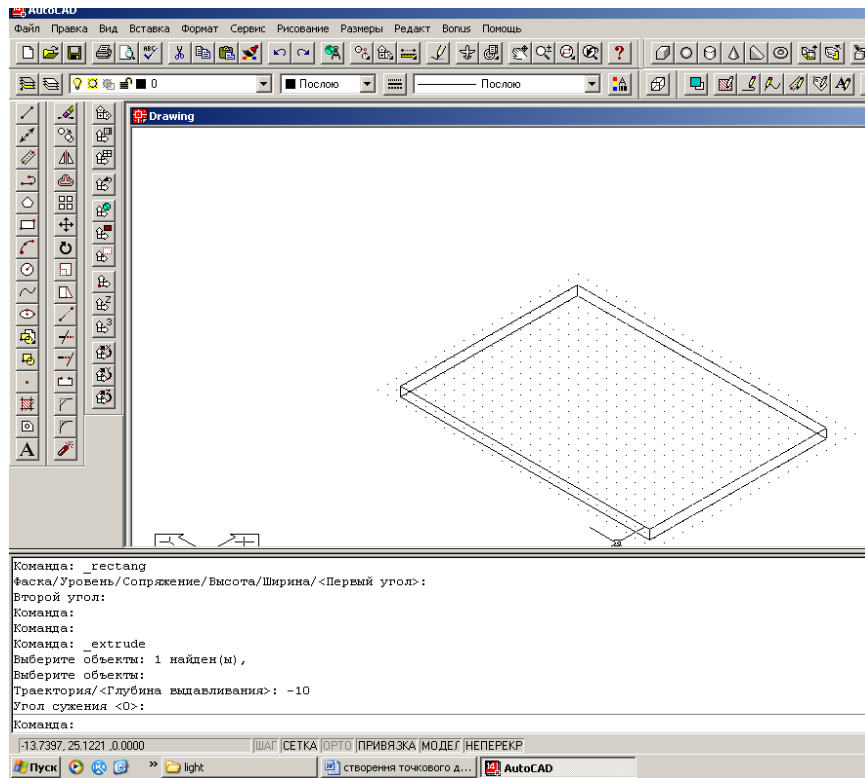


Рис. 9.1

Будуємо вертикальний відрізок висотою 200 мм та копіюємо його по 4-ох кутах (рис. 9.5).

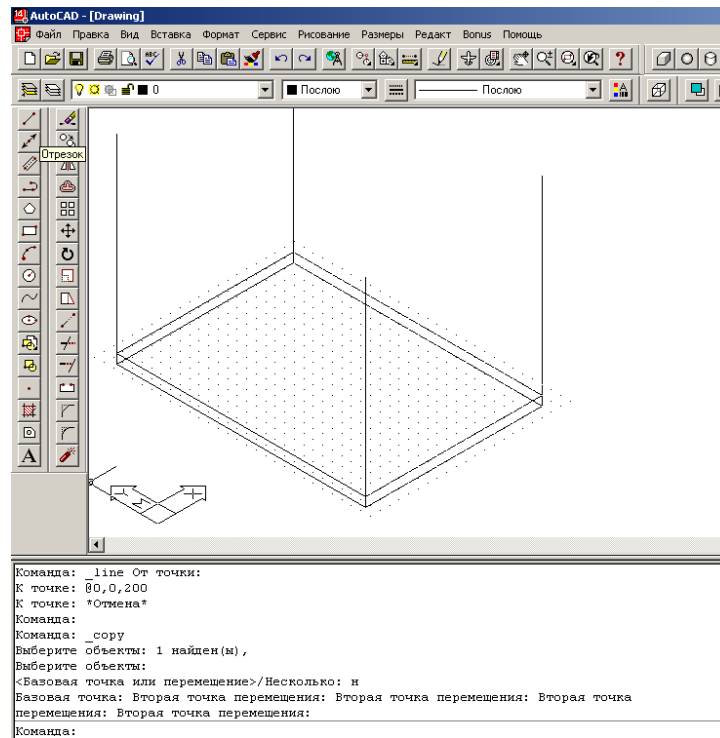


Рис. 9.2

Будуємо об'єкт, який потрібно освітити (рис. 9.3).

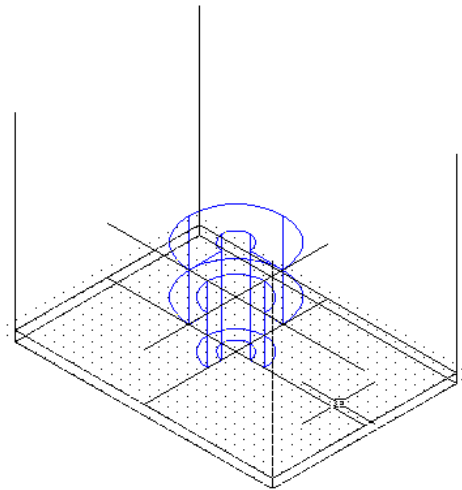


Рис. 9.3

Створити 4 точкових джерела світла та розмістити на кожному із “стовпчиків” (рис. 9.3).



Рис. 9.4

Вибрати інструмент  **Источники света** (Lights) на панелі **Тонирование** (Render) (рис.9.4.).

Створити нове точкове джерело світла L1. У діалоговому вікні **Источники света** (Lights) натиснути кнопку **Новый** (New) (рис. 9.5).

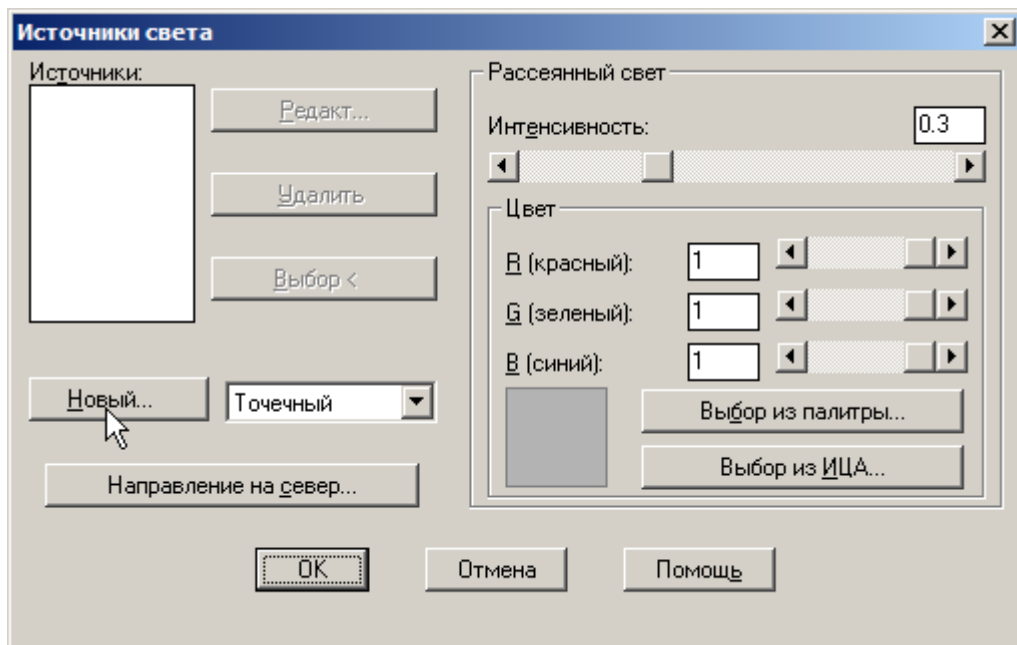


Рис. 9.5

У діалоговому вікні **Новый источник света** задати **Имя источника** – L1. У полі **Тени** поставити позначку **Включить**. Розмістити створене джерело світла на одному із “стовпчиків”, для цього в полі **Положение** натиснути кнопку **Изменить** (рис.9.6).

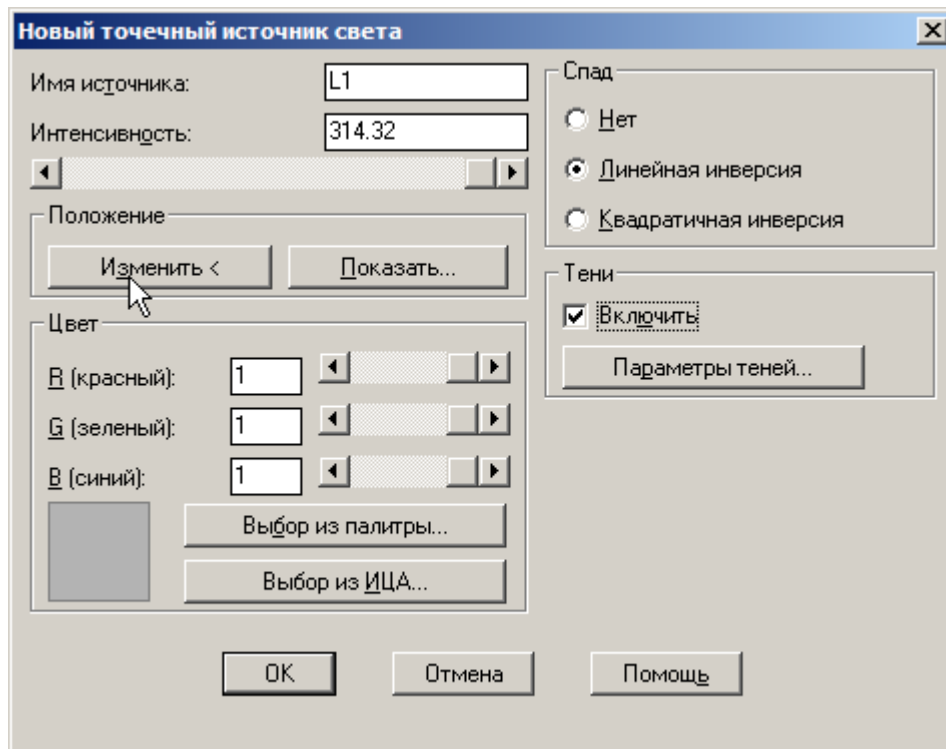


Рис. 9.6

Лівою клавішею миші вказати розміщення точкового джерела світла L1 на першому “стовпчику” (рис. 9.7а). Аналогічно створити точкові джерела світла L2, L3 та L4 (рис. 9.7б).

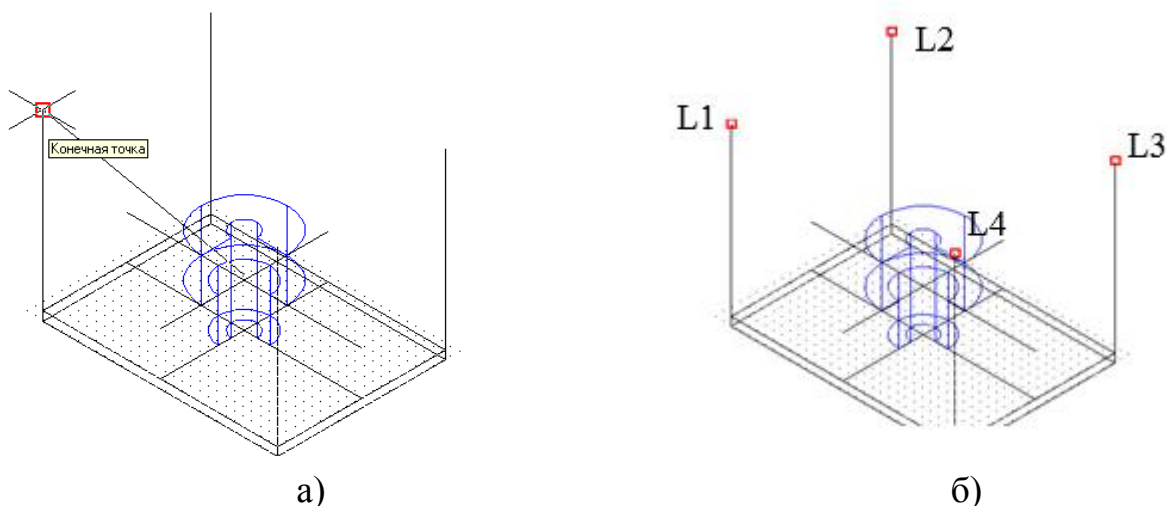

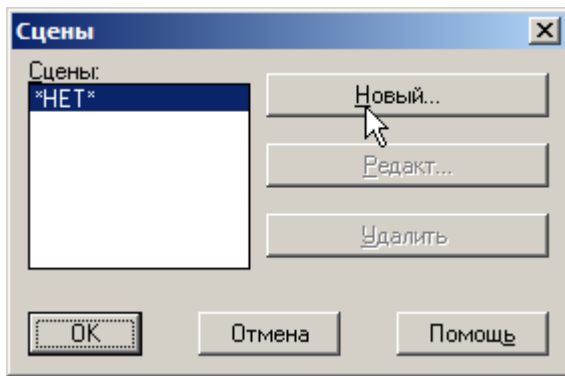


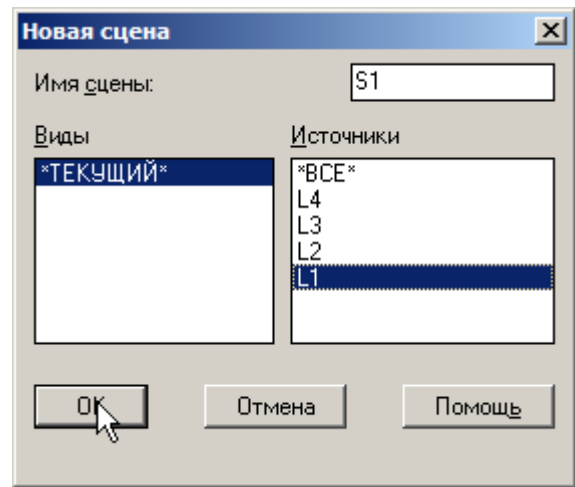
Рис. 9.7

На основі створених точкових джерел світла створити 4 сцени S1 (L1), S2 (L1+L2), S3 (L1+L3+L4), S4 (L1+L2+L3+L4).

Вибрати інструмент  **Сцены** (Scenes) (рис.9.12а) на панелі **Тонирование** (Render) (рис.9.4).



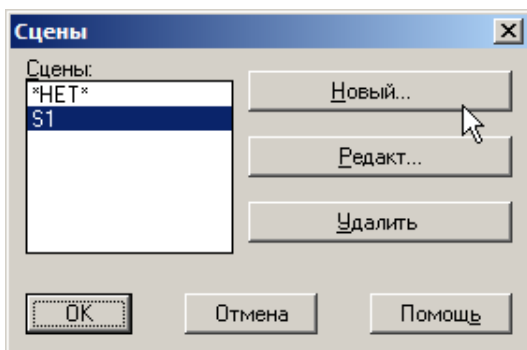
а)



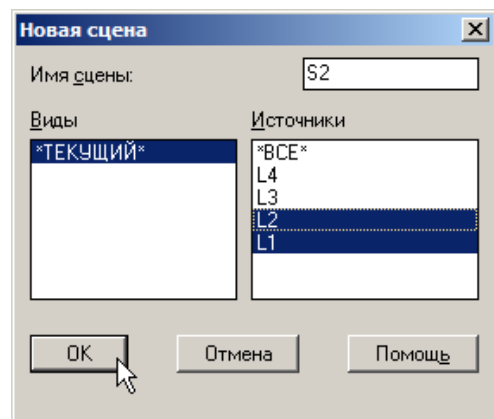
б)

Рис. 9.8

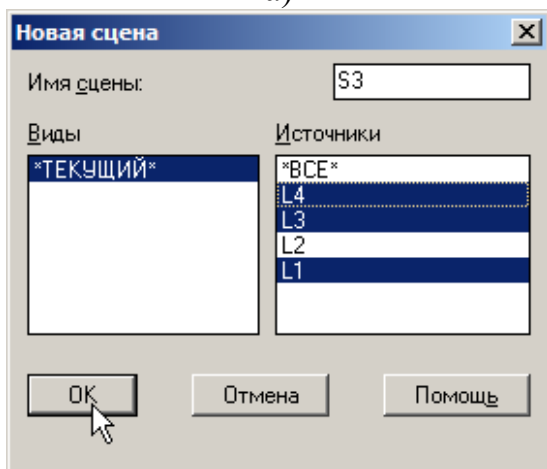
Створити нову сцену S1 та в полі **Источники** (Lights) вибрати джерело світла L1 і натиснути ОК (рис.9.8б).



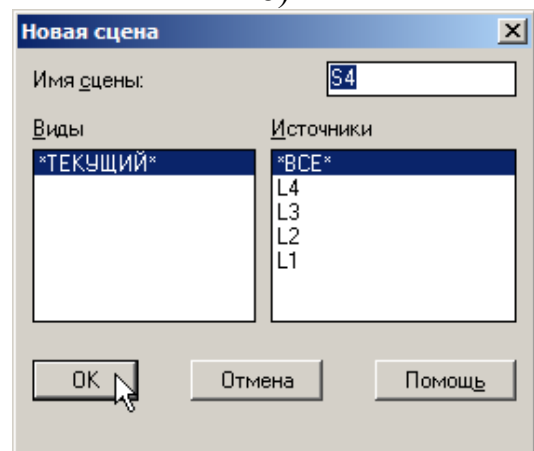
а)



б)



в)




г)

Рис. 9.9

Аналогічно створити решту сцен, використовувати клавіші Shift та Ctrl при виборі джерел світла (рис. 9.9).

Переглянемо об'єкт, використовуючи створене освітлення.

Вибрати інструмент  **Тонировать** (Render) на панелі **Тонирование** (Rendering) (рис 9.4.).

У діалоговому вікні **Тонирование** (Rendering) задати **Тип тонирования** (Rendering Type) **Фотореалистичное** (Photo Real), вибрати сцену для тонування та натиснути **Тонирование** (Rendering) (рис. 9.10).

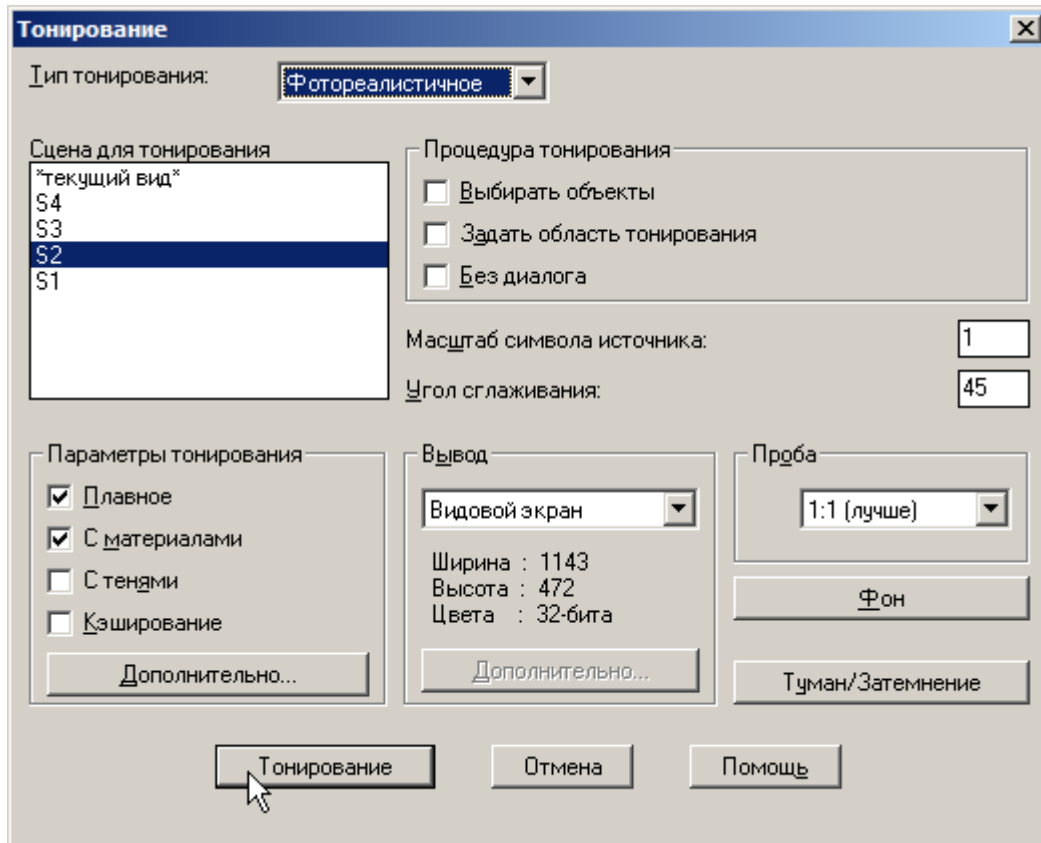


Рис. 9.10

Очевидно, що у цьому випадку увімкнені джерела світла L1+L2 (рис. 9.11).

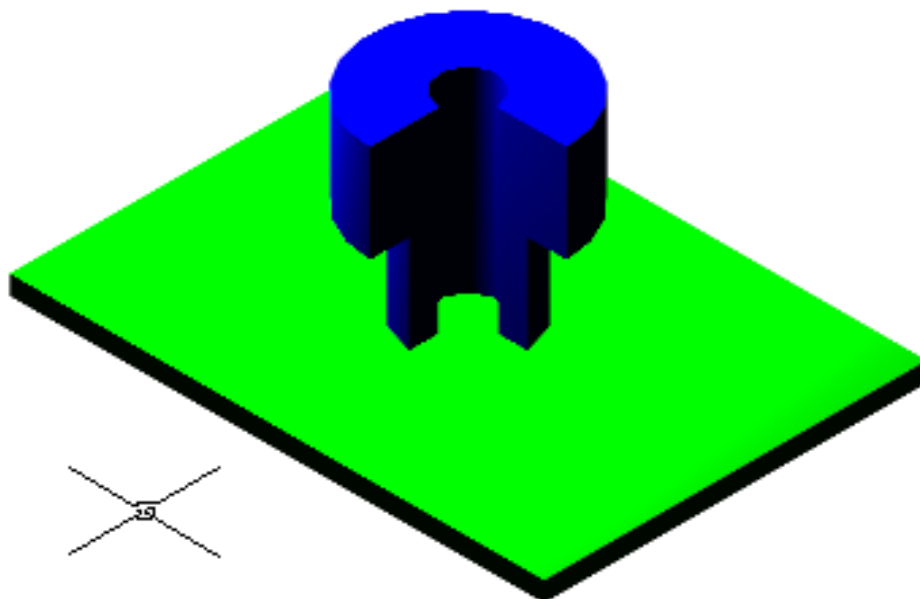


Рис. 9.11

Автокад дає можливість зберігати тоновані малюнки та імпортувати їх в інші програми (Corel Draw, Microsoft World). Для цього з головного меню на панелі **Tools** (Сервис) ⇒ **Image** (Изображение) ⇒ **Save...** (Сохранить...)

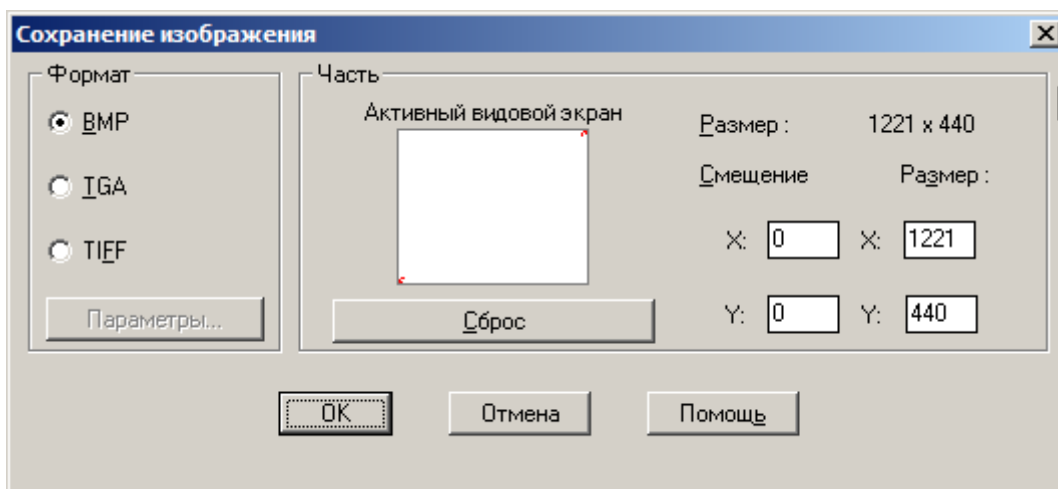


Рис. 9.12

У діалоговому вікні **Сохранение изображения** (Save image) (рис. 9.12) потрібно вказати розширення файлу та розміри у пікселях і натиснути **OK**, після чого вибрати папку, в яку буде збережений файл.

10. ЗМІСТ ЗАВДАНЬ

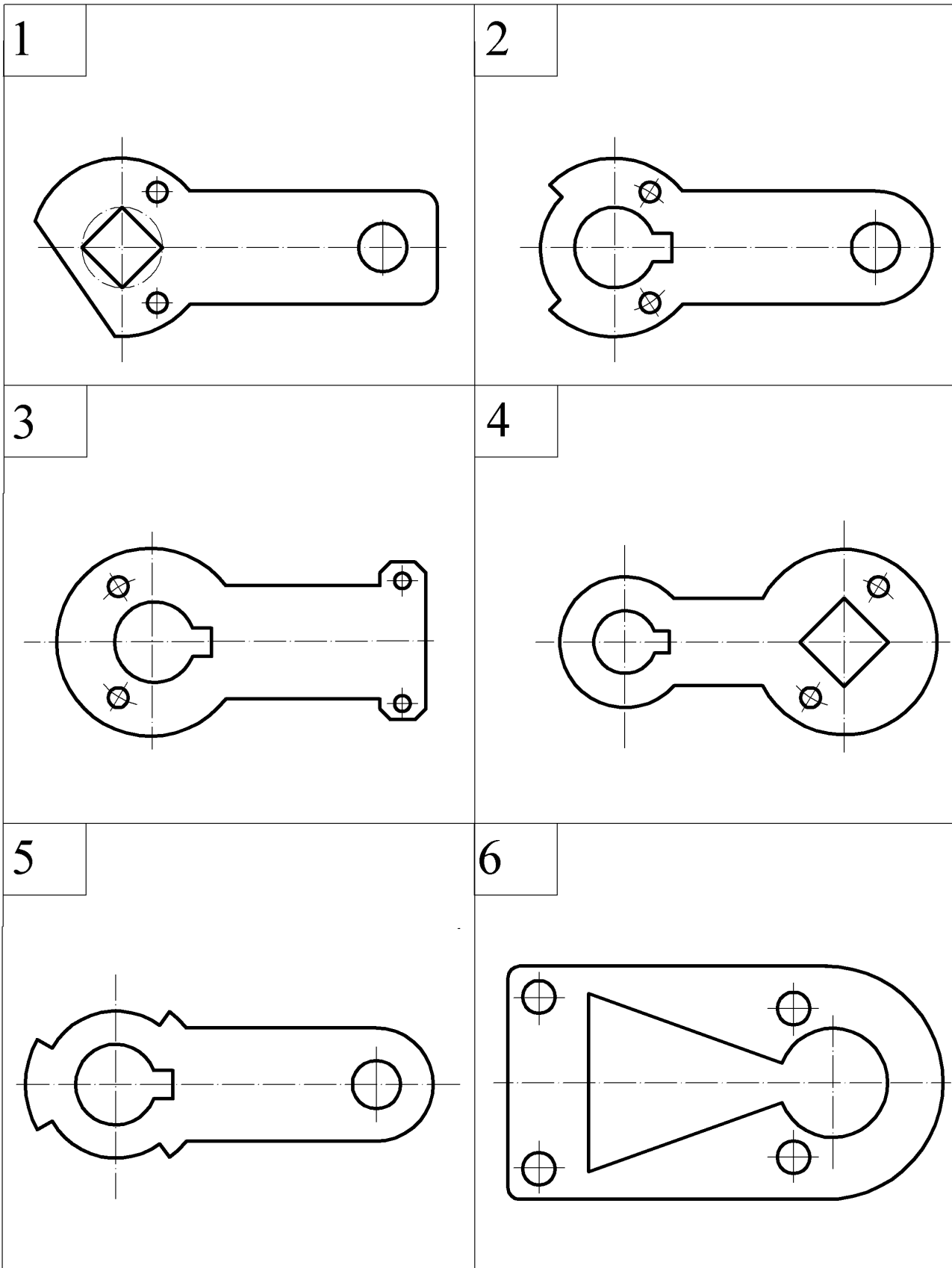
Завдання 1. Планка 2Д. Завдання слід попередньо виконати на аркуші формату А4. Завдання виконується згідно з варіантом з додатку А. Деталь збільшити в 3 рази, отримані розміри приймаються за дійсні, проставити всі розміри. Після цього завдання викреслюється засобами пакета Автокад із застосуванням поширеної структури креслення, типів ліній, проставити розміри, побудувати зразки штриховок, заповнити основний напис. Приклад виконання завдання наведено у додатку А на сторінці 55.

Завдання 2. Планка 3Д. Виконується на основі завдання 1. Побудовану згідно зі своїм варіантом планку витиснути на 10 мм, видалити отвори та повернути відносно кожної осі (хуз) на 10°. Приклад виконання завдання наведено у додатку А на сторінці 56.

Завдання 3. Втулка 2Д. Завдання виконується по шаблону, А4 формат. Побудувати втулку, розміри якої наведені у додатку Б в таблиці 1 у міліметрах. Приклад виконання завдання наведено у додатку Б на сторінці 59.

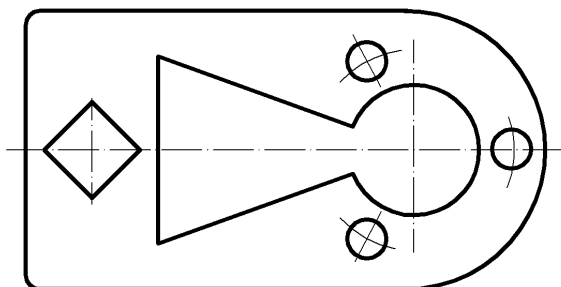
Завдання 4. Втулка 3Д. Виконується на основі завдання 3. Побудувати втулку в об'ємі, використовуючи інструмент Revolve, та розмістити так, як показано на прикладі. Приклад виконання завдання наведено у додатку Б на сторінці 60.

Завдання 5. Деталь. Завдання виконується по шаблону, А4 формат. Побудувати об'ємну модель згідно з варіантом, наведеним у додатку В. Завдання виконується по розмірах, які вираховуються, співставляючи розміри деталі зі шкалою, ціна поділки якої дорівнює 10 мм. Освітлення налаштувати так, як вказано на зразку в додатку В.

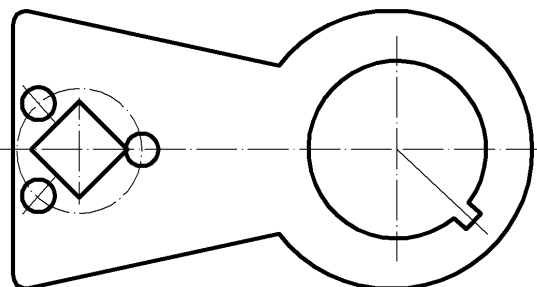


Додаток А (продовження)

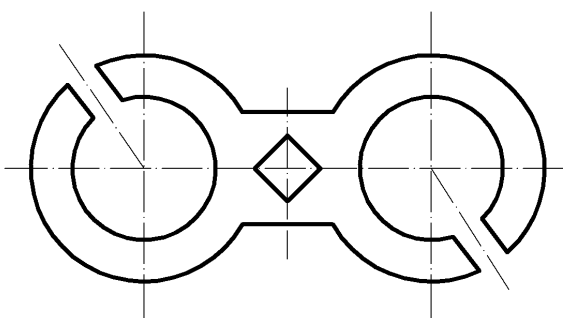
7



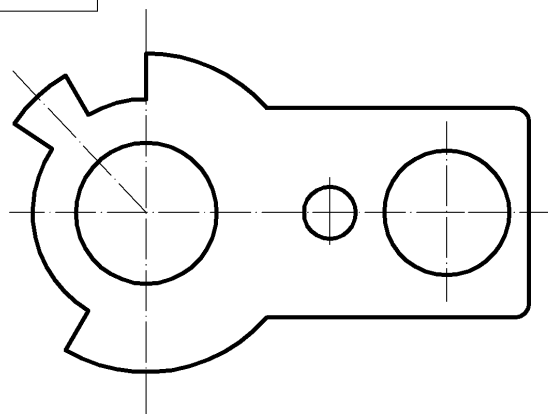
8



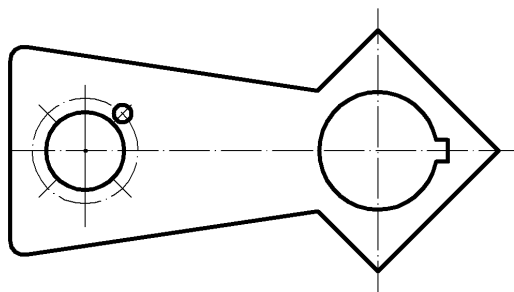
9



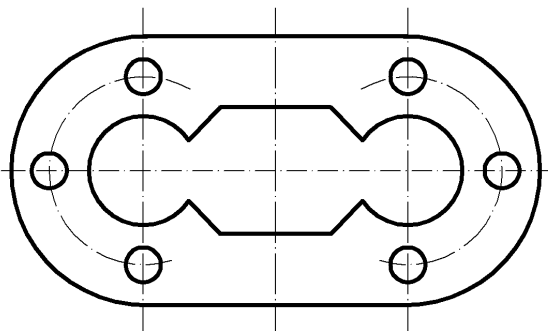
10



11

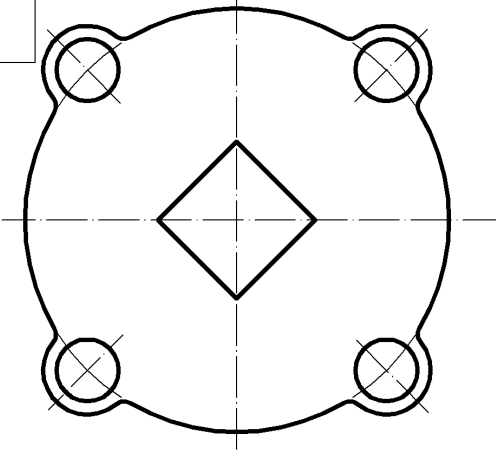


12

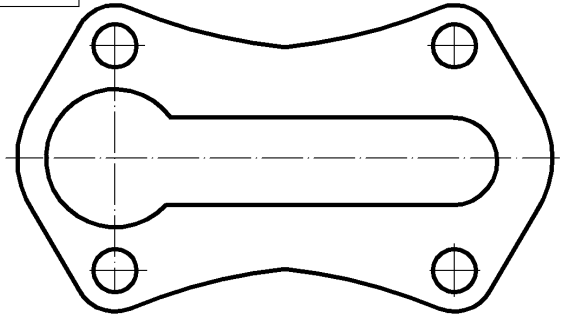


Додаток А (продовження)

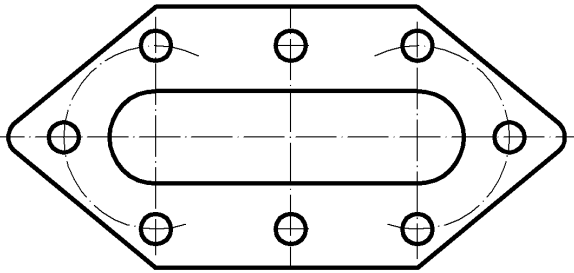
13



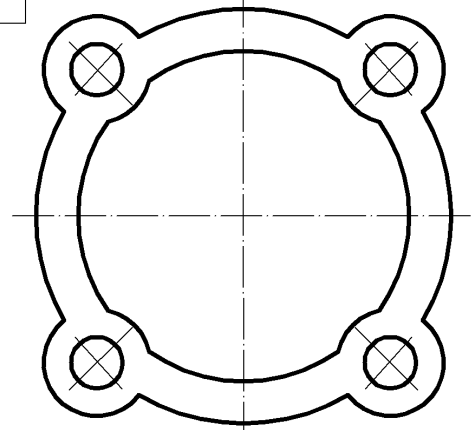
14



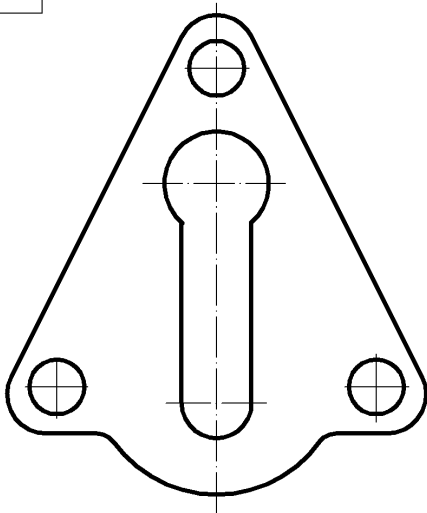
15



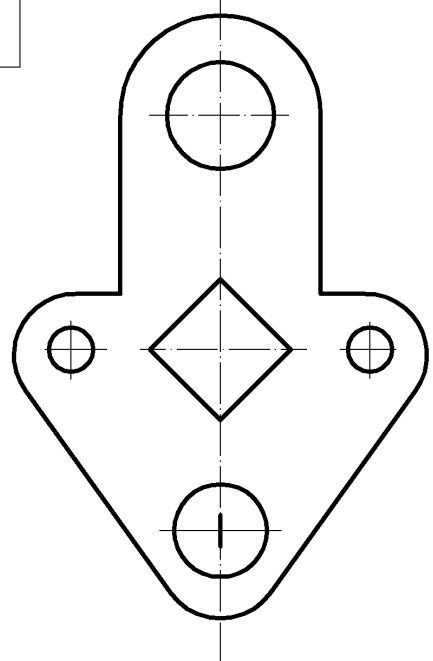
16



17

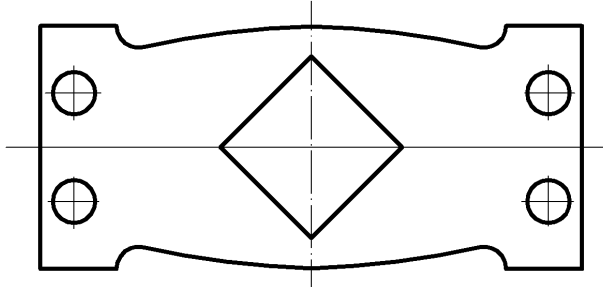


18

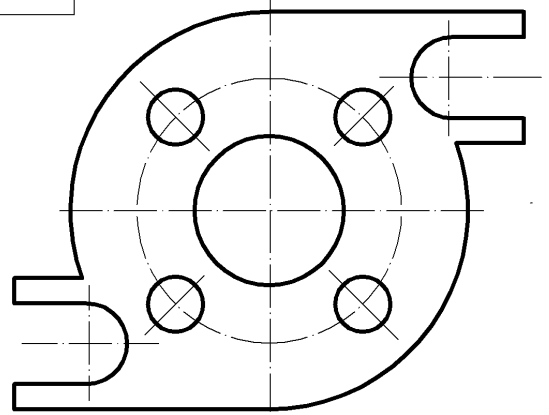


Додаток А (продовження)

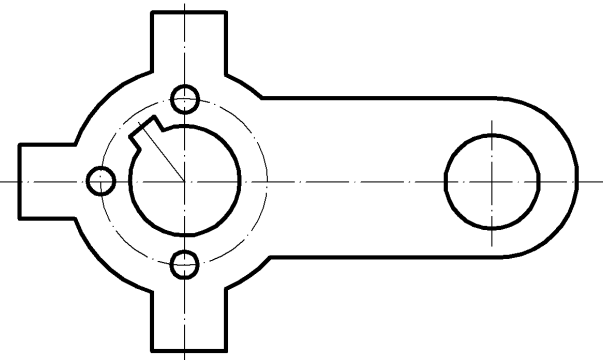
19



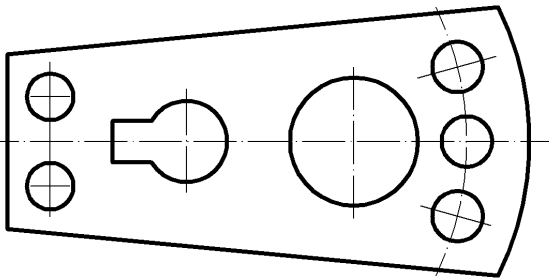
20



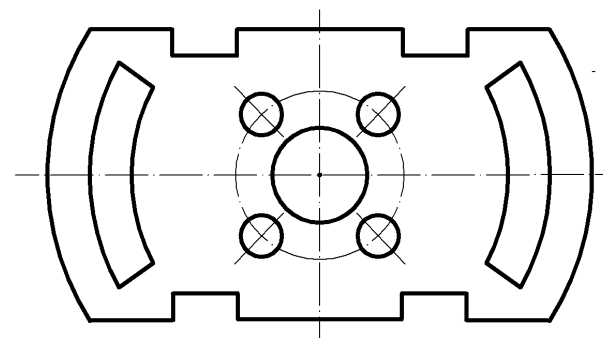
21



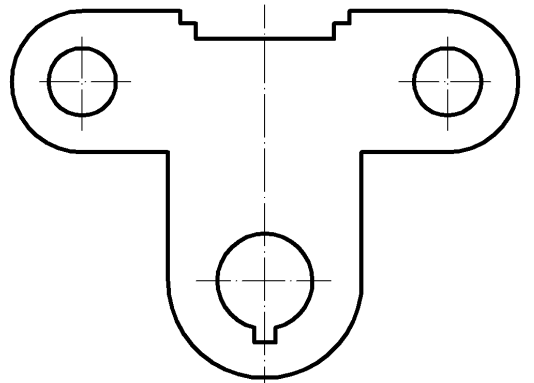
22



23

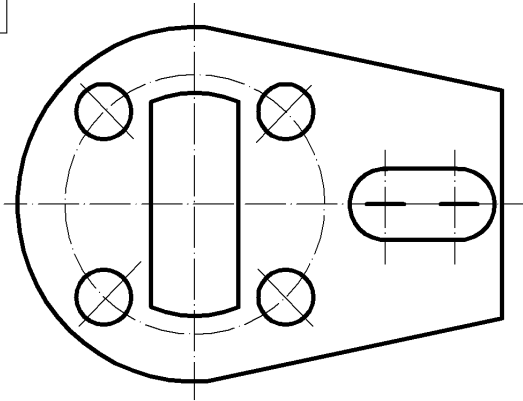


24

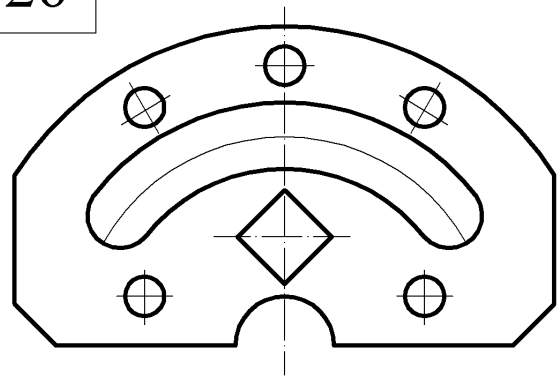


Додаток А (продовження)

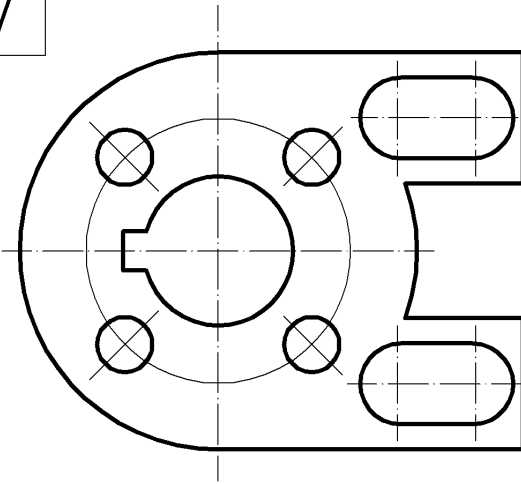
25



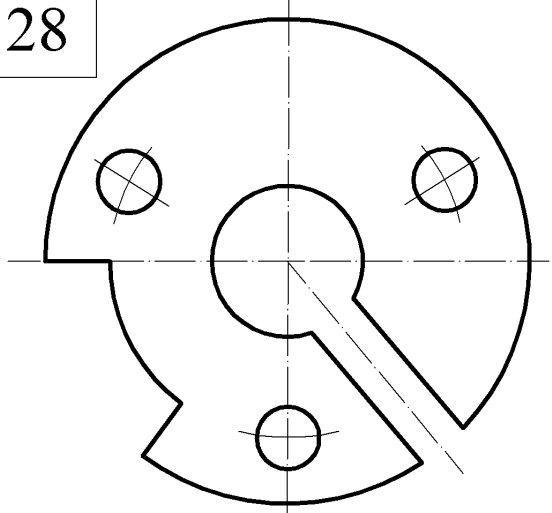
26



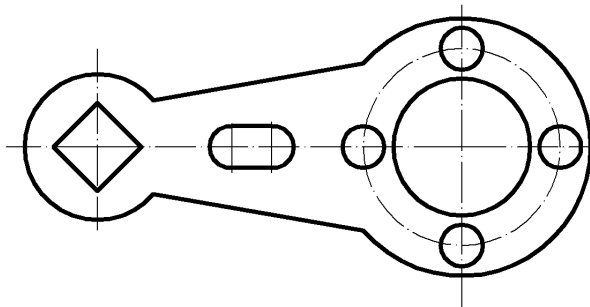
27



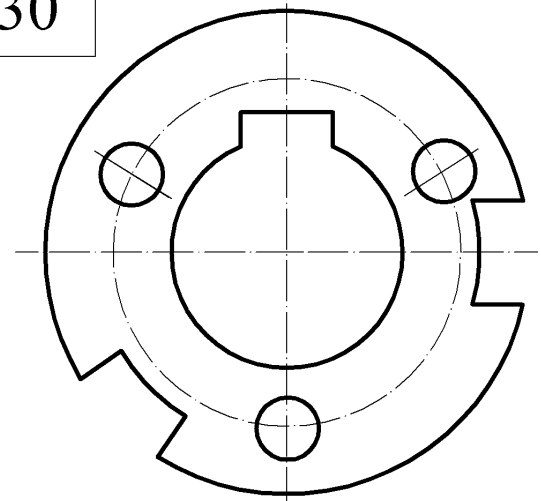
28



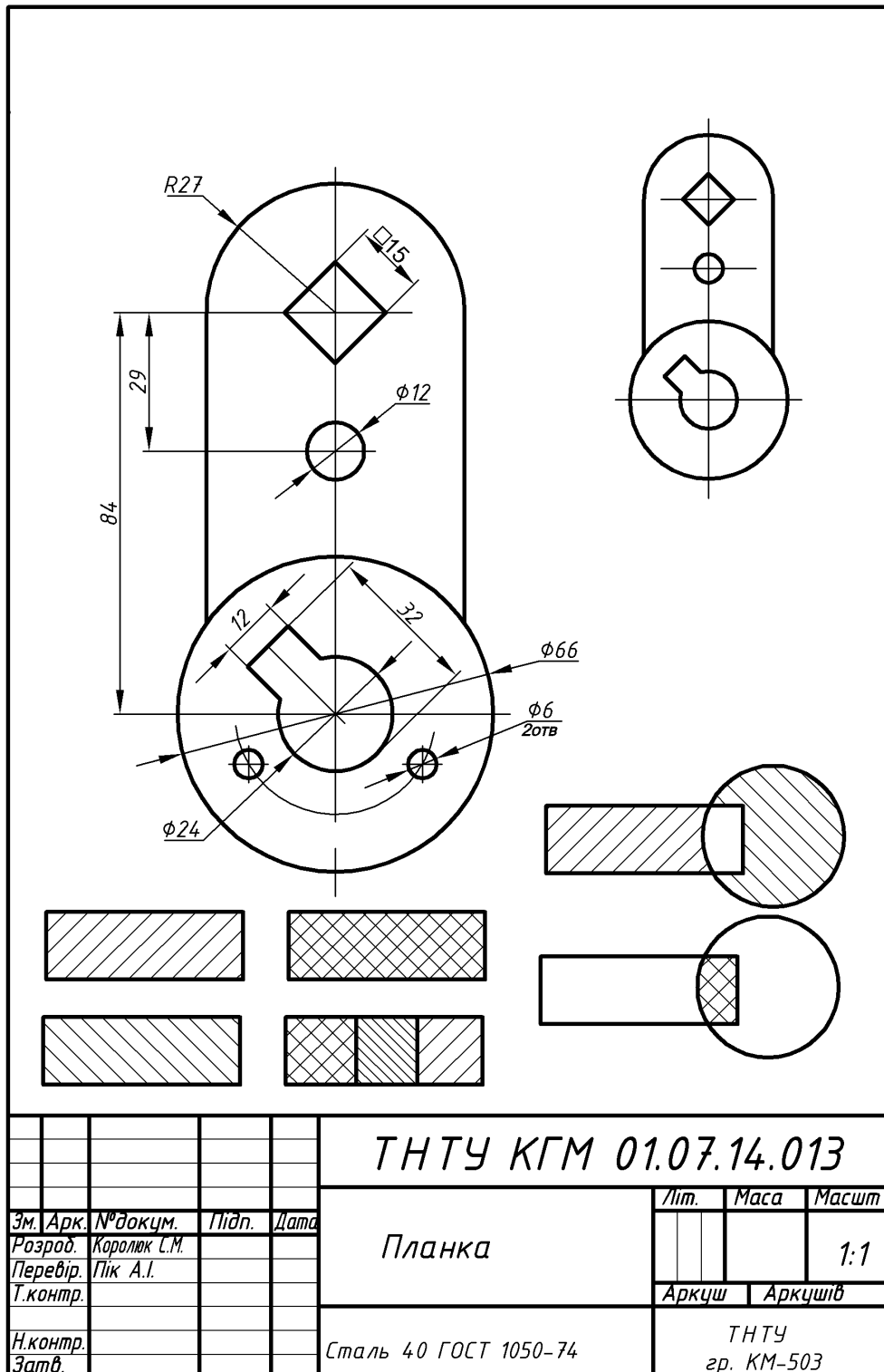
29



30

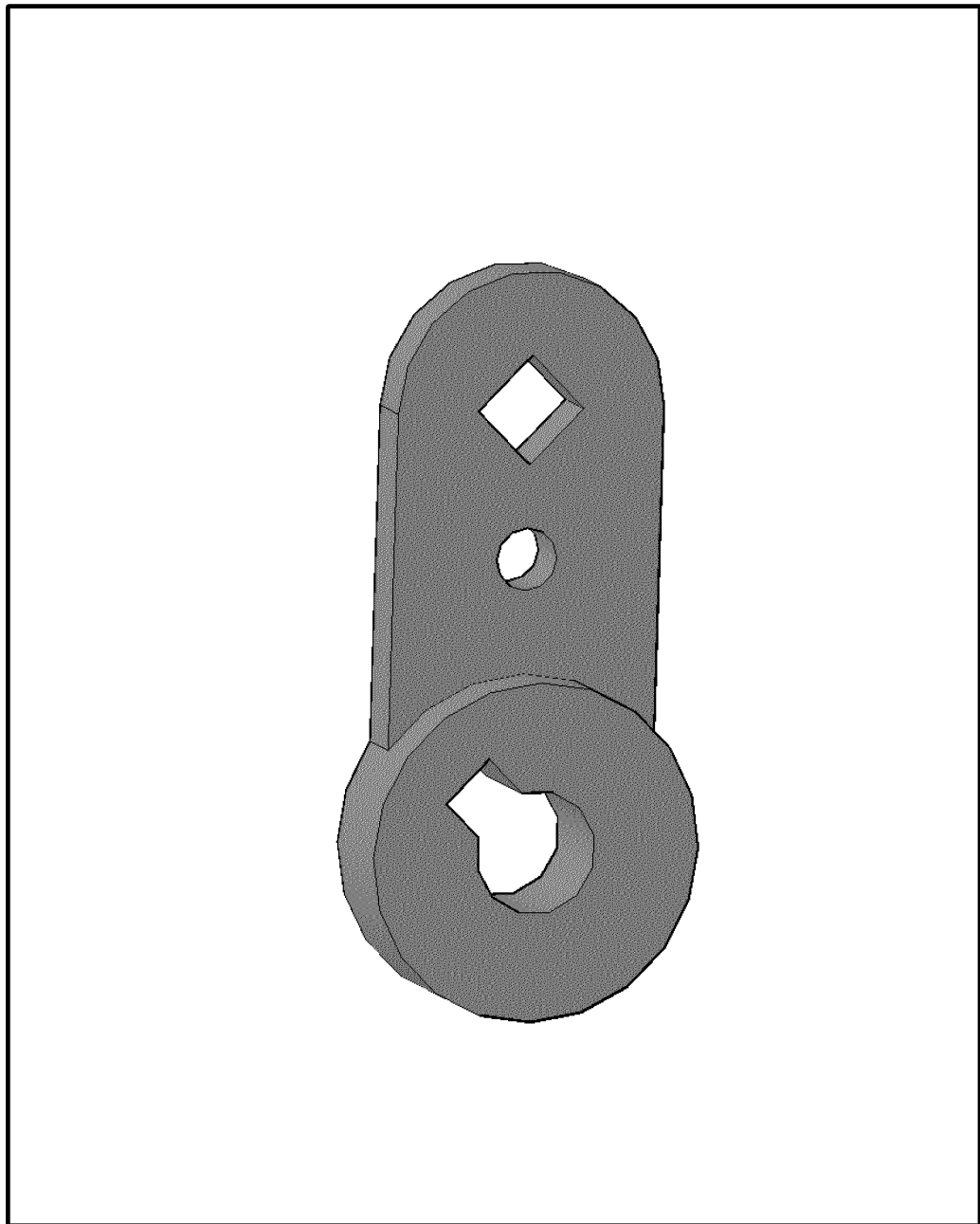


Додаток А (продовження)



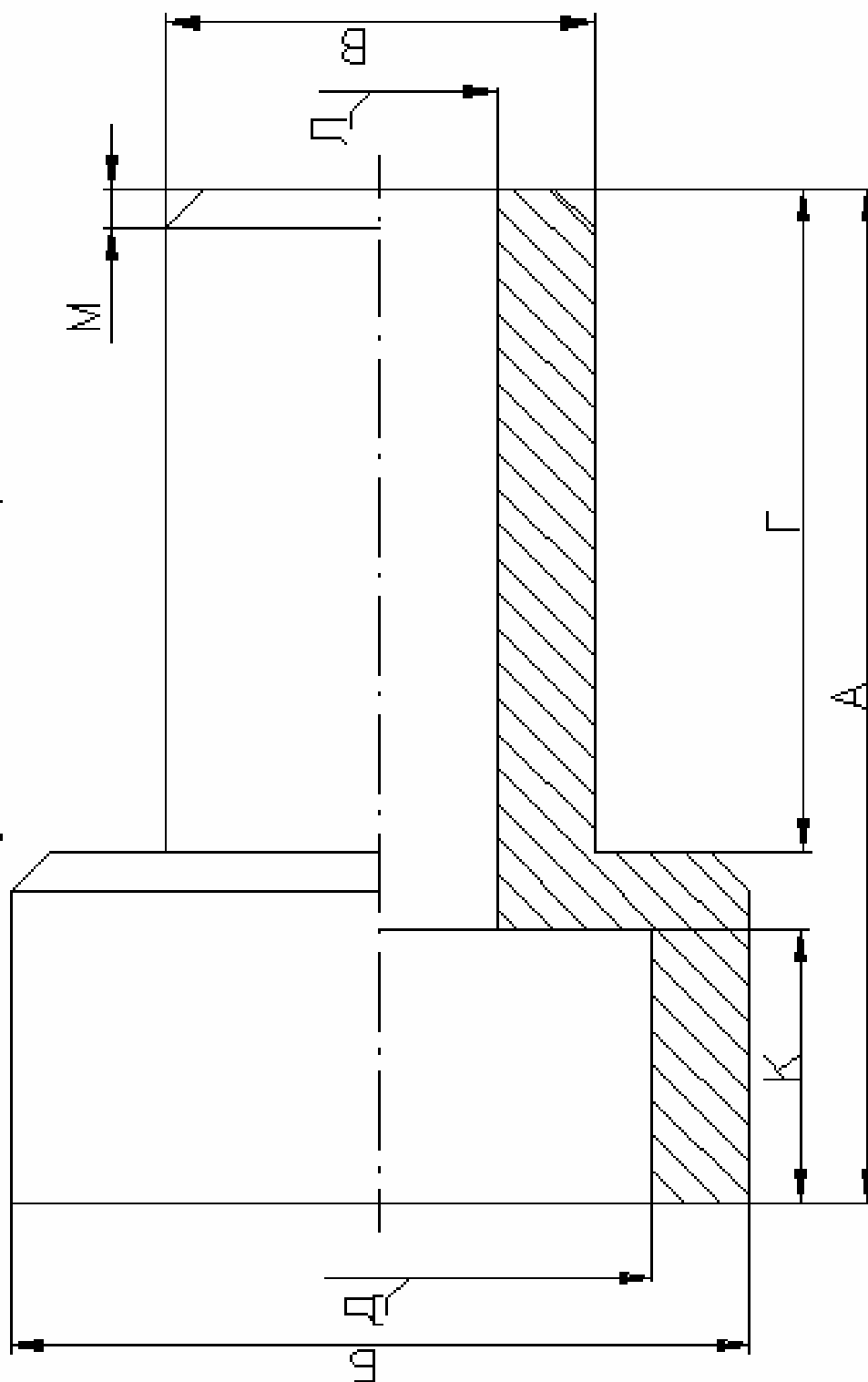
					ТНТУ КГМ 01.07.14.013		
					Планка		
					Лит.	Маса	Масшт
							1:1
					Арқұш	Арқұшіб	
					ТНТУ гр. КМ-503		
					Сталь 40 ГОСТ 1050-74		
Эм.	Арқ.	№докум.	Підп.	Дата			
Розроб.	Королюк С.М.						
Перевір.	Пік А.І.						
Т.контр.							
Н.контр.							
Затв.							

Додаток А (продовження)



					ТНТУ КГМ 01.07.14.013			
						<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масшт</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Планка			1:1
<i>Розроб.</i>		<i>Королюк С.М.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Пік А.І.</i>						
<i>Т.контр.</i>								
<i>Н.контр.</i>					<i>Сталь 40 ГОСТ 1050-74</i>	<i>ТНТУ</i>		
<i>Затв.</i>						<i>гр. КМ-503</i>		

Варіанти завдань з курсу "Комп'ютерна графіка"
до теми "Втулка"

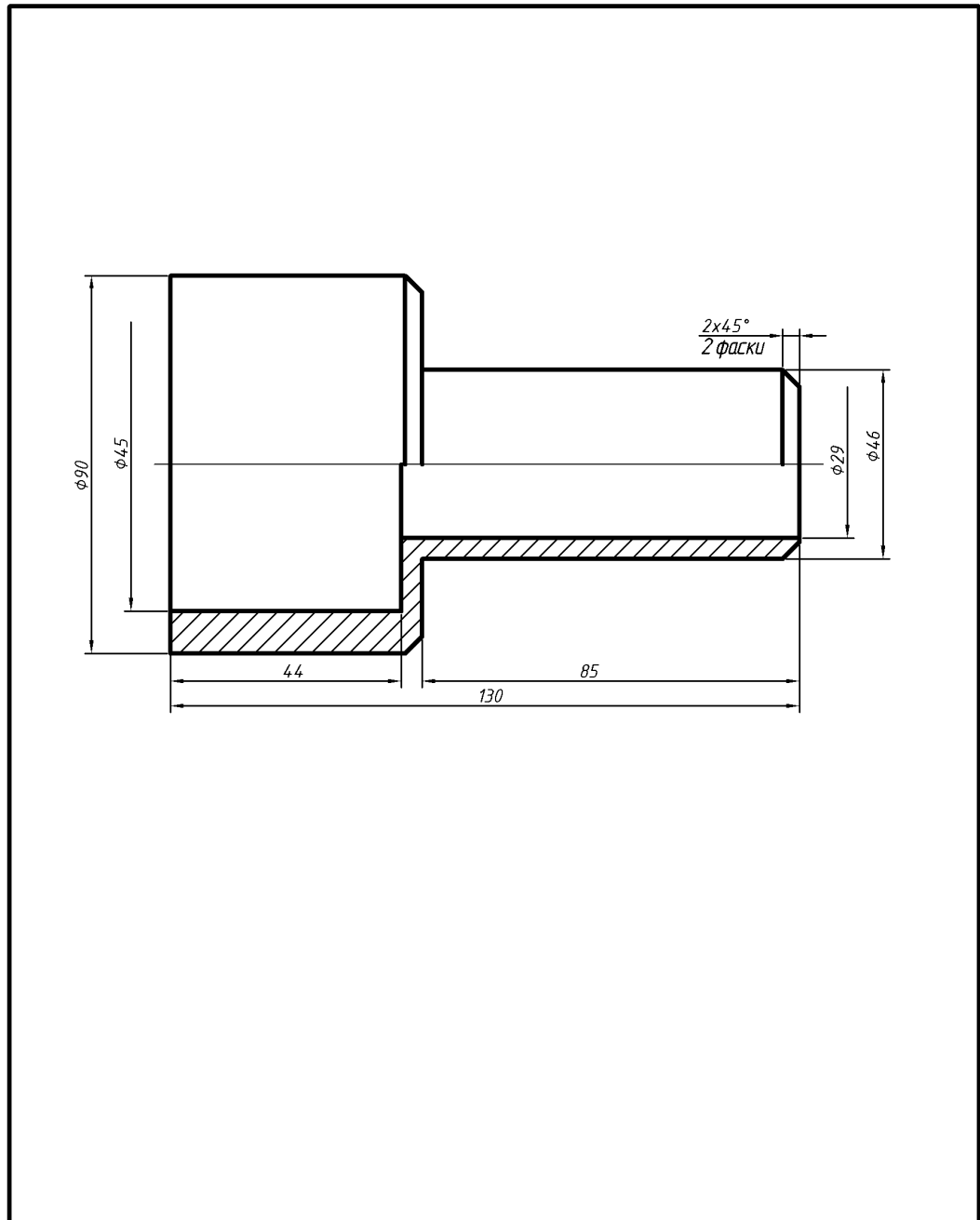


Додаток Б (продовження)

Таблиця 1

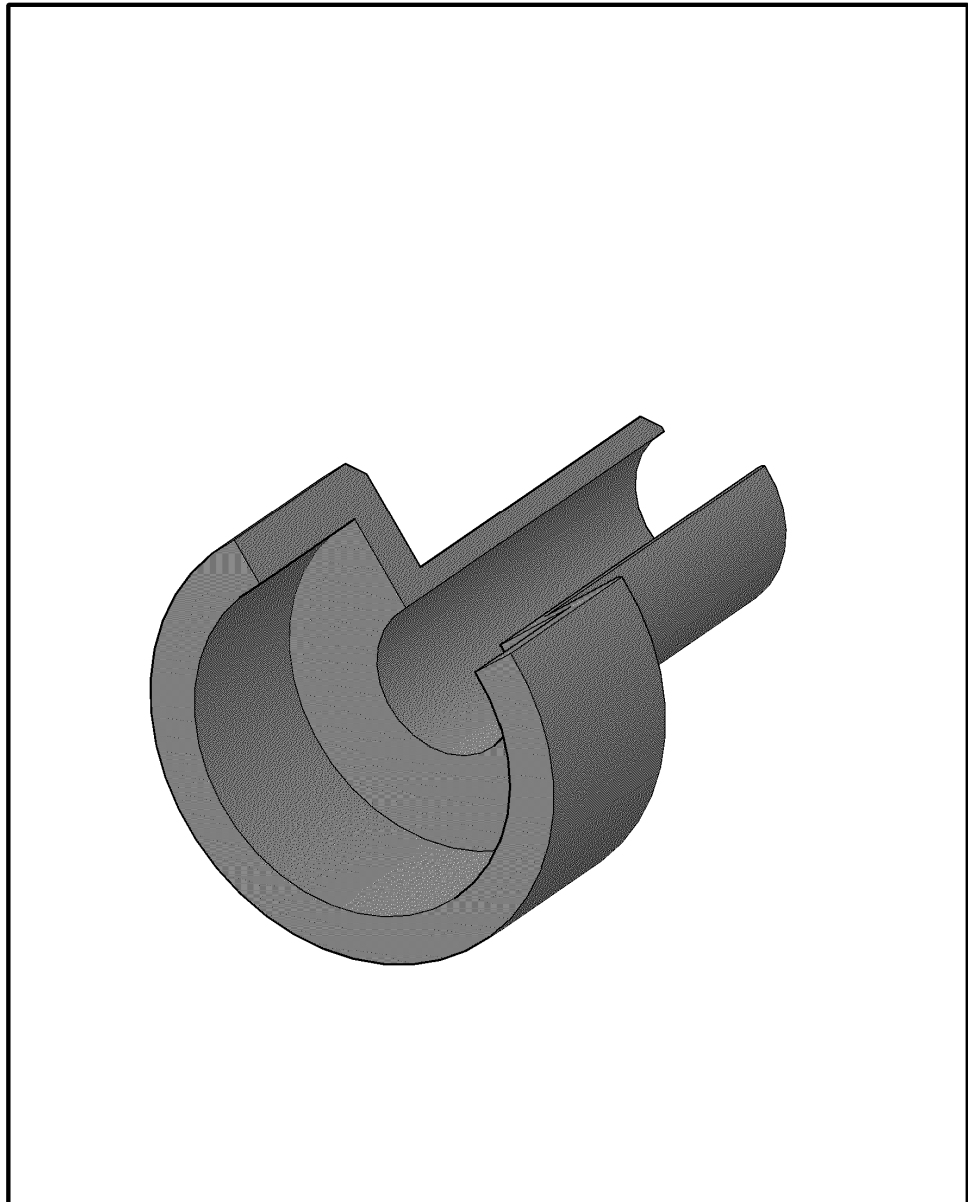
Варіанти	А	Б	В	Г	Д	К	Л	М
1	130	95	45	85	70	35	30	5×45
2	135	90	50	85	70	35	30	5×45
3	140	85	40	85	65	40	25	5×45
4	145	90	45	90	70	45	30	5×45
5	150	95	50	90	75	35	35	5×45
6	150	90	45	90	70	50	30	5×45
7	150	85	40	80	65	50	30	5×45
8	145	90	50	80	70	55	35	5×45
9	130	90	40	85	70	35	30	5×45
10	140	90	45	85	70	35	30	4×45
11	135	85	50	85	65	40	25	4×45
12	150	90	40	90	70	45	30	4×45
13	145	95	45	90	75	35	35	4×45
14	150	90	50	85	70	50	30	4×45
15	145	85	40	80	65	50	30	4×45
16	150	90	45	90	70	55	35	3×45
17	145	85	40	85	65	50	30	3×45
18	150	90	45	80	70	45	35	3×45
19	145	95	50	85	65	40	30	3×45
20	150	90	45	90	70	35	35	3×45
21	135	85	40	85	65	40	30	3×45
22	140	90	45	80	70	45	35	3×45
23	130	95	50	85	65	50	30	3×45
24	145	90	45	80	70	50	35	3×45
25	150	85	40	90	65	40	30	3×45
26	150	90	45	90	70	55	35	5×45
27	145	85	40	85	65	50	30	5×45
28	150	90	45	80	70	45	35	5×45
29	145	95	50	85	65	40	30	5×45
30	150	90	45	90	70	35	35	5×45

Додаток Б (продовження)



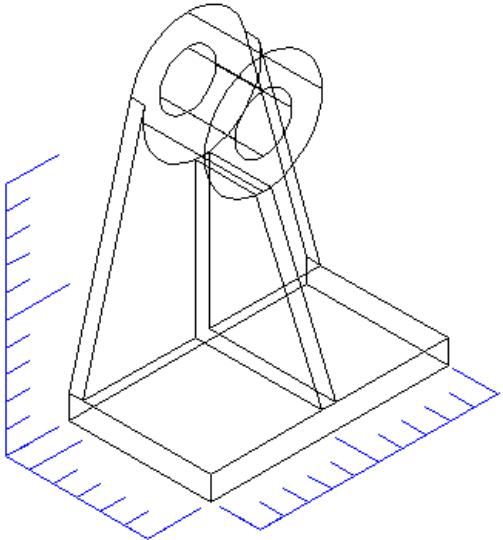
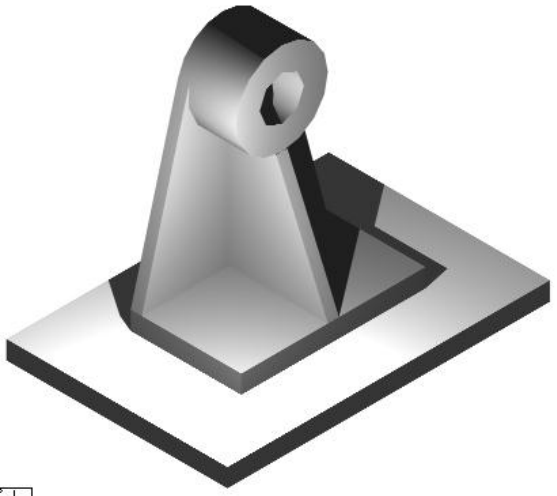
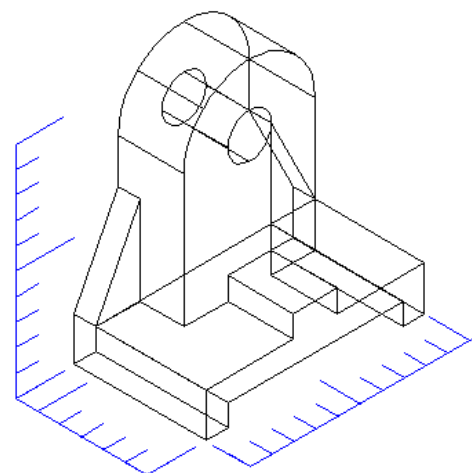
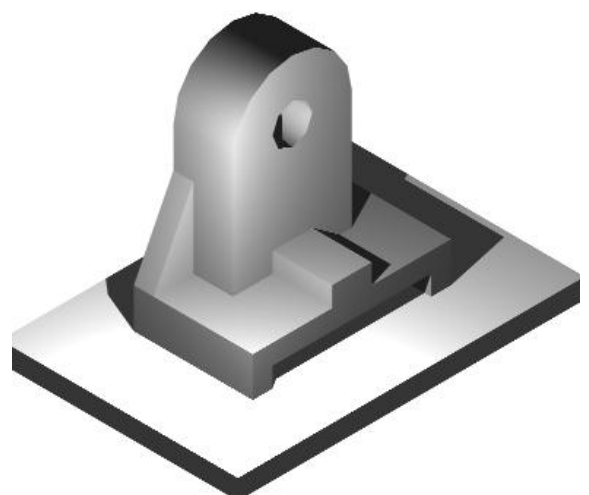
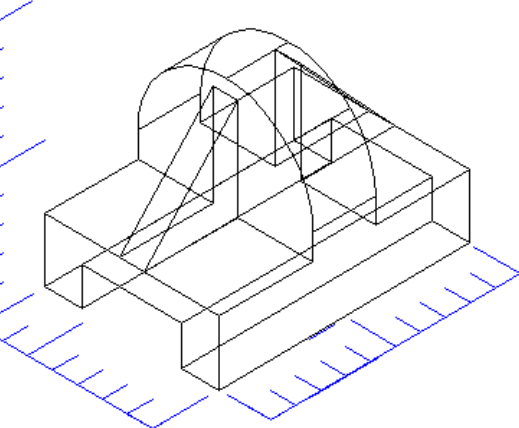
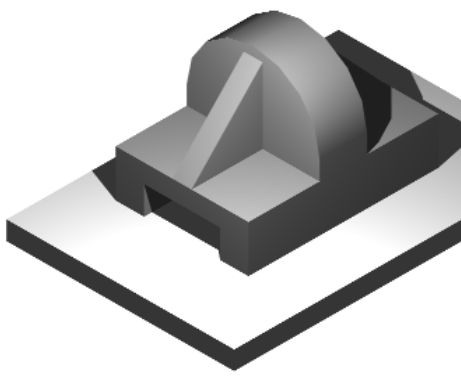
					ТНТУ КГМ 01.07.14.013					
						/літ.	Маса	Масшт		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Втулка					
Розроб.	Королюк С.М.									1:1
Перевір.	Пік А.І.									
Т.контр.						Арқш	Арқшів			
Н.контр.					Сталь 40 ГОСТ 1050-74					
Затв.					ТНТУ гр. КМ-503					

Додаток Б (продовження)

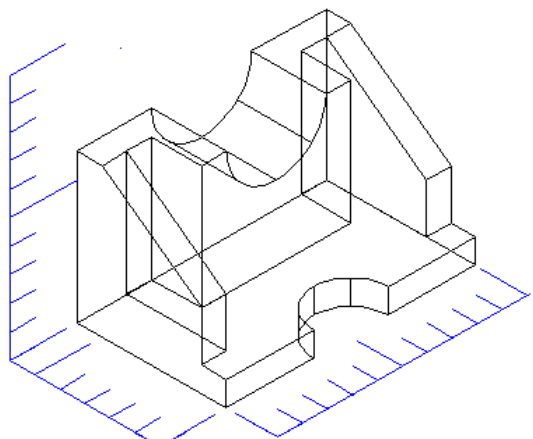
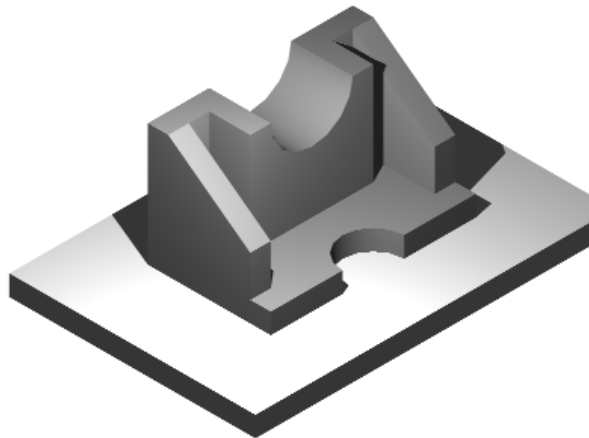
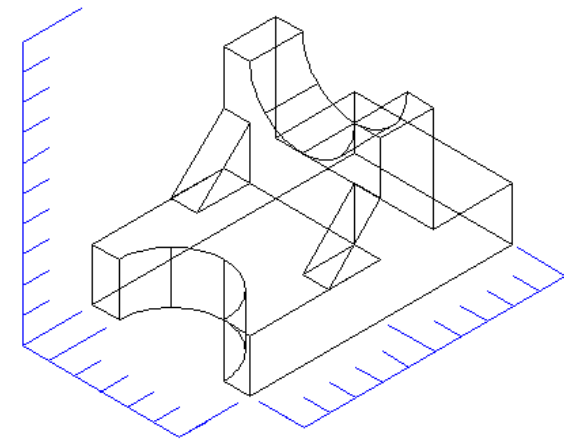
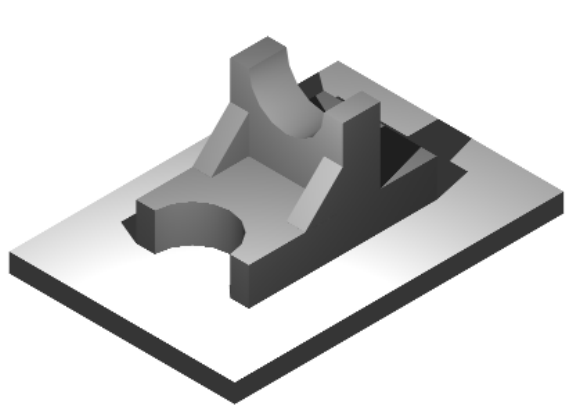
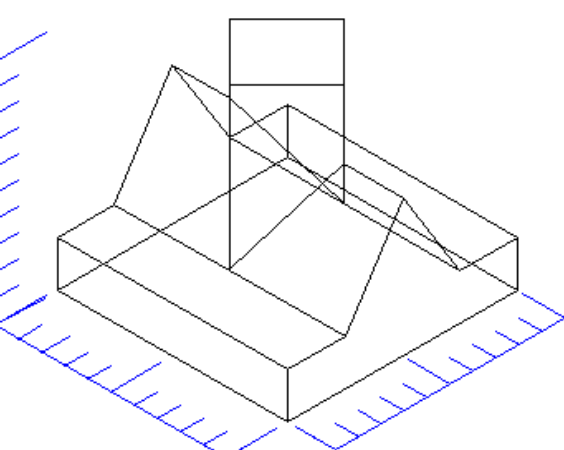
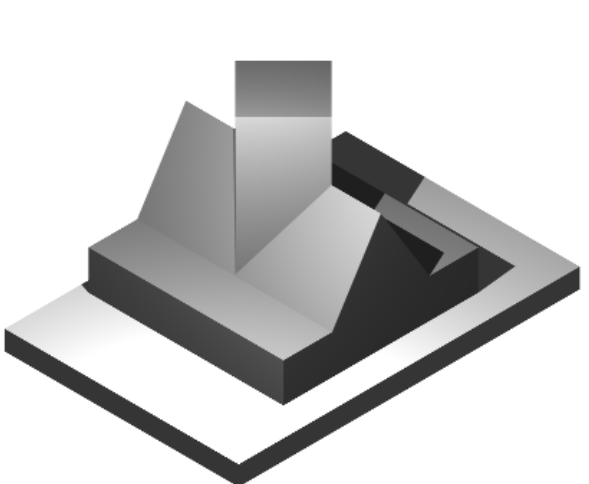


					ТНТУ КГМ 01.07.14.013			
						<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масшт</i>
<i>Эм. Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		Втулка			1:1
<i>Розроб.</i>	<i>Королюк С.М.</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Пік А.І.</i>					<i>Аркус</i>	<i>Аркусів</i>	
<i>Т.контр.</i>								
<i>Н.контр.</i>					<i>Сталь 40 ГОСТ 1050-74</i>	<i>ТНТУ зр. КМ-503</i>		
<i>Затв.</i>								

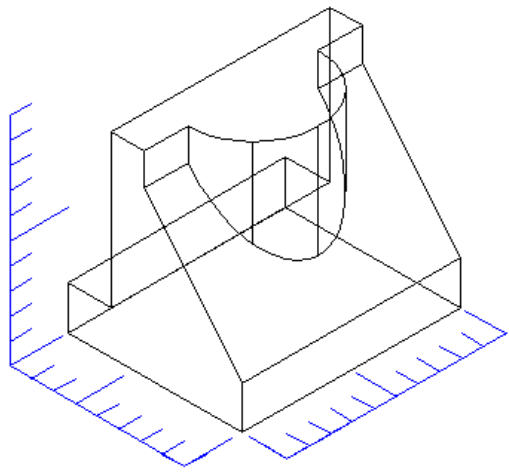
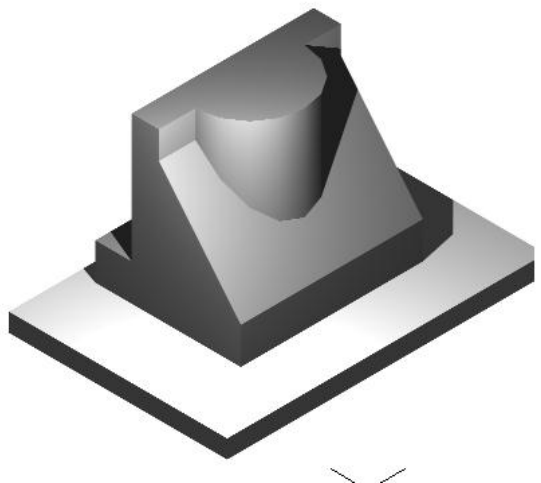
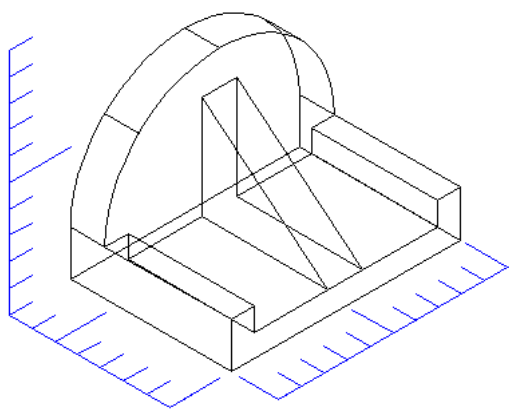
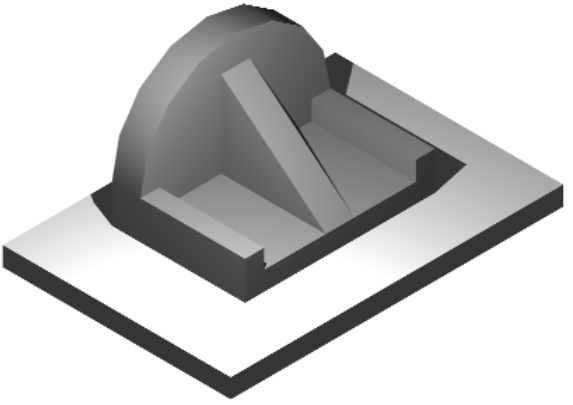
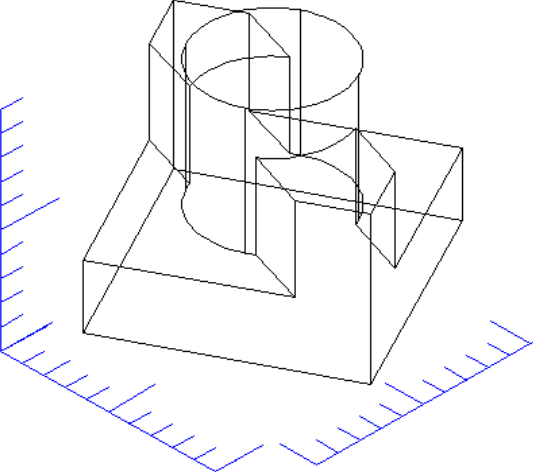
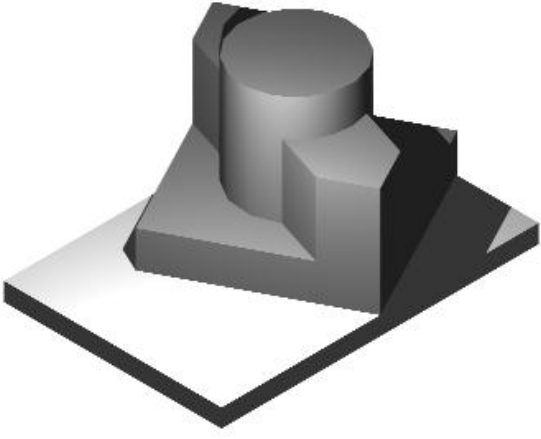
Додаток В

1	 <p>A wireframe drawing of a mechanical part. It features a rectangular base with a central vertical support. The top of the support is a circular ring. The drawing is shown in a perspective view with blue hatching on the ground plane.</p>	 <p>A 3D shaded model of the mechanical part from step 1. It shows a rectangular base with a central vertical support that has a circular ring at the top. The model is rendered in a perspective view with shading to show depth.</p>
2	 <p>A wireframe drawing of a mechanical part. It features a rectangular base with a central vertical support. The top of the support is a semi-circular arch. The drawing is shown in a perspective view with blue hatching on the ground plane.</p>	 <p>A 3D shaded model of the mechanical part from step 2. It shows a rectangular base with a central vertical support that has a semi-circular arch at the top. The model is rendered in a perspective view with shading to show depth.</p>
3	 <p>A wireframe drawing of a mechanical part. It features a rectangular base with a central vertical support. The top of the support is a semi-circular arch. There is a rectangular cutout in the base. The drawing is shown in a perspective view with blue hatching on the ground plane.</p>	 <p>A 3D shaded model of the mechanical part from step 3. It shows a rectangular base with a central vertical support that has a semi-circular arch at the top. There is a rectangular cutout in the base. The model is rendered in a perspective view with shading to show depth.</p>

Додаток В (продовження)

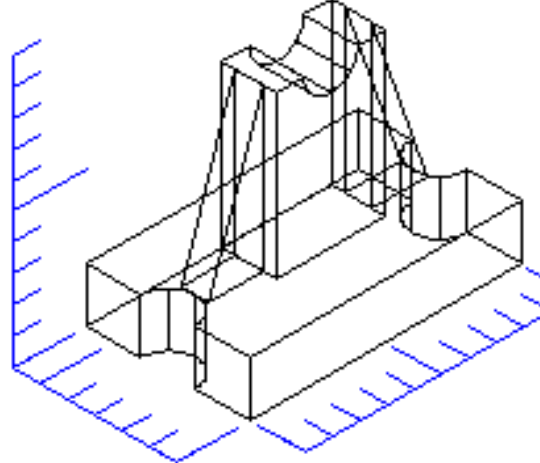
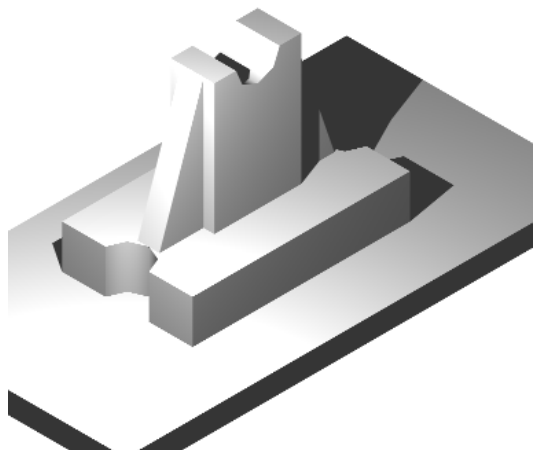
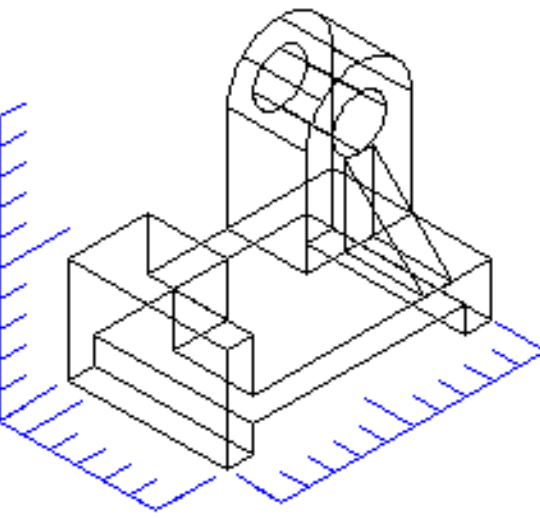
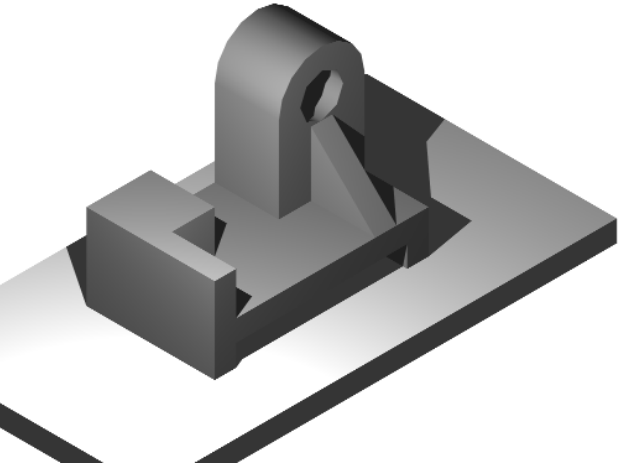
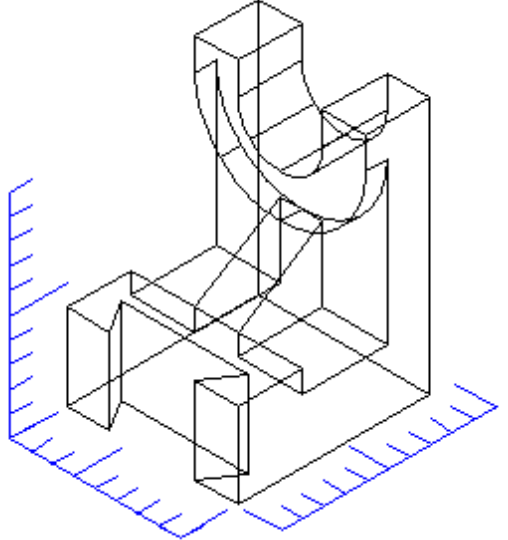
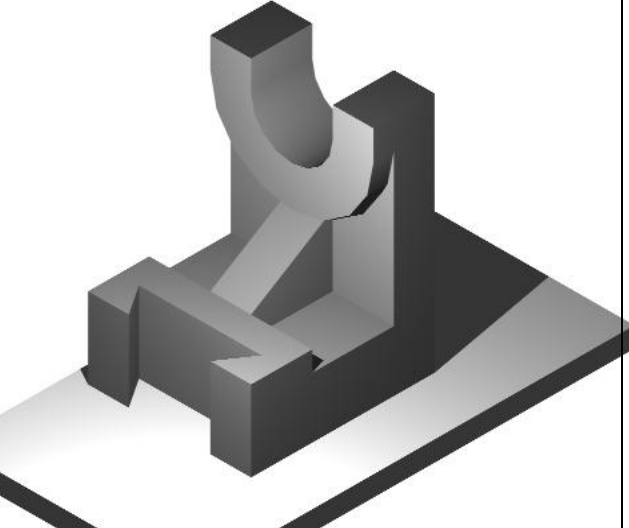
4		
5		
6		

Додаток В (продовження)

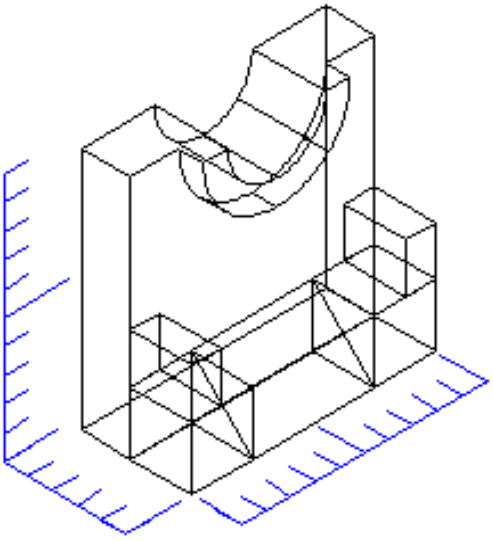
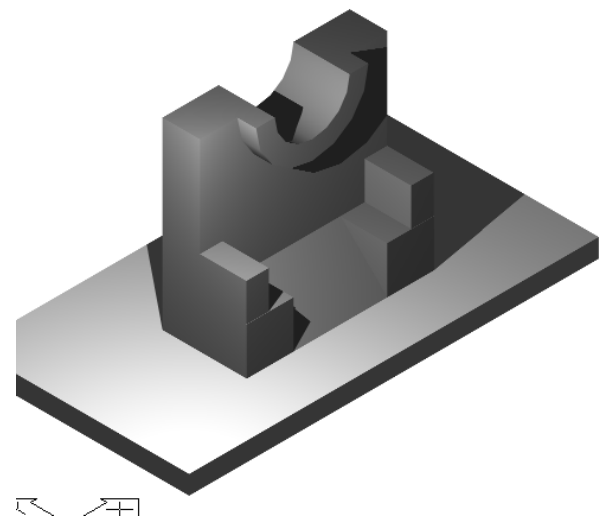
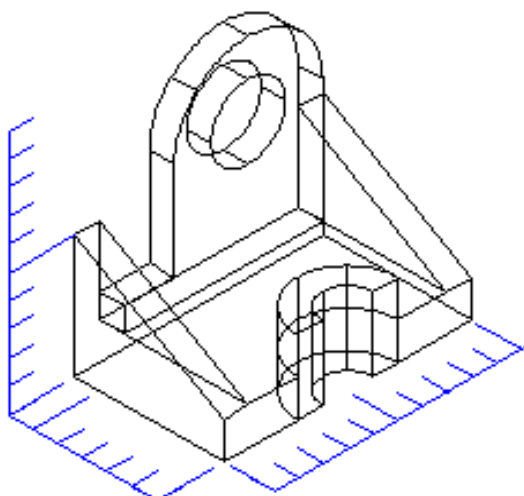
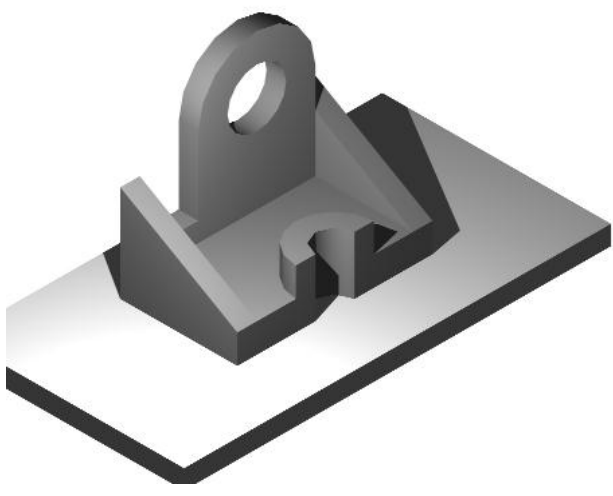
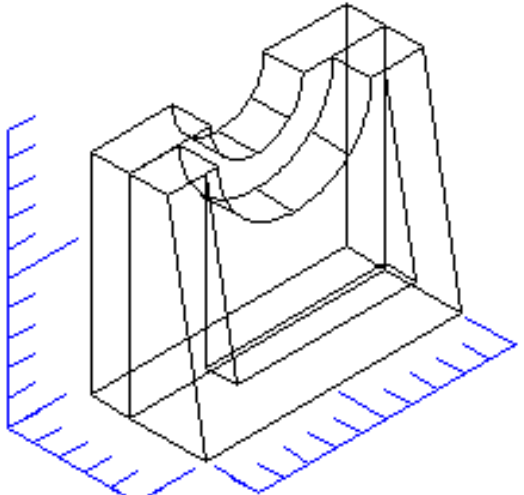
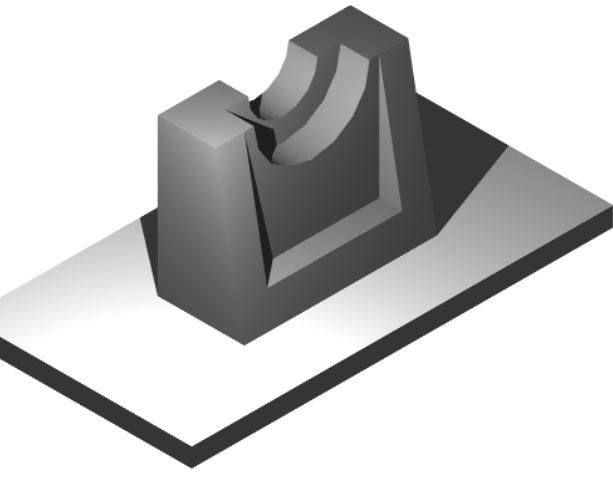
7		
8		
9		

Л

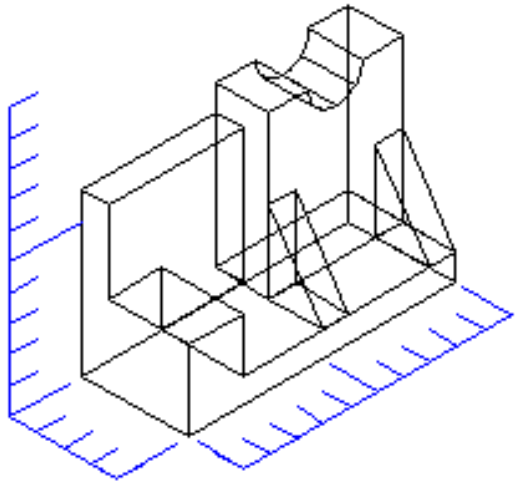
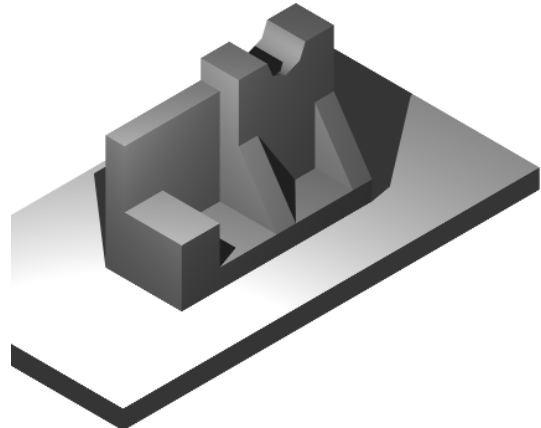
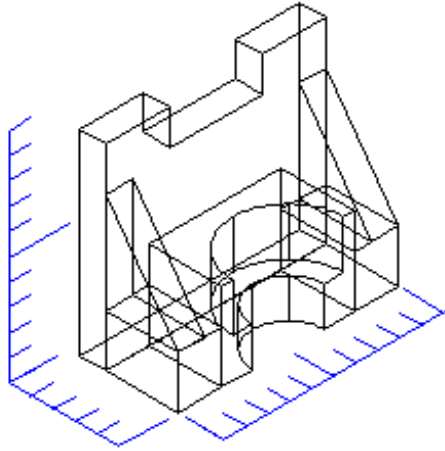
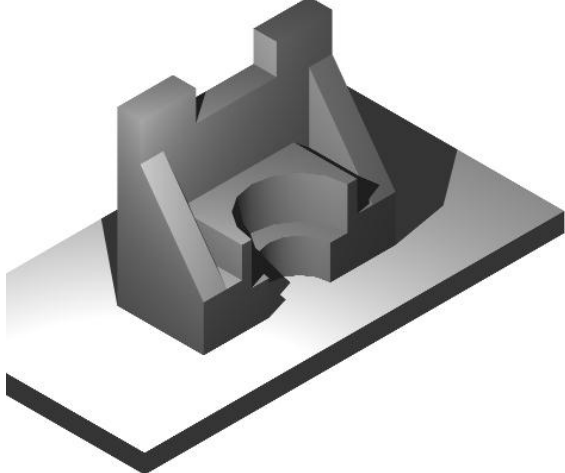
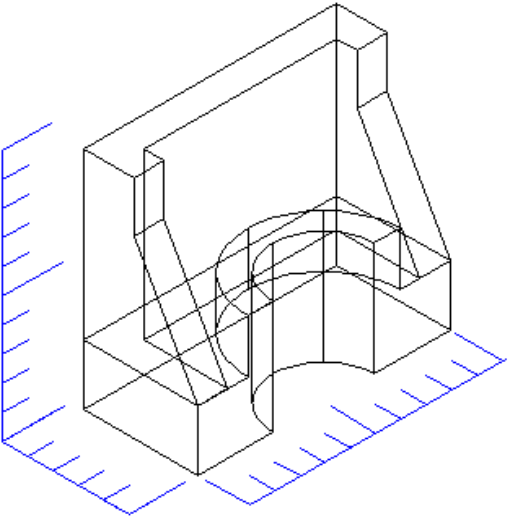
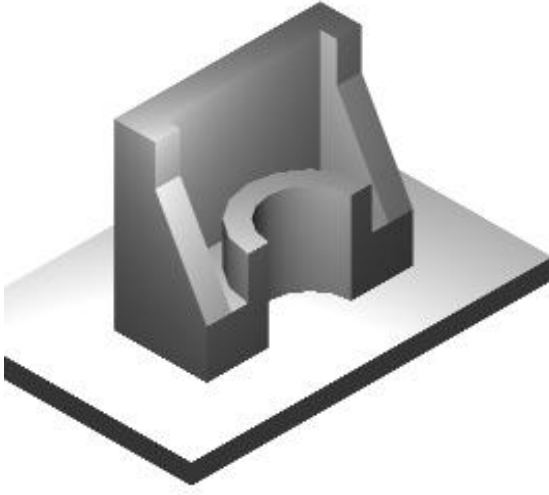
Додаток В (продовження)

10		
11		
12		

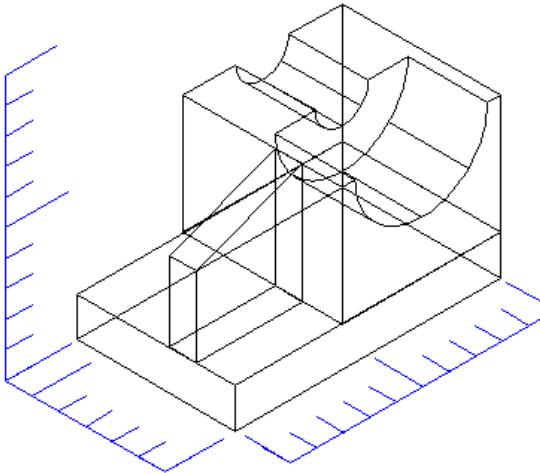
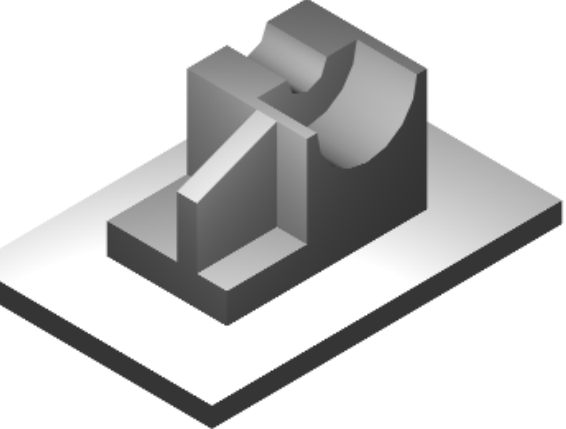
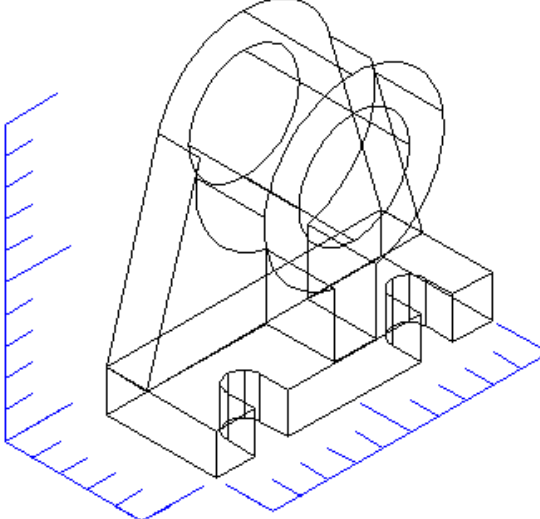
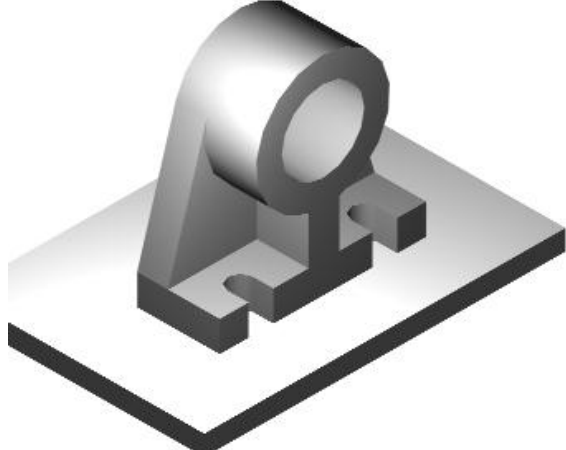
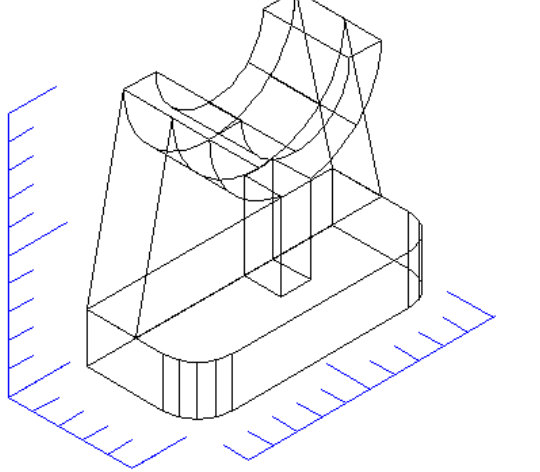
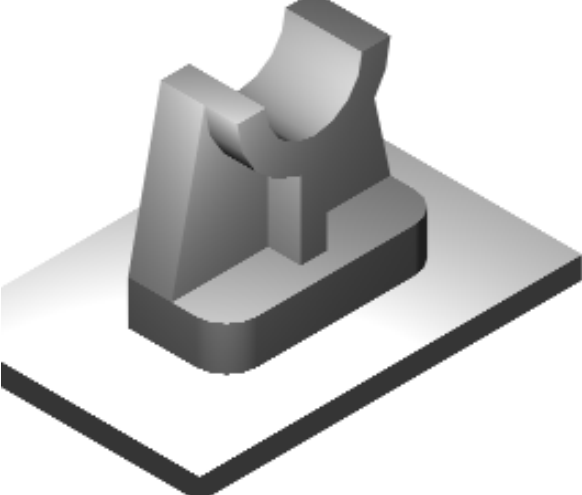
Додаток В (продовження)

13		
14		
15		

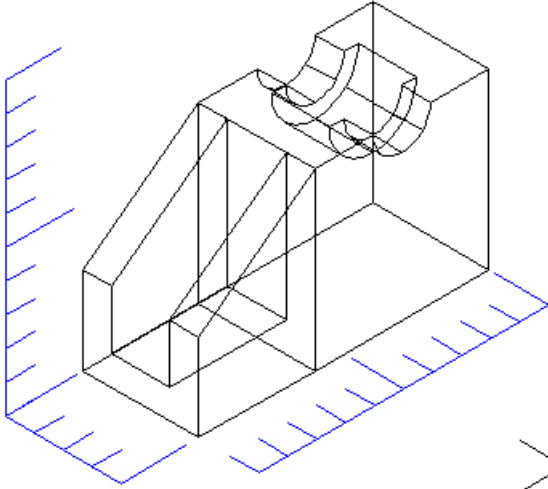
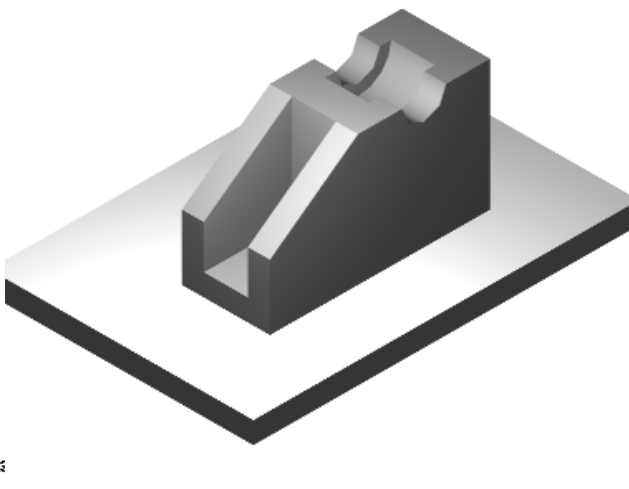
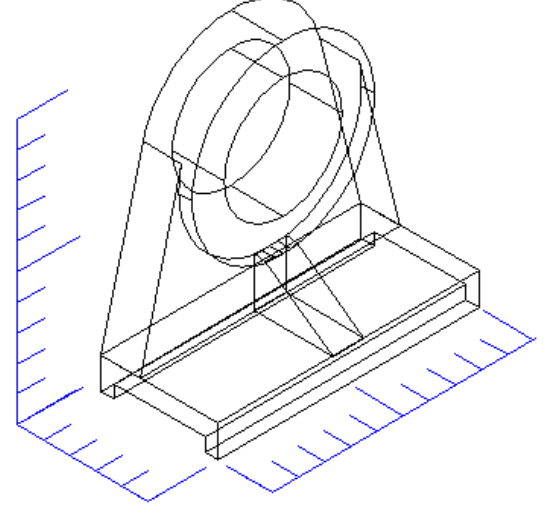
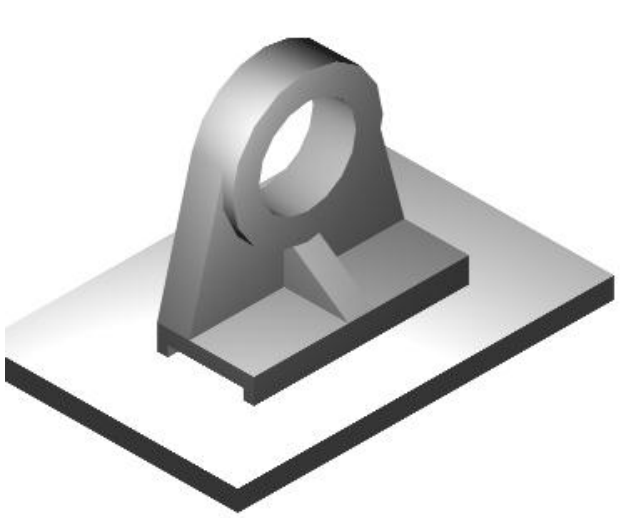
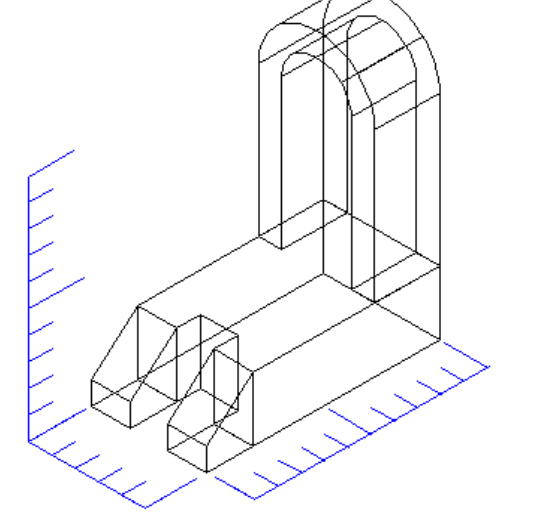
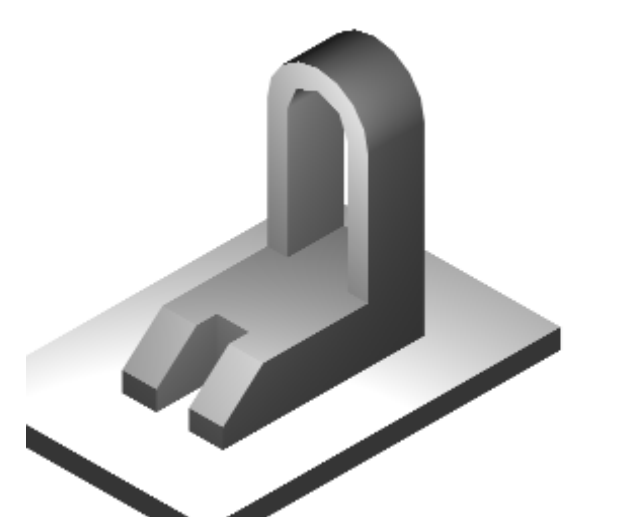
Додаток В (продовження)

15		
17		
18		

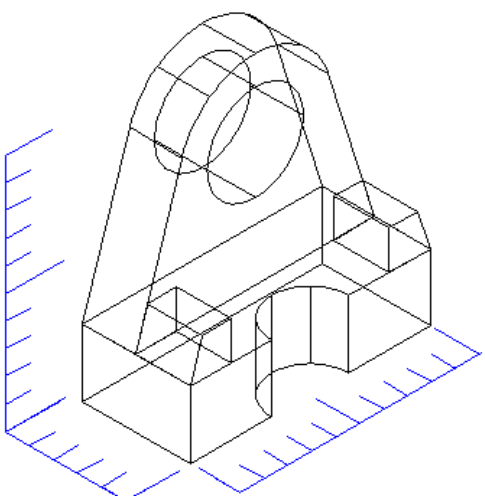
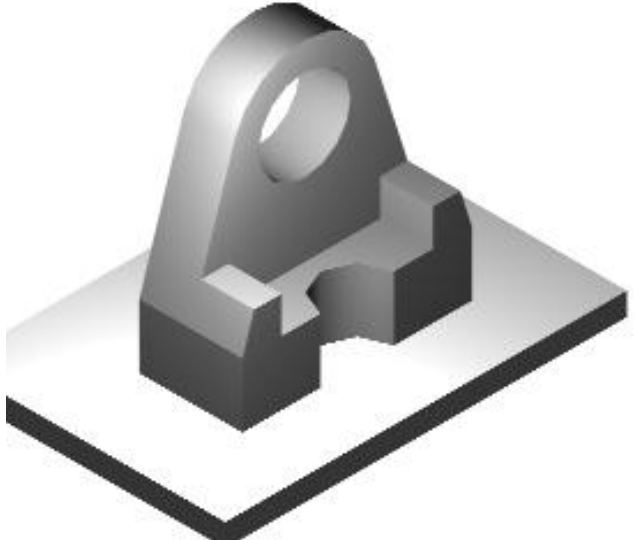
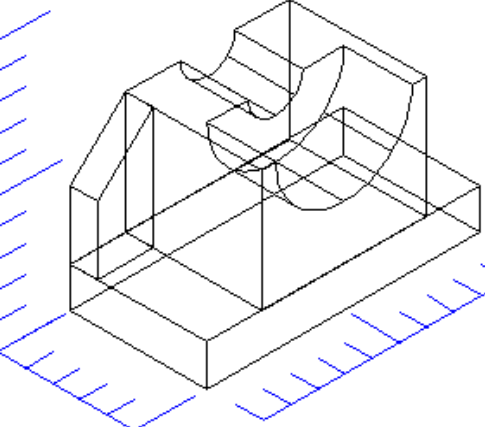
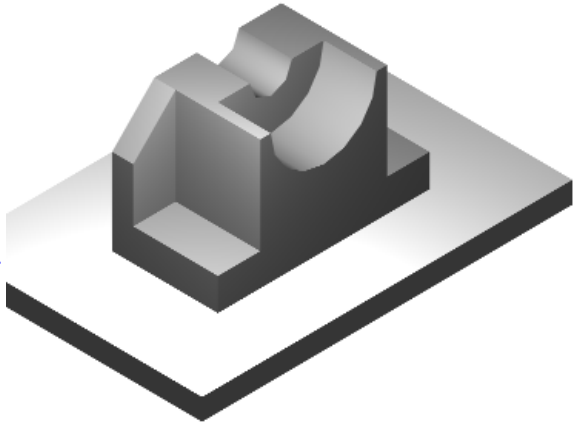
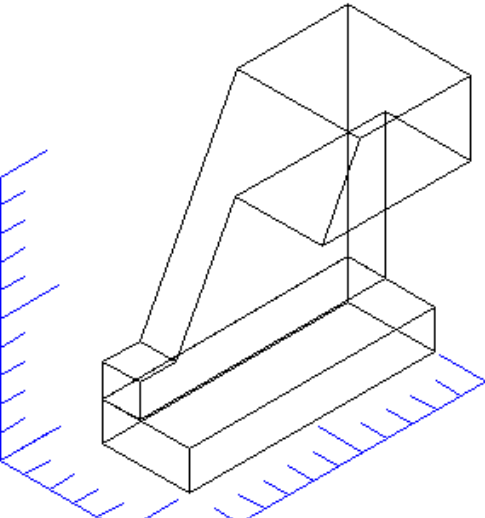
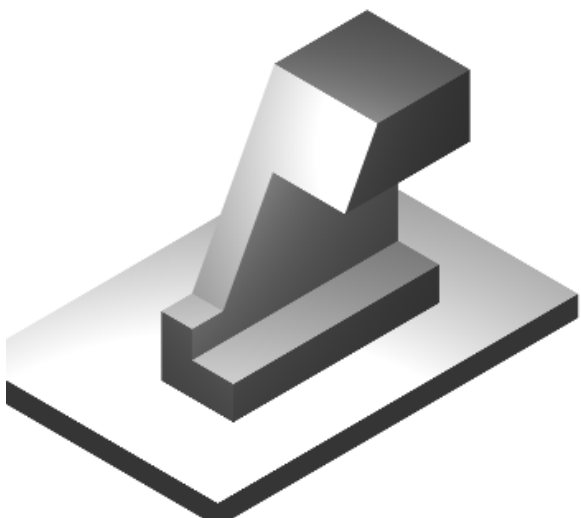
Додаток В (продовження)

19		
20		
21		

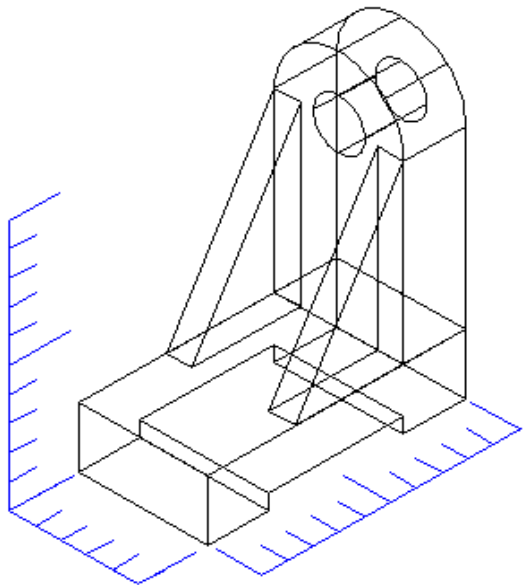
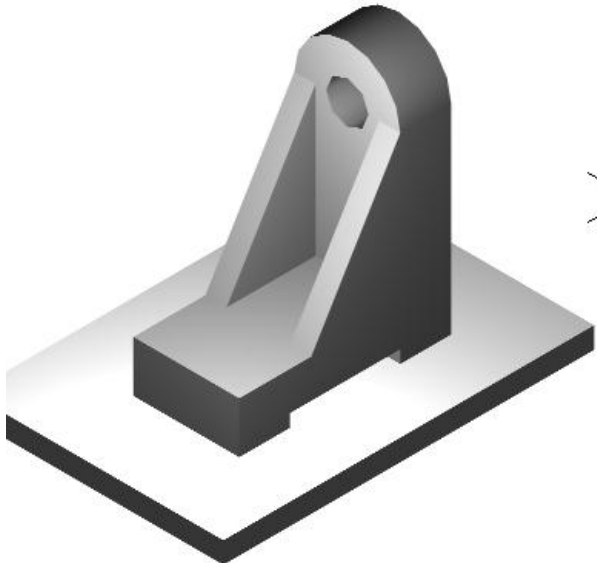
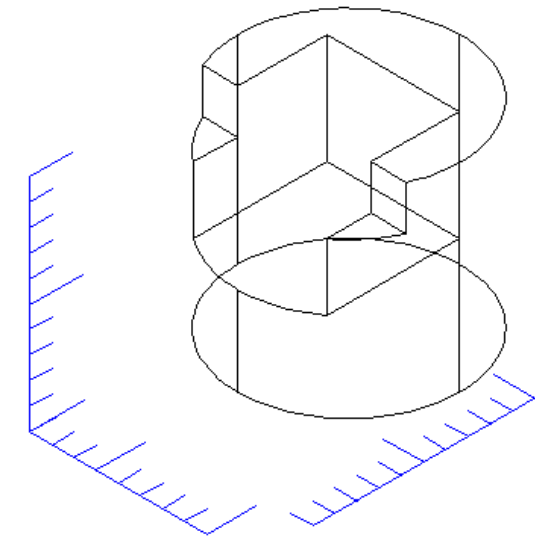
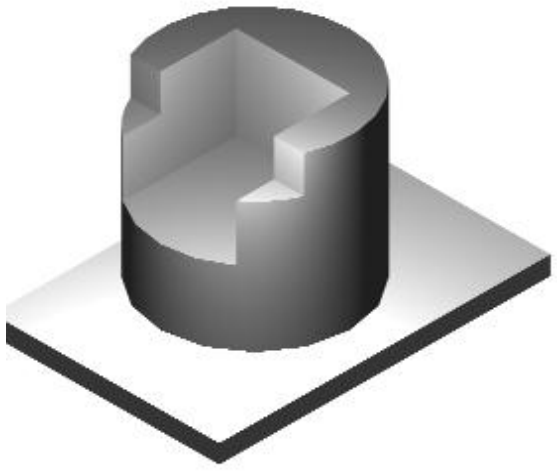
Додаток В (продовження)

22		
23		
24		

Додаток В (продовження)

25	 <p>A wireframe drawing of a mechanical part. It features a rectangular base with a semi-circular top section. The top section is a dome-like shape with a circular hole in the center. The drawing is shown in a perspective view with blue dashed lines indicating the base and the semi-circular top.</p>	 <p>A 3D shaded model of the mechanical part shown in the wireframe drawing. It is a dark gray object with a semi-circular top and a rectangular base, viewed from an isometric perspective.</p>
26	 <p>A wireframe drawing of a mechanical part. It features a rectangular base with a semi-circular top section. The top section is a dome-like shape with a circular hole in the center. The drawing is shown in a perspective view with blue dashed lines indicating the base and the semi-circular top.</p>	 <p>A 3D shaded model of the mechanical part shown in the wireframe drawing. It is a dark gray object with a semi-circular top and a rectangular base, viewed from an isometric perspective.</p>
27	 <p>A wireframe drawing of a mechanical part. It features a rectangular base with a slanted top section. The top section is a rectangular block with a slanted top surface. The drawing is shown in a perspective view with blue dashed lines indicating the base and the slanted top.</p>	 <p>A 3D shaded model of the mechanical part shown in the wireframe drawing. It is a dark gray object with a rectangular base and a slanted top, viewed from an isometric perspective.</p>

Додаток В (продовження)

28		
29		

Використана література

1. Веселовська, Г.В. Комп'ютерна графіка: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів [Текст] / Г.В. Веселовська, В.Є. Ходаков, В.М. Веселовський; за ред. В.Є. Ходакова. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2011. – 584 с.
2. Юхименко Г.О. Автокад 14 – вибір професіоналів: підручник [Текст] /Г.О. Юхименко, О.М. Шаблій. – Тернопіль: Лілея, 1999.-418 с.
3. Единая система конструкторской документации. ГОСТы 2.301-68, 2.303-68, 2.303-68, 2.304-68, 2.306-68, 2.307-68, 2.104-68). – М: Издат. Стандартов, 1979. – 164 с.
4. Фанкельштейн Є. Библия пользователя: Пер. С англ.-К.: Диалектика, 1998. – 896 с.

Зміст

Вступ	3
1. Зміна видових зображень.....	4
2. Визначення тримірних координат	5
3. Формування тривимірних об'єктів.....	7
4. Редагування 3D об'єктів.....	14
5. Екструзія та обертання.....	18
6. Об'єднання, вирахування та перетин.....	22
7. Система координат	23
8. Джерела світла	30
9. Приклад створення точкового джерела світла	42
10. Зміст завдання	42
Додаток А	50
Додаток Б.....	51
Додаток В.....	61
Використана література	71