

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ,
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з дисципліни

«СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ»

(для здобувачів вищої освіти

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»)

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри

будівництва, урбаністики

та просторового планування

Протокол № 5 від 17.12.2021р.

Сєверодонецьк 2022

УДК 744:004 (075.8)

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві» для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (Електронне видання) / Уклад. Л. В. Карпюк, З. С. Татарченко. – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2022. – 144 с.

Методичні вказівки присвячені поглибленому вивченню та практичному засвоєнню основних прийомів роботи з універсальним програмним засобом виготовлення конструкторської документації AutoCAD. Наведено теоретичний матеріал для вивчення графічного редактора AutoCAD, розглянуто основні поняття комп'ютерної графіки, викладено сучасні методи автоматизованого проектування у будівництві. Надано необхідні рекомендації з організації самостійної роботи студентів при підготовці до лабораторного заняття та графічні практикуми з кожної теми. Темі лабораторних занять присвячені вивченню питань, що виникають при виконанні графічних завдань в будівельному кресленні.

Укладачі:

Л. В. Карпюк, ст. викладач

З. С. Татарченко, асистент

Рецензент

Н. І. Білошицька, к.т.н., доцент

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ № 1-2	7
1.1 Тема: «Особливості використання команд графічного редактора AutoCAD».....	7
1.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи	7
1.3 Постановка завдання.....	7
1.4 Основні теоретичні відомості.....	7
1.5 Порядок і приклад виконання лабораторної роботи	13
1.6 Завдання на самостійну роботу.....	24
1.7 Контрольні питання.....	24
2 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ № 3-4	28
2.1 Тема: «Креслення геометричних тіл за наочним зображенням. Проекційне креслення».....	28
2.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи.....	28
2.3 Постановка завдання.....	28
2.4 Основні теоретичні відомості.....	28
2.5 Порядок і приклад виконання лабораторної роботи	45
2.6 Завдання на самостійну роботу.....	48
2.7 Контрольні питання.....	49
3 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ № 5-10	56
3.1 Тема: «Креслення геометричного тіла з використанням тривимірного (3D) моделювання».....	56
3.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи.....	56
3.3 Постановка завдання.....	56
3.4 Основні теоретичні відомості.....	56

3.5	Порядок і приклад виконання лабораторної роботи	73
3.6	Завдання на самостійну роботу.....	86
3.7	Контрольні питання.....	86
4	ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ №11-17.....	87
4.1	Тема: «Виконання будівельного кресленика в системі AutoCAD».....	87
4.2	Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи.....	87
4.3	Постановка завдання.....	87
4.4	Основні теоретичні відомості.....	87
4.5	Порядок і приклад виконання лабораторної роботи	91
4.6	Завдання на самостійну роботу.....	106
4.7	Контрольні питання.....	136
5	ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	137
6	КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ СТУДЕНТА НА ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАНЯТТІ.....	138
7	ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	141
	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНШІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	142

ВСТУП

Сучасний рівень програмних і технічних засобів електронної обчислювальної техніки дозволяє перейти від традиційних ручних методів конструювання до *нових інформаційних технологій* з використанням ЕОМ, створювати *системи автоматизації розробки і виконання конструкторської документації* (АКД), що задовольняють ЄСКД як за якістю виконання документів, так і згідно з вимогами стандартів.

Одними з основних компонентів автоматизованого проектування у будівництві є *автоматизовані системи проектування* (САПР) - структури, найбільш організовані методично та інформаційно. Завдяки САПР істотно (у кілька разів) скорочуються строки виконання і підготовки конструкторської і технічної документації. Такий вигравш у часі досягається за рахунок автоматизації більшості дій, пов'язаних із цим процесом. Крім того, у результаті використання машинного проектування відчутно підвищується якість як технічної документації, так і безпосередньо самих конструкторських розробок.

AutoCAD – це система автоматичного проектування, що належить до класу так званих **CAD**-систем. **CAD** (Computer Aided Design) - загальноприйняте міжнародне позначення систем для розробки моделей об'єктів (наприклад, елементів архітектури та містобудування) і підготовки конструкторської документації - креслеників.

Ціль даних методичних вказівок – дати рекомендації з розв'язання домашніх і аудиторних завдань, указати літературні джерела, необхідні при підготовці до занять. Вивчення дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві» спрямоване на забезпечення можливості опанування засобами креслення, рисунку та графічної композиції із застосуванням новітніх технологій комп'ютерної графіки, а саме вивчення системи AutoCAD.

В результаті виконання лабораторних робіт студенти повинні:

знати склад, організацію і правила експлуатації технічних засобів комп'ютерної графіки, шляхи створення, перетворення, зберігання графічної інформації та організації графічного діалога;

уміти користуватися засобами комп'ютерної графіки, зокрема системи AutoCAD, для створення двовимірних та тривимірних графічних моделей реальних об'єктів.

У цих методичних вказівках пропонується виконувати завдання у системі AutoCAD послідовно за такими темами.

Двовимірна комп'ютерна графіка:

- засвоєння команд побудови фрагментів креслеників та їхнє редагування;
- геометричні побудови при розробці технічної документації;
- проєкційне креслення деталей.

Тривимірна комп'ютерна графіка:

- засвоєння команд тривимірного моделювання;
- комп'ютерне тривимірне моделювання геометричних об'єктів за їх метричними характеристиками;
- синтез тривимірної моделі технічної форми шляхом аналізу двовимірних зображень (кресленик технічної форми), установлення з яких простих геометричних тіл і поверхонь вона складається, та їх параметризація;
- формування кресленика геометричного тіла у просторі аркуша системи AutoCAD.

При підготовці до лабораторних занять студенти повинні вивчити зміст даних методичних вказівок, матеріал лекцій курсу за відповідними темами та літературу, що рекомендувалося до виконуваної роботи, з'ясувати її мету, порядок виконання та очікувані результати.

Завдання дисципліни: вивчення теоретичних основ та засобів автоматизації оформлення будівельних креслеників і елементів архітектурно-будівельної графіки, основних програмних систем для оволодіння характерними прийомами та навичками технології інженерного проектування з використанням персональних ЕОМ.

Предмет вивчення дисципліни: пакети прикладного програмного забезпечення архітектурно-будівельного напрямку.

1 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ №1–2

1.1 Тема заняття: «Особливості використання команд графічного редактора AutoCAD».

1.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи

Ознайомити здобувачів вищої освіти зі спеціальними можливостями і технологіями AutoCAD, з умовами і особливостями будівельного креслення промислових і цивільних будівель.

1.3 Постановка завдання


Вивчити особливості виконання команд AutoCAD таких як сплайн, полілінія, блок. Повторити і використати при побудові раніше вивчені команди AutoCAD (курс «Комп'ютерна графіка у будівництві»). Виконати графічний практикум.

1.4 Основні теоретичні відомості

1.4.1 Сплайн

Побудова сплайна

Сплайни застосовуються при кресленні кривих довільної форми. Вони будуються завданням координат визначальних точок за допомогою команди **SPLINE** (СПЛАЙН).

1. Відкрийте падаюче меню **Draw** (Рисование) і виберіть із нього пункт **Spline** (Сплайн) або клацніть мишею на кнопці  **Spline** (Сплайн) панелі інструментів **Draw** (Рисование).

2. Укажіть початкову й наступні точки сплайна, а для завершення введення точок натисніть клавішу <Enter>. У першій точці сплайна з'явиться «гумова нитка».

3. Виберіть напрямок дотичної до сплайну, повертаючи «гумову нитку», а для підтвердження обраного напрямку клацніть лівою кнопкою миші. «Гумова нитка» з'явиться в останній точці сплайна.

4. Таким же способом виберіть напрямок дотичної в цій точці сплайна.

Редагування сплайна

Цю операцію можна виконати за допомогою команди **SPLINEDIT** (РЕДСПЛАЙН), призначеної для редагування сплайна.

1. Відкрийте падаюче меню **Modify** (Редакт), виберіть з нього **Object** (Об'єкти), а потім **Spline** (Сплайн) або клацніть мишею на кнопці **Edit Spline** (Редактировать сплайн) панелі інструментів **Modify II** (Редактирование2).

2. Виберіть редагуємий сплайн будь-яким способом. У командному рядку з'явиться список опцій команди:

- **Fit data** (Определяющие) — редагування даних які визначають сплайн;
- **Close** (Замкнуть) — замикання сплайна і згладжування кривої в точці з'єднання;
- **Move vertex** (Перенести) — перенос визначальної точки в нове положення;
- **Refine** (Исправить) — зміна форми сплайна додаванням керуючих точок і зміни їх вагових коефіцієнтів, а також підвищенням порядку сплайна;
- **rEverse** (Обратно) — зміна напрямку сплайна на протилежне;
- **Undo** (ОТменить) — відміна останньої операції редагування.

3. В даному випадку можуть знадобитися опції **Move vertex** (Перенести) і **Refine** (Исправить). Виконайте необхідні операції відповідно до обраної опції.

4. Введіть в командному рядку **Exit** (выход) і натисніть клавішу <Enter> для завершення команди.

1.4.2 Полілінія

Побудова поліліній

Полілінія – це пов'язана послідовність сегментів. Всі ці сегменти є єдиним об'єктом. Полілінії можуть складатися з лінійних і дугових сегментів, а також з будь-яких їхніх сполучень. Полілінії використовуються, якщо передбачається ро-

бота з набором сегментів як із цілим. У полілінії можна змінювати ширину і кривизну сегментів.

Створювані полілінії можуть мати різну ширину, що встановлюється ключами «Ширина» і «Полуширина». Для кожного сегмента можна задати своє значення ширини; крім того, сегменти можуть звужуватися або розширюватися, якщо значення ширини в початковій і кінцевій точках різні. Ці опції доступні після зазначення початкової точки при побудові полілінії.

Ключами «Ширина» і «Полуширина» задається ширина наступного сегмента полілінії, що створюється. При вказівці значення 0 будується тонкий сегмент із нульовою шириною. Будь-які ненульові додатні значення ширини ведуть до створення широких ліній, які відображаються зафарбованими або у вигляді контурів, залежно від стану режиму зафарбування. Ключем «Полуширина» можна задавати відстань від осьової лінії широкої полілінії до її краю.

Pline (Полілінія) - **виклик команди.**

Ключі:

Half-width (Полуширина) – відстань від осьової лінії широкої полілінії до її краю

Width (Ширина) – ширина наступного сегмента. Іде запит початкової і кінцевої ширини

Undo (Отменить) – для скасування останнього сегмента

У режимі створення відрізків:

Ключі:

Arc (Дуга) – перехід у режим дуг

Close (Замкни) – замкнути відрізком

Length (Длина) – довжина сегмента, як продовження попереднього у тому ж напрямку.

У режимі дуг:

Angle (Угол) – центральний кут

Center (Центр) – центр дуги

Close (Замкни) – замкнути дугою

Direction (Направление) – напрямок

Line (Отрезок) – перехід у режим відрізків

Радіус(Radius) – радіус дуги

Second point (Вторая) – друга точка дуги

Можна відзначити наступні особливості полілінії в порівнянні з простими примітивами:

- полілінія є єдиним об'єктом, що зручно використовувати для операцій видалення або редагування (наприклад, побудови рівнобіжної лінії);
- полілінія зручна для креслення жирних ліній кресленика;
- перемінна ширина сегментів полілінії може бути використана для графічних ефектів (побудови стрілок і т.п.).

1.4.3 Блок

Блоком (або описом блока) називається сукупність зв'язаних об'єктів рисунка, що обробляються як єдиний об'єкт. Блоки можна вставляти в рисунок з масштабуванням і поворотом. Можна розчленовувати їх на складові об'єкти і редагувати, а також змінювати опис блока. В останньому випадку AutoCAD оновлює всі існуючі входження блока і застосовує новий опис до блоків, що знову вставляються.

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

- ◆ Для створення стандартної бібліотеки символів, вузлів і деталей, які часто використовуються. Після цього можна необмежене число раз вставляти ці блоки, замість того щоб щораз креслити всі їхні елементи.
- ◆ Для швидкого й ефективного редагування рисунків шляхом вставки, переміщення і копіювання цілих блоків, а не окремих геометричних об'єктів.
- ◆ Для економії дискового простору шляхом адресації усіх входжень одного блока.

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

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

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

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

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

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

Створення блока

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

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

Вставка блока

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

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

1.З меню «Вставка» вибрати «Блок»

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

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

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

5.Натиснути «ОК».

Розчленування блоків

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

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

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

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

Для розчленування об'єкта:

1. З меню «Изменить» вибрати «Расчленить» або з панелі «Изменить» вибрати відповідну кнопку.
2. Вибрати об'єкти, які потрібно розчленувати.

1.5 Порядок і приклад виконання лабораторної роботи

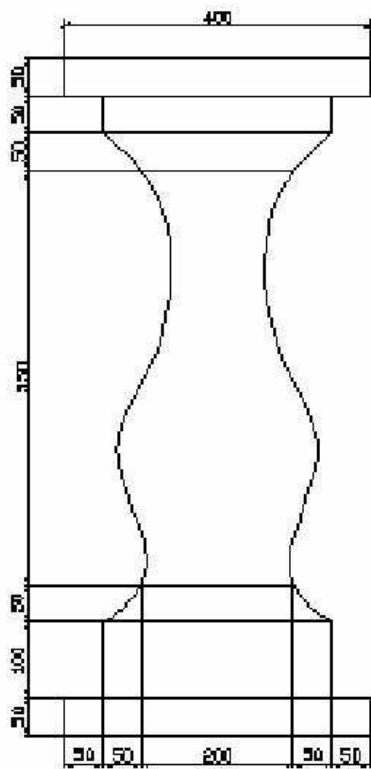


Рисунок 1.1 – Кресленик блясини

Завдання 1. Створення й редагування сплайна.

Блясина складається з двох основ і фігурної стійки. Основи побудуємо з відрізків, а контур стійки зі сплайна, який потім відобразимо щодо осі симетрії, щоб побудувати його другу половину.

На рисунку 1.1 наводиться повністю кресленик блясини з розмірами, необхідними для її побудови.

1. Установіть ліміти (граничі) креслення 800x800.
2. Задайте крок сітки 50x50, включіть її, натиснувши кнопку **СЕТКА** в рядку стану. Установіть десятичні одиниці вимірювання.
3. Виведіть сітку в межах заданих границь кресленика, скориставшись меню **Вид Зумирование Все**.

Завдання 2. Створення основ блясини з відрізків.

Кресленик блясини почнемо з побудови основ. Для цього знадобляться два шари.

1. Накресліть на осьовому шарі вісь симетрії.
2. Командою **ОТРЕЗОК** створіть на шарі контур основи блясини як показано на рисунку 1.2.

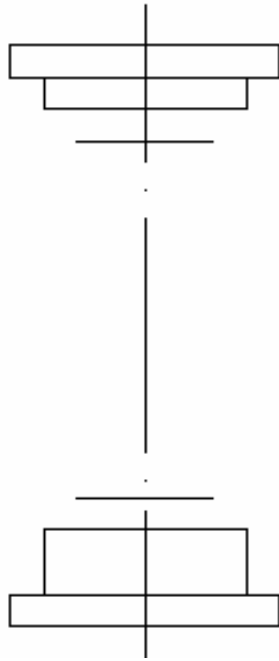


Рисунок 1.2 – Основи балясини

Накреслимо тепер сплайн через 4 задані точки по його краях і декілька проміжних точок між ними, що задаються довільно.

Завдання 3. Побудова і редагування сплайна.

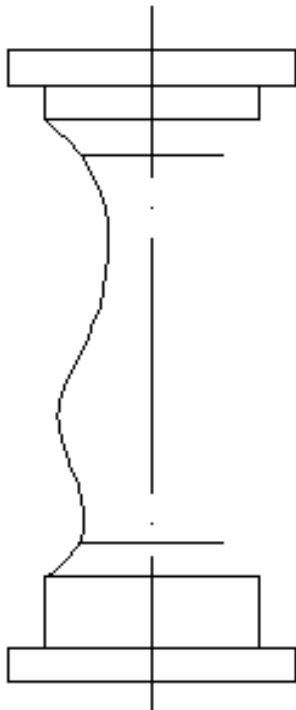


Рисунок 1.3 – Сплайн, побудований по чотирьох точках

Відкрийте падаюче меню **Рисование** і виберіть з нього пункт **Сплайн** або клацніть мишкою на кнопці панелі інструментів **Рисование**.

Вкажіть початкову та наступні точки сплайна, а для завершення введення точок натисніть клавішу <Enter>. У першій точці сплайна з'явиться «гумова нитка».

Виберіть напрямок дотичної до сплайну, повертаючи «гумову нитку», а для підтвердження обраного напрямку клацніть лівою кнопкою миші. «Гумова нитка» з'явиться в останній точці сплайна.

Таким же способом виберіть напрямок дотичної в цій точці сплайна.

Побудований сплайн повинен виглядати так, як показано на рисунку 1.3.

Крайні точки сплайна будувалися по кінцях відрізків, а проміжні довільно, тому може знадобитися коригування форми побудованої кривої. Коригувати сплайн можна за допомогою ручок.

Завдання 4. Дзеркальне відображення сплайна.

Для отримання другої половини криволінійного контуру балясини відобразіть побудований сплайн щодо осі симетрії, скориставшись командою **ЗЕРКАЛО**. Остаточний рисунок повинен виглядати так, як показано на рисунку 1.4.

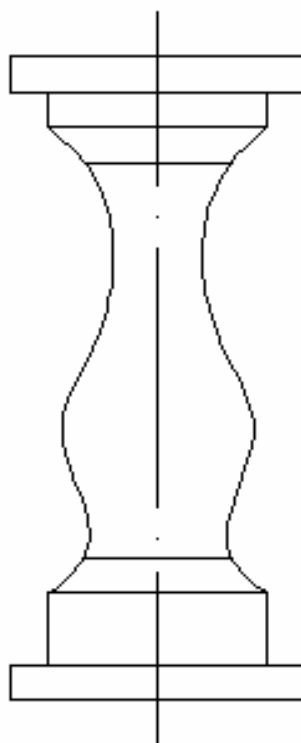


Рисунок 1.4 – Балясина, побудована зі сплайнів і відрізків

Завдання 5. Виконати зображення ламаної (стрілки) з установкою товщини лінії.

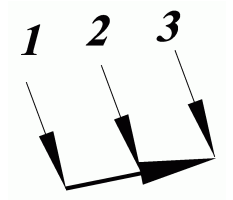
На панелі «**Рисование**» вибрати кнопку «Полилиния» або ж з меню «**Рисование**» вибрати «Полилиния»

У командному рядку

Pline (Полилиния)

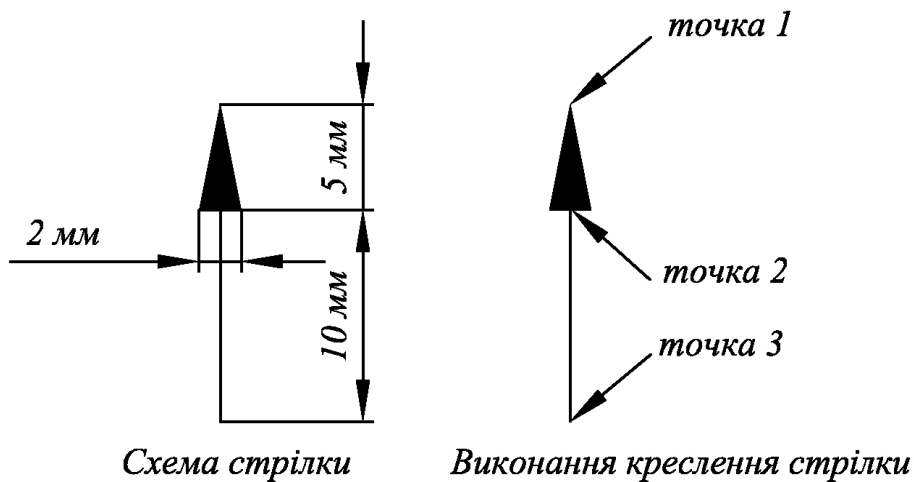
From point: **40,10**

(Точка 1)



Arc/Cl/.../Width: Ш (W) (Ширина)
Starting width: 0.5 (Початкова ширина)
Ending width: 0.5 (Кінцева ширина)
Arc/Cl/.../Width: 50,12 (Точка 2)
Arc/Cl/.../Width: Ш (W)) (Ширина)
Starting width: 3 (Початкова ширина)
Ending width: 0 (Кінцева ширина)
Arc/Cl/.../Width: 60,14 (Точка 3)
Arc/Cl/.../Width: <Введення>(Вихід)

Завдання 6. Виконати кресленик стрілки за допомогою полілінії.



На панелі «Рисование» вибрати кнопку «Полилиния» або ж з меню «Рисование» вибрати «Полилиния», режим <ОРТО> включити.

У командному рядку

Pline (Полилиния)

From point (Начальная точка): клацнути на екрані і вказати напрям стрілки (Точка 1)

Arc/Cl/.../Width (Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]): W(Ш) (Вибрати ширину)

Starting width (Начальная ширина): 0 (Початкова ширина)

Ending width (Конечная ширина): 2 (Кінцева ширина)

Arc/Cl/.../Width (Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]): **5** (Задати довжину стрілки, з'явиться точка 2)

Arc/Cl/.../Width (Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]): **W(Ш)** (Вибрати ширину)

Starting width (Начальная ширина): **0** (Початкова ширина)

Ending width (Конечная ширина): **0** (Кінцева ширина)

Arc/Cl/.../Width (Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]): **10** (Задати довжину відрізка, з'явиться точка 3)

Arc/Cl/.../Width (Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]): <ENTER>(Вихід).

Завдання 7. Накреслити коло за допомогою полілінії.

У командному рядку :

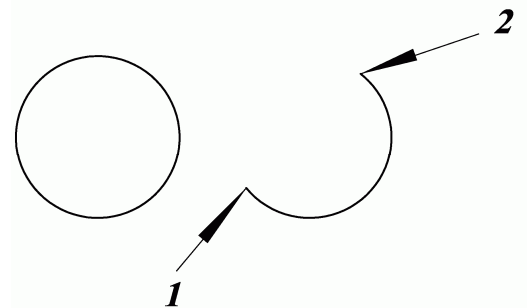
Pline (Полилиния)

From point: **65,250** (Точка 1)

Arc/Cl/.../Width: **Д (A)** (Режим дуг)

Second point: **100,265** (Точка 2)

Endpoint...: **3 (C)** (Замкни)



Завдання 8. Обвести заданий контур полілінією.

Pline (Полилиния)

From point: за допомогою прив'язки “Контточка” указати т.1

Arc/Cl/.../Width: за допомогою прив'язки “Контточка” указати т.2

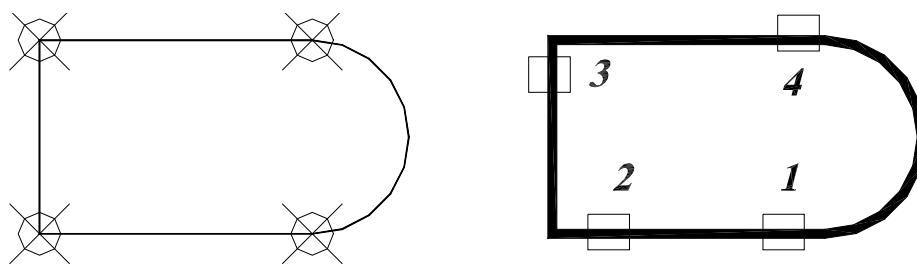
Arc/Cl/.../Width: за допомогою прив'язки “Контточка” указати т.3

Arc/Cl/.../Width: за допомогою прив'язки “Контточка” указати т.4

Arc/Cl/.../Width: **Д (A)** (Режим дуги)

Arc/Cl/.../Width: за допомогою прив'язки “Контточка” указати т.1

Arc/Cl/.../Width: <Введення> (Вихід)



Завдання 9. Використання команди **Блок**. Створення основ балкона.

У цьому завданні спочатку буде підготовлений проект основи балкона, в який буде вставлений блок, створений із баясини балкона, яку намалювали в попередньому завданні.

1. Встановіть шари для нового кресленика.
2. Встановіть поточним шар **осьовий** і проведіть вісь першої баясини.
3. Установіть поточним шар **контур** і, скориставшись командою побудови відрізка **ВІДРІЗОК**, побудуйте верхню частину по розмірах, зазначених на рисунку 1.5.

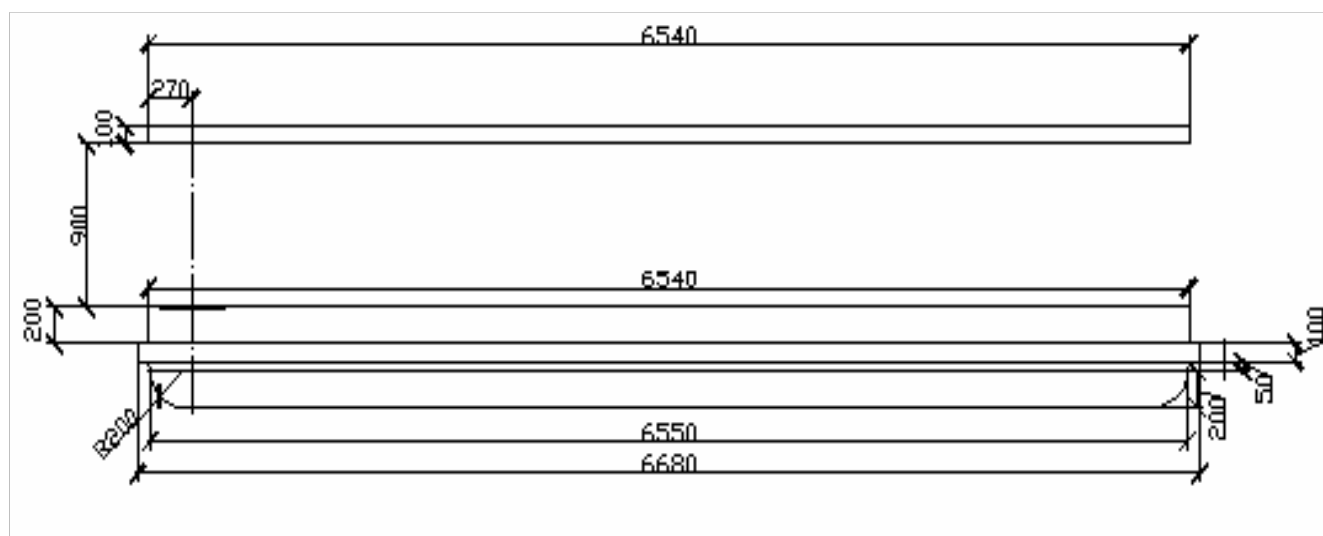


Рисунок 1.5 – Основні розміри верхньої і нижньої частин балкона

4. Накресліть нижню частину балкона. Нижні кути основи скруглити дугою радіусом 200, скориставшись командою **СПОЛУЧЕННЯ**. Установіть поточним шар **Розмір**, на якому будуть наноситися розміри, показані на рисунку 1.5.
5. Нанесіть розмірним стилем лінійні розміри. Установіть масштаб 1:30.
6. Цим же стилем нанесіть розмірний ланцюг і радіус.

7. Заморозьте шар **Розмір**, щоб нанесені розміри стали невидимими, тому що далі буде вставлятися балясина балкона у вигляді блоку, і вони будуть тільки заважати.

8. Збережіть кресленик під іменем **Балкон.dwg**.

Продовжимо створення рисунка балкона. Для цього відкриємо кресленик балясини, створене у попередньому завданні, і створимо з неї блок, який вставимо в кресленик балкона. Далі розмножимо блок масивом, тому що в балконі буде встановлено 13 балясин.

Завдання 10. Створення блоку.

Щоб створити опис блоку командою **БЛОК** у поточному кресленику, виконайте наступну послідовність операцій:

1. Відкрийте кресленик балясини, створений у попередньому завданні, яке виглядає, як показано на рисунку 1.6. Букви на цьому кресленику відсутні, а на рисунку вони відзначають точки, які необхідні для пояснення подальших операцій із кресленням.

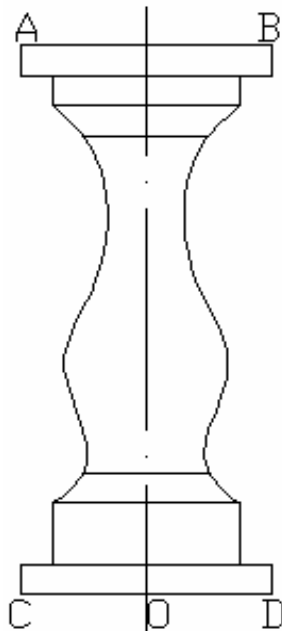


Рисунок 1.6 – Рисунок балясини із зазначеними кутовими точками

2. Відкрийте падаюче меню **Рисование** і виберіть з нього пункт **Блок**, а потім із додаткового меню пункт **Создать**, або ж клацніть мишкою по кнопці (Соз-

дать блок) панели инструментов **Рисование**. З'явиться діалогове вікно **Block Описание блока**, показане на рисунку 1.7.

3. В полі **Имя** діалогового вікна **Описание блока** введіть ім'я блока **Балясина**.

4. У розділі **Базовая точка** клацніть мишкою на кнопці **Указать**. Програма тимчасово вийде в графічну зону екрану. Вкажіть прив'язкою точку **O** на рисунку 1.8, яка потім при вставці створеного блоку в кресленик буде поєднуватися з точкою його вставки. Програма повернеться в діалогове вікно **Описание блока**. В полях **X**, **Y** і **Z** цього вікна з'являться координати зазначеної точки.

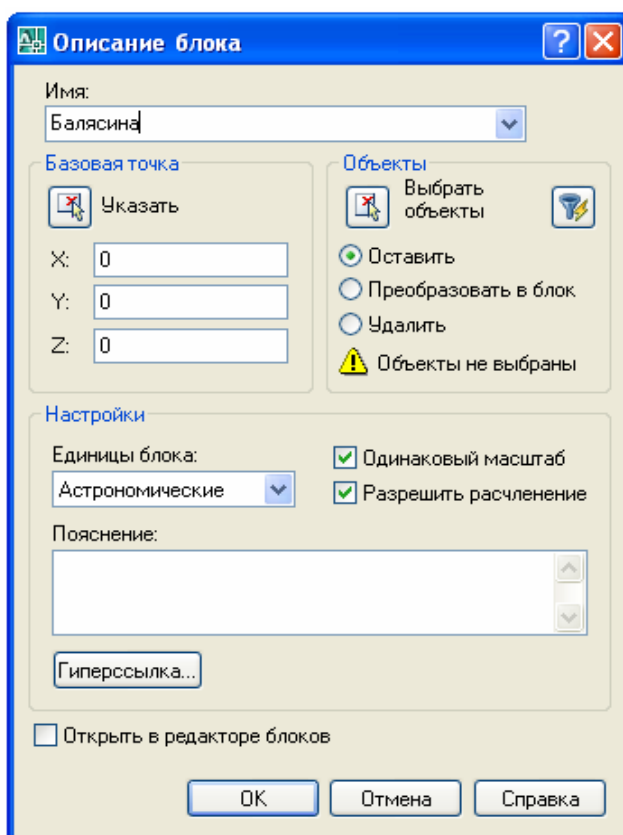


Рисунок 1.7 – Діалогове вікно **Block Definition (Описание блока)**

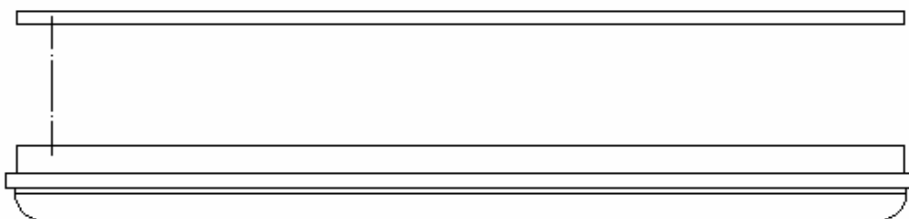


Рисунок 1.8 – Верхня і нижня частини балкону з замороженим шаром розмірів

5. В розділі **Объекты** відзначте опцію:

- **Оставить** – після створення блоку екземпляр вихідних об'єктів на кресленнику залишається без змін. При цьому в базу даних кресленика заноситься один об'єкт **Балясина** у вигляді блоку.

Інші опції в цьому розділі мають такі значення:

- **Преобразовать в блок** – після створення блоку екземпляр вихідних об'єктів на кресленнику перетворюється в блок.

Удалить – після створення блоку і записі його в базу даних кресленика вибрані об'єкти будуть вилучені з рисунка.

6. Клацніть мишею на кнопці **Выбрать объекты**. Програма тимчасово вийде в графічну зону кресленика, де рамкою виберіть всі об'єкти кресленика.

7. Залиште серед обраних об'єктів тільки ті з них, які будуть використовуватися для створення блоку. У нього не включається осьова лінія і горизонтальні відрізки АВ і CD. Щоб виключити непотрібні об'єкти вже з обраних об'єктів, натисніть клавішу <Shift> і, утримуючи її, повторно клацніть по ним мишею.

8. Після вибору об'єктів натисніть клавішу <Enter>. Програма повернеться в діалогове вікно **Описание блока**.

9. В полі **Пояснение** введіть текстовий опис для ідентифікації блоку, який потім можна бачити у вікні **DESIGNCENTER**.

10. Встановіть наступні прапорці:

- **Масштабировать равномерно** – при вставці блоку роздільне масштабування по осях координат буде заблоковано;

- **Допустимо расчленение** – обраний екземпляр блоку може бути розчленований на складові об'єкти командою **РАСЧЛЕНИТЬ**.

Переконайтеся в тому, що прапорець вимкнено:

- **Открыть в редакторе блоков** – створений блок буде відкрито в редакторі блоків з метою створення динамічного блоку.

11. Клацніть мишею на кнопці ОК для виходу з діалогового вікна.

Тепер створений в кресленнику Балясина.dwg блок Ваhs вставимо в кресленик балкона Балкон.dwg.

Вставка блока в кресленик

1. Відкрийте кресленик Балкон, в який буде вставлятися блок Балясина
2. Встановіть поточний шар 0, на який буде вставлятися блок.
3. Вкажіть прив'язкою точку вставки блоку на перетині осьової лінії балясини і верхньої горизонтальної лінії основи балкона. Балкон зі вставленим блоком виглядає так, як показано на рисунку 1.9.

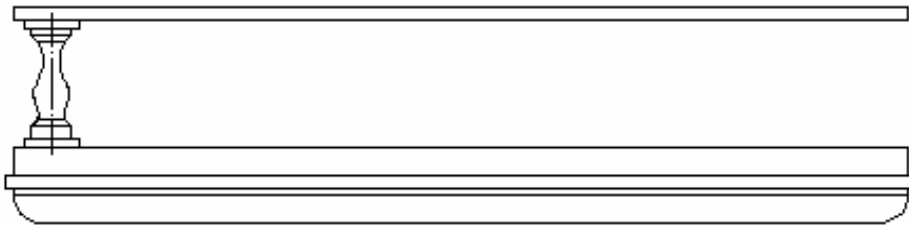


Рисунок 1.9 – Балкон після вставки балясини у вигляді блоку

Тепер скористаємося командою **МАССИВ** для розмноження балясини і завершення кресленика балкона.

Завдання 11. Розмноження блоку прямокутним масивом.

Розмноження блоку масивом відбувається абсолютно так само, як і розмноження будь-якого іншого об'єкта, і виконується в наступному порядку:

1. Викличте діалогове вікно **Массив**, в якому налаштовуються параметри масиву, клацнувши кнопку **Массив** на панелі інструментів **Редакт**.

2. У діалоговому вікні налаштуйте параметри масиву так, як вказано на рисунку 1.10. Всього балясин 13, включаючи вихідну, а відстань між ними дорівнює 500.

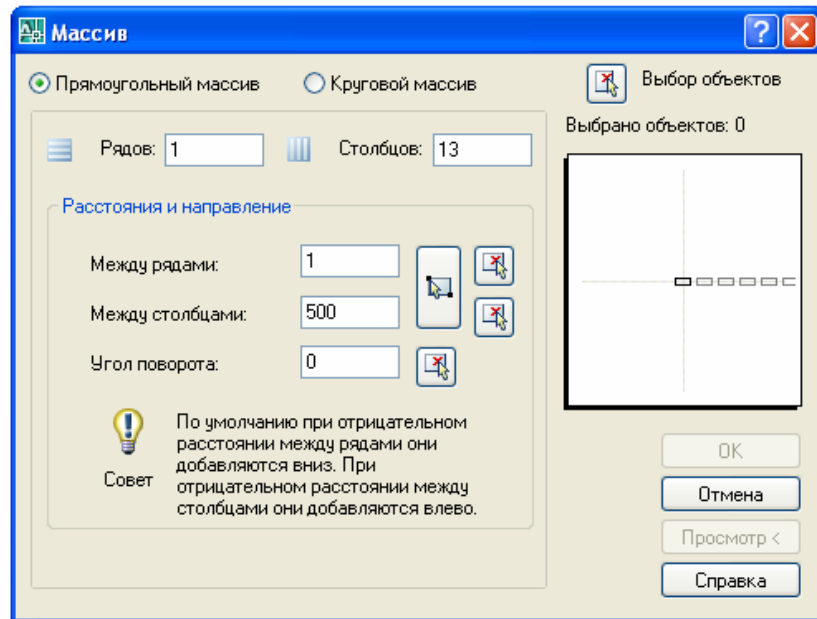


Рисунок 1.10 – Диалогове вікно з параметрами розмноження масивом

3. Клацніть по кнопці **Выбрать объекты**. Диалогове вікно **Массив** тимчасово закриється для вибору об'єктів, що розмножуються. В даному випадку виберіть блок і натисніть клавішу <Enter>.

4. Клацніть по кнопці **ОК** для виходу з діалогового вікна. На екрані з'явиться зображення наведене на рисунку 1.11.

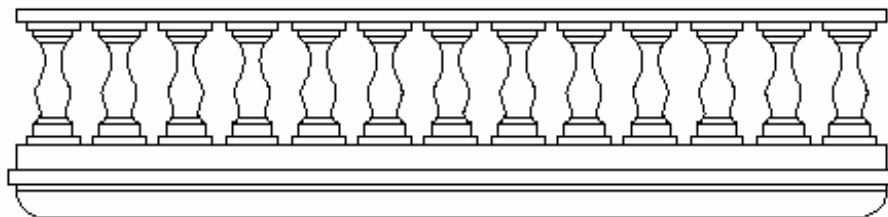


Рисунок 1.11 – Балкон з баясінами, побудованими розмноженням прямокутним масивом

1.6 Завдання на самостійну роботу

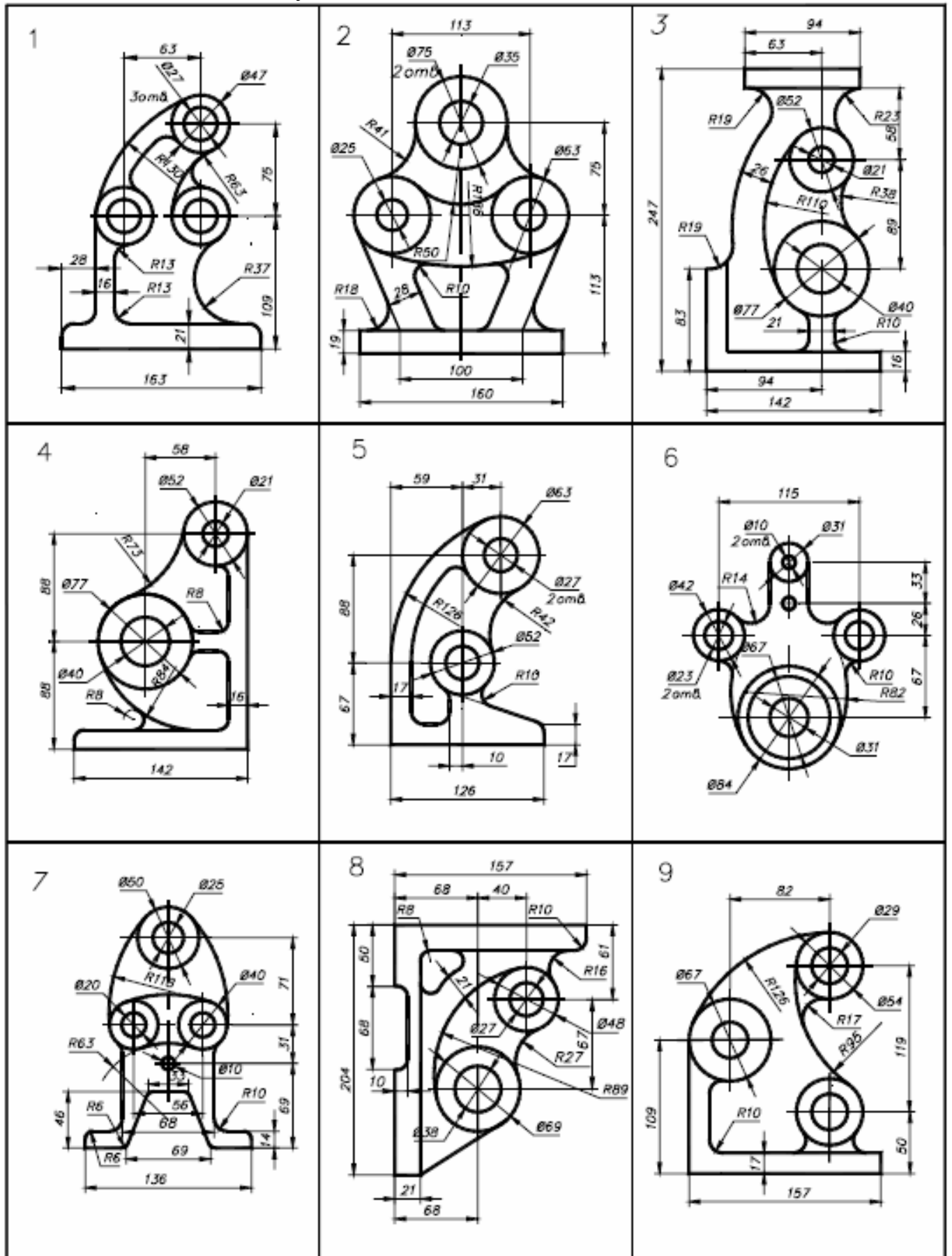
Завдання 1. Виконати самостійно всі завдання, описані в п. 1.5.

Завдання 2. Виконати індивідуальні завдання надані в таблиці 1.1, використовуючи команди графічного редактора AutoCAD згідно свого варіанта.

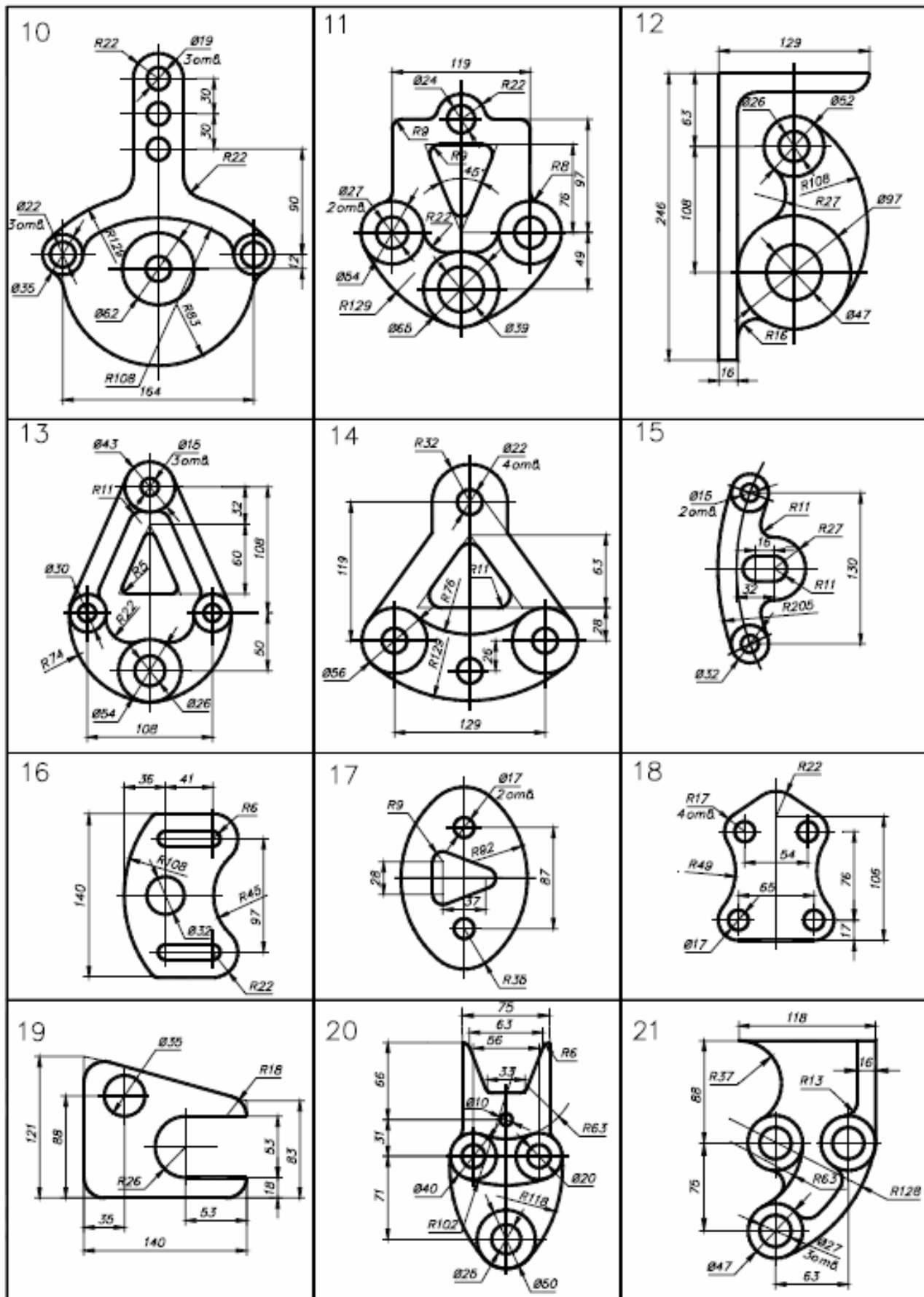
1.7 Контрольні питання

1. Для яких цілей використовують сплайн?
2. Якою командою можна редагувати сплайн?
3. Якою командою можна відзеркалювати об'єкт?
4. Для яких потреб може застосовуватися полілінія?
5. Якою командою можна редагувати полілінію?
6. Що таке «блок»? Його створення і призначення.
7. В яких випадках потрібно використовувати блок?

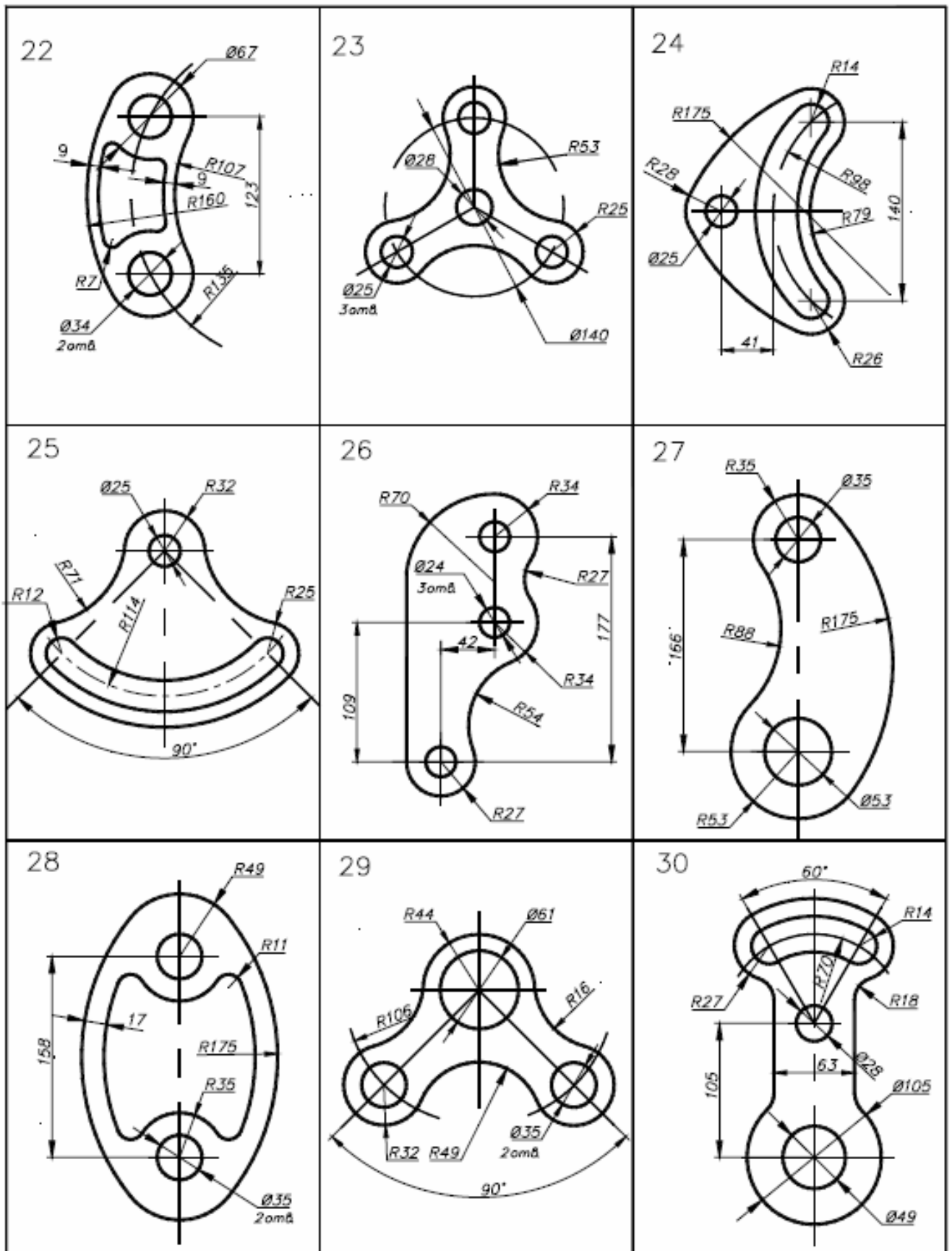
Таблиця 1.1 – Індивідуальні завдання



Продовження таблиці 1.1



Продовження таблиці 1.1



2 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ №3–4

2.1 Тема занять: «Креслення геометричних тіл за наочним зображенням. Проекційне креслення».

2.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи:

а) опанувати методи побудови згідно просторового зображення трьох видів геометричного тіла;

б) набути навички виконання необхідних розрізів (простих, складних і місцевих) та перерізів;

в) засвоїти основні положення та вимоги стандартів ЄСКД, що стосуються загальних правил побудови зображень предметів, які установлені ГОСТ 2.305-68;

г) набути практичних навичок нанесення розмірів на кресленику відповідно до вимог ГОСТ 2.307-68.

в) набути навички використання засобів комп'ютерної графіки для виконання кресленика геометричного тіла за наочним зображенням.

2.3 Постановка завдання.

Побудувати згідно просторового зображення три види геометричного тіла. Побудувати по двом видам геометричного тіла третій вид, та виконати фронтальний, горизонтальний і профільний розрізи.

2.4 Основні теоретичні відомості.

2.4.1 Основні положення до теми «Проекційне креслення»

Зображення виробів на креслениках залежно від їх змісту поділяються на види, розрізи, перерізи та винесені елементи (ГОСТ 2.305).

Вид - ортогональна проекція повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

Основні види - це види, розташовані на шести гранях розгорнутого куба, при цьому всі грані сполучаються із площиною кресленика. На рисунку 2.1 показано розташування основних видів.

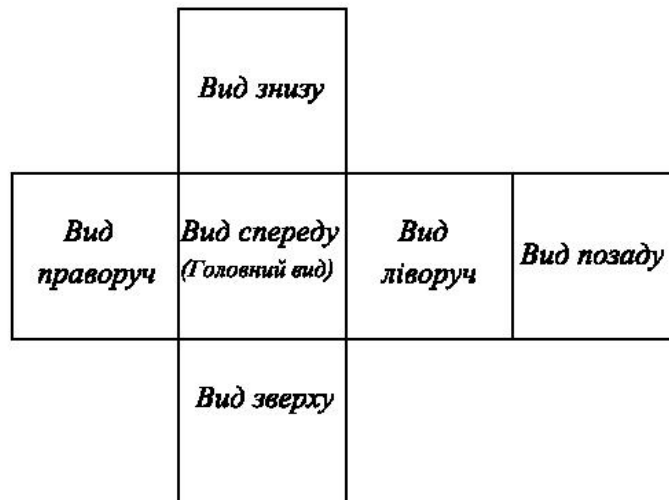


Рисунок 2.1 – Основні види. Розгортка куба

Передбачено шість основних видів:

- 1 - вид спереду (головний вид);
- 2 - вид зверху;
- 3 - вид ліворуч;
- 4 - вид праворуч;
- 5 - вид знизу;
- 6 - вид позаду.

Зображення, виконане на фронтальній площині проекцій, є *головним видом*. Цей вид повинен давати найбільш повне подання про форму й розміри зображуваного предмета.

Назва видів на машинобудівних креслениках не надписують, якщо вони розташовуються в проекційному зв'язку з головним видом.

Якщо на кресленику немає місця для розташування в проекційному зв'язку якого-небудь основного виду, його розташовують на вільному місці кресленика, зробивши над ним напис типу «А». Напис розташовується над зображенням гори-

зонтально й позначає, що це вид у напрямку «А». Напрямок погляду вказується стрілкою на основному зображенні. Біля стрілки пишуть прописну букву кирилиці. При відсутності зображення, на якому можна показати напрямок погляду, назва виду надписують.

Якщо види 2-6 не знаходяться з головним видом 1 в проекційному зв'язку або відділені від нього другими зображеннями, то напрям проєцювання повинен бути вказаний біля головного виду стрілкою. Над стрілкою або поруч з нею і над отриманим зображенням (видом) необхідно розмістити одну і ту ж букву. Це правило стосується також випадку, коли ці види розташовані на інших листах кресленника з зображенням головного виду.

Додатковий вид - вид предмета на площині, непаралельній до жодної з основних площин проєкцій, призначений для неспотвореного зображення поверхні, якщо її неможливо отримати на основному виді.

Коли частина поверхні предмета не може бути показана на зазначених видах (1-6) без спотворення форми і розмірів, то застосовують додаткові види, які отримують на площинах не паралельних основним площинам проєкцій. У цьому випадку напрям проєцювання також повинен бути зазначений стрілкою. Коли додатковий вид розташований у проекційному зв'язку з відповідним зображенням, то стрілку не наносять.

Місцевий вид - зображення окремої обмеженої ділянки поверхні предмета.

Якщо необхідно зобразити окрему частину поверхні предмета, то застосовують місцеві види, які відзначають подібно додатковим видам.

Зображення додаткових і місцевих видів можуть бути повернуті, в цьому випадку разом з буквою позначення зображення ставиться додатковий знак \circ (розмір знака рівний розміру букви позначення зображення). Указані види можуть бути виконані в іншому масштабі ніж головний вид, тоді біля позначення зображення цих видів вказується відповідний масштаб. Наприклад: А(2:1).

Розрізи - зображення предмета, який уявно розрізаний однією або декількома площинами. На розрізі зображають те, що знаходиться в площині перерізу і те, що знаходиться за нею.

В залежності від положення січної площини відносно площин проєкцій розрізи поділяють на фронтальні, горизонтальні та профільні.

Розріз, утворений площиною, що паралельна фронтальній площині проєкцій, називається фронтальним, площиною, що паралельна профільній – профільним (Рисунок 2.2), площиною, що паралельна горизонтальній площині проєкцій – горизонтальним .

Місцевий розріз - розріз, призначений для з'ясування конструкції предмета в окремому обмеженому місці (Рисунок 2.3).

Похилий розріз - розріз, отриманий за допомогою січних площин, що утворюють з горизонтальною площиною проєкцій кут, який відрізняється від прямого.

Положення січної площини на кресленику вказують лінією перерізу, яку зображують розімкненою лінією. На початковому і кінцевому штрихах необхідно ставити стрілки, які вказують напрям погляду. Стрілки повинні бути розташовані на відстані 2 - 3 мм від кінців штриха. Біля стрілок вказують заголовні букви ($\overset{A}{\perp} \quad \perp^A$).

Зображення розрізу позначається тими ж буквами через дефіс, наприклад А-А (позначення не підкреслюється). Розрізи можуть бути показані на кресленику в збільшеному масштабі, тоді біля позначення розрізу вказується відповідний масштаб.

Вертикальні розрізи, коли січна площина не паралельна фронтальній або профільній площинам проєкцій, а також нахилений розріз, повинні будуватися відповідно напрямку, який вказують стрілки на лінії перерізу. Дозволяється розташовувати ці зображення в довільному місці кресленика, а також будувати зображення повернутими до положення, прийнятому на головному зображенні. У цьому випадку до позначення розрізу додається відповідний знак. Наприклад: А-А (2:1) \odot .

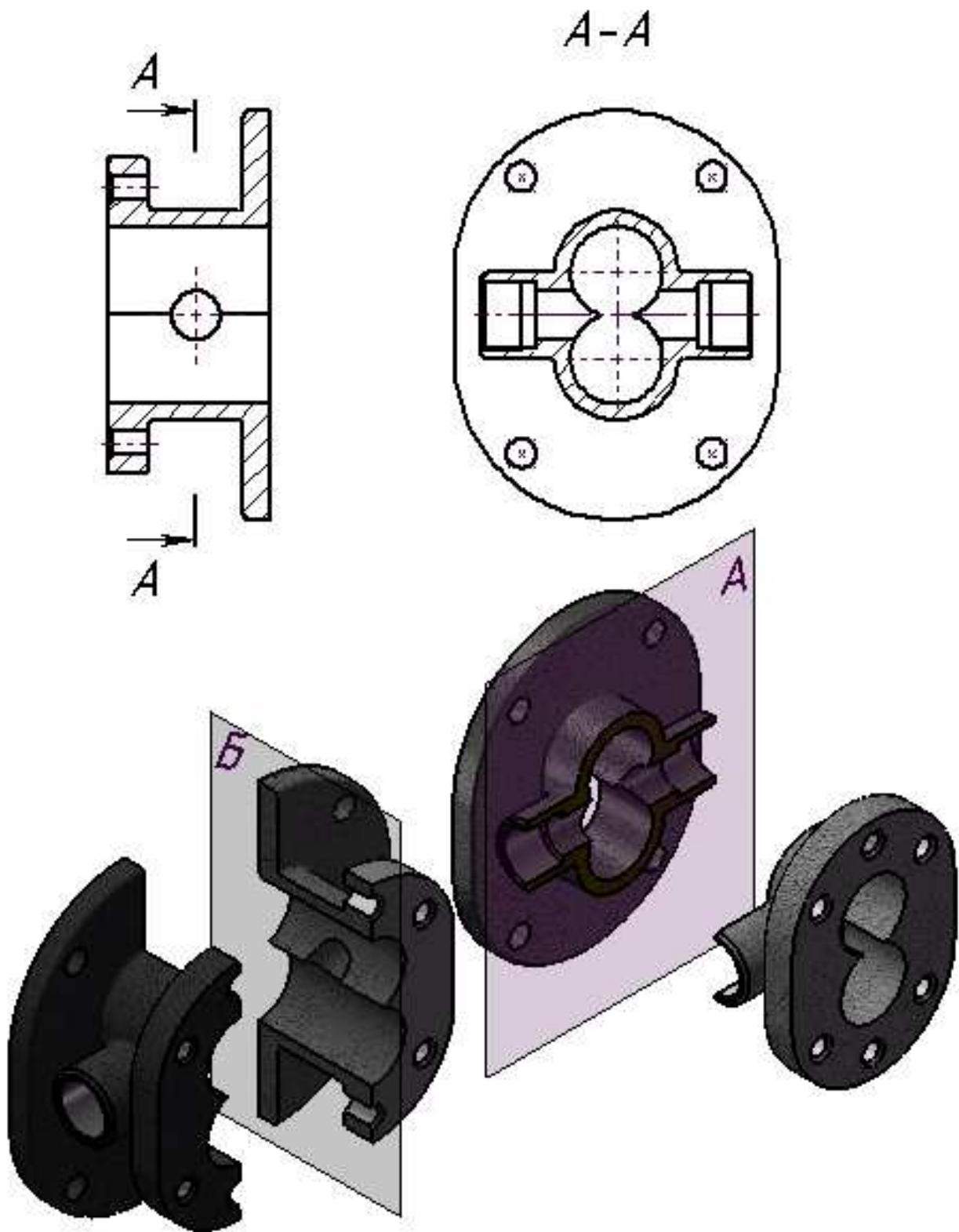


Рисунок 2.2 – Розрізи деталей

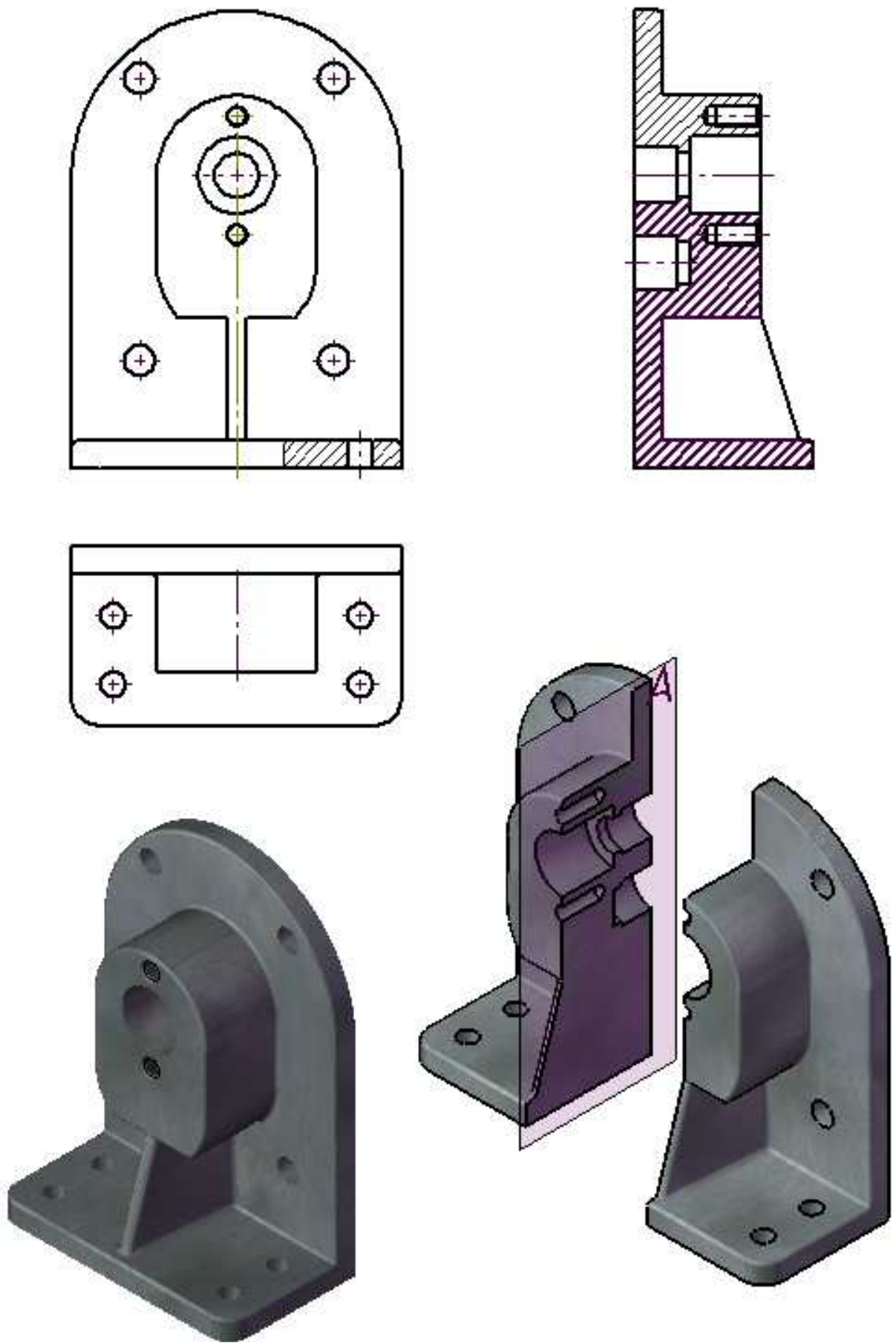


Рисунок 2.3 – Розрізи деталей

Розріз, який роз'яснює будову виробу в окремому місці, називається місцевим. Такий розріз виділяється на зображенні тонкою суцільною хвилястою лінією, яка не повинна співпадати з другими лініями.

Частину виду і частину відповідного розрізу дозволяється об'єднувати на зображенні, розділивши їх тонкою суцільною хвилястою лінією. Якщо об'єднується половина виду і половина розрізу, то лінією, що розмежовує є вісь симетрії. Але, якщо на зображенні із віссю симетрії є видиме ребро (лінія перетину двох площин) тіла, що на кресленику обов'язково повинно бути зображене, то в цьому випадку лінія, яка розмежовує, повинна бути тонкою хвилястою лінією.

Переріз - зображення фігури, яке маємо при розрізі предмета однією або декількома площинами. На перерізі зображується тільки те, що отримуємо в січній площині.

Винесений переріз - переріз, розташований на кресленику поза контуром виду предмета чи в розриві між частинами виду згідно з напрямом стрілок біля ліній перерізу.

Накладений переріз - переріз розташований безпосередньо на виді предмета уздовж сліду площини розтину.

Тіло виробу у січній площині підлягає штрихуванню згідно з графічним позначенням матеріалів згідно з ГОСТ 2.306. Нахилені рівнобіжні лінії штрихування виконують під кутом 45° до лінії контуру зображення або його вісі, або рамки кресленика. Якщо лінії штрихування, проведені під кутом 45° , співпадають з напрямом лінії контуру або віссю, то лінії штрихування необхідно виконувати під кутом 30° або 60° . Лінії штрихування виконують з нахилом ліворуч або праворуч, але, як правило, в одну і ту ж сторону на перерізах однієї і той же деталі незалежно від кількості листів, на яких зображена ця деталь. Відстань між рівнобіжними лініями штрихування повинна бути, як правило, однаковою для всіх перерізів деталі, які виконано в одному масштабі. Ця відстань вибирається залежно від площини штрихування. Вузькі площини перерізів, ширина яких на кресленику менша за 2 мм, дозволяється зачорнити.

Винесені елементи - додаткові зображення (як правило збільшені) якоїсь частини предмета, яка потребує пояснення відносно форми, розмірів та інших параметрів. Винесений елемент може відрізнитись від відповідного зображення за змістом, наприклад, зображення може бути видом, а винесений елемент - розрізом. При використанні винесеного елемента відповідне місце на виді, розрізі або перерізі помічають суцільною тонкою лінією (колом, овалом, і т.д.) з позначенням на поличці лінії - виноска заголовної букви. Над зображенням винесеного елемента вказують ту ж букву з позначенням масштабу. Наприклад: A(2:1).

При виконанні кресленика на декількох листах необхідно біля позначення видів, розрізів, перерізів винесених елементів, вказувати номер листа кресленика, на якому дано їх зображення, наприклад, $\overset{A}{\downarrow}$ $\overset{A(2)}{\downarrow}$, а над зображенням - номер листа, на якому знаходиться головне зображення. Наприклад: A - A (1).

2.4.2 Основи двовимірного проектування

Після загрузки системи AutoCAD у верхній зоні екрану з'являється рядок з найменуваннями розділів головного меню пакету, що дозволяє управляти різноманітними режимами роботи системи AutoCAD. Нижче розташовується інформаційний рядок, що розкриває стан системи в даний поточний момент - статусний рядок.

Нижче поля редактора розташовується зона команд і підказок (Діалогове вікно), шляхом якої і здійснюється діалог при виконанні тієї або іншої команди. При вході в графічний редактор в цій зоні з'являється запит: COMMAND, який свідчить, що редактор знаходиться в режимі очікування команди і можна приступати до роботи, викликавши потрібну команду.

Кожний розділ головного меню містить набір команд, який відкривається, якщо на назву розділу вказати курсором і «клацнути» лівою кнопкою «миші».

Після відкриття розділу меню курсором вибирається рядок з ім'ям потрібної команди, яка вводиться також клацанням лівої кнопки. Далі слідує діалог (відповіді на запити, введення необхідних опцій або даних, зміна параметрів тощо), що

може здійснюватися або за допомогою діалогових вікон, або ж в зоні команд і підказок за допомогою клавіатури.

У верхній зоні екрану розташовується стрічка найменувань розділів меню команд керування редактором. Для зручності користування системою і більш швидкого доступу до потрібних команд використовуються панелі з піктограмами («швидкі» кнопки), які згруповані в панелі інструментів по функціональному призначенню команд.

Перед початком виконання кресленника необхідно визначити або визначити знову (якщо використовується стандартний прототип кресленника) деякі основні параметри системи. Підготовка робочого середовища (настройка графічного редактора) здійснюється в розділі **FORMAT** головного меню, відкривши який, визначають:

1) Командою **UNITS** (вікно *DRAWING Units*) - систему одиниць для виміру лінійних і кутових величин майбутнього кресленника;

2) Командою **DRAWING LIMITS** - розміри кресленника, задавши координати лівого нижнього і правого верхнього куту умовного листа для кресленника.

3) У вікні *Drafting settings* команди **DRAFTING SETTINGS** розділа **TOOLS** встановлюють:

3.1) Командою **SNAP** - спроможність, для переміщення графічного курсору;

3.2) Командою **GRID** - крок видимої сітки екрану.

Тепер можна приступати до побудови зображень, вибравши з головного меню розділ **DRAW**, і до їхнього редагування - розділ **MODIFY**.

При роботі з будь-якою командою вищезазначених розділів (в загальному випадку - всіх розділів головного меню) необхідно відповідати на запити і підказки системи. Відповіддю можуть бути числа, що зазначають, наприклад, координати точок, або ж інші параметри, необхідні для побудови і редагування примітивів. Відповіддю на запит системи може бути набір літер (або цілі слова), якими визначається та або інша опція команди.

Розділ **VIEW** головного меню системи містить набір команд, що дозволяють

управляти зображенням на екрані. Так, команда ZOOM дозволяє змінювати масштаб видимого на екрані дісплею всього зображення або його частин.

Для переміщення кресленника відносно екрану служить команда PAN.

Команда REDRAW в розділі VIEW дозволяє намалювати знову кресленник на екрані, використовуючи його копію, що зберігається в оперативній пам'яті. Команда REGEN того ж розділу ще раз будує кресленник за графічною базою даних, що зберігається в файлі. Ці команди використовують після операцій редагування або зміни деяких параметрів кресленника. Замість команди REDRAW можна використати включення і виключення екранної сітки (натиском на клавішу «F7»).

В процесі виконання кресленника використовуються такі функціональні клавіші:

<F1> - виклик довідкової системи HELP SYSTEM;

<F2> - переключення режиму екрану з графічного в символний і назад;

<INS> - включення курсору в екранному меню;

<HOME> - включення графічного екранного курсору (перехрестя);

<F6> - вкл/викл відображення координат курсору COORDS;

<F7> - вкл/викл зображення сітки GRID;

<F8> - вкл/викл режиму по осям координат ORTHO;

<F9> - вкл/викл режиму фіксації з заданим кроком SNAP.

Звичайно, після закінчення виконання будь-якого кресленника його зберігають на диску. Для цього відкривають розділ FILE головного меню і, користуючись командами *Save* або *Save as*, записують цей кресленник на носій, присвоївши йому ім'я.

В даній роботі не передбачається збереження кресленника при виконанні вправ. Після завершення роботи необхідно покинути систему, викликавши команду EXIT розділу FILE головного меню, і на запит команди «Чи потрібно зберегти кресленник?» відповісти «Ні».

2.4.3 Особливості роботи в AutoCAD

Вивчити послідовність завантаження системи AutoCAD, завантажити систему для роботи і увійти в графічний редактор.

Здійснити настройку робочої середовища за допомогою команд розділу FORMAT головного меню:

Відкрити командою UNITS діалогове вікно *DRAWING Units* і встановити десяткову систему обчислення та точність виміру лінійних і кутових величин.

Командою DRAWING LIMITS встановити розміри кресленика (420x297) мм.

У вікні *Drafting settings* команди DRAWING SETTINGS розділу TOOLS задати командою SNAP крок прив'язки переміщення графічного курсору, що рівняється 1мм.

В цьому ж вікні встановити крок видимої сітки GRID екрану, що дорівнює 10 мм. Включити і вимкнути відображення сітки на екрані клавішею «F7».

Встановити початкове зображення (опція ALL команди ZOOM розділу VIEW головного меню) - увесь кресленик на весь екран.

З розділу VIEW командою TOOLBARS встановити інструментальну лінійку OBJECT SNAP.

Тепер, після цих настанов, можна приступати до виконання роботи.

Побудувати контур (рис. 2.4), використовуючи команду LINE розділу DRAW. При побудові використати довжини сторін і кут нахилу сегмента 2-3 при заданні координат вершин у різноманітних системах:

- в абсолютних прямокутних координатах (X,Y);
- у відносних прямокутних координатах (@X, Y);
- у відносних полярних координатах (@R<a).

Для побудови останнього замикаючого сегмента 6-0 використати опцію CLOSE (набором літери C). Всі вправи можна виконувати лініями різноманітного кольору, вибравши колір за бажанням, використовуючи діалогове вікно *Select color* в розділі FORMAT головного меню, відкривши команду COLOR.

Здійснити повну очистку екрану, використовуючи команду ERASE (набором

літери **E**) і на зомовлення *Select object* вибрати всі зображення на екрані за допомогою опції **ALL**. В подальшому очистку екрану потрібно робити кожний раз, закінчивши чергову вправу.

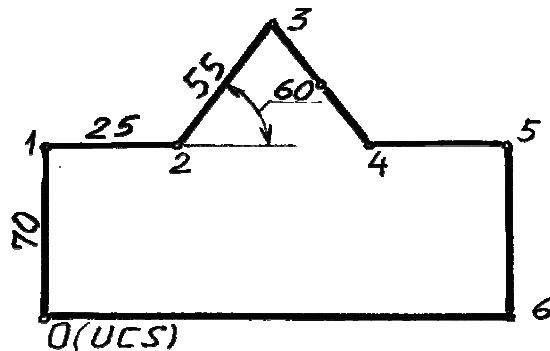


Рисунок 2.4 – Побудова контура командою **LINE**

Побудувати прямокутник зі сторонами (80x100) мм за допомогою різноманітних команд розділу **DRAW** головного меню:

- а) **LINE** (використовуючи режим **ORTHO**);
- б) **RECTANGLE**.

Використовуючи команди **LINE** і **CIRCLE** (опція **CENTER, RADIUS**) побудувати контур (рис. 2.5а) повільних розмірів. Завершити кресленик, усунувши за допомогою команди **TRIM** розділу **MODIFY** частини лінії, які показані тонкою лінією.

Побудувати кресленик (рис. 2.5б) у такій послідовності: спочатку коло **R60** та нахилити лінію *l*, потім за допомогою команди **CIRCLE** (опція **TTR**) два кола **R20**, які дотичні до лінії *l* та кола **R60**. Усунути за допомогою команди **TRIM** частини лінії, які показані тонкою лінією.

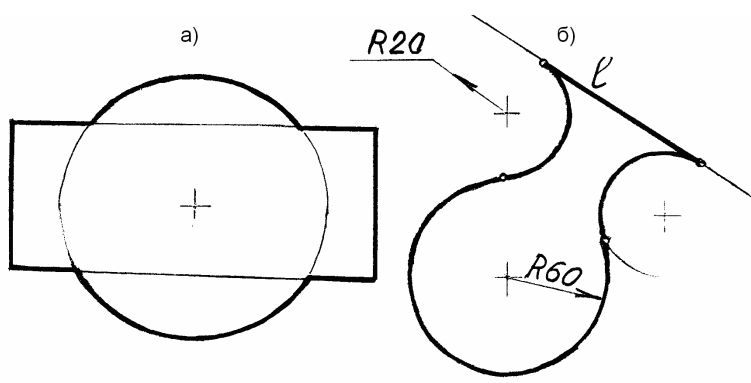


Рисунок 2.5 – Побудова контуру повільних розмірів

Побудувати контур (рис. 2.6) – спочатку два кола R20 командою CIRCLE (опція CENTER, RADIUS), потім коло R80, яке дотичне до кіл R20 командою CIRCLE (опція TTR). Пряму, яка дотична до кіл R20, побудувати командою LINE, використувавши два рази режим об'єктної прив'язки TANGENT. Усунути за допомогою команди TRIM частини лінії, які показані тонкою лінією.

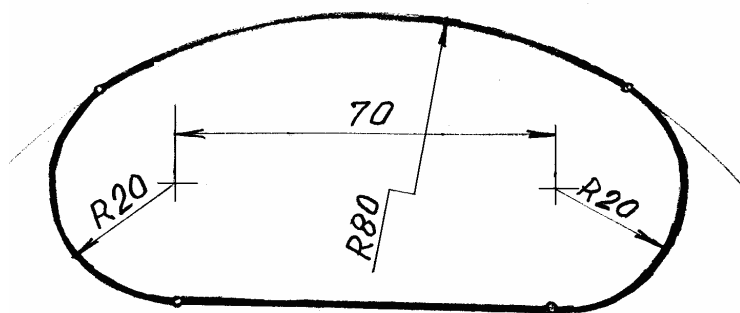


Рисунок 2.6 – Побудова контура

Побудувати два однакові кола m і n командою CIRCLE (опція CENTER, RADIUS) (рис. 2.7).

Після цього побудувати три кола, які дотичні по-різному до кіл m і n , використовуючи опцію TTR команди CIRCLE. Завершити кресленик (рис. 2.7), усунувши за допомогою команди TRIM частини кіл, які показані тонкою лінією. Кола l і k побудувати, застосувавши режим об'єктної прив'язки CENTER.

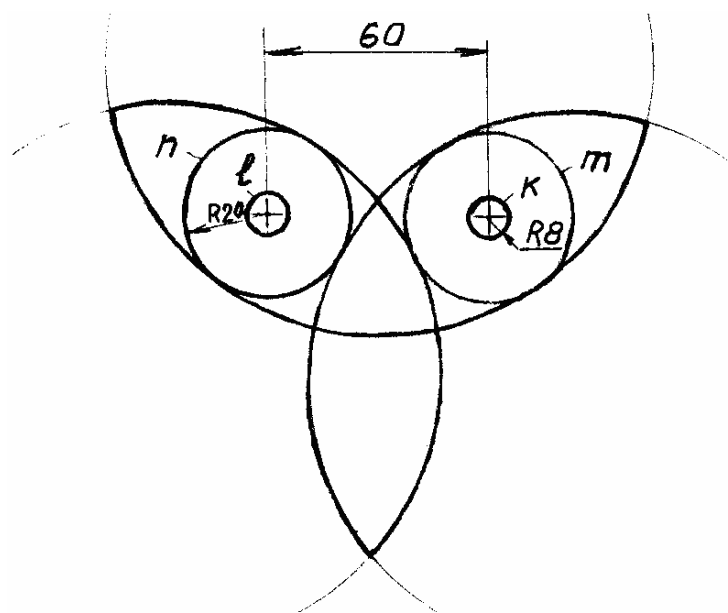


Рисунок 2.7 – Побудова контура

Побудувати зображення (рис. 2.8) командою POLYLINE.

Побудову доцільно почати в точці **1**, рухатися проти годинної стрілки і замикаючи дугу **4-1** виконати, застосувавши опцію CLOSE (набрати з клавіатури літери **CL**).

Для побудови кола **n** командою PLINE виконати спочатку дугу цього кола в режимі ARC з центральним кутом, наприклад, 180 градусів, прив'язавши центр її режимом об'єктної прив'язки CENTER до центру вже побудованої дуги **1-4**, а після цього замкнути коло опцією CLOSE.

Побудувати зображення (рис. 2.9) командами CIRCLE і POLYGON. Коло **n** вписати в побудований шестикутник, використовуючи опцію TTT.

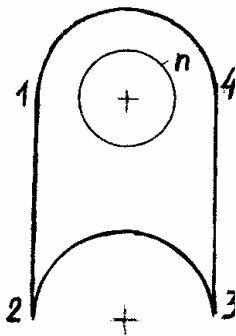


Рисунок 2.8
– Викорис-
тання ко-
манди
POLYLINE

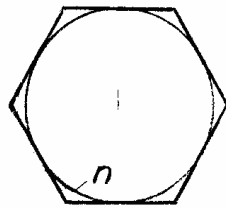


Рисунок 2.9-
Викорис-
тання ко-
манди
POLYLINE

За допомогою команди ROTATE розділу MODIFY повернути побудоване зображення навколо центру на 30 градусів.

Перенести командою MOVE розділу MODIFY повернуте зображення на вектор: **X=80, Y=60**, а після цього, повторивши команду і використовуючи візуалізацію переносу, знову перенести зображення в нове, вибране вами місце.

Побудувати прямокутник зі сторонами (120x60) мм за допомогою команди RECTANGLE розділу DRAW головного меню (рис. 2.10). Використовуючи команду CHAMFER розділу MODIFY оримати зображення цього прямокутника з відсіченими кутами (зі снятими фасками).

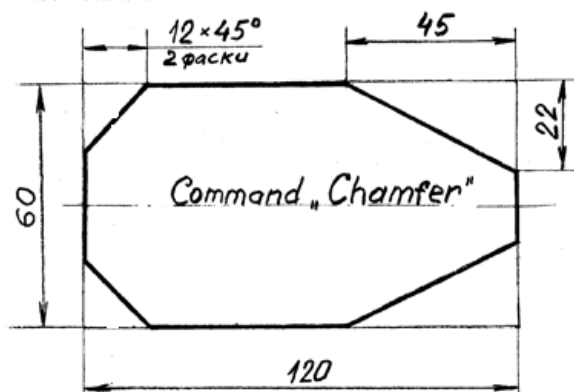


Рисунок 2.10 – Виконання команди CHAMFER (ФАСКА)

Використовуючи режим ORTHO, побудувати два прямокутника командами:

- а) LINE;
- б) POLYLINE.

За допомогою команди CHAMFER розділу MODIFY отримати зображення прямокутників з відсіченими кутами (зі знятими фасками).

Скасувати командою UNDO операції побудови фасок.

Закруглити кути прямокутників вибраним радіусом за допомогою команди FILLET розділу MODIFY.

Звернути увагу на відмінність роботи команд CHAMFER і FILLET для прямокутника, побудованого командою LINE і командою PLINE.

Побудувати зображення рис. 2.8 командами ARC і CIRCLE.

Здійснити спряження дуг (рис. 2.11а) і кіл (рис. 2.11б) командою FILLET розділу MODIFY. Звернути увагу на відмінність роботи команди FILLET для замкнених і незамкнених ліній. Командою TRIM усунути дуги кіл, що лежать у середині контура (рис. 2.11б).

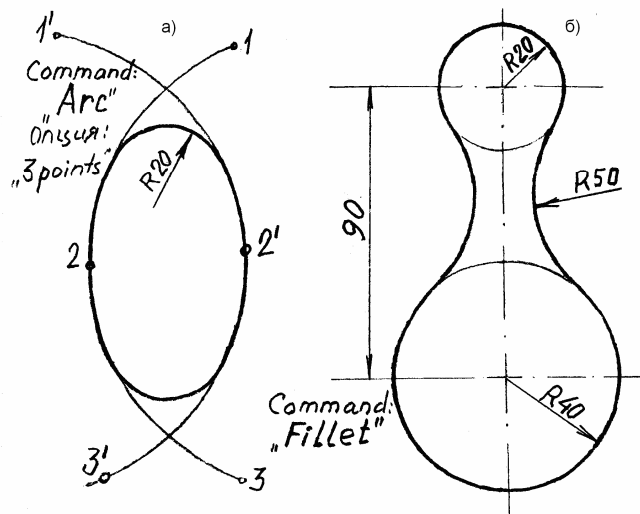


Рисунок 2.11 – Виконання команди FILLET (СПРЯЖЕННЯ)

Побудувати кола m і n (рис. 2.12). Командою LINE завершити побудову зображення рис. 2.12, застосувавши режими об'єктної прив'язки CENTER, TANGENT, вибравши їх в інструментальній панелі OBJECT SNAP. Усунути командою BREAK дуги 1-3, 2-4 і відрізки 2-5, 4-5. Врахувати при цьому, що дуги в команді BREAK видаляються від першої означеної точки до другої проти годин-

ної стрілки. Точки дотику **1** і **3** при виконанні команди **BREAK** повинні задаватися в режимі об'єктної прив'язки **TANGENT**, а точки **2,4** – у режимі **INTERSECTION**.

Побудувати відрізок **AB** і коло **m** (рис. 2.13). Використовуючи разові режими об'єктної прив'язки **ENDPOINT**, **CENTER**, **INTERSECTION**, **PERPENDICULAR** завершити кресленик рис. 2.13, усунувши після цього командою **TRIM** ділянки **C1, C2** відрізків **AC** і **BC** і дугу **1-2** кола **m**.

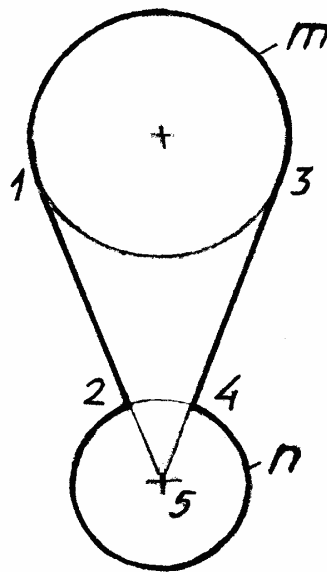


Рисунок 2.12 – Побудова контура

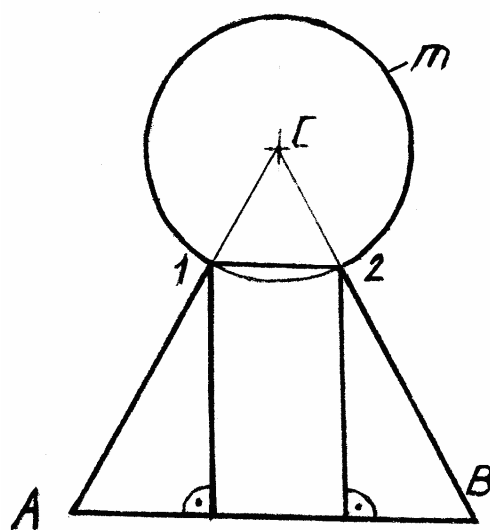


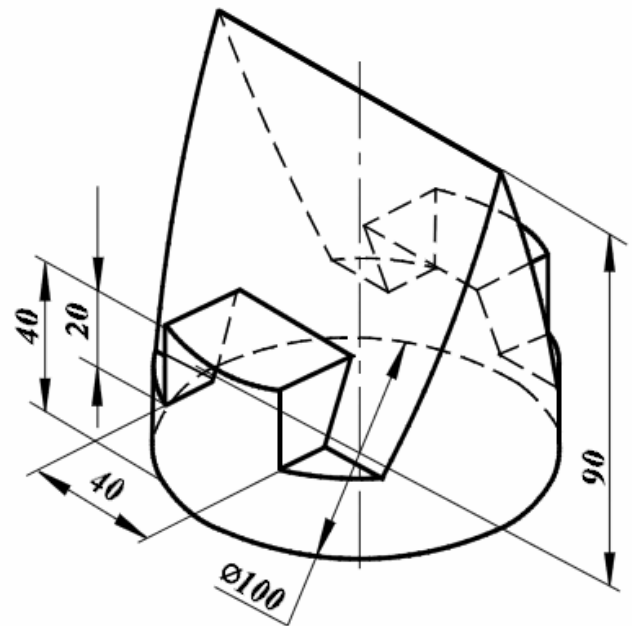
Рисунок 2.13 – Побудова контура

2.5 Порядок і приклад виконання лабораторної роботи.

Завдання 1. Дано наочне зображення геометричного тіла, виготовленого зі сталі. Виконати три види геометричного тіла з його наочного зображення.

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

Приклад виконання надано на рисунку 2.16.



Завдання 2. Дано два види геометричного тіла, виготовленого з металу.

Виконати:

- побудову по двом видам геометричного тіла третього виду;
- фронтальний, горизонтальний і профільний розрізи.

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

Приклад виконання надано на рисунку 2.17.

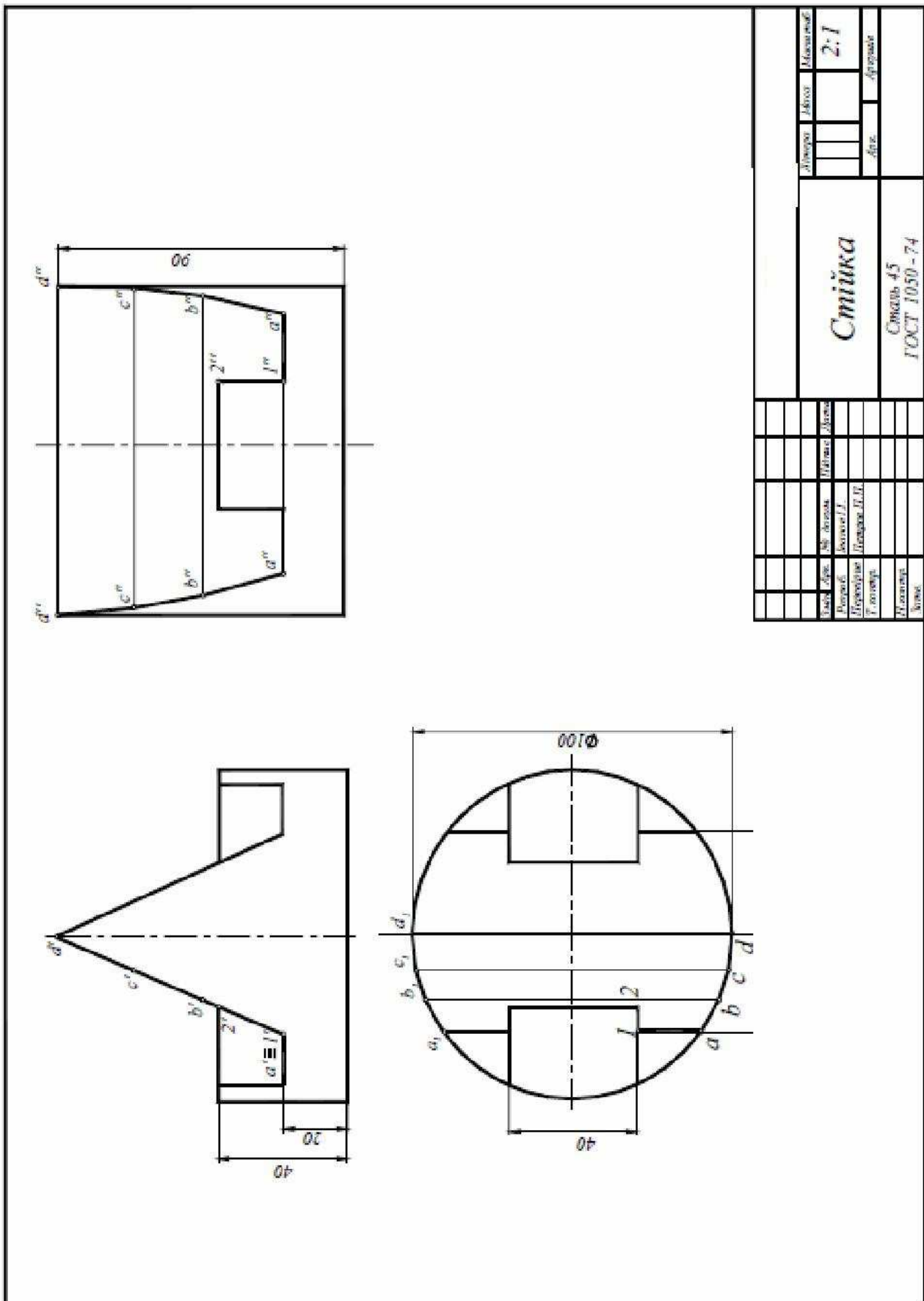


Рисунок 2.16 – Приклад виконання завдання 1

2.6 Завдання на самостійну роботу.

Завдання 1. Дано наочне зображення геометричного тіла, виготовленого зі сталі (Таблиця 2.1). Виконати три види геометричного тіла з його наочного зображення за допомогою графічного редактора.

Вказівки до виконання:

- 1). Вивчити ГОСТ 2.305 і ГОСТ 2.307;
- 2). Завдання виконати на форматі А3, у масштабі 1:1;
- 3). Побудувати вид спереду, зверху і ліворуч. При побудові використовувати метод ортогонального прямокутного проектування, вивченого в курсі нарисної геометрії.

При розміщенні видів варто враховувати наступне:

- види повинні знаходитися в проекційному зв'язку;
 - між видами повинні бути розриви, достатні для простановки розмірів.
- 4). Проставити необхідні розміри, керуючись ГОСТ 2.307.

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

Завдання 2. Дано два види геометричного тіла, виготовленого з металу (Таблиця 2.2).

Виконати:

- побудову трьох видів з розрізами заданого геометричного тіла за допомогою графічного редактора;

Вказівки до виконання

- 1). Кресленик геометричного тіла виконати на форматі А3;
- 2). Побудувати вид спереду, зверху і ліворуч і зробити на них розрізи відповідними площинами рівня.

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

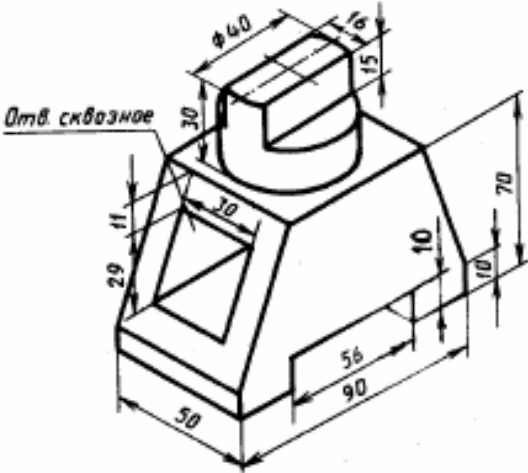
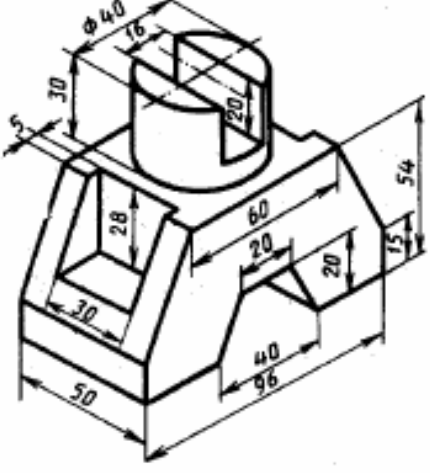
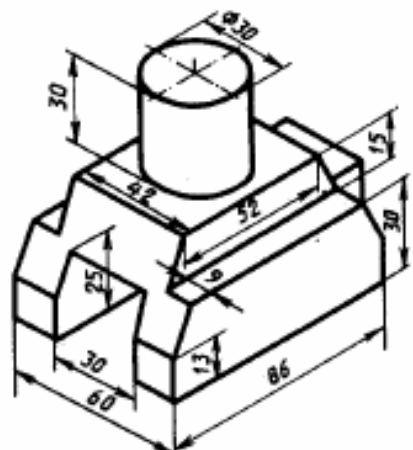
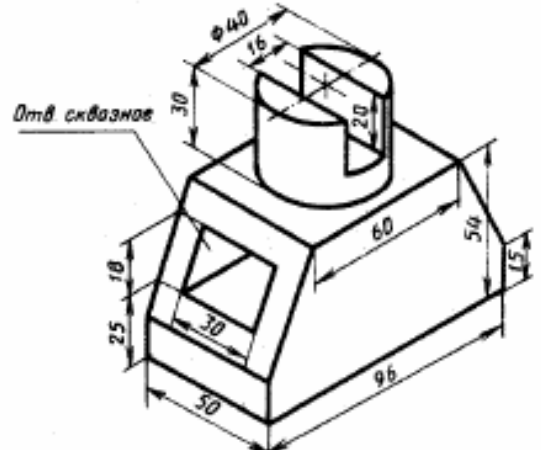
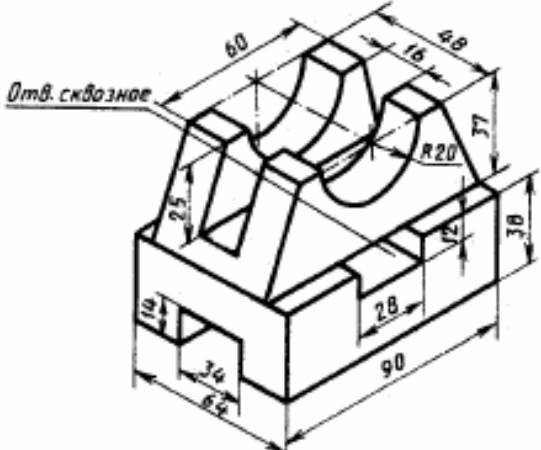
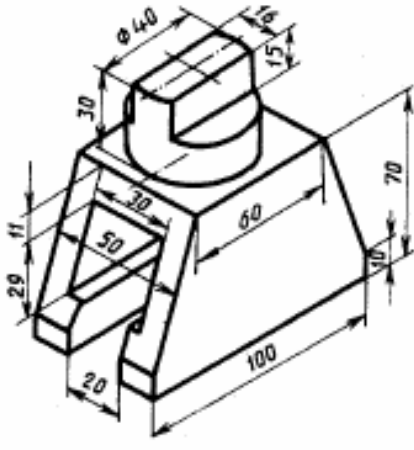
1.7 Контрольні питання.

1. Яке призначення системи AutoCAD?
2. Пояснити призначення і зміст головного меню системи AutoCAD.
3. Перерахувати всі режими об'єктної прив'язки і їхні можливості.
4. Продемонструйте яким чином здійснюється при роботі в системі AutoCAD введення команд і даних.
5. Продемонструйте можливості системи для вилучення об'єктів або їхніх частин. Як здійснюється при цьому вибір і вилучення?
6. Яким чином здійснюється виправлення помилок?
7. Які команди побудови примітивів Ви знаєте?
8. Види зображень та їх кількість на робочому кресленику.
9. Яке зображення є головним видом?
3. Що таке додатковий вид та його позначення на кресленику?
10. Що таке винесений елемент та його позначення на кресленику?
11. Що таке розріз і як його показати на кресленику?
12. Що таке переріз і як його показати на кресленику?

Таблица 2.1 – Варіанти завдань для побудови кресленика геометричного тіла з начного зображення

<p style="text-align: center;">1</p>	<p style="text-align: center;">2</p>
<p style="text-align: center;">3</p>	<p style="text-align: center;">4</p>
<p style="text-align: center;">5</p>	<p style="text-align: center;">6</p>

Продовження таблиці 2.1

<p style="text-align: center;">7</p> 	<p style="text-align: center;">8</p> 
<p style="text-align: center;">9</p> 	<p style="text-align: center;">10</p> 
<p style="text-align: center;">11</p> 	<p style="text-align: center;">12</p> 

Продовження таблиці 2.1

<p style="text-align: center;">13</p>	<p style="text-align: center;">14</p>
<p style="text-align: center;">15</p>	<p style="text-align: center;">16</p>
<p style="text-align: center;">17</p>	<p style="text-align: center;">18</p>

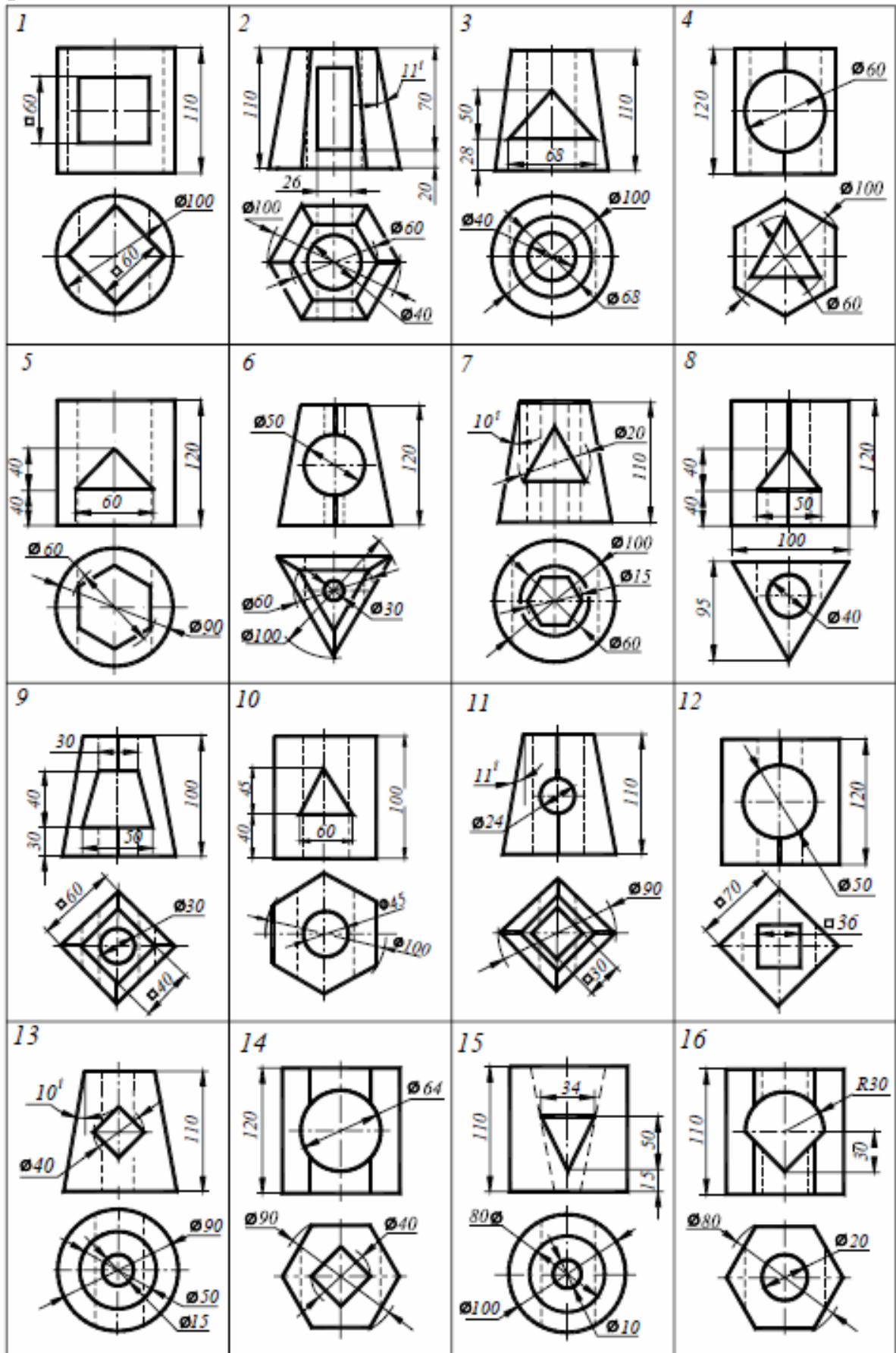
Продовження таблиці 2.1

<p style="text-align: right;">19</p>	<p style="text-align: right;">20</p>
<p style="text-align: right;">21</p>	<p style="text-align: right;">22</p>
<p style="text-align: right;">23</p>	<p style="text-align: right;">24</p>

Продовження таблиці 2.1

<p style="text-align: right;">25</p>	<p style="text-align: right;">26</p>
<p style="text-align: right;">27</p>	<p style="text-align: right;">28</p>
<p style="text-align: right;">29</p>	<p style="text-align: right;">30</p>

Таблиця 2.2 – Варіанти завдань для побудови кресленика геометричного тіла з розрізами



3 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ №5–10

3.1 Тема занять: «Креслення геометричного тіла з використанням тривимірного (3D) моделювання»

3.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи

Ознайомитися з командами побудови та редагування моделей тривимірних об'єктів у системі AutoCAD та навчитися формувати тривимірні моделі геометричних об'єктів будь-якого ступеня складності. Освоїти команди візуалізації тривимірних об'єктів у просторі моделі системи AutoCAD.

3.3 Постановка завдання

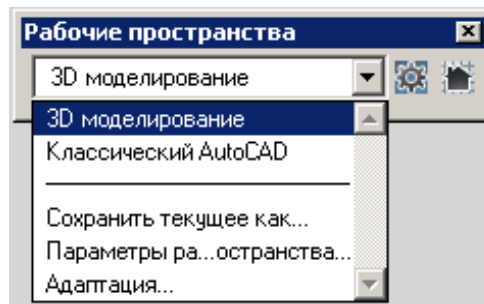
Навчитися створювати твердотільні об'єкти, додавати і віднімати 3D об'єкти в тривимірному просторі, користуватися командами модифікування 3D об'єктів, розташовувати 3D об'єкти в просторі, зафарбовувати побудовані об'єкти.

3.4 Основні теоретичні відомості

3.4.1 Особливості інтерфейсу програми при 3D-моделюванні

Панелі інструментів

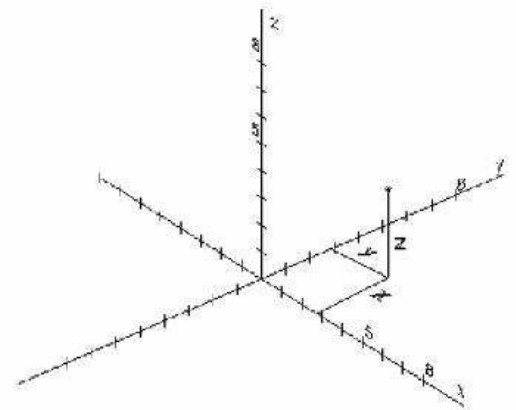
Сучасні версії AutoCAD надають можливість працювати безпосередньо з тривимірними об'єктами. Користувачу надається широкий спектр команд для роботи з тривимірними об'єктами. Серед панелей інструментів створено спеціальну панель, яка має назву «Рабочие пространства» і дозволяє користувачеві вибирати один із режимів: 3D-моделювання чи класичний AutoCAD.



В залежності від вибраного режиму формується робочий простір (інтерфейс програми). На екрані з'являються ті панелі інструментів, що більш пристосовані для використання в кожному режимі.

Системи координат

Для введення точки користувач може використати курсор миші або ввести значення координат у командному рядку. Якщо включено параметр «Динамічне введення», можна ввести координати точки в підказках поряд з курсором.



Якщо двовимірні координати можуть вводитися як у декартовій, так і в полярній системі, то при створенні об'єктів у 3D просторі для введення точки використовуються **декартові**, **циліндрові** або **сферичні** координати.

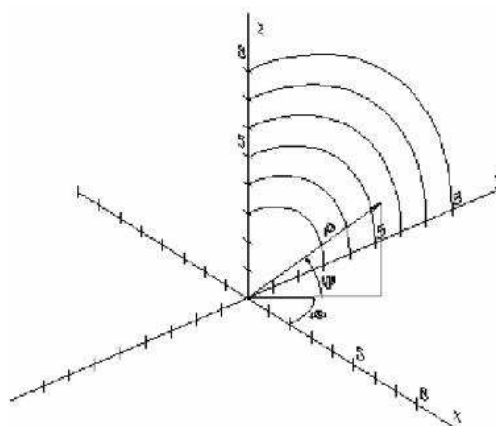
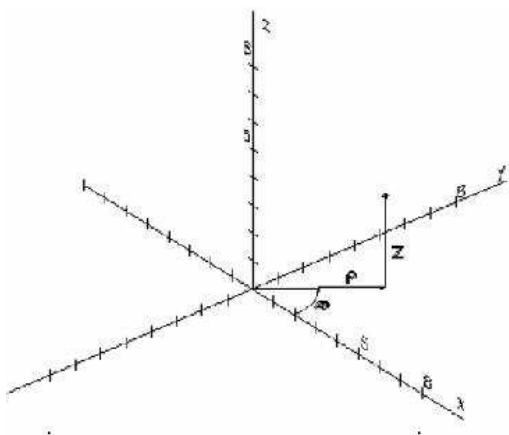
Тривимірні декартові координати указують на точне розташування за допомогою трьох координат: X, Y і Z.

Тривимірні декартові координати (X,Y,Z) задаються аналогічно двовірним (X,Y) координатам. До двох складових по осях X і Y додається третя по осі Z. Таким чином, 3D координати вводяться у форматі: X,Y,Z.

3D циліндрові координати описують точне місцеположення точки на відстані ρ від початку системи координат у площині XY, куту φ від осі X у площині XY і значення Z.

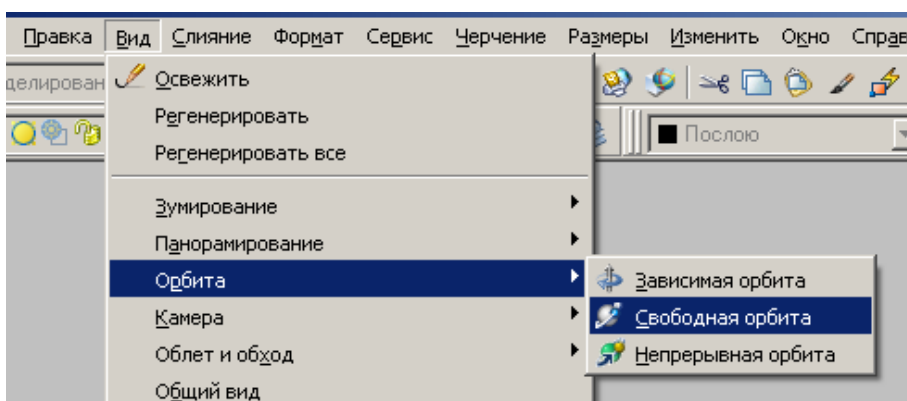
Введення циліндрових координат аналогічно завданню полярних координат для 2D простору. Додатково додається значення відстані від вказаної полярної координати до необхідної точки простору перпендикулярно площині XY. Циліндрові координати точки вказуються у форматі: $\rho < \varphi, Z$.

Введення сферичних координат у 3D просторі подібне введенню полярних координат у двовимірному просторі. Положення точки визначається її відстанню ρ від початку координат поточної системи координат, кутом φ від осі X у площині XY і кутом ψ до площини XY. $\rho < \varphi < \psi$



Інтерактивний перегляд об'єктів у 3D просторі

Інструменти 3D переміщення дозволяють переглядати об'єкти в креслениках під різними кутами зору, з різних висот і різних відстаней.

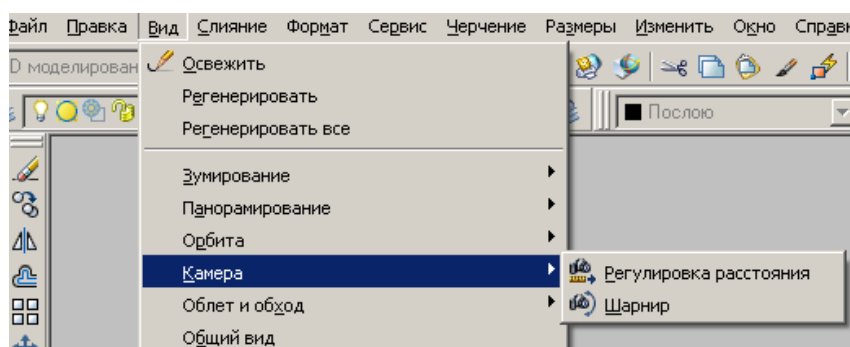


Команди Вид→Орбита→Зависимая орбита/Свободная орбита/Непрерывная орбита) використовуються для руху по колу та розвороту. Переміщення відбувається навколо цілі. Ціль на зображенні залишається нерухомою, тоді як камера

(точка зору) переміщається. Точкою цілі вважається не центр сукупності даних об'єктів, а центр видового екрану. Курсор миші набуває форми 3D орбіти.

Команда *Вид*→*Камера*→*Регулировка расстояния* використовується для корегування відстаней, масштабування і панорамування. При вертикальному переміщенні курсору можна збільшувати і зменшувати зображення об'єктів і на-строювати відстань до них.

Команда *Вид*→*Камера*→*Шарнир* імітує панорамування камерою у напрямку перетягування. Напрямок огляду змінюється. Можна виконувати шарнірне переміщення камери в площині XY або уздовж осі Z.



3.4.2 Створення тривимірних тіл і поверхонь

Можливе створення тривимірних тіл і поверхонь із самого початку, використовуючи відповідні просторові примітиви: ящики, конуси, циліндри, кулі, клини, піраміди і тори. З цих форм шляхом їх об'єднання, віднімання і перетини будуються складніші просторові тіла.

Можна також створювати 3D тіла і поверхні на основі існуючих двовимірних об'єктів за допомогою будь-якого з таких методів:

- видавлювання об'єктів;
- зсув об'єктів уздовж траєкторії;
- обертання об'єктів навколо осі;
- по перетинах;
- розрізання тіла;
- перетворення плоских об'єктів, що мають товщину, на тіла і поверхні.

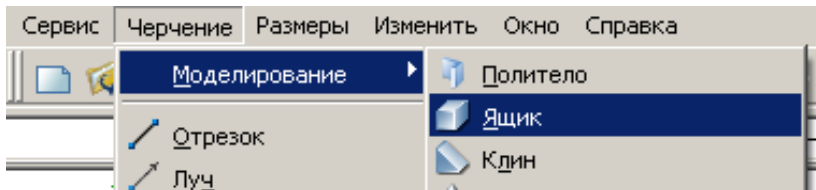
3.4.2.1 Просторові примітиви

Ящик

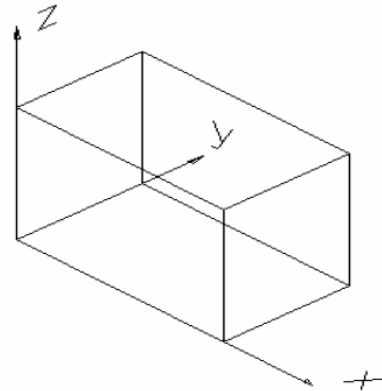
Основа ящика завжди викреслюється паралельно площині XY поточної СКК.

Для побудови ящика необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→Ящик;



- указати перший кут основи ящика або, вибравши опцію **Центр**, указати центральну точку основи ящика;



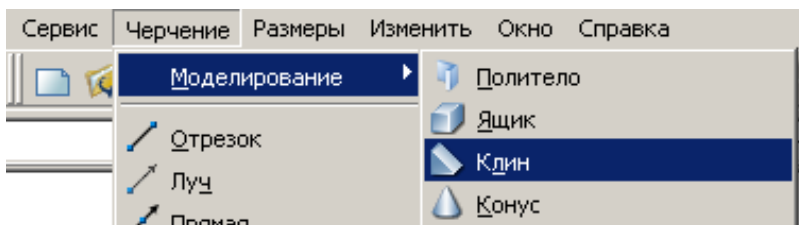
- указати протилежний кут основи ящика;
- задати висоту ящика.

Клин

Основа клина будується паралельно площині XY поточної СКК, а похила грань розміщується навпроти першого вказаного кута основи. Висота клину паралельна осі Z.

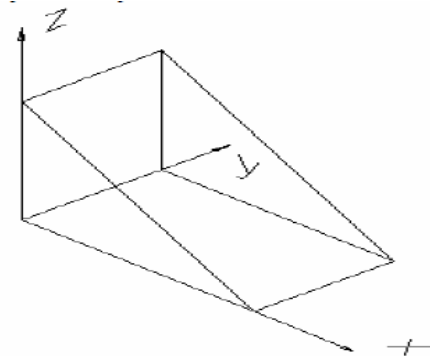
Для побудови клину необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→Клин;



- указати перший кут основи клину або, вибравши опцію **Центр**, указати центральну точку основи клину;

- указати протилежний кут основи клину;
- задати висоту клину.



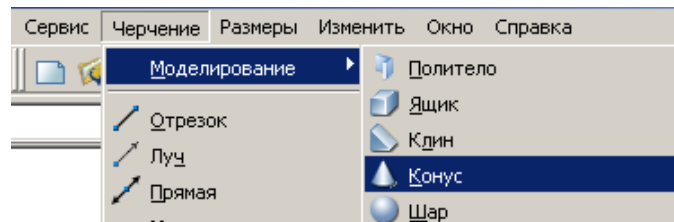
Конус

Можна побудувати конус з круговою або еліптичною основою, що звужується в точку або в кругову, або еліптичну грань, паралельну основі конуса.

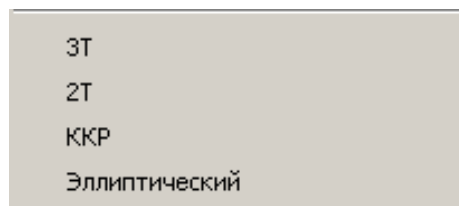
За умовчанням, основа конуса розташовується в площині ХУ поточної СКК. Висота конуса паралельна осі Z.

Для побудови конуса необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→Конус;

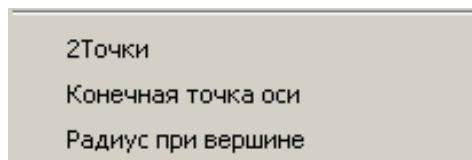


- указати центр кола, що лежить в основі конуса, або побудувати коло чи еліпс, вибравши одну з опцій;



- у разі вибору центра кола вказати радіус або діаметр;

- указати висоту конуса або вибрати одну з опцій.

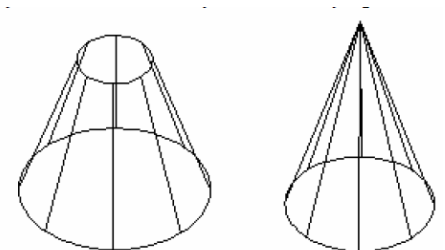


Опція «2 точки» дозволяє визначити висоту конуса як відстань між двома вказаними точками.

Опція «Конечная точка оси» потрібна для визначення висоти та орієнтації конуса. Кінцевою точкою є вершина конуса або центр верхньої грані,

оскільки використовується опція «Радиус при вершине». Кінцева точка осі може бути розташована в будь-якому місці 3D простору.

Опція «Радиус при вершине» потрібна для побудови усіченого конуса, що звужується в еліптичну або плоску грань.

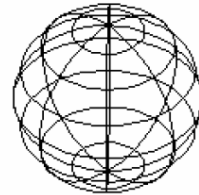
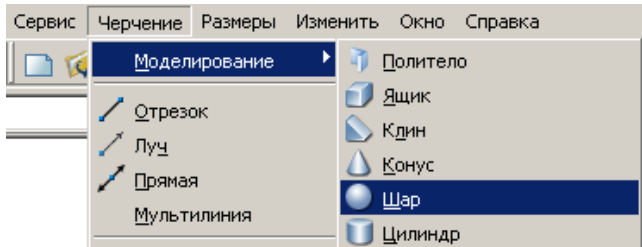


Куля

При введенні центральної точки куля розміщується таким чином, щоб її центральна вісь була паралельна осі Z поточної системи координат користувача.

Для побудови кулі необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→Шар;



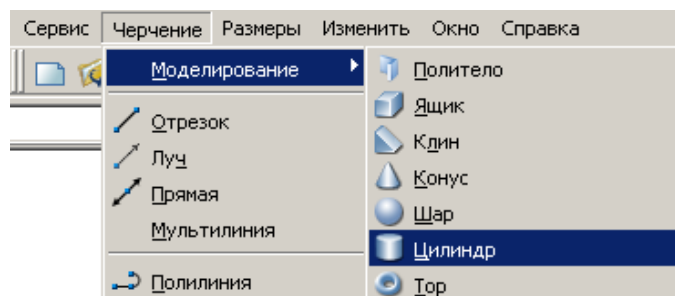
- указати центр кулі;
- указати радіус або діаметр кулі.

Циліндр

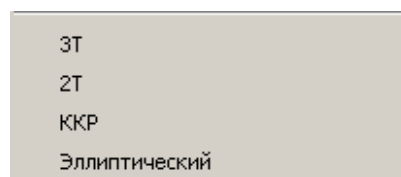
Можна побудувати циліндр з круговою або еліптичною основою. За умовчанням, основа циліндра розташовується в площині XY поточної СКК. Висота циліндра паралельна осі Z.

Для побудови циліндра необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→ Цилиндр;



- указати центр кола, що лежить в основі циліндра або побудувати коло чи еліпс, вибравши одну з опцій;

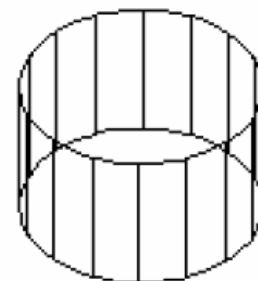


- у разі вибору центра кола вказати радіус або діаметр;
- указати висоту циліндра або вибрати одну з опцій.

2Точки
Конечная точка оси

Опція «2 точки» дозволяє визначити висоту циліндра як відстань між двома вказаними точками.

Опція «Конечная точка оси» потрібна для визначення висоти та орієнтації циліндра. Кінцевою точкою є вершина циліндра. Кінцева точка осі може бути розташована в будь-якому місці 3D простору.



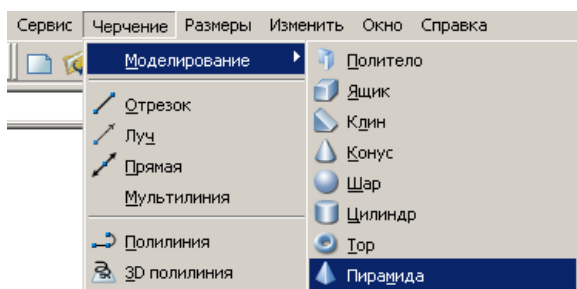
Якщо необхідно побудувати циліндрову форму зі спеціальними деталями, наприклад, з пазами вздовж сторін, слід створити двомірні контури її основи за допомогою команди Плиния і скористатися командою **Выдавить** для завдання її висоти вздовж осі Z. Проте, цей метод забезпечує побудову видавленого тіла, а не справжнього примітиву твердотільного циліндра.

Піраміда

Основою піраміди може бути рівнобічний багатокутник з кількістю сторін від 3 до 32. За умовчанням, основа конуса розташовується в площині XY поточної СКК. Висота конуса паралельна осі Z.

Для побудови піраміди необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→Пирамида;



- вказати центр багатокутника, що лежить в основі піраміди, або вибрати одну з опцій:

Кромка
Стороны

(опція Сторони дозволяє вказати кількість сторін багатокутника, а опція Кромка - побудувати багатокутник по одній з його сторін);

- вказати радіус кола, описаного навколо багатокутника чи вписаного в нього;

- вказати висоту піраміди або вибрати одну з опцій.

2Точки
Конечная точка оси
Радиус верхнего основания

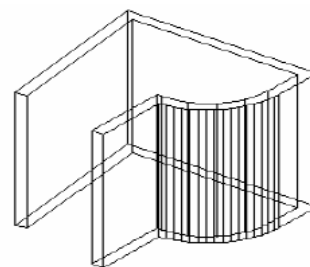
Опція «2 точки» дозволяє визначити висоту піраміди як відстань між двома вказаними точками.

Опція «Конечная точка оси» потрібна для визначення висоти та орієнтації піраміди. Кінцевою точкою є вершина піраміди або центр верхньої грані, якщо використовується опція «Радиус верхнего основания». Кінцева точка осі може бути розташована в будь-якому місці 3D простору.

Опція «Радиус верхнего основания» потрібна для побудови усіченої піраміди, що звужується в плоску грань.

Політіло

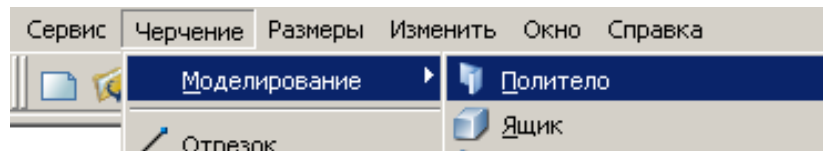
Політіло – це тривимірний об’єкт заданої висоти і товщини, в основі якого лежить полілінія. Використовується для побудови стін при проектуванні будівель. За допомогою цієї команди можна побудувати політіло на основі існуючого відрізка, 2D полілінії, дуги або кола. Політіло може містити криволінійні сегменти, але контури завжди є прямокутними за умовчанням.



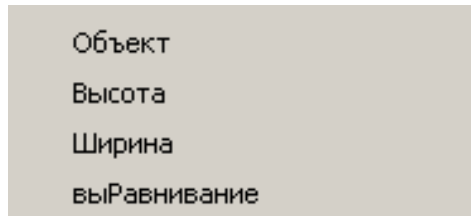
При побудові політіла можна скористатися опцією «Дуга» для додавання в політіло дугових сегментів. Для замикання тіла між першою і останньою вказаними точками слугує опція «Замкнуть».

Для побудови політіла необхідно:

- виконати команду Черчение→Моделирование→ Политело;



- вказати початкову точку або вибрати одну з опцій:



(опція «Объект» дозволяє скористатися існуючим 2D об'єктом для побудови політіла, опції «Высота» та «Ширина» задають відповідні характеристики політіла, опція «выРавнивание» дозволяє вирівняти політіло по осі або по внутрішній чи зовнішній поверхні);

- вказати наступну точку і т.ін.

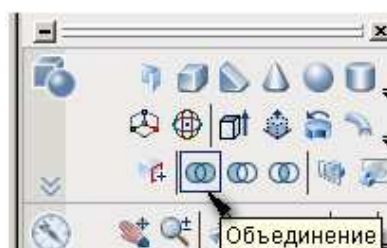
3.4.3 Операції над просторовими примітивами

З двох або декількох просторових примітивів можна створити *складові тіла*. Для цього потрібно використати одну з таких команд: **об'єднання**, **віднімання** і **перетин**. Можна маніпулювати початковими індивідуальними тілами, створюючи складове тіло, або тілом у повній компоновці.

Об'єднання просторових примітивів

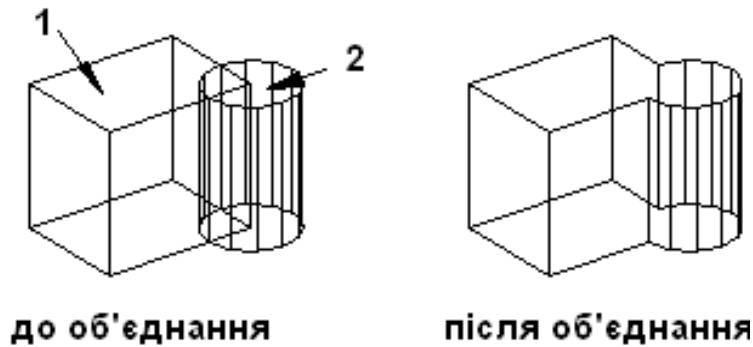
За допомогою команди **об'єднання** можна одержати складний об'єкт, що займає сумарний об'єм усіх його складових. Для цього потрібно:

1. Виконати команду *Изменить*→*Редактирование тела*→ *Объединение*, або натиснути кнопку *Объединение* на пульті управління.



2. Вибрати об'єкти для об'єднання.

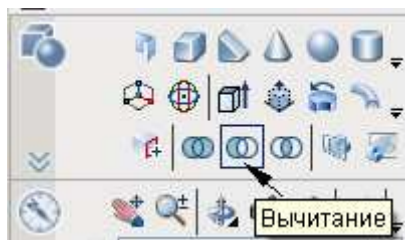
3. Натиснути клавішу ENTER.



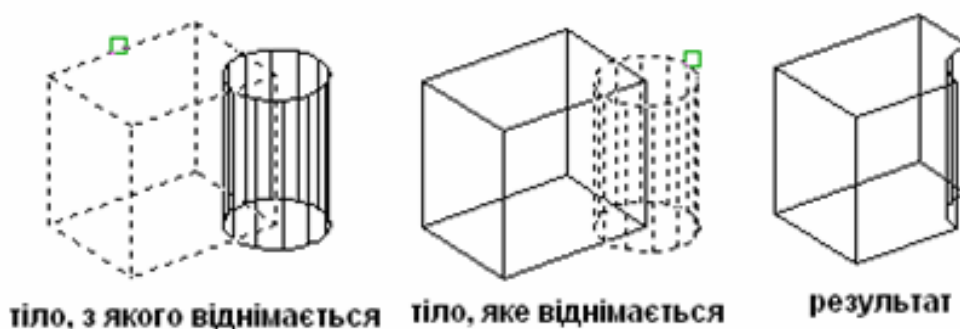
Віднімання просторових примітивів

За допомогою команди **віднімання** з набору тіл видаляються ті частини об'єма, що належать іншому набору тіл. Цю команду можна використовувати для отримання отворів у механічних деталях шляхом віднімання циліндрів з об'єктів. Для цього потрібно:

1. Виконати команду *Изменить* → *Редактирование тела* → *Вычитание*, або натиснути кнопку *Вычитание* на пульті управління.



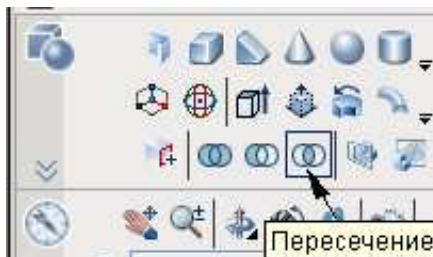
2. Вибрати об'єкти, з яких буде виконано віднімання.
3. Натиснути клавішу ENTER.
4. Вибрати об'єкти, які будуть відніматися.
5. Натиснути клавішу ENTER.



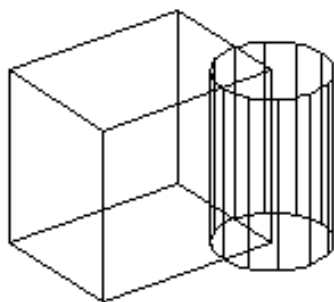
Перетин просторових примітивів

За допомогою команди **перетин** можна побудувати складне тіло, яке займає об'єм, що є загальним для декількох пересічних тіл. Виконання цієї команди приводить до видалення непересічних частин і побудови складного тіла, що складається із загального об'єма. Для цього потрібно:

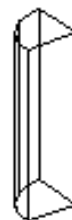
1. Виконати команду *Изменить* → *Редактирование тела* → *Пересечение*, або натиснути кнопку *Пересечение* на пульті управління.



2. Вибрати об'єкти для перетину.
3. Натиснути клавішу ENTER.



до перетину



результат

3.4.4 Видавлювання об'єктів

Тіла і поверхні можна одержувати за допомогою видавлювання вибраних об'єктів. Якщо видавлюється замкнений об'єкт, отримуємо тіло, якщо видавлюється незамкнений об'єкт, отримуємо поверхню. Операцію видавлювання можна застосувати до таких об'єктів: відрізок, дуга, еліптична дуга, 2D полілінія, 2D сплайн, коло, еліпс, 3D грань, 2D фігура, область, плоска поверхня, плоска грань на тілі.

При видавлюванні об'єктів можна задати будь-який з таких параметрів:

- траєкторія;
- кут конуса;
- напрямок.

Параметр *траєкторія* слугує для завдання об'єкта у вигляді траєкторії для видавлювання. Для побудови тіла або поверхні контур вибраного об'єкта видавлюється уздовж вибраної траєкторії.

Траєкторіями можуть бути такі об'єкти: відрізок, коло, дуга, еліпс, еліптична дуга, 2D полілінія, 3D полілінія, 2D сплайн, 3D сплайн, грань тіла, грань поверхонь, спіраль.

Конусне видавлювання часто застосовується при побудові об'єктів з похилими сторонами; наприклад, ливарних форм. Не рекомендується задавати великі кути звуження. Якщо кут дуже великий, утворюючі конуса можуть зійтися в одній точці до того, як буде досягнута необхідна глибина видавлювання.

Параметр *напрямок* дозволяє задати довжину і напрямок видавлювання за допомогою двох точок на кресленнику.

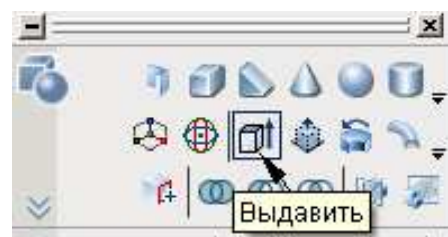
Видавлювання об'єкта на задану висоту

Для видавлювання об'єкта потрібно:

1. Виконати команду *Черчение*→*Моделирование*→*Выдавить*, або натиснути кнопку *Выдавить* на пульті управління.

2. Вибрати об'єкти для видавлювання і натиснути клавішу ENTER.

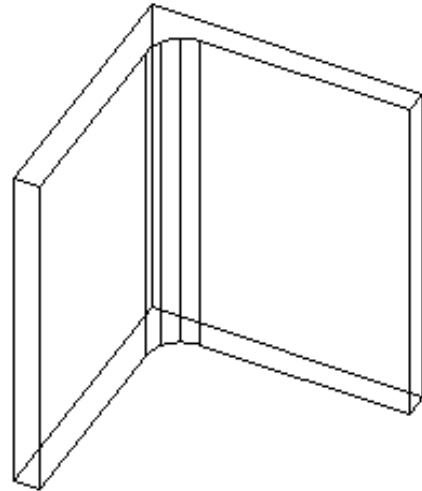
3. Задати висоту. За умовчанням, видавлювання об'єкта виконується в напрямку, перпендикулярному його площині.



По закінченні видавлювання початкові об'єкти видаляються або зберігаються залежно від значення системної змінної DELOBJ.



область

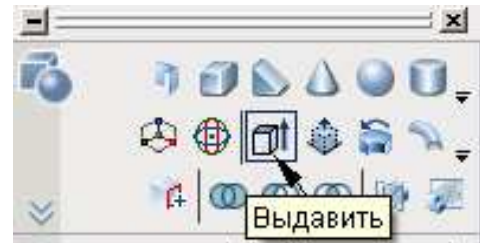


тіло видавлювання

Видавлювання об'єкта по траєкторії

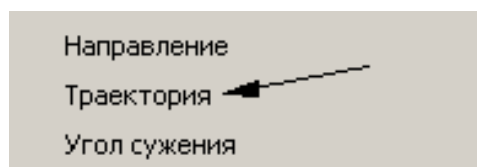
Для видавлювання об'єкта по заданій траєкторії потрібно:

1. Виконати команду *Черчение*→*Моделирование*→*Выдавить*, або натиснути кнопку *Выдавить* на пульті управління.

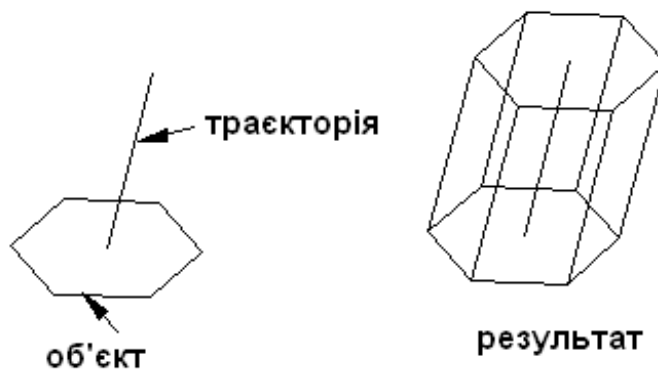


2. Вибрати об'єкти для видавлювання і натиснути клавішу ENTER.

3. Вибрати опцію *траєктория*.



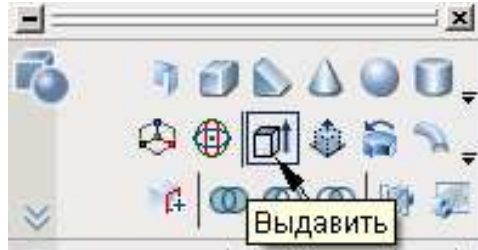
4. Вибрати об'єкт для траєкторії.



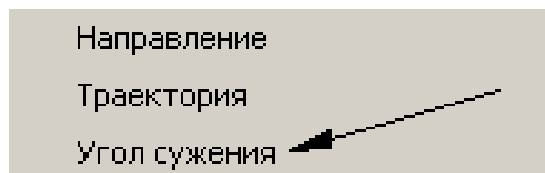
Конусне видавлювання

Для конусного видавлювання потрібно:

1. Виконати команду *Черчение*→*Моделирование*→*Выдавить*, або натиснути кнопку *Выдавить* на пульті управління.



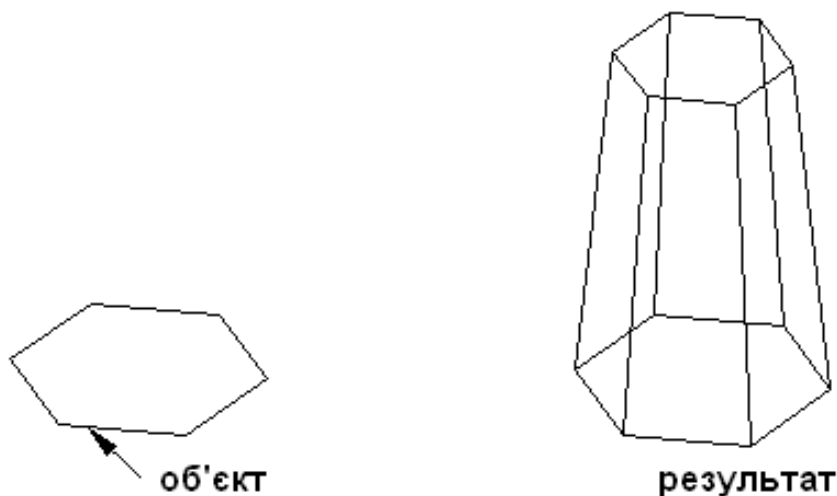
2. Вибрати об'єкти для видавлювання і натиснути клавішу ENTER.
3. Вибрати опцію *угол сужения*.



4. Ввести значення кута звуження.
5. Задати висоту видавлювання.

Напрямок для видавлювання

Параметр *напрямок* дозволяє задати довжину і напрямок видавлювання за допомогою двох точок на кресленику.



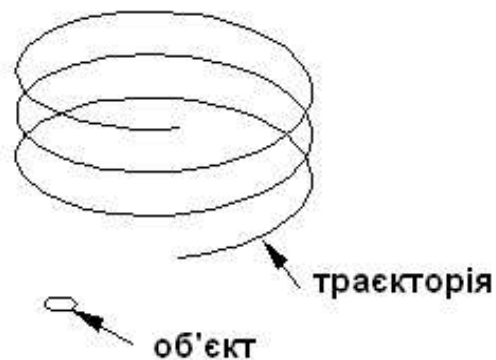
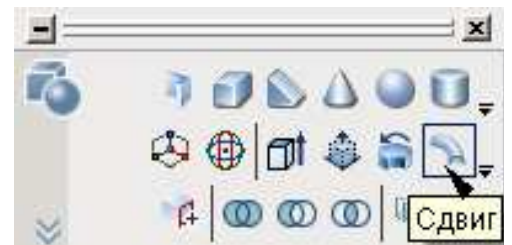
3.4.5 Зсув об'єктів уздовж траєкторії

Операція зсуву відрізняється від операції видавлювання. При виконанні зсуву контура уздовж траєкторії контур переміщається і встановлюється перпендикулярно до траєкторії. Потім контур зсовується уздовж траєкторії. Під час виконання зсуву об'єктів їх можна закручувати або масштабувати.

Можна зсовувати декілька об'єктів одночасно, але всі вони мають лежати в одній і тій же площині.

Для побудови такого об'єкта потрібно:

1. Виконати команду *Черчение* → *Моделирование* → *Сдвиг*, або натиснути кнопку *Сдвиг* на пульті управління.
2. Вибрати об'єкт для зсуву і натиснути клавішу ENTER.
3. Вказати траєкторію зсуву.



3.4.6 Обертання об'єктів навколо осі

Побудувати тіло або поверхню можна також за допомогою обертання навколо осі розімкнених або замкнених об'єктів. Об'єкти, що обертаються, визначають контур тіла або поверхні. При обертанні замкненого об'єкта утвориться тіло, а при обертанні розімкненого об'єкта утвориться поверхня. Допускається одночасне обертання декількох об'єктів.

Об'єктами, що обертаються для побудови тіла, можуть бути: відрізок, дуга, еліптична дуга, 2D полілінія, 2D сплайн, коло, еліпс, 3D грані, 2D фігура, область, плоска поверхня, плоска грань тіла.

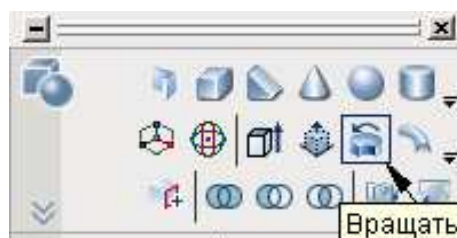
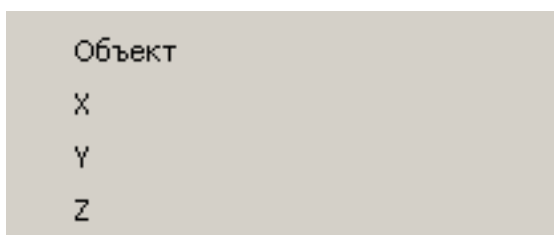
Об'єктами, що використовуються як вісь обертання, можуть бути: відрізок, лінійна кромка поверхні, лінійна кромка тіла. Окрім цього, будь-яку з осей X, Y, Z можна задати як вісь обертання.

Для побудови тіла обертанням навколо осі потрібно:

1. Виконати команду *Черчение*→*Моделирование*→*Вращать*, або натиснути кнопку *Вращать* на пульті управління.

2. Вибрати об'єкти для обертання і натиснути клавішу ENTER.

3. Вказати першу точку на осі обертання або вибрати одну з опцій:

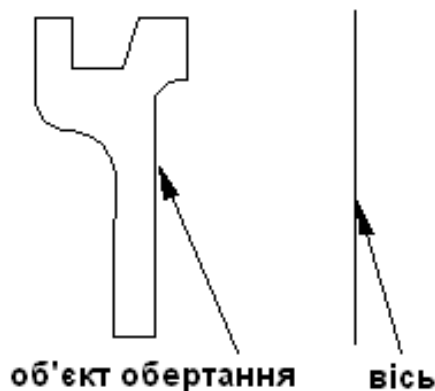


4. Вказати другу точку на осі обертання.

5. Ввести значення кута обертання в межах 1-360.



Обертання на 90 градусів



3.5 Порядок і приклад виконання лабораторної роботи

Завдання 1. Створити твердотільний об'єкт за допомогою видавлювання.

1. Почніть новий проект без використання шаблону.
2. Створіть шари: *Осі, Побудови, Об'єм*.
3. Виконайте в шарі *Побудови* кресленик деталі, наведений на рисунку 3.1.
Координати початкової точки **100,100**.

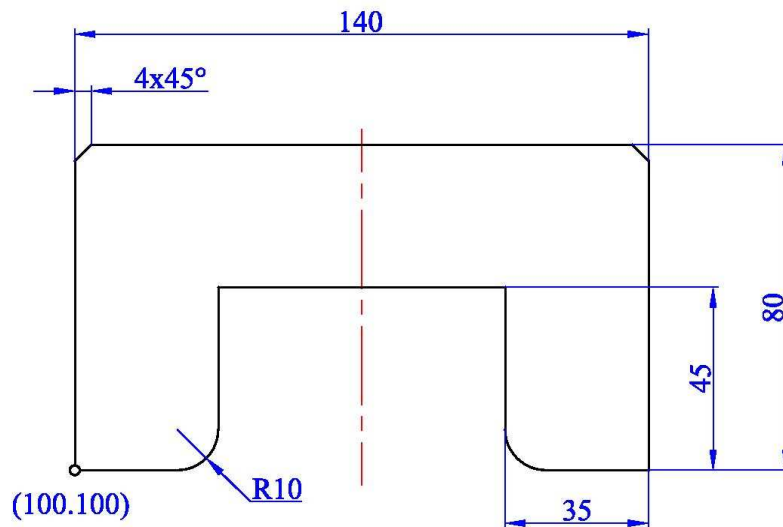


Рисунок 3.1 – Виконання деталі в двовимірному просторі

4. Для роботи з твердотільними моделями виведіть на екран панелі інструментів *Моделирование* (рис.2), *Вид* (рис.3) і *Визуальные стили* (рис.4) (Рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Панелі інструментів

«Моделирование», «Вид», «Визуальные стили»

5. Побудований профіль складається з відрізків і дуг. Щоб його видавити, потрібно замінити відрізки і дуги на полілінію. Для цього введіть команду з меню *Редактировать*→*Объект*→*Полилиния*.

Команда: *полпред*

Выберите полилинию или [Несколько]: Вкажіть мишкою на будь-який відрізок кресленника.

Выбранный объект - *не полилиния*

Сделать его полилинией? <Д> <*Enter*>


Задайте параметр [Замкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/СГладить/Сплайн/Убрать сглаживание/Типлин/Обратить/Отменить]: Виберіть опцію *Добавить*.


Выберите объекты: Виберіть послідовно всі об'єкти, які утворюють профіль.
<*Enter*>


Задайте параметр [Замкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/СГладить/Сплайн/Убрать сглаживание/Типлин/Обратить/Отменить]: <*Enter*>

Тепер весь профіль являє собою єдину полілінію - безперервний замкнутий контур.

6. Побудуйте два вертикальних видових екрана. На вкладці **Вид**, на панелі **Видовые экраны** моделі кнопка **Конфигурация** видового екрана, **Два ВЭ: вертикально**.

У правому видовому екрані встановіть з панелі **Вид** –  Юго-Западная изометрия (Рисунок 3.3). Продовжуйте працювати в лівому видовому екрані (за замовчуванням це вид зверху).

7. Перейдіть в шар **Об'єм**. Клацніть на піктограмі **Выдавить** панелі інструментів **Моделирование** . Вкажіть на профіль, натисніть <**Enter**>. Задайте висоту видавлювання 70, кут звуження при видавлюванні 0 (за замовчуванням).

8. Перейшовши в правий видовий екран, зафарбуйте отриману модель візуальним стилем **Реалистичный**  (Рисунок 3.4).

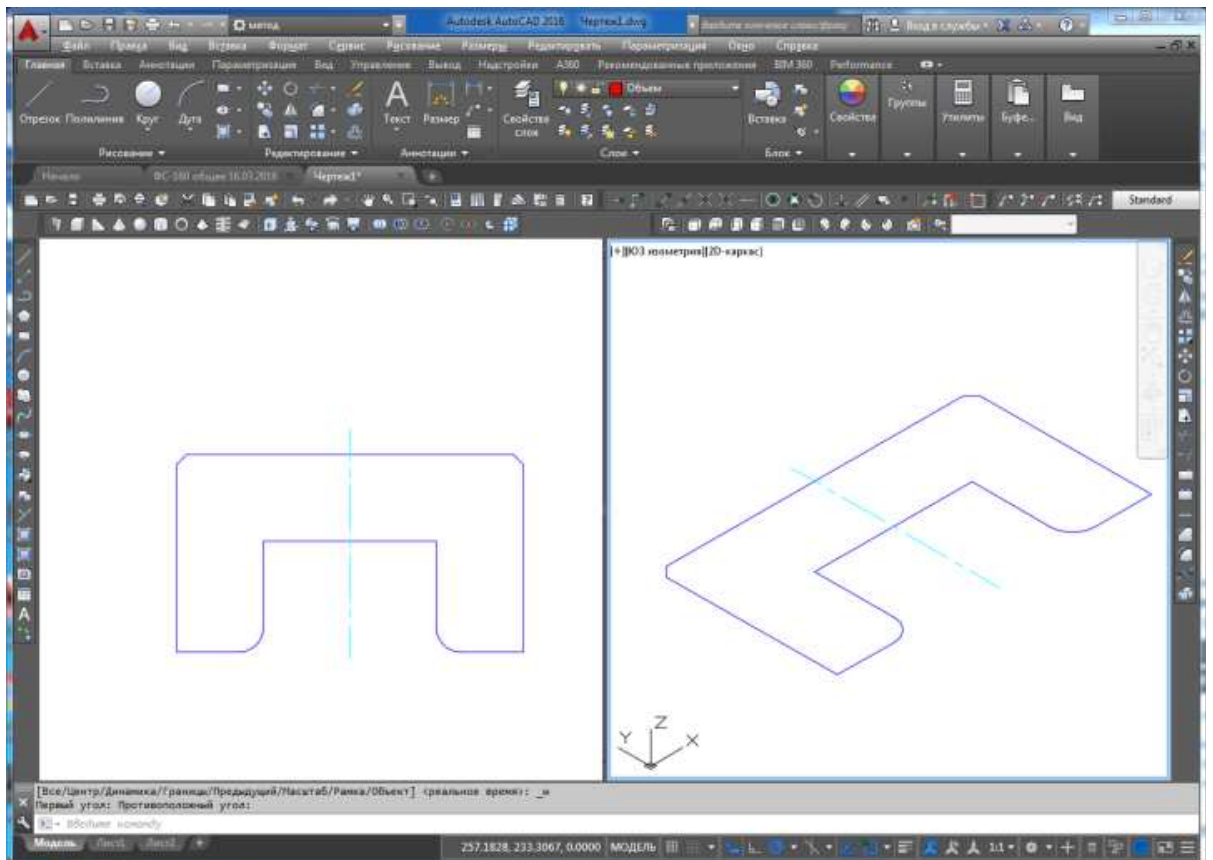
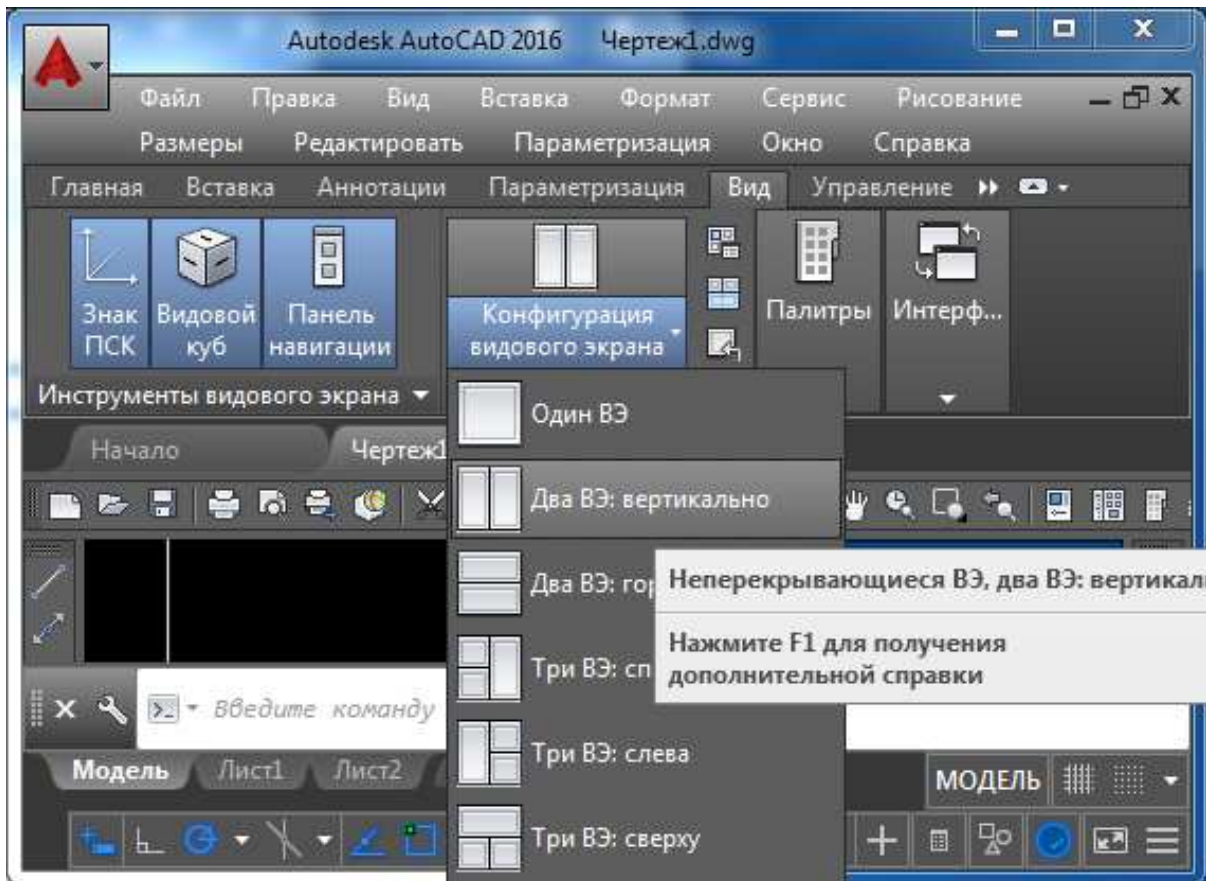


Рисунок 3.3 – Два видовых экрана

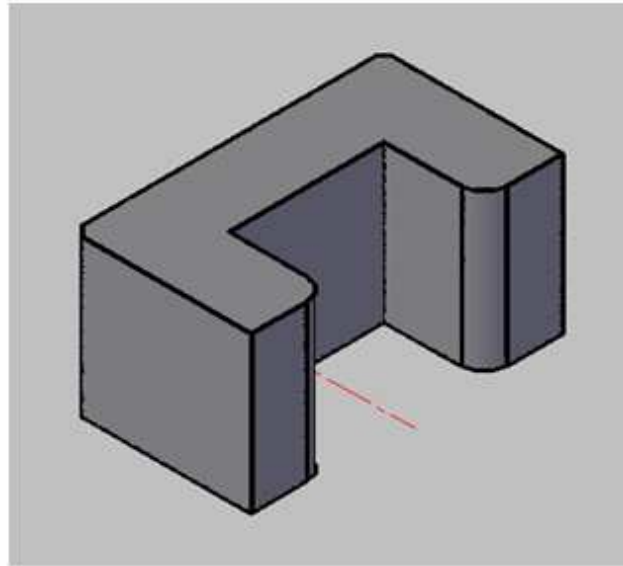
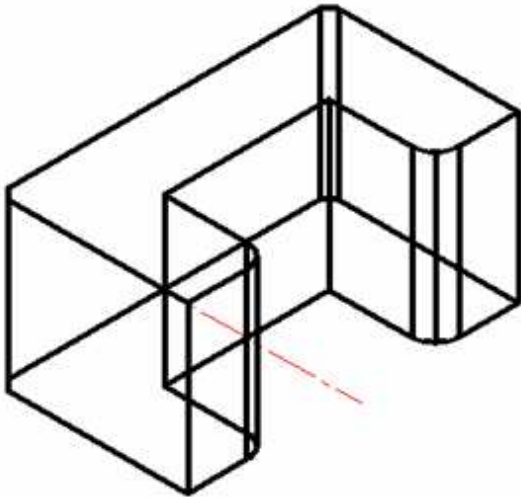


Рисунок 3.4 – Деталь в тривимірному просторі

Завдання 2. Створення твердотільного об'єкту за допомогою обертання.

1. Почніть новий кресленик, створіть в ньому шари **Осі, Побудови, Штриховка, Об'єм1, Об'єм2** і побудуйте деталь, зображену на рисунку 3.5.
2. Обведіть полілінією нульової товщини (в шарі **Об'єм1**) замкнутий контур перетину деталі (отвори відсутні).
3. Створіть тривимірну модель способом повороту перетину навколо осі на 360° . Використовуйте для цього клавішу **Врацать** на панелі інструментів моделювання.
4. Погасіть шар **Об'єм1** і в шарі **Об'єм2** обведіть полілінією половину периметра отворів - замкнутий контур (до осі). Контури чотирьох отворів створіть на вигляді зверху, потім відкрийте вид спереду і там створіть ще два контури (або скопіюйте за допомогою команди з меню **Правка**→**Копировать с базовой точкой**) – всього 6 отворів на деталі.

5. Створіть об'ємні зображення отворів за допомогою повороту профілю перетину навколо вертикальних осей (Рисунок 3.6).

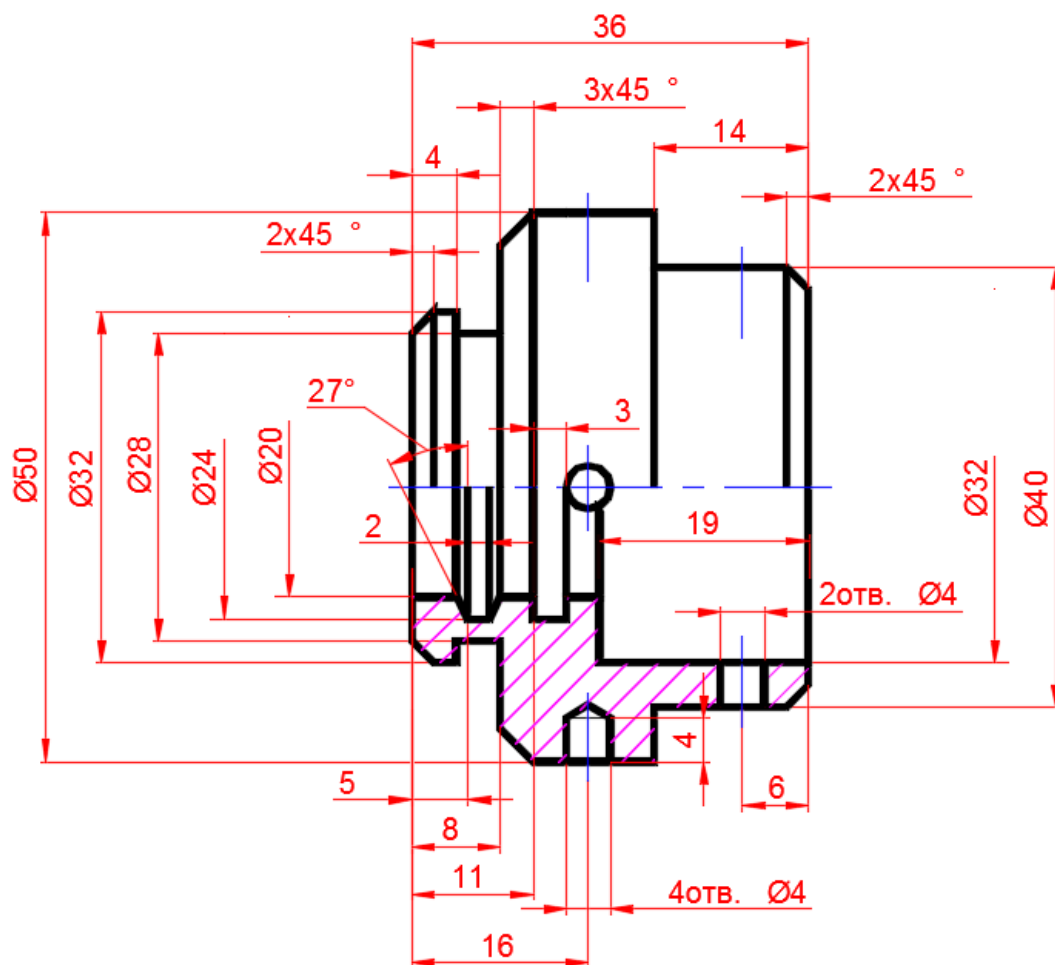


Рисунок 3.5 – Деталь в двовимірному просторі

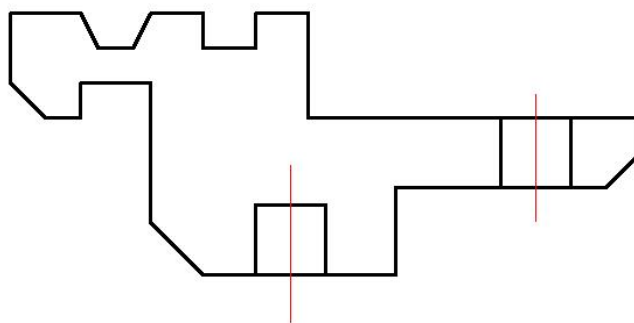




Рисунок 3.6 – Профіль перетину деталі для обертання навколо вісі

6. Способом віднімання об'ємів за допомогою команди **ВЫЧИТАНИЕ**  проріжте отвори в деталі. У діалозі, запропонованому AutoCADом, спочатку вкажіть фігуру, з якої потрібно відняти об'єм, а потім області, від яких треба позбутися.

7. Виберіть режим зафарбовування моделі (Рисунок 3.7).

8. За допомогою режиму **ЗДСОРБИТА** (викликається кнопкою  з панелі навігації) розгляньте просторову модель в зручному ракурсі, перевірте, чи немає помилок в побудові.

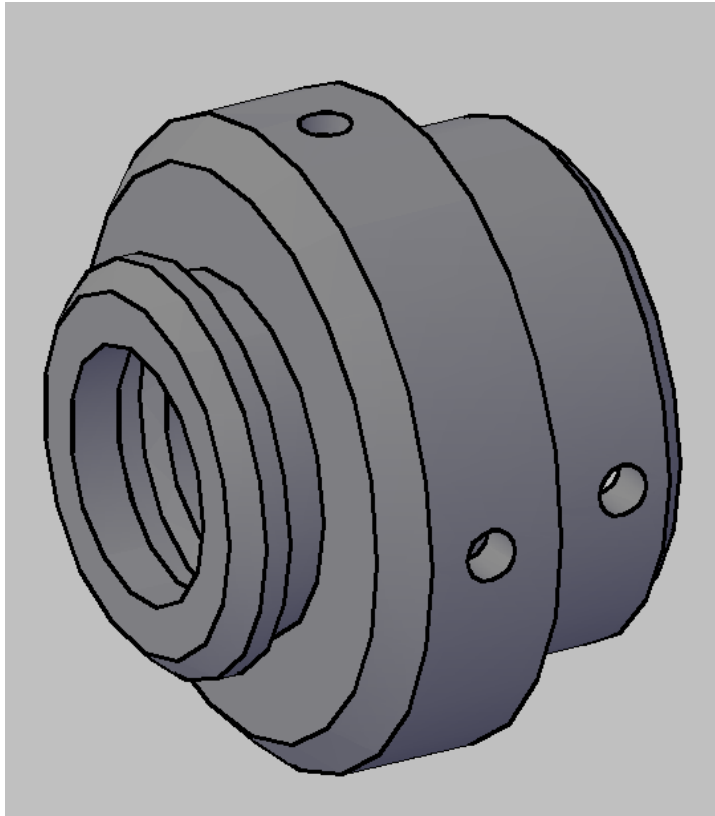


Рисунок 3.7 – Деталь в тривимірному просторі, створеної за допомогою обертання

Завдання 3. Побудувати зображення деталі «Коромисло», створити твердотільний об'єкт.

Кресленик і зображення цієї деталі наведені на рисунку 3.8.

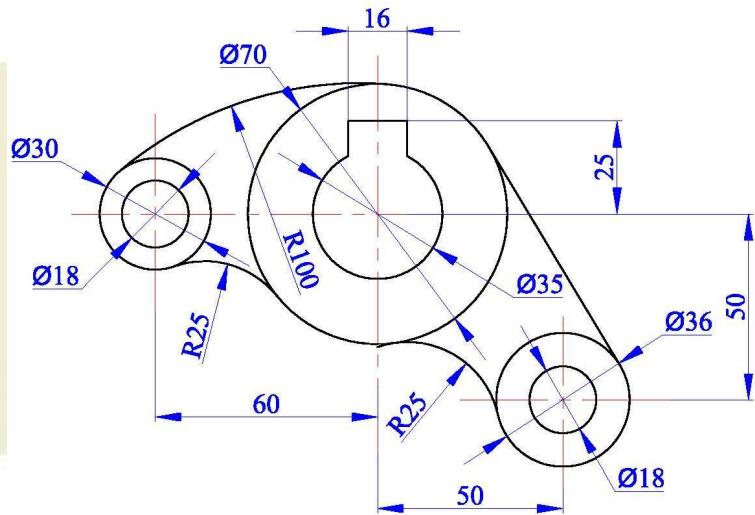
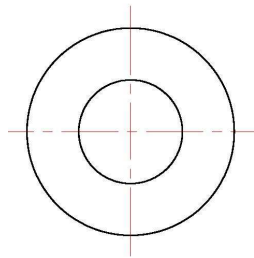
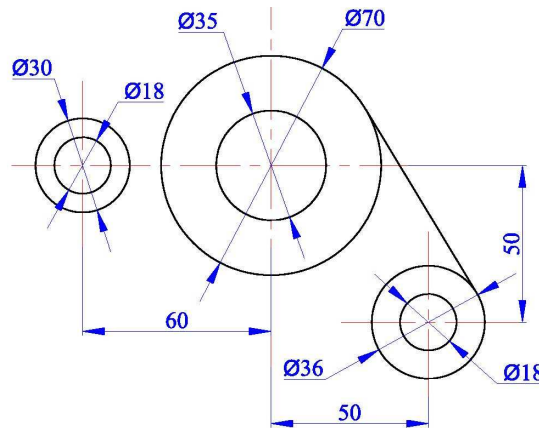


Рисунок 3.8 – Зображення деталі «Коромисло»

1. Створити шари: *Осі, Контур, Розміри*
2. Накреслити центральні концентричні кола в потрібних шарах по заданих розмірах.

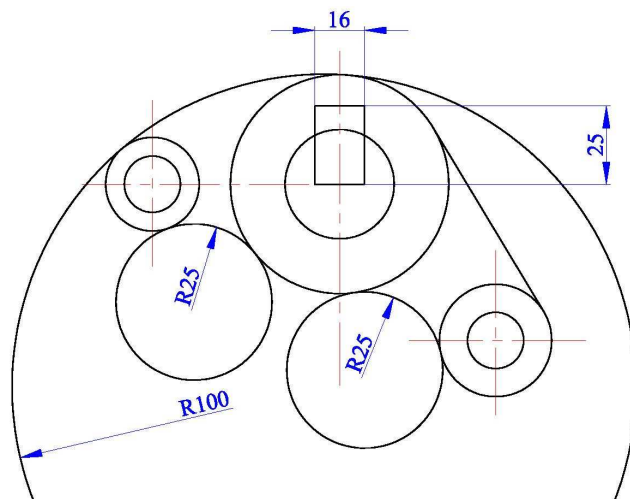


3. Накреслити бічні концентричні кола і відрізок, дотичний до двох кіл.

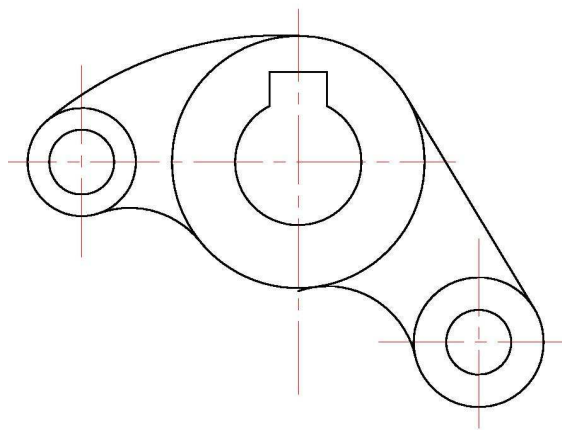


4. Накреслити дотичні кіл і прямокутника, середина основи якого розташовується в точці перетину центрових ліній окружності діаметром 70 мм.

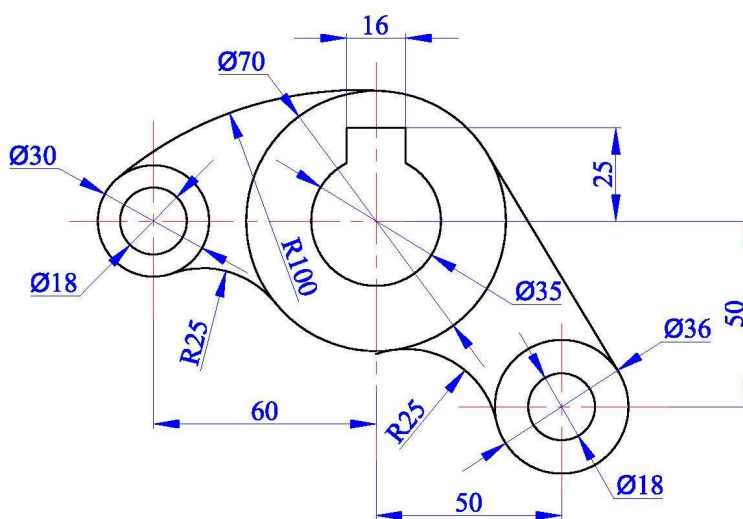
Накреслити 3 окружності (команда **Круг** з параметром – **ККР**(каскасрадиус).



5. Видалити «зайві» частини кіл і відрізків прямих (команда **Обрезуать**).



6. Нанести розміри.



7. Перейти в 3D моделювання і за допомогою інструкцій, описаних в попередніх завданнях, виконати твердотільне зображення деталі «Коромисло».

Завдання 4. Побудувати зображення деталі «Рукоятка», створити твердоті-
льний об'єкт.

Кресленик і зображення цієї деталі наведені на рисунку 3.9.

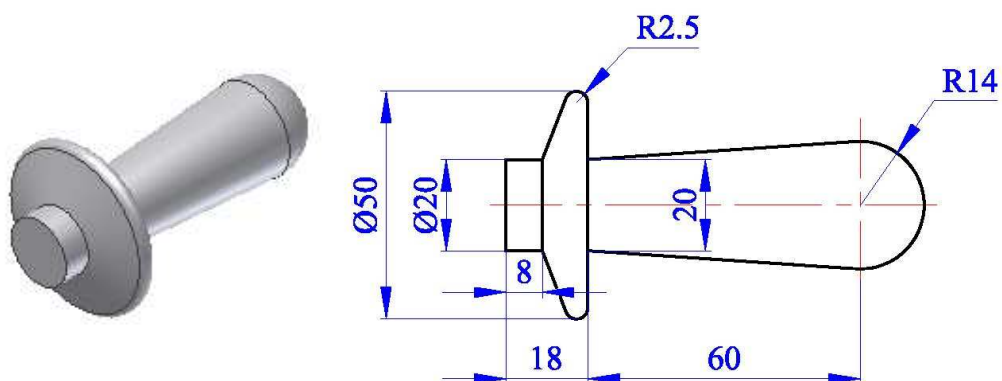
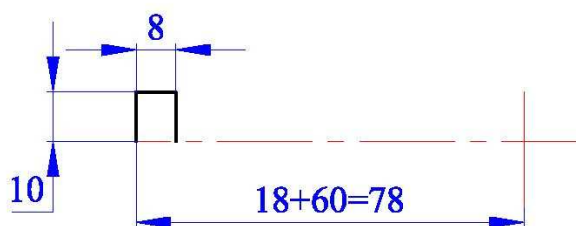


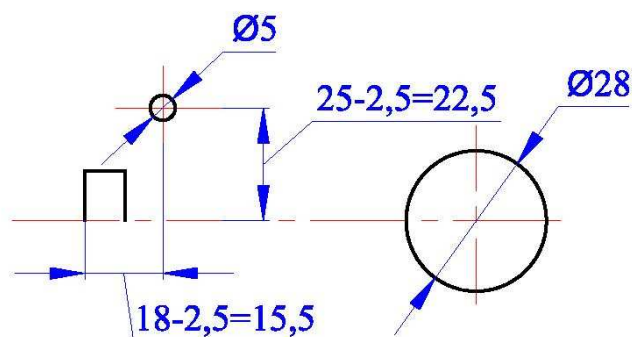
Рисунок 3.9 - Зображення деталі «Рукоятка»

Створіть новий кресленик, заснований на шаблоні **GostA4.dwt** (меню **Файл** → **Создать**).

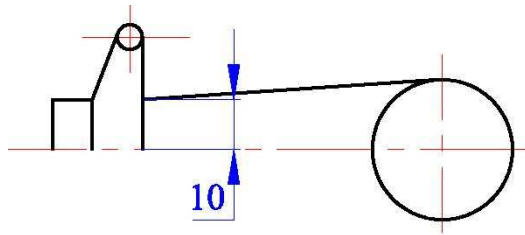
1. Створити шари: **Осі, Контур, Розміри**
2. Накреслити осі (шар **Осі**) і відрізки прямої (шар **Контур**) (Рис. 8)



3. Накреслити два кола.

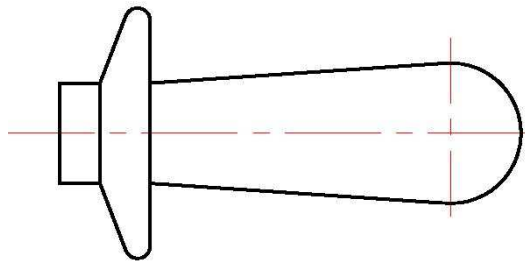


4. Накреслити три відрізка прямих, дотичних до кіл.

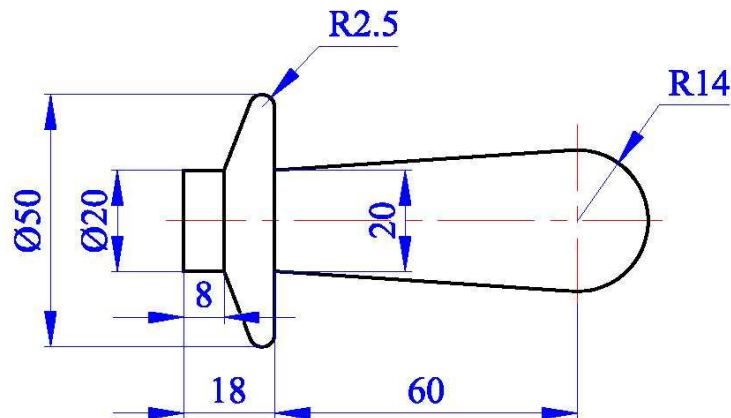


5. Побудувати нижню частину контурів рукоятки (команда **Зеркало**).

6. Видалити непотрібні частини кіл (команда **Обрезуать**).



7. Нанести розміри.

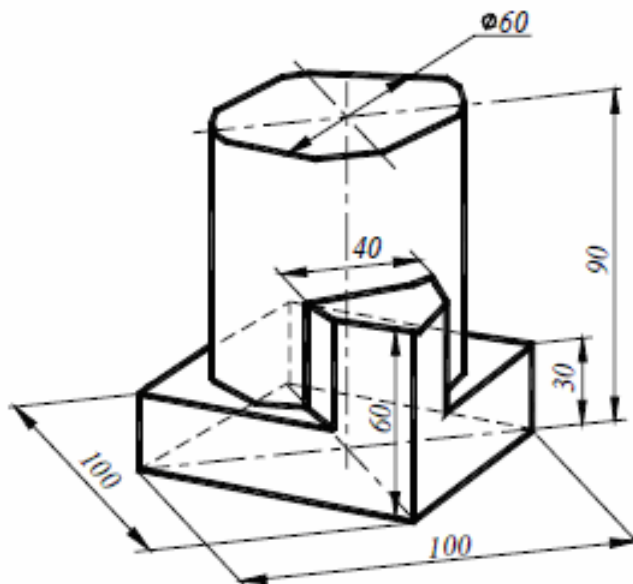


8. Перейти в 3D моделювання і за допомогою інструкцій, описаних в попередніх завданнях, виконати твердотільне зображення деталі «Рукоятка».

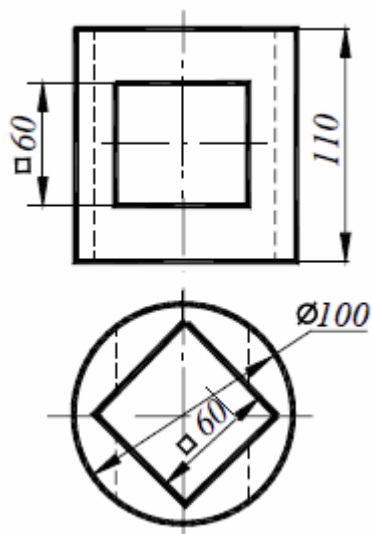
Завдання 5. Дано наочне зображення геометричного тіла, виготовленого зі сталі. Виконати кресленик тіла з його наочного зображення в тривимірному просторі.

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

Приклад виконання надано на рисунку 3.10.



Завдання 6. Дано два види геометричного тіла, виготовленого з металу.
 Виконати - побудову геометричного тіла в тривимірному просторі
 Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.
 Приклад виконання надано на рисунку 3.11.



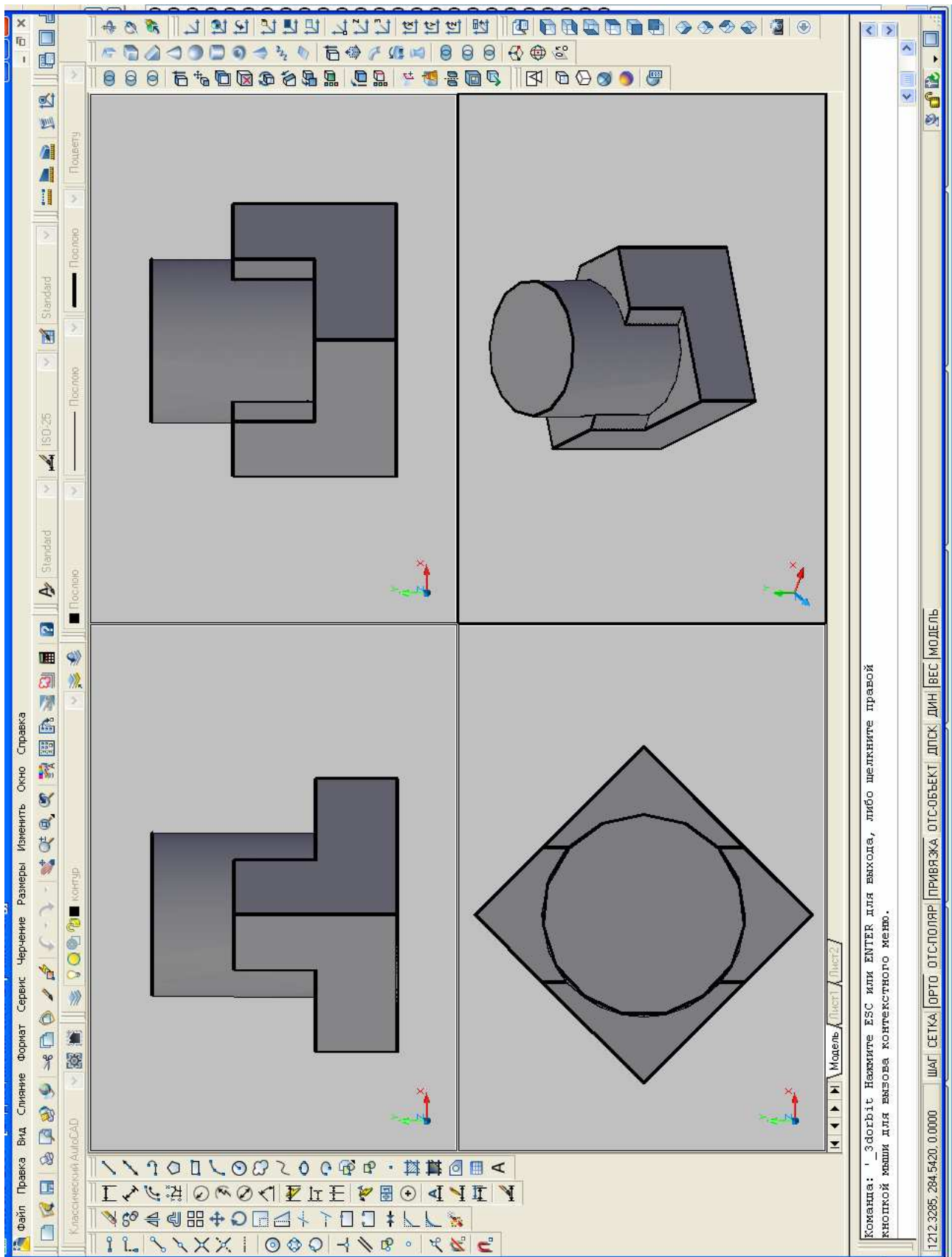


Рисунок 3.10 – Приклад виконання завдання 5

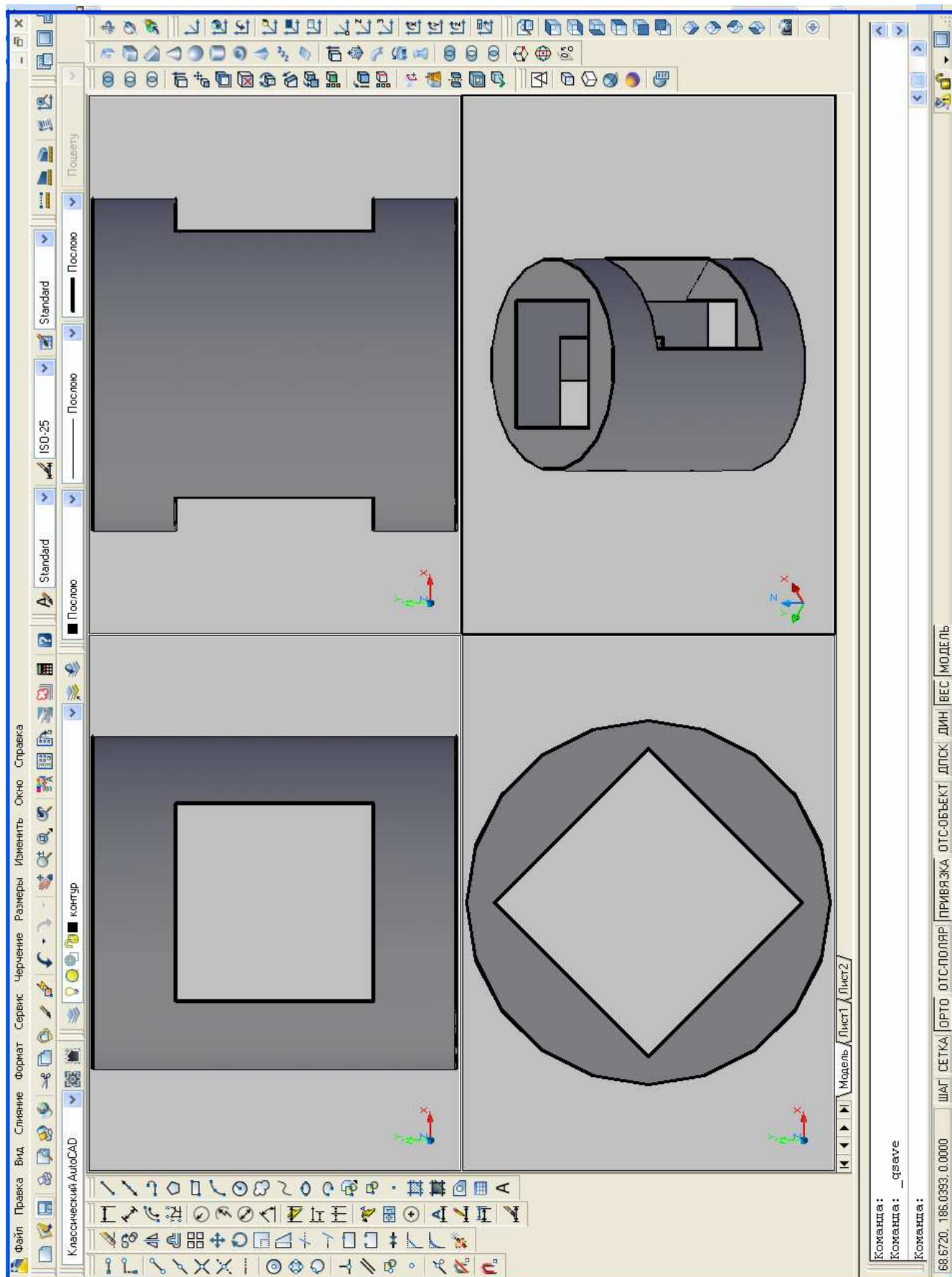


Рисунок 3.11 - Приклад виконання завдання 6

3.6 Завдання на самостійну роботу

Завдання 1. Виконати завдання, наведені вище в п. 3.5.

Завдання 2. Дано наочне зображення геометричного тіла, виготовленого зі сталі (Див. Таблиця 2.1, Лабораторні заняття №3-4)

Виконати кресленик тіла з його наочного зображення в тривимірному просторі.

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

Завдання 3. Дано два види геометричного тіла, виготовленого з металу. (Див. Таблиця 2.2, Лабораторні заняття №3-4)

Виконати - побудову геометричного тіла в тривимірному просторі

Кресленик виконати за допомогою графічного редактора AutoCAD.

3.7 Контрольні питання.

1. Яким чином вводяться тривимірні координати?
2. Чим відрізняється світова система координат від користувацької?
3. Як створюються тривимірні об'єкти?
4. Яким способом будують тривимірні тіла?
5. За допомогою яких команд виконують побудову плоских видів?
6. З якою метою створюють плаваючі видові екрани?
7. Яким чином створюють види ортогональних проекцій тривимірної моделі?
8. Для яких потреб створюють плоскі види?
9. Яким чином будується наочне зображення тривимірної моделі?

4 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ №11–17

4.1 Тема занять: «Виконання будівельного кресленика в системі AutoCAD»

4.2 Мета і задачі, які вирішуються в процесі виконання лабораторної роботи

Набуття студентами навичок використання системи AutoCAD для креслення будівельних креслеників.

4.3 Постановка завдання

Основна задача – це навчити студента складати кресленики будівель і споруд та вміти читати кресленики. Виконати кресленики будинку в середовищі AutoCAD.

4.4 Основні теоретичні відомості

4.4.1 Вимоги до оформлення кресленника

На будівельних креслениках використовують типи ліній, наведені в ДСТ 2.303-68. Товщина ліній для всіх типів зображень, виконаних у одному масштабі, повинна бути однаковою. Однак у будівельних креслениках є деякі особливості в застосуванні окремих типів ліній. На планах і розрізах будинку видимі контури обводять лініями різної товщини. Більш товстою лінією обводять контури ділянок стін, що потрапили в січну площину. Контури ділянок стін, що не потрапили в площину перерізу, обводять тонкою лінією.

Написи й буквено-цифрові позначення на форматах і в основному написі виконують стандартним шрифтом.

4.4.2 Зміст і порядок виконання завдання

За схематичними зображеннями планів поверхів, фасадів, розрізів виконують загальний кресленик будинку на аркуші паперу формату А2 або на трьох аркушах формату А3: окремо план, фасад та розріз будинку. Незалежно від обраного формату виконують рамку і основний напис.

На форматі розміщують план будинку, у проекційному зв'язку з ним фасад, праворуч від фасаду в проекційному зв'язку розріз сходової клітки. Всі зображення виконують у масштабі 1:100. Над основним написом розміщують таблицю специфікації вікон і дверей.

Виконання завдання починають із кресленика плану будинку. На плані про- ставляють розміри віконних і дверних прорізів, розміри простінків визначають за схемою плану (прив'язку прорізів у зовнішніх стінах необхідно здійснювати до зовнішніх граней стін).

Після плану креслять поперечний розріз. Положення січної площини вказу- ють на плані. Висотні позначки визначають за схемою розрізу, наведеною у варіантах завдань.

Після цього креслять фасад будинку в проекційному зв'язку із планом і ро- зрізом. Проставляють необхідні висотні позначки.

Таблицю специфікації вікон і дверей виконують тієї ж ширини, що й основ- ний напис, права границя сполучається з рамкою кресленика.

4.4.3 Основні рекомендації до оформлення креслеників

Будівельними називаються кресленики, які містять проекційні зображення будівельних об'єктів або їхніх частин та інші дані, необхідні для їхнього зведення.

При виконанні й оформленні будівельних креслеників необхідно керуватися ДСТ ЄСКД і СПДБ (система проектної документації для будівництва).

Масштаби

Масштаби креслеників вибирають відповідно до ДСТ 2.302-68. Для житлових і громадських будинків:

- плани поверхів, підвалу, фундаментів, розрізи, фасади, монтажні плани перекриттів – М 1:100, 1:200, 1:500;
- плани секцій, фрагменти планів, розрізів і фасадів – М 1:50, 1:100;
- вироби й вузли – М 1:5, 1:10, 1:20.

Будинок або споруда в плані розчленовується осьовими лініями на ряд елементів. Ці вісі визначають розташування основних несучих конструкцій і називаються поздовжніми й поперечними координаційними вісями.

Координаційні вісі наносять штрихпунктирними лініями й позначають марками в колах діаметром 8–12 мм. Цифрами маркують вісі по стороні будинку з більшою кількістю вісей. Послідовність маркування – ліворуч-праворуч, знизу вгору.

У будинках з несучими поздовжніми й поперечними стінами прив'язку до координаційних вісей зовнішніх і внутрішніх стін роблять у такий спосіб:

- внутрішню грань зовнішньої стіни розміщують від координаційної вісі на відстані М або 2М, тобто 100 або 200 мм (модульна прив'язка);
- координаційна вісь збігається із внутрішньою поверхнею стіни (нульова прив'язка);
- у внутрішніх стінах координаційна вісь повинна збігатися з віссю симетрії стіни, крім стін сходових кліток і стін з вентиляційними каналами (центральна прив'язка).

Розміри на будівельних креслениках

Розміри на будівельних креслениках проставляють у міліметрах без позначення одиниць виміру. Наносять у вигляді замкнутого ланцюга (рис. 3.1). Розміри дозволяється повторювати. Замість стрілок застосовують зарубки у вигляді короткої суцільної основної лінії довжиною 2–4 мм під кутом 45° до розмірної лінії (рис. 3.2). При цьому розмірні лінії повинні виступати за крайні виносні на 1...3 мм.

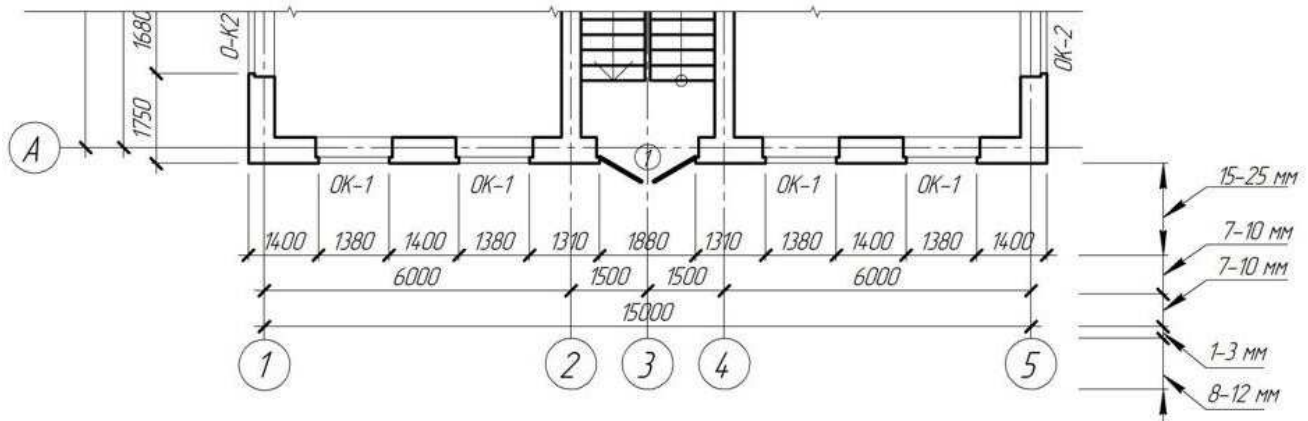


Рисунок 4.1 – Фрагмент плану з розмірними лініями

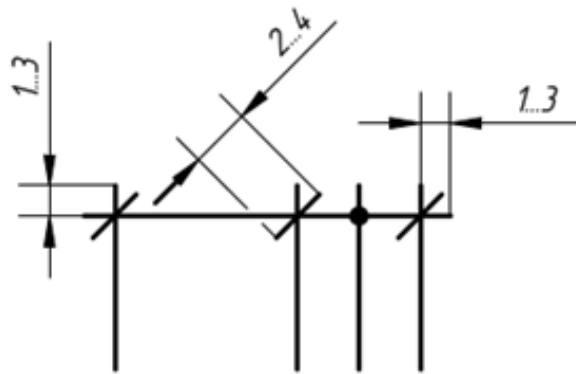


Рисунок 4.2 – Розмірна лінія

Позначки рівнів (висоти, глибини) елемента будинку або конструкції від якогось відлікового рівня, прийнятого за нульовий, розміщують на виносних лініях або лініях контуру й позначають знаком, зображеним на рисунку 4.2.

Позначки вказують у метрах із трьома десятковими знаками. Умовну нульову позначку позначають 0.000 (рис. 4.4).

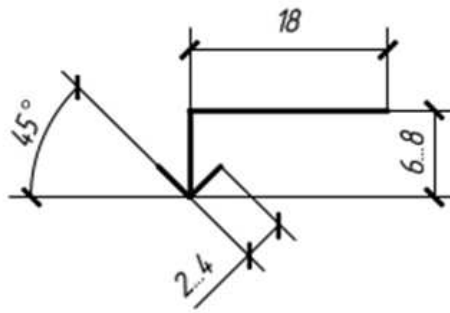


Рисунок 4.3 – Виносна лінія рівня відповідної поверхні

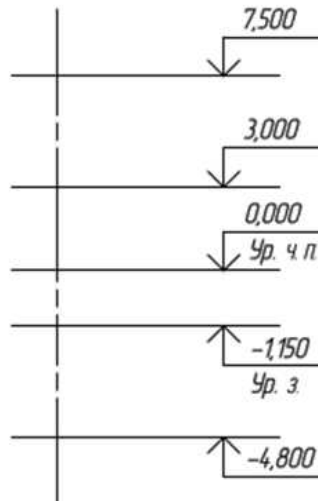


Рисунок 4.4 – Позначки рівнів

Позначки нижче умовної нульової позначають зі знаком мінус, позначки вище нульової – без знака (рис. 4.4). У якості нульової для будинків зазвичай приймають рівень підлоги першого поверху. Позначки при необхідності супроводжують написами, що пояснюють – Р.ч.п. (рівень чистої підлоги), Р.з. (рівень землі).

Будівельні кресленики будинків і споруд складають за загальними правилами прямокутного проектування на основні площини проекцій.

Зображення будинків мають свої назви: план, фасад та розріз.

4.5 Порядок і приклад виконання лабораторної роботи

Перед виконанням будівельного кресленика необхідно усвідомити наступні питання:

- 1) яка поверховість будинку;

- 2) де розташовані зовнішні несучі стіни, яка їхня товщина й прив'язка;
- 3) де розташовані внутрішні несучі стіни, яка їхня товщина й прив'язка;
- 4) чим відрізняються на зображенні плану несучі стіни й перегородки;
- 5) де на плані розташована сходові клітка.

Читаючи схему розрізу будинку, варто усвідомити:

- 1) яким повинне бути положення на плані мнимої січної площини для одержання розрізу;
- 2) які несучі стіни й перегородки попадають у розріз;
- 3) чому дорівнює загальна висота будинку, висота поверху, товщина перекриттів.

Роботу з виконання завдання варто починати з компоновання аркуша.

Вибрати потрібний шаблон в AutoCAD. Після цього намітити попереднє розташування зображень на робочому полі кресленика. Для цього необхідно визначити габаритні розміри кожного зображення.

Рекомендації до виконання плану будинку

Планом будинку називається зображення будинку, умовно розсіченого горизонтальною площиною на рівні віконних і дверних прорізів (~1м) і спроектованого на горизонтальну площину проєкцій. На плані показують те, що знаходиться в січній площині й те, що розташовано під нею. Тобто план – це горизонтальний розріз. На плані будинку показують віконні й дверні прорізи, розташування сходів, перегородок і капітальних стін, вбудованих шаф, санітарно-технічного обладнання, вентканалів.

Розташування всіх конструктивних елементів визначається прив'язкою до координаційних вісей.

Поза контуром будинку проставляють розміри віконних і дверних прорізів «у світлі» і простіноків між ними (перший розмірний ланцюжок), між координаційними вісями (другий розмірний ланцюжок) і в вісях (третій розмірний ланцюжок), як зображено на рисунку 4.1. Перший ланцюжок креслять на відстані 20 мм від контуру стіни, наступні – на відстані 7 мм один від одного.

Внутрішні розміри приміщень, товщини стін і перегородок проставляють на внутрішніх розмірних ланцюжках. Їх проводять на відстані не менш 8...10 мм від стіни або перегородки. Проставляють також прив'язку всіх внутрішніх капітальних стін до вісей.

Площі приміщень проставляють у правому нижньому куті плану приміщення у квадратних метрах без позначення одиниць виміру із двома десятковими знаками й рисою внизу.

Підйом з одного поверху на інший зазвичай здійснюється двома маршами. План поверху утворюють розсіченням умовною січною площиною на рівні приблизно 1 м, тому в сходовій клітці висхідний марш перетинається приблизно по середині. На плані в цьому місці проводять хвилясту лінію обриву під кутом 45°. Більш довга сторона цієї частини маршу повинна примикати до стіни сходової клітки. На планах першого поверху показують укорочений цокольний марш.

Невидимі конструктивні елементи на планах зображують штриховими лініями.

На планах показують, у який бік відчиняються двері. Зовнішні двері з вулиці в будинок повинні відкриватися назовні, відкривання інших дверей визначається зручністю планування й експлуатації.

Марки віконних прорізів і зовнішніх дверей проставляють із зовнішнього боку стіни.

На плані розімкнутою лінією показують положення січної площини для відповідного розрізу.

Приклад побудови плану будівлі наведений на рисунку 4.6.

Завдання. За запропонованою схемою будівлі виконати:

- кресленик плану будівлі, М 1: 1;
- проставити розміри.

Послідовність виконання лабораторної роботи.

Задана схема плану будівлі (Рис. 4.5). Вихідні дані представлені в таблицях 4-5.

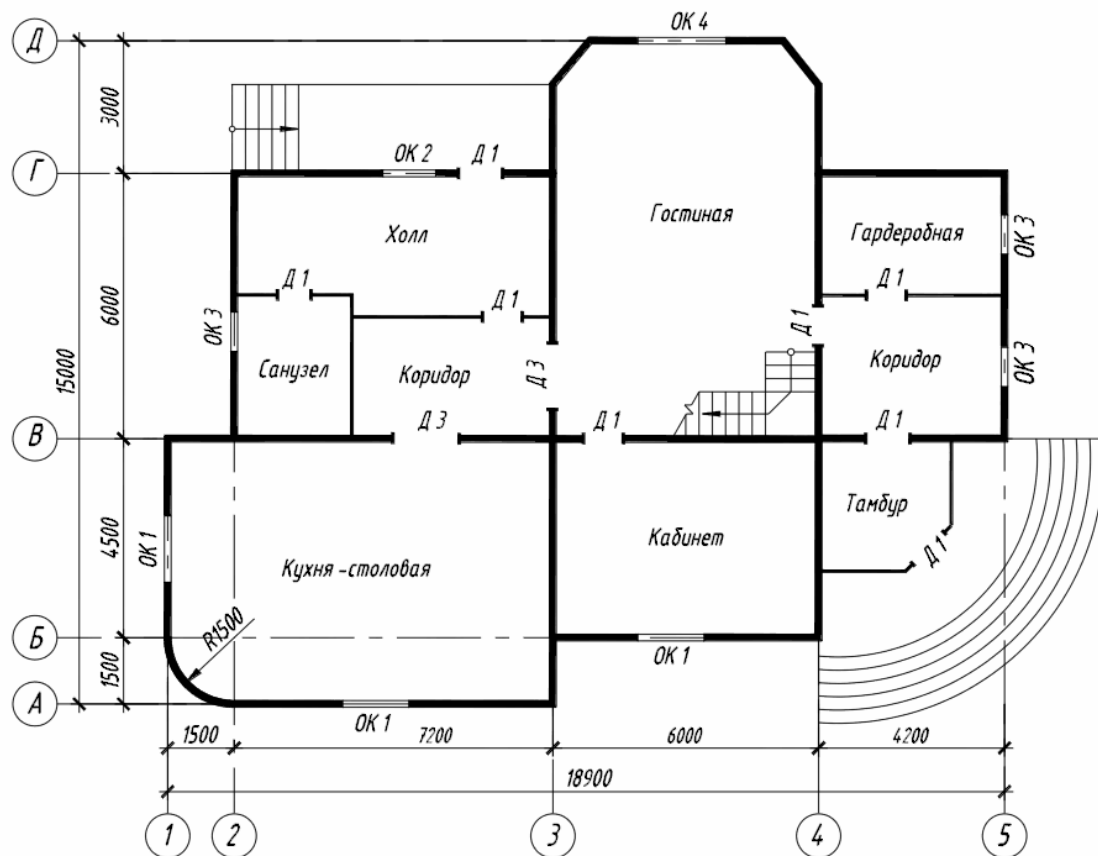


Рисунок 4.5 – Схема плану будівлі

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Назва елемента	Матеріал	Примітки
Зовнішні стіни	цегляні	товщина стіни - 640 мм, прив'язка - 200/440
Внутрішні стіни	цегляні	товщина стіни - 380 мм, прив'язка - 190/190
Перегородки	цегляні	товщина - 120 мм
Зовнішні сходи	залізобетонні сходинок по залізобетонним косо- урам	ширина проступу - 300 мм, висота підсходинок - 150 мм
Внутрішні сходи	дерев'яні або залізобетон- ні	індивідуальний проект

Таблиця 4.2 – Ширина прорізів по типу вікон і дверей

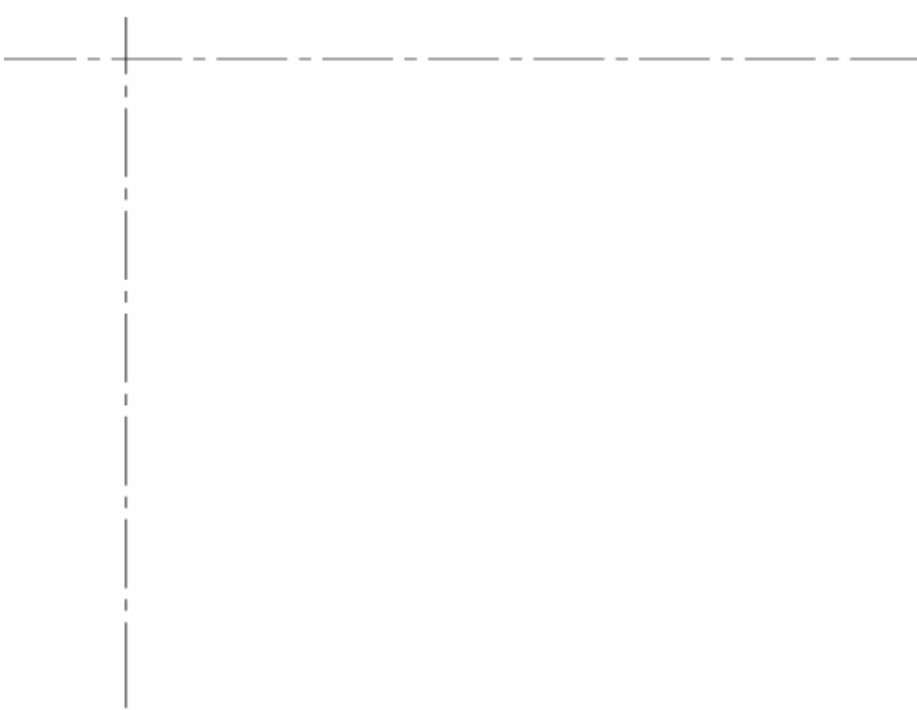
Ширина прорізів по типу вікон і дверей. Позначення	Тип	Ширина, мм	Висота, мм
1	2	3	4
ОК 1	вікно двостулкове	1500	1500
ОК 2	вікно двостулкове	1200	1500
ОК 3	вікно двостулкове	900	1500
ОК 4	вікно тристулкове	2000	1500
Д 1	двері однопільні	900	2100
Д 2	двері однопільні	700	2100
Д 3	двері двопільні	1500	2100
В 1	ворота розсувні двопільні	3000	2100

1. Створіть шари. Кожному шару привласнити колір, тип лінії, вагу лінії.

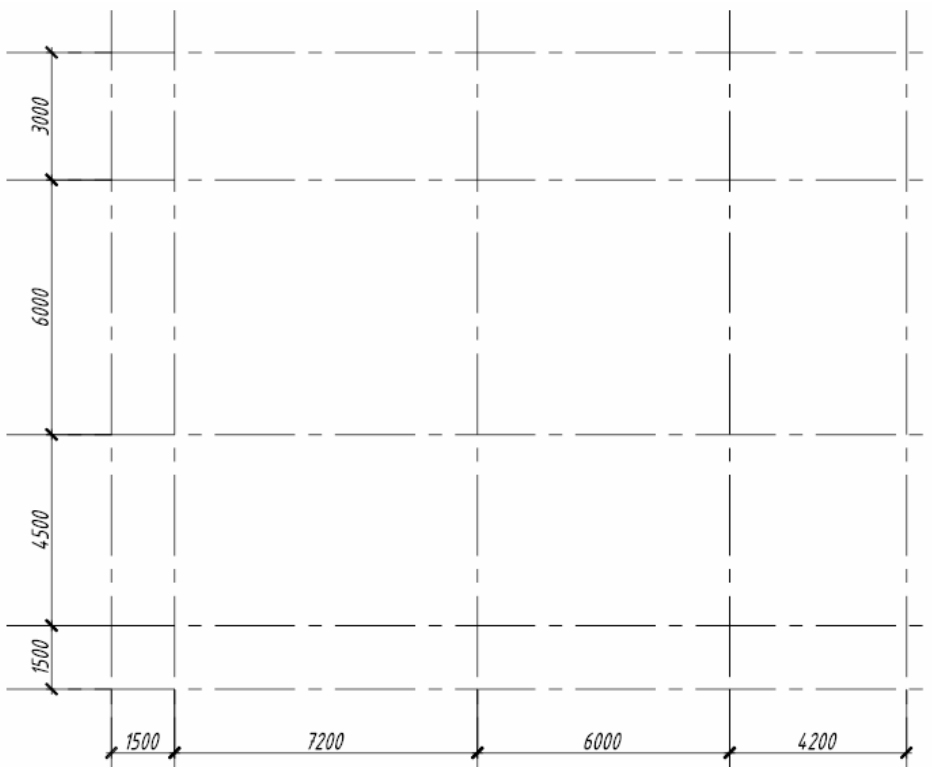


2. Установіть поточний шар «Осевые». Накресліть за допомогою команди «Отрезок» поздовжню вісь довжиною **25 000** і поперечну вісь довжиною **20 000**).

Для зображення області кресленника повністю на весь екран монітора необхідно швидко клацнути коліщатком миші 2 рази.

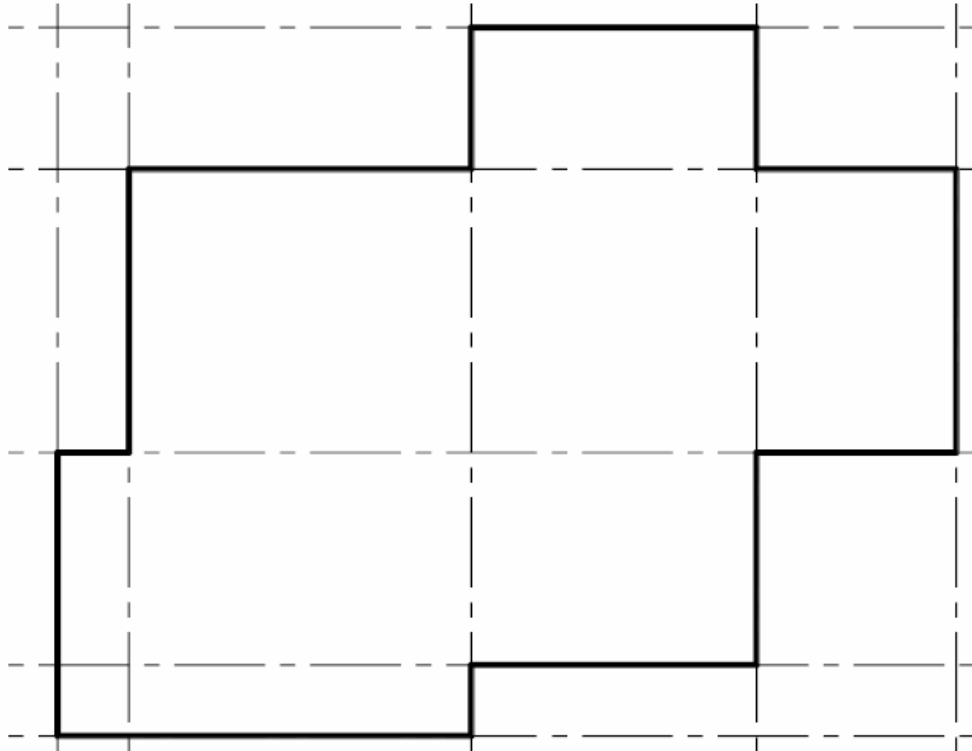


3. Використовуючи команду «Копіювати», скопіюйте осі на зазначені в схемі відстані.

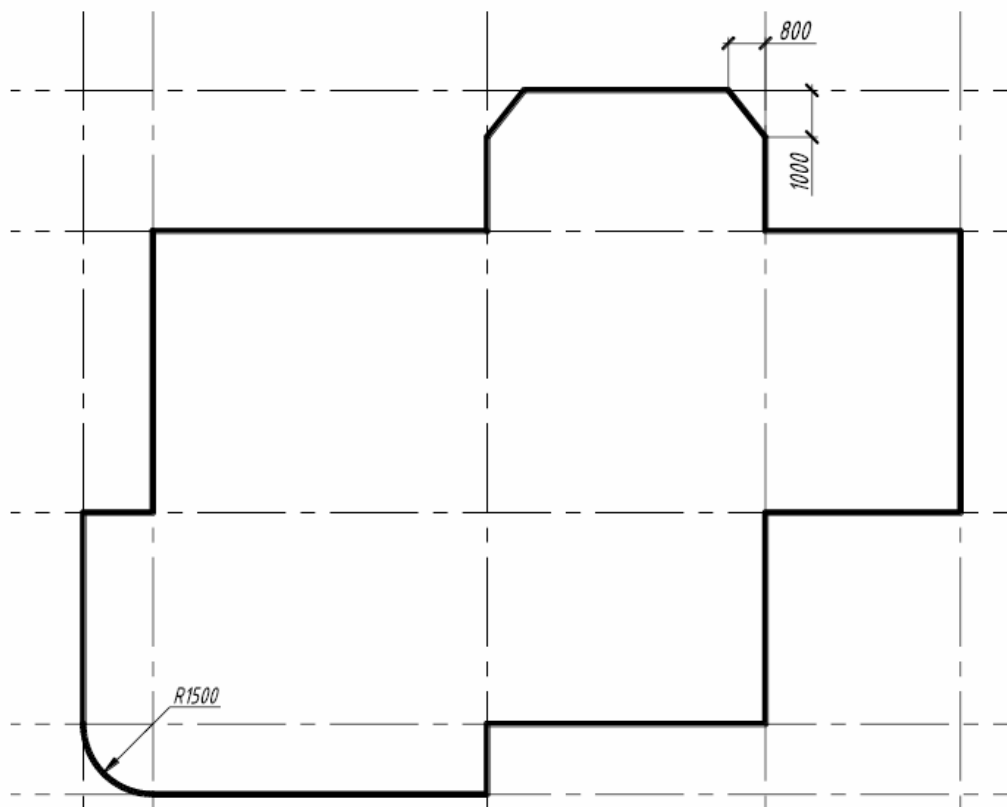


4. Креслення зовнішніх стін

Установіть поточний шар «Стены». Використовуючи команду «**Полили-
ния**», викресліть допоміжний контур зовнішніх стін за координаційними вісями без заокруглених і похилих ділянок. **Полілінія повинна бути нульової ширини і замкнута**. При кресленні об'єкта прив'язка повинна бути включена.

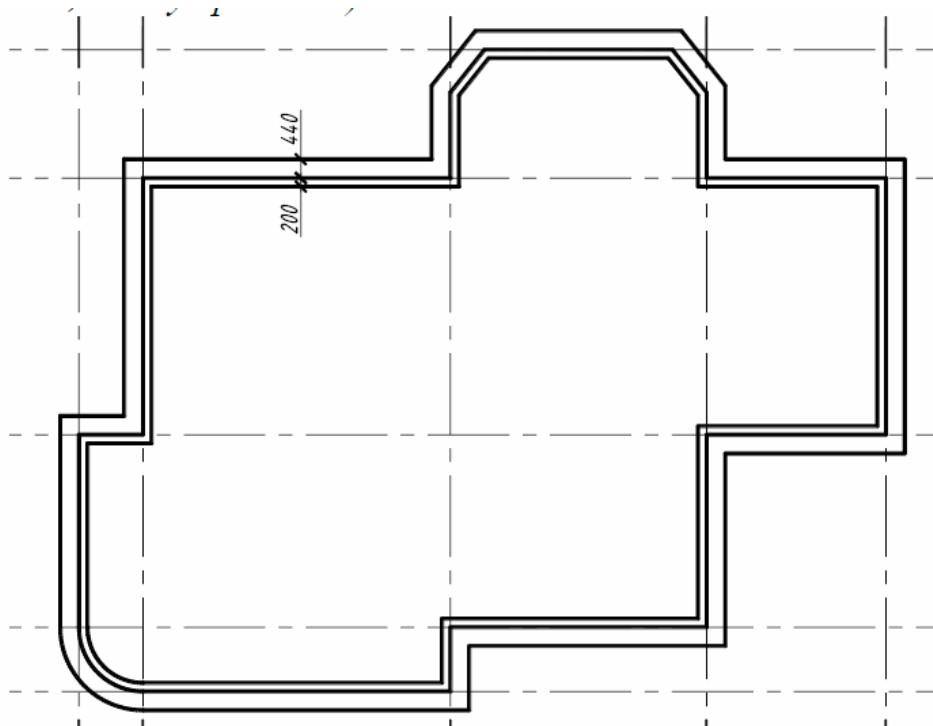


5. Побудуйте похилі ділянки контуру зовнішніх стін з використанням команди «**Фаска**», округлені – команди «**Сопряжение**». Розмір довжини фасок візьміть: *Довжина 1 = 800, Довжина 2 = 1000*, розмір радіуса сполучення = 1500.

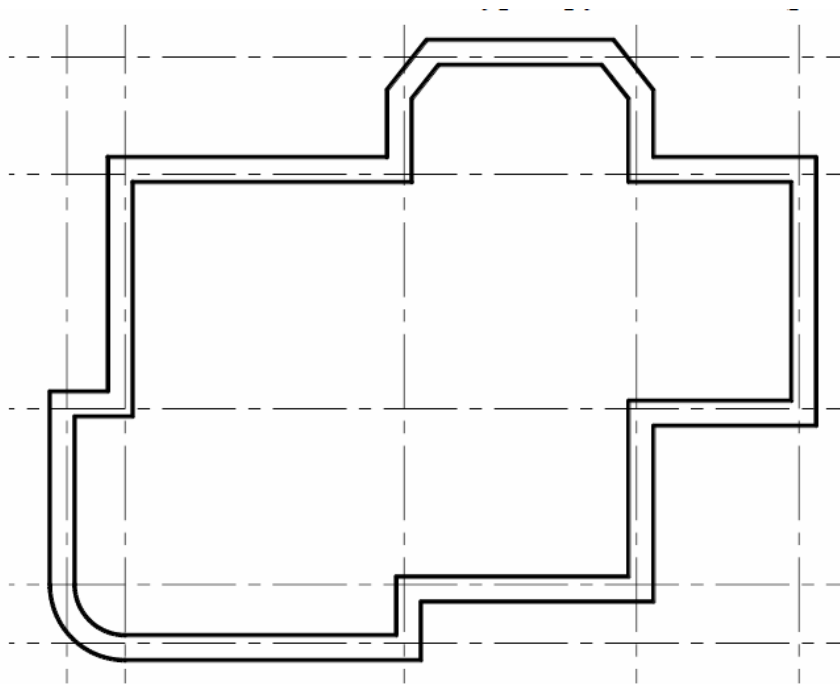


6. Задайте товщину зовнішніх стін з урахуванням прив'язки, використовуйте команду «Сместить» («Подобие»).

Товщина зовнішніх стін - 640 мм, прив'язка - 440/200 (зміщення від допоміжного контуру назовні - 440, в середину - 200).



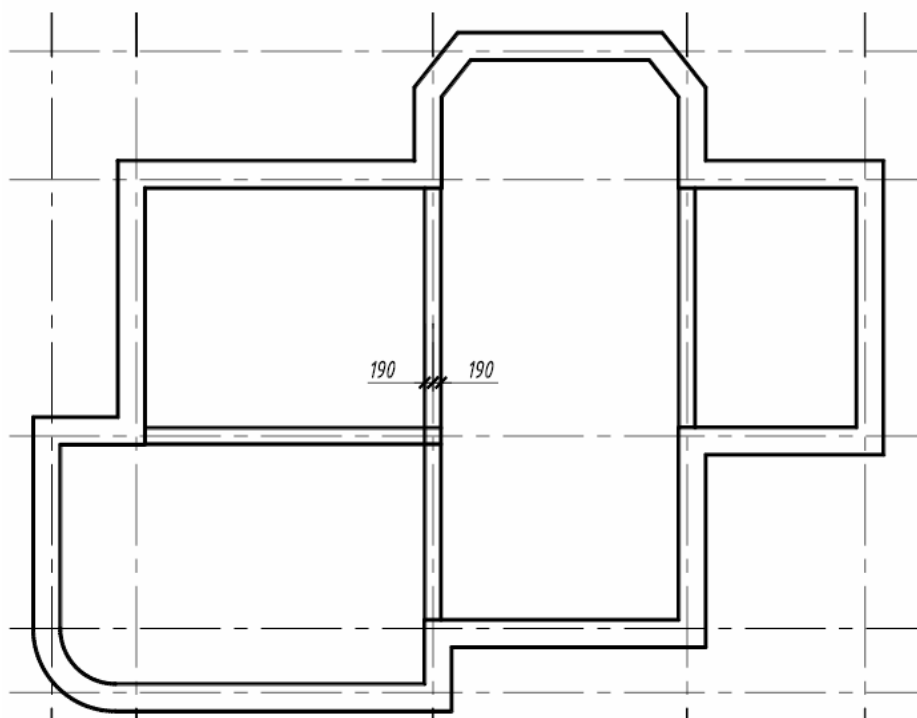
7. Видаліть допоміжний контур зовнішніх стін.



8. Креслення внутрішніх стін

Установіть поточний шар «Стены». Накресліть командою «Мультилиния» внутрішні стіни, згідно із запропонованою схемою. Встановіть наступні параметри для мультилінії:

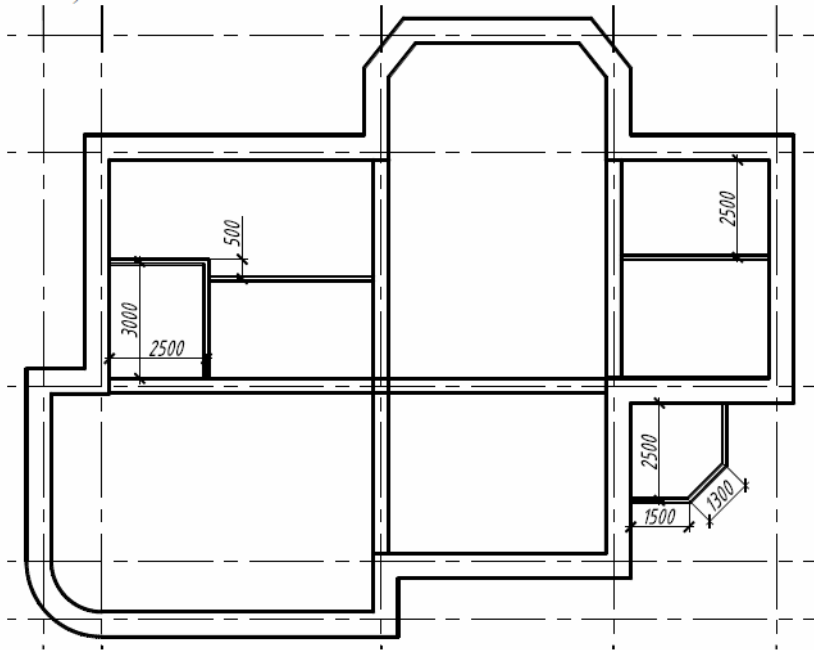
масштаб – 380, розташування – центр.



9. Креслення перегородок

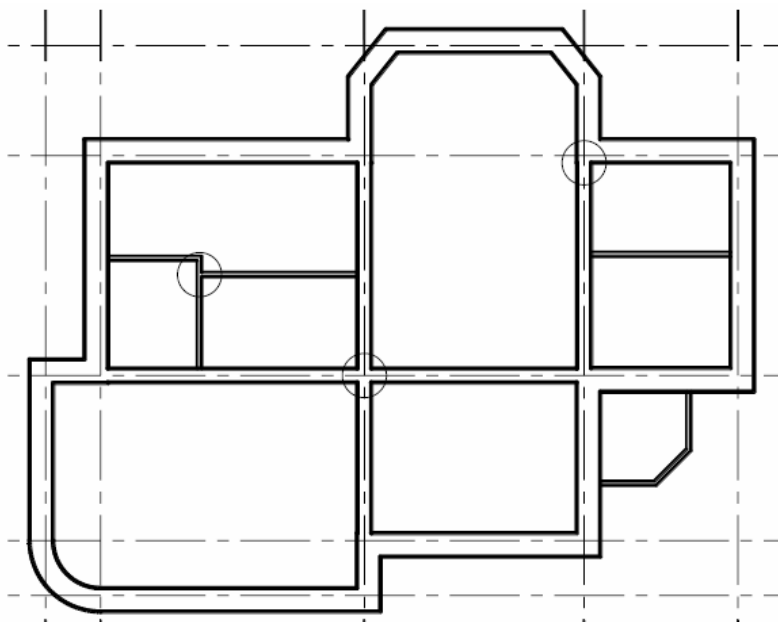
Встановіть поточний шар «Перегородки». Накреслити командою «Мультилиния» перегородки, згідно із запропонованою схемою. Параметри для мультилінії встановіть наступні:

масштаб – 120, розташування – центр.



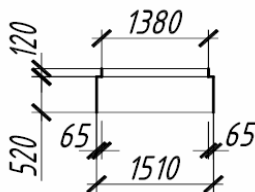
10. Редагування перетину стін і перегородок

Відредагуйте перетин стін і перегородок. Для перетину зовнішніх і внутрішніх стін використовуйте команду «Обрезать», для перетину внутрішніх стін і перегородок команду «Редактирование мультилиний»

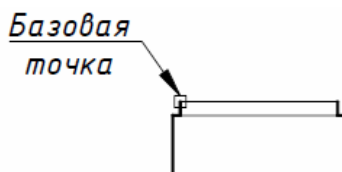


11. Креслення віконних прорізів

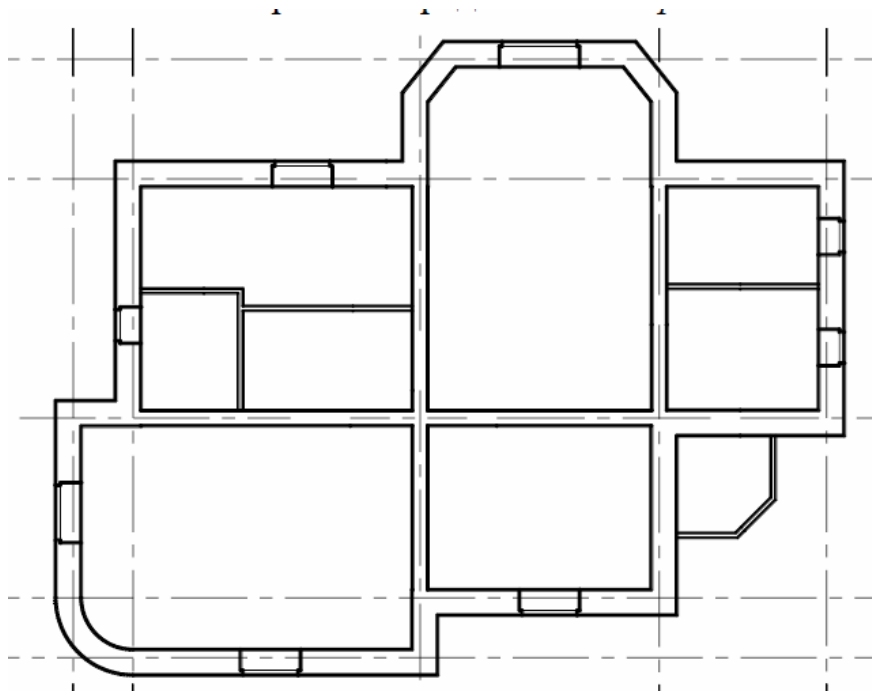
Накреслити контур віконного отвору на вільному полі кресленика з використанням команди **«Отрезок»** в наступних шарах: бокові лінії - шар **«Стены»**, горизонтальні – **«Проемы»**. Розміри віконних прорізів наведені у вихідних даних. Зразок кресленика **«ОК 1»** представлений нижче:



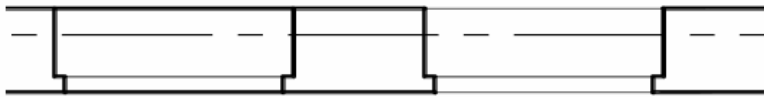
12. Використовуючи команду **«Блок»** створіть блок із зображенням віконного отвору з ім'ям **«ОК 1»**. Базову точку у блока можна взяти посередині вікна або, як представлено на наступному рисунку. Аналогічно можна створити блоки **ОК 2, ОК 3, ОК 4** або із **«ОК 1»** можна зробити **«Динамический блок»**



13. Вставте отримані блоки в зовнішні стіни за допомогою команди **«Вставить блок»** згідно запропонованій схемі. Зразок вставки віконних прорізів наведено на наступному рисунку:



14. Для редагування місць вставки віконних прорізів виділіть контур зовнішньої стіни, потім натисніть праву кнопку миші для виклику контекстного меню. У контекстному меню «**Выбрать подобные**», а потім знову викличте контекстне меню і виберіть «**Порядок прорисовки**» → «**На передний план**» (всі блоки розташовуються перед контуром стін). Використовуючи команду «**Обрезать**» обріжте ділянки стін. Результат представлений на наступному рисунку, праворуч.



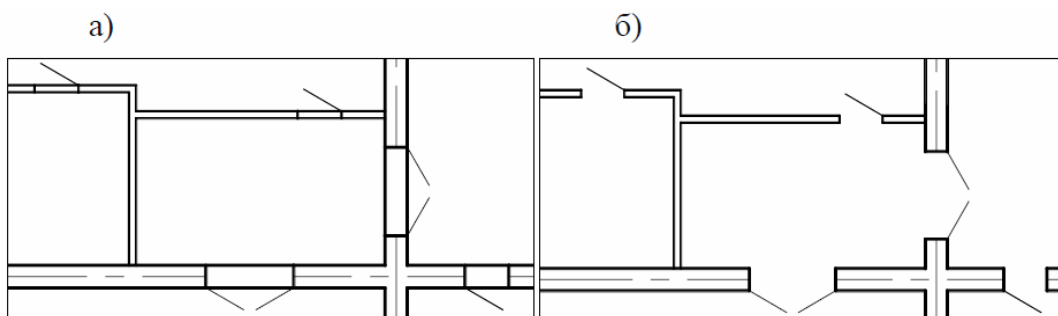
15. Креслення дверних прорізів

Накреслити контури дверних прорізів за допомогою команд «**Отрезок**» в наступних шарах: бокові лінії - шар «**Стены**» або «**Перегородки**», полки – «**Проемы**». Для креслення полиць під кутом 30°, використовувати режим малювання «**Полярное отслеживание**».

Або можна взяти готові дверні прорізи з бібліотеки AutoCAD 2016. Використовуйте команди: «**Центр управления**» (шлях: *Program File* → *AutoCAD 2016* → *Sample* → *ru-ru* → *Design Center* → *Dynamic Blocks* → файл *Architectural-Metric.dwg*) і «**Вставка блока**» «**Динамический блок**».

Однотипні дверні прорізи можна копіювати, використовуючи команду «**Копировать**» (рис. а).

Потім необхідно відредагувати місця вставки дверних прорізів, використовуйте команду «**Обрезать**» (рис.б).

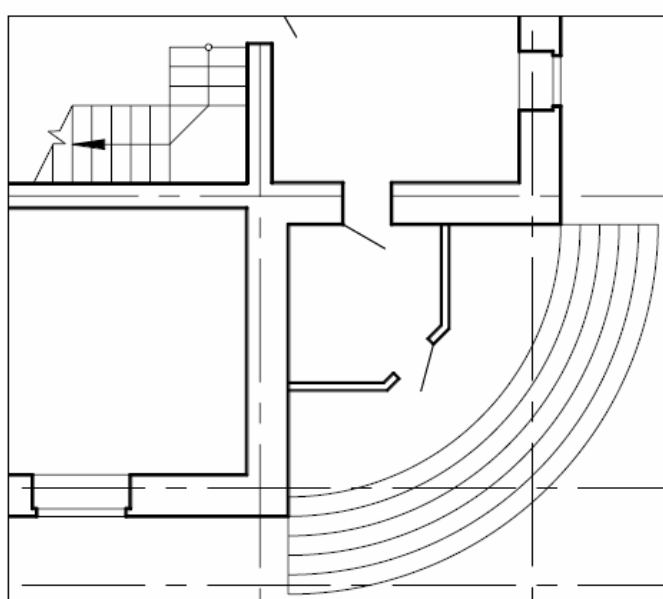


16. Креслення внутрішніх і зовнішніх сходів

Розрахуйте сходові марші. (Ширина сходового майданчика не менше 1200 мм, зазор між маршами 100-200 мм. Ширина проступу - 300 мм, висота підсходинки - 150 мм)

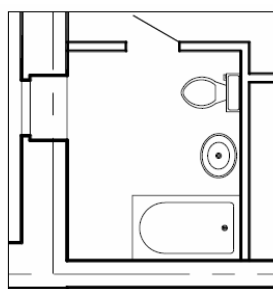
Установіть поточний шар «Разное». Накреслити сходові марші з використанням команд: «Отрезок», «Дуга», «Сместить», «Массив».

Накреслити стрілку, що вказує напрямок підйому, використовуйте команду «Полилиния» (задайте ширину полілінії: початкова ширина - 0, кінцева ширина - 150, довжина стрілки - 500).



17. Розстановка сантехнічного обладнання

Встановіть поточний шар «Разное». Використовуйте команди: «Центр управления» і «Вставка блока», розташуйте сантехнічне обладнання згідно із запропонованою схемою:



Проставлення розмірів

Зовнішні розміри

Перший розмірний ланцюжок (розміри простінків і прорізів) проставляють на відстані *15-20 мм* від зовнішнього контуру зовнішніх стін.

Другий розмірний ланцюжок (відстань між сусідніми координаційними осями) проставляють на відстані *7-10 мм* від попереднього розміру.

Третій розмірний ланцюжок (відстань між крайніми координаційними осями) проставляють на відстані *7-10 мм* від попереднього розміру.

Розміри прив'язки зовнішніх стін до координаційних осей проставляють перед першим розмірним ланцюжком, на відстані *7-10 мм* від зовнішнього контуру зовнішніх стін.

Координаційні осі маркують кружками діаметром *8-10 мм* і розташовують на відстані *5 мм* від останнього зовнішнього розміру. Поперечні осі маркуються арабськими цифрами зліва направо, поздовжні - буквами українського алфавіту знизу-вгору.

Внутрішні розміри

Розміри, що проставляються всередині плану будівлі. Внутрішні розміри приміщень (кімнат), товщина перегородок, товщина внутрішніх стін з урахуванням прив'язки проставляють на внутрішніх розмірних лініях (ланцюжках).

Внутрішні розмірні лінії проводять на відстані не менше *8-10 мм* від стіни або перегородки.

Площу приміщень проставляють на вільному місці, ближче до правого нижнього кута кожного приміщення. У метрах квадратних з точністю до *0,01 м²*, підкреслюючи її суцільною основною лінією. Одиниці виміру (*м²*) не вказують.

Над креслеником плану роблять напис. Для промислових будівель це буде вказівка про рівень підлоги виробничого приміщення або майданчики за типом «План на *отм. +2,500*». Слово «отметка» пишуть скорочено. Для цивільних будівель в напису можна писати найменування поверху за типом «План *1 этажа*». Написи не підкреслюють.

18. Створіть нові текстовий і розмірний стилі. Команди: «Текстовий стиль», «Размерный стиль».

Проставте розміри, використовуючи команди: «Линейный», «Продолжить», «Базовый», «Площадь»

Примітка: площа розраховується в мм², потрібно перевести в м², перенести кому на 6 знаків вліво.

ПЛАН 1 ПОВЕРХУ

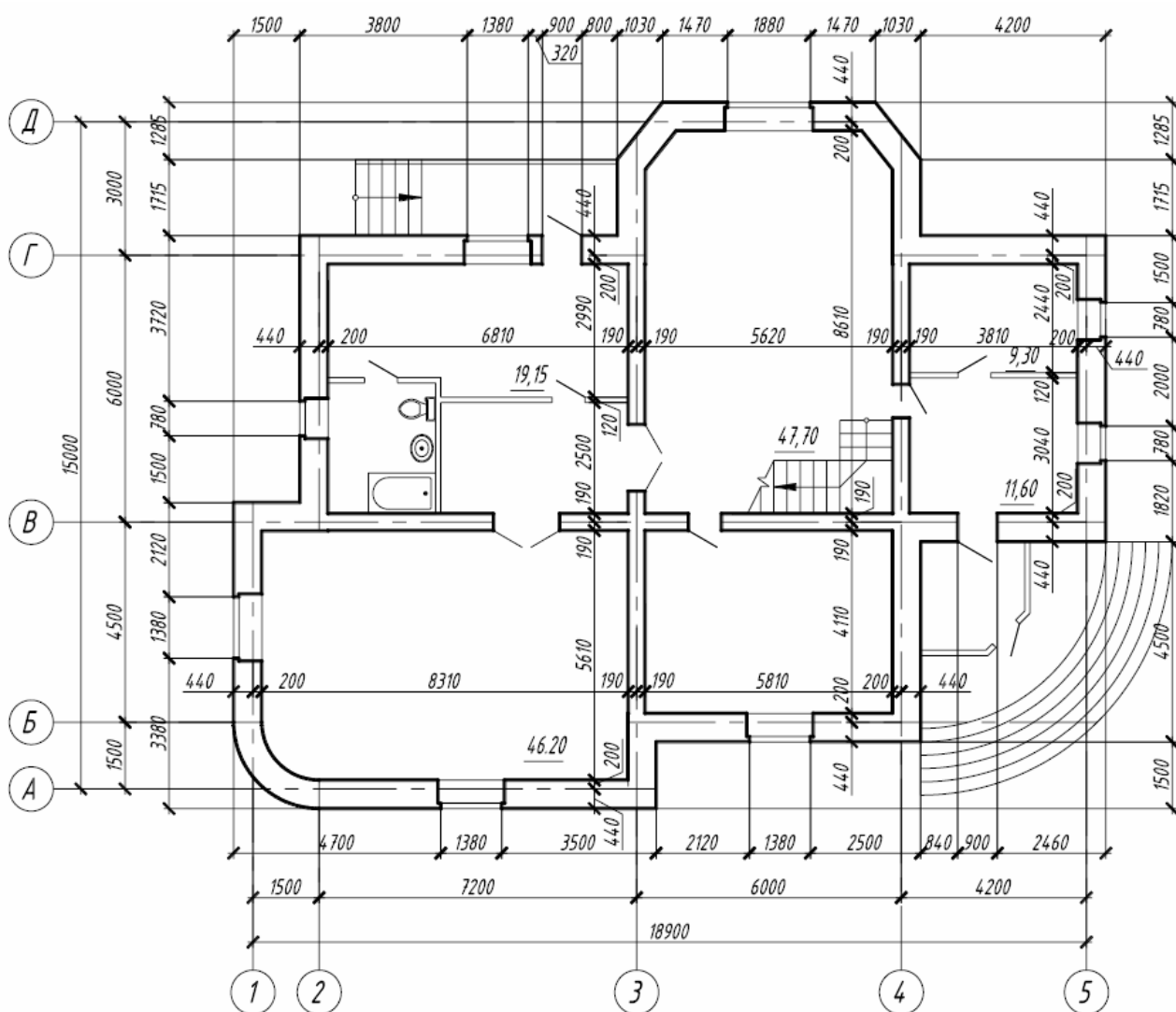


Рисунок 4.6 – План побудови будівлі

4.6 Завдання на самостійну роботу

Завдання. Задана схема плану будівлі. Варіанти завдань наведено на рисунках 4.7÷4.36. Вихідні дані представлені в таблицях 4.1÷4.2.

Виконати кресленика плану будівлі в середовищі AutoCAD згідно норм ДСТУ. Зразок виконаного завдання наведено на рисунку 4.6.

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

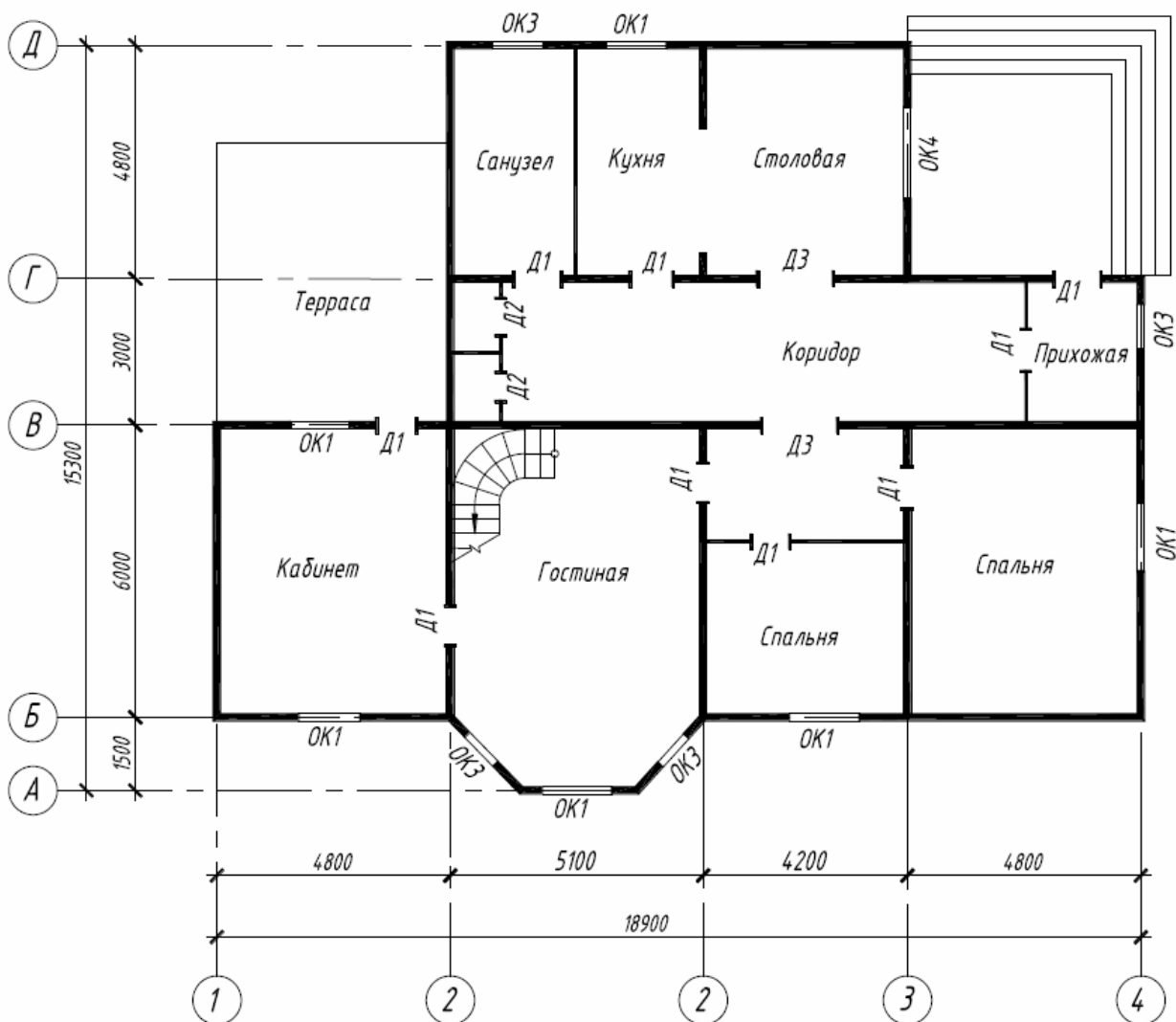


Рисунок 4.7 – Варіант 1

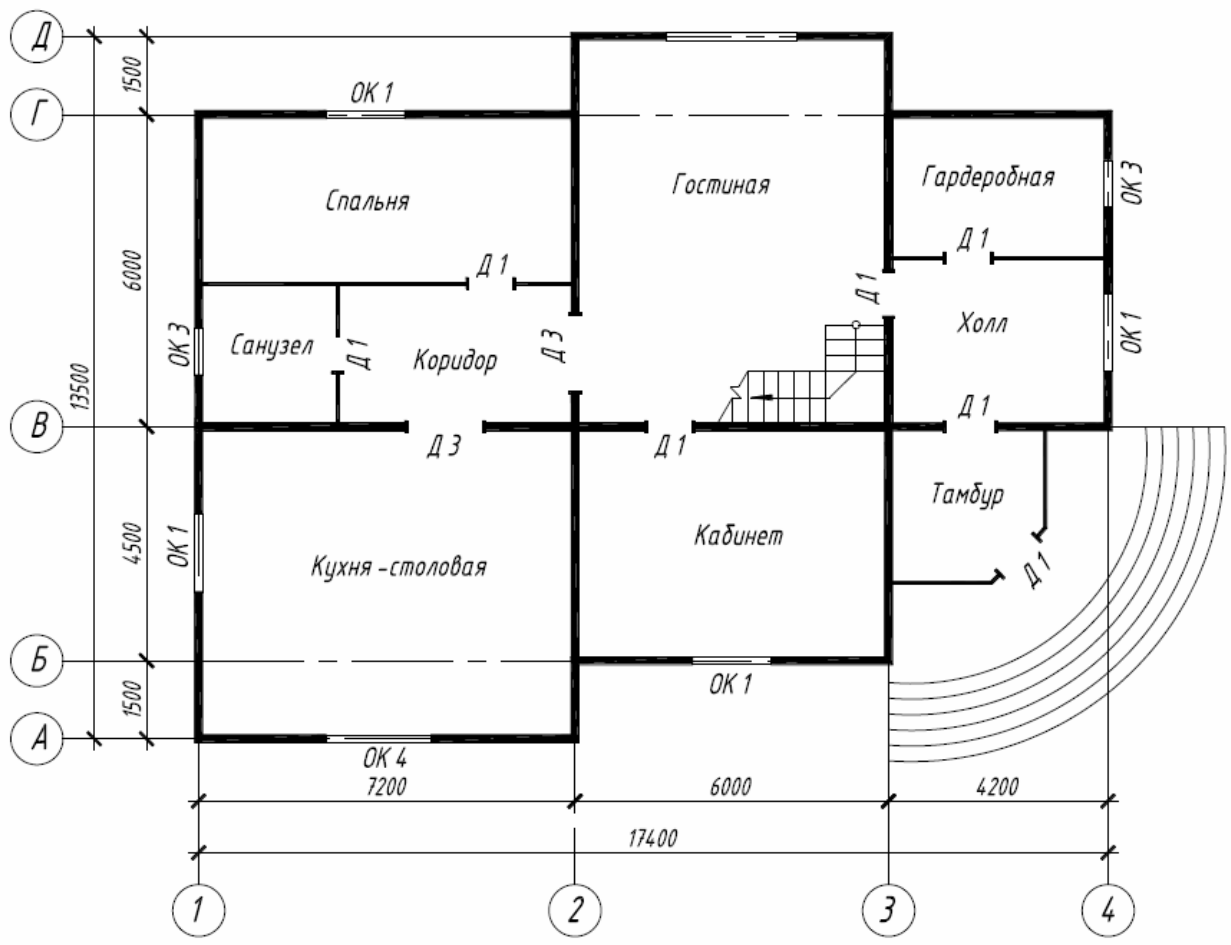


Рисунок 4.8 – Вариант 2

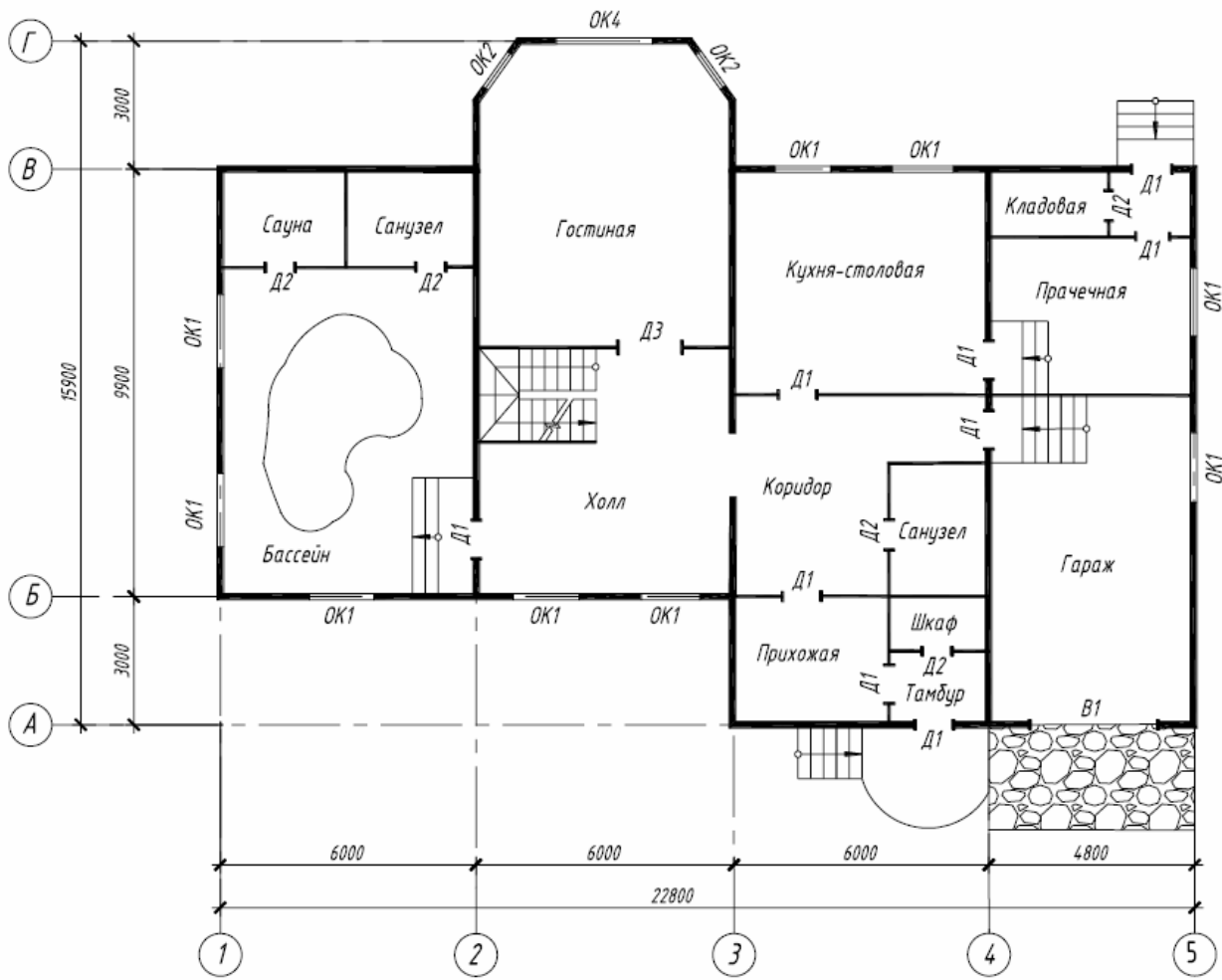


Рисунок 4.9 – Вариант 3

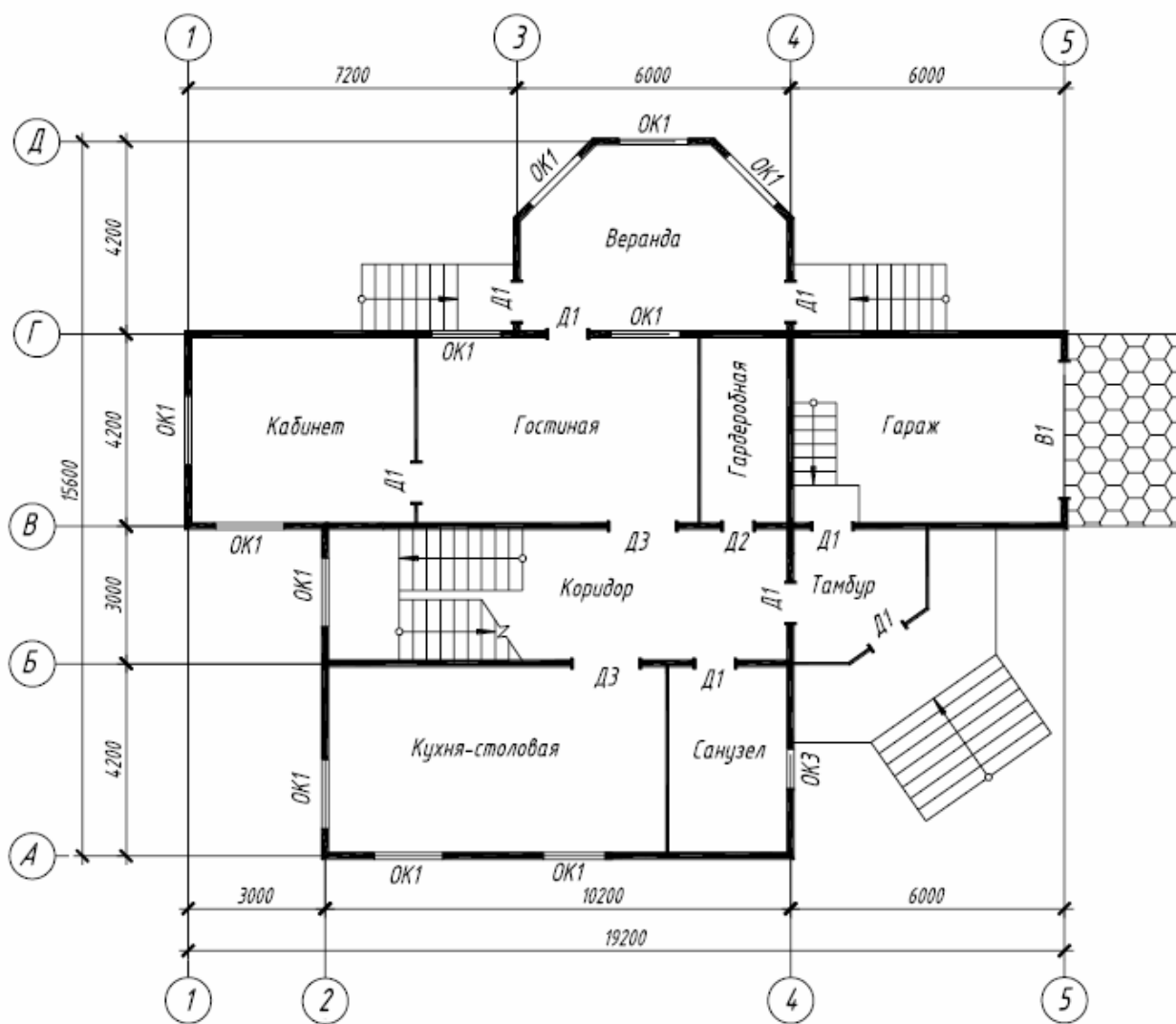


Рисунок 4.10 – Вариант 4

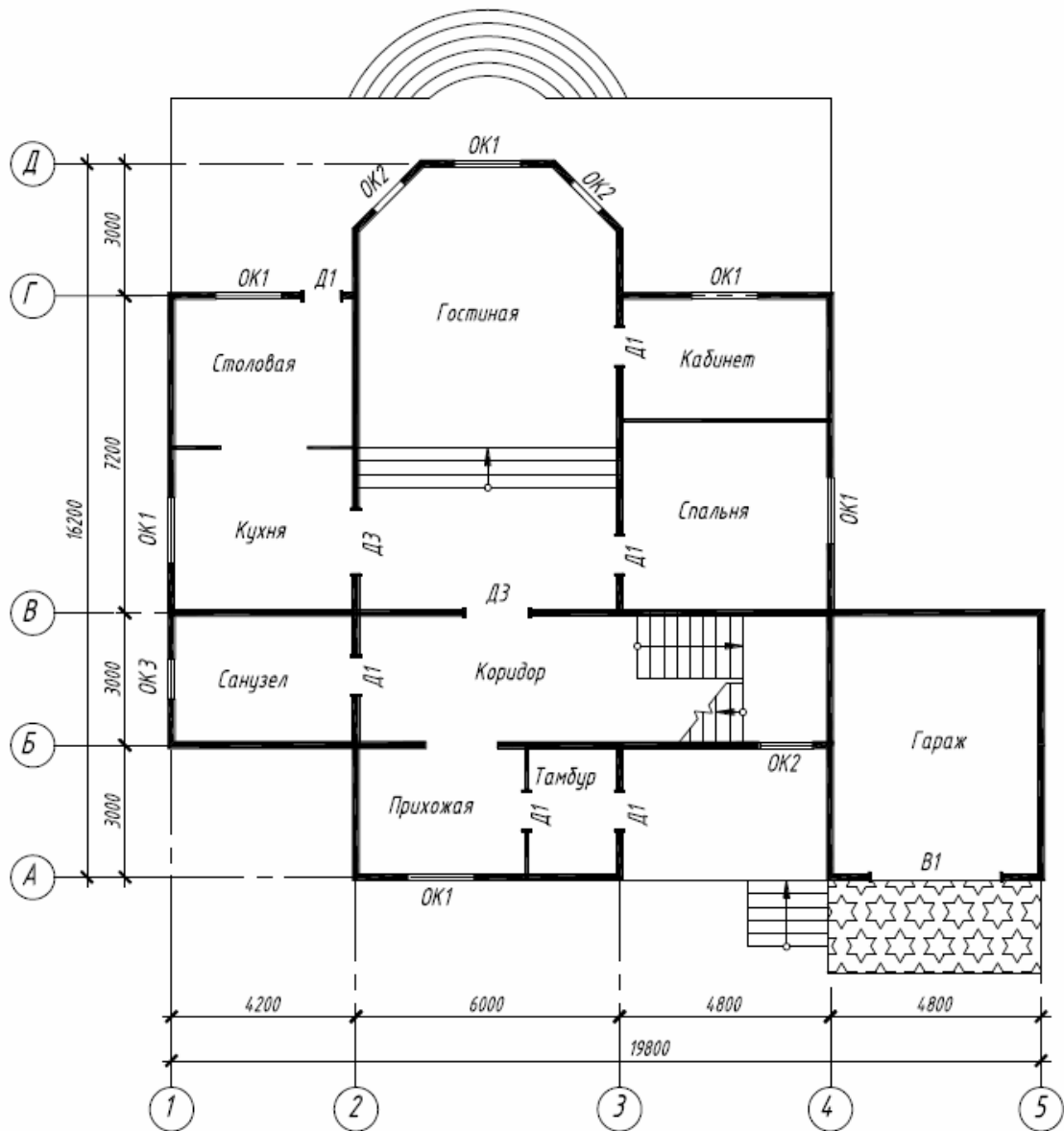


Рисунок 4.11 – Вариант 5

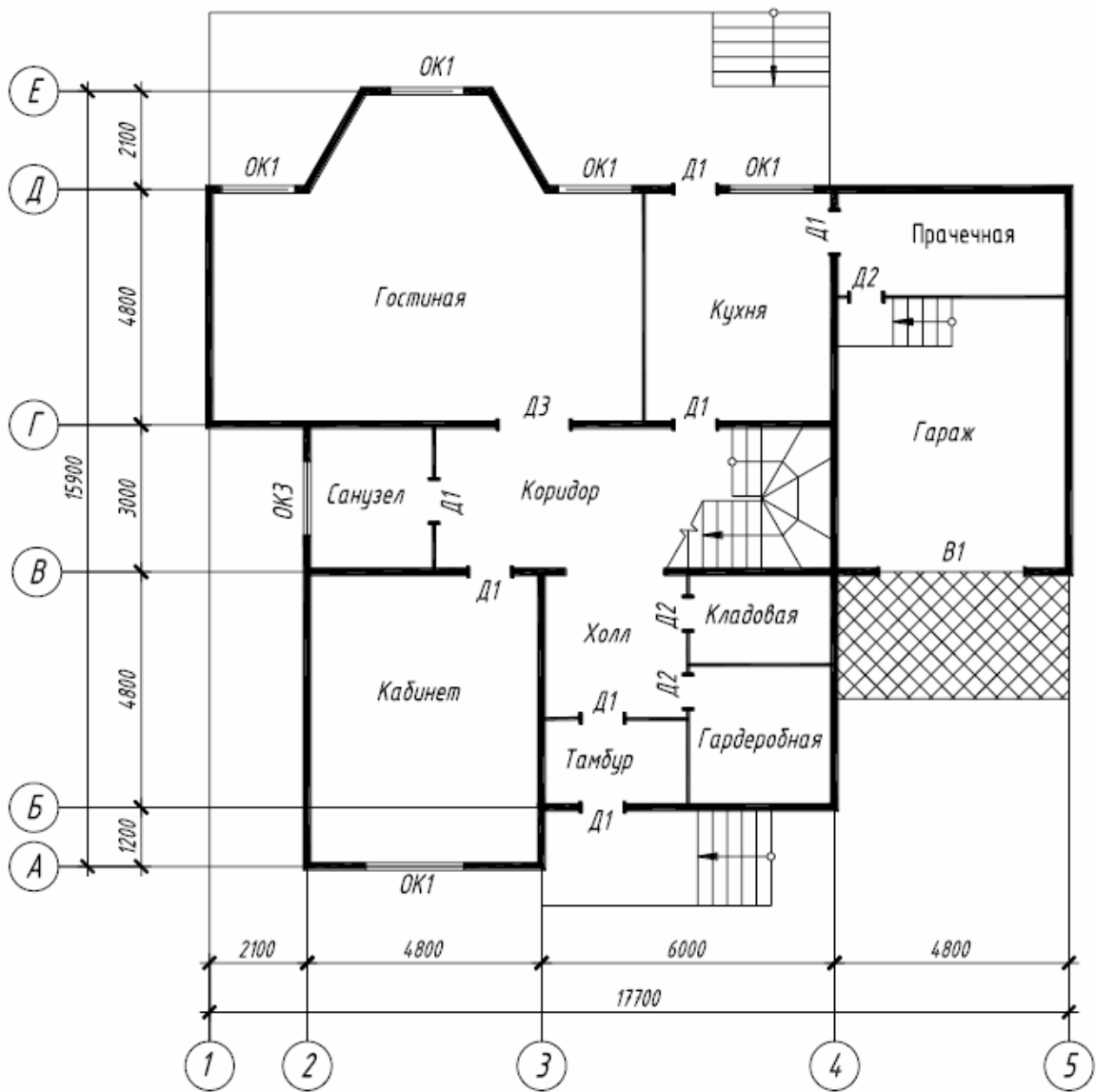


Рисунок 4.12 – Вариант 6

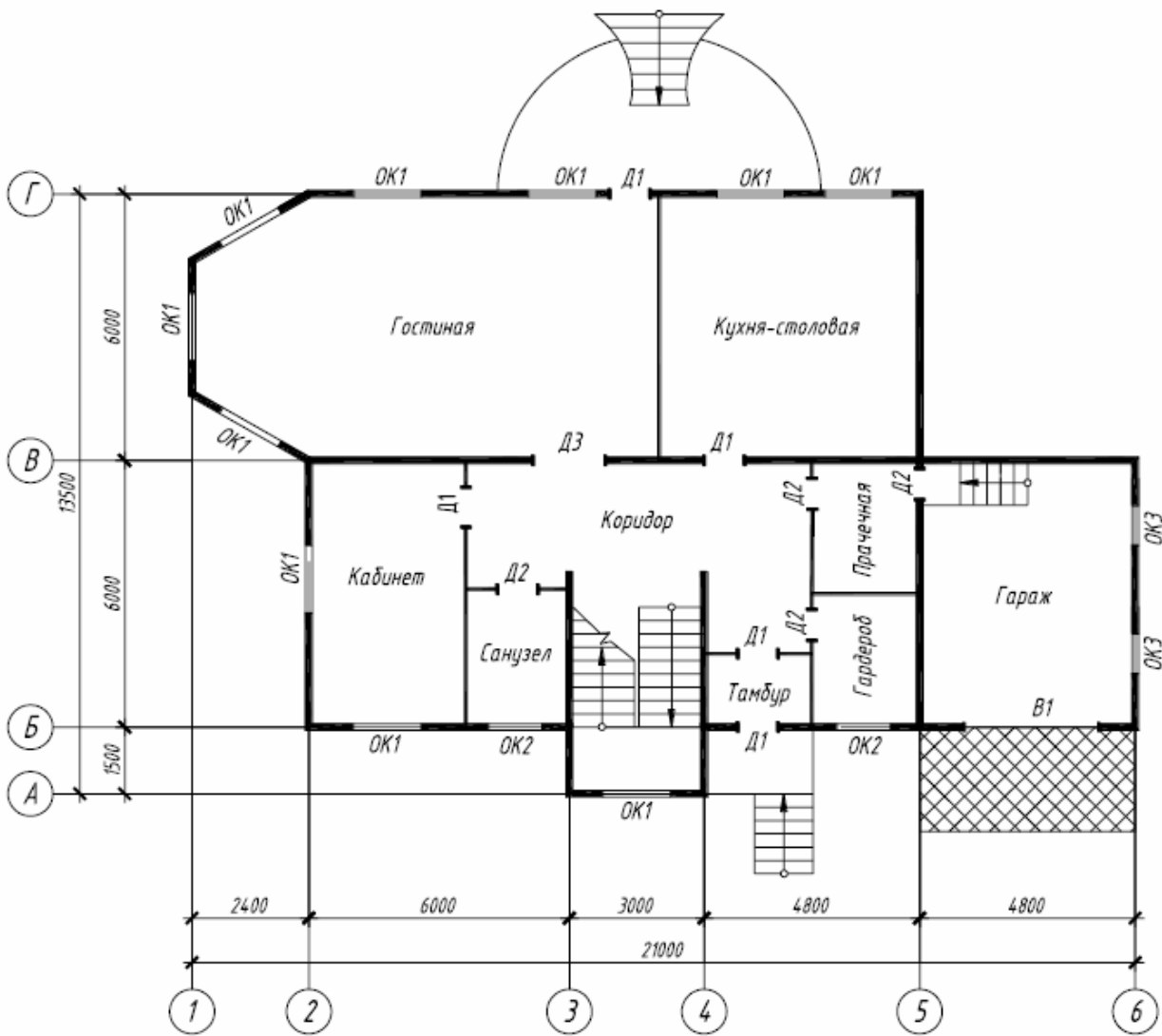


Рисунок 4.13 – Вариант 7

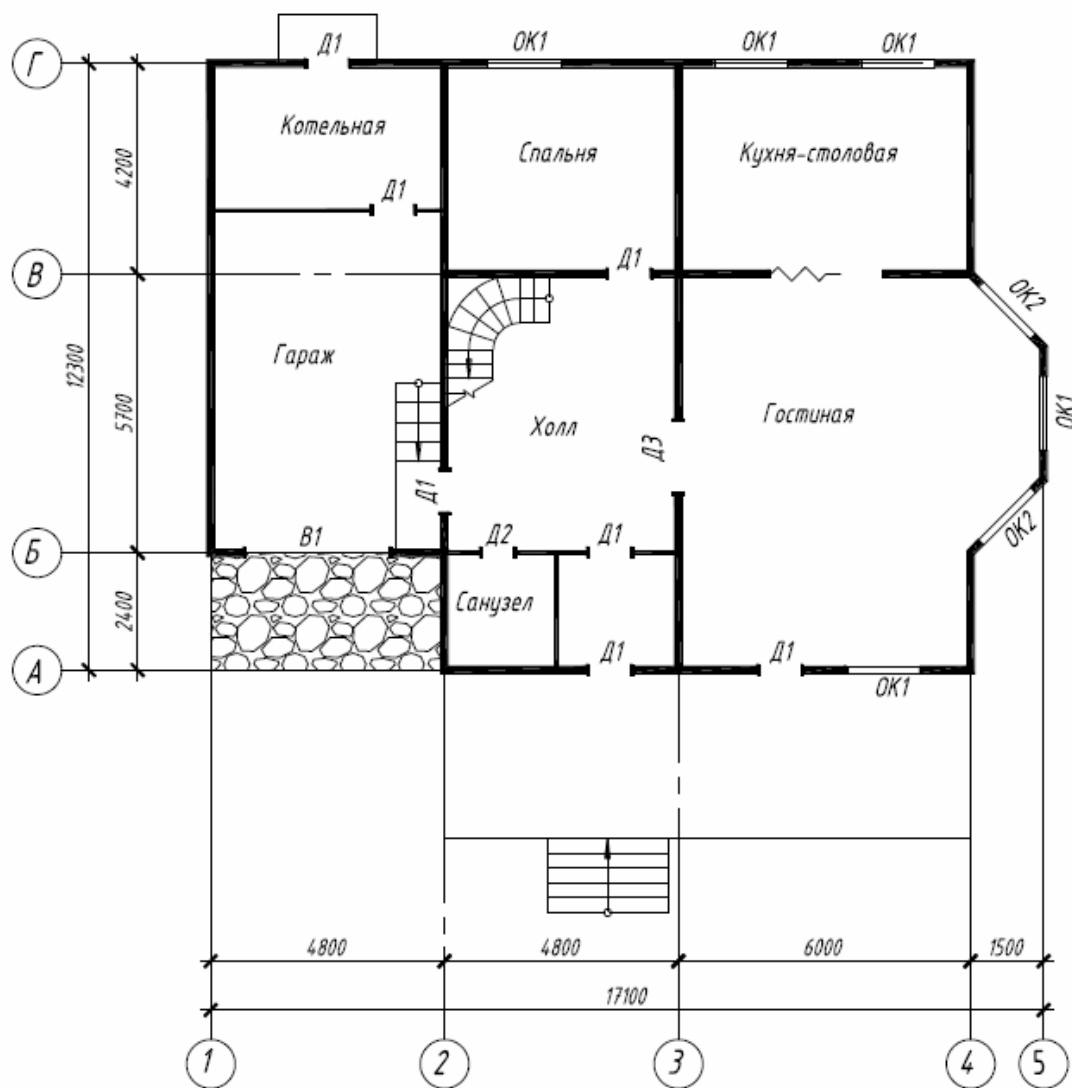


Рисунок 4.14 – Вариант 8

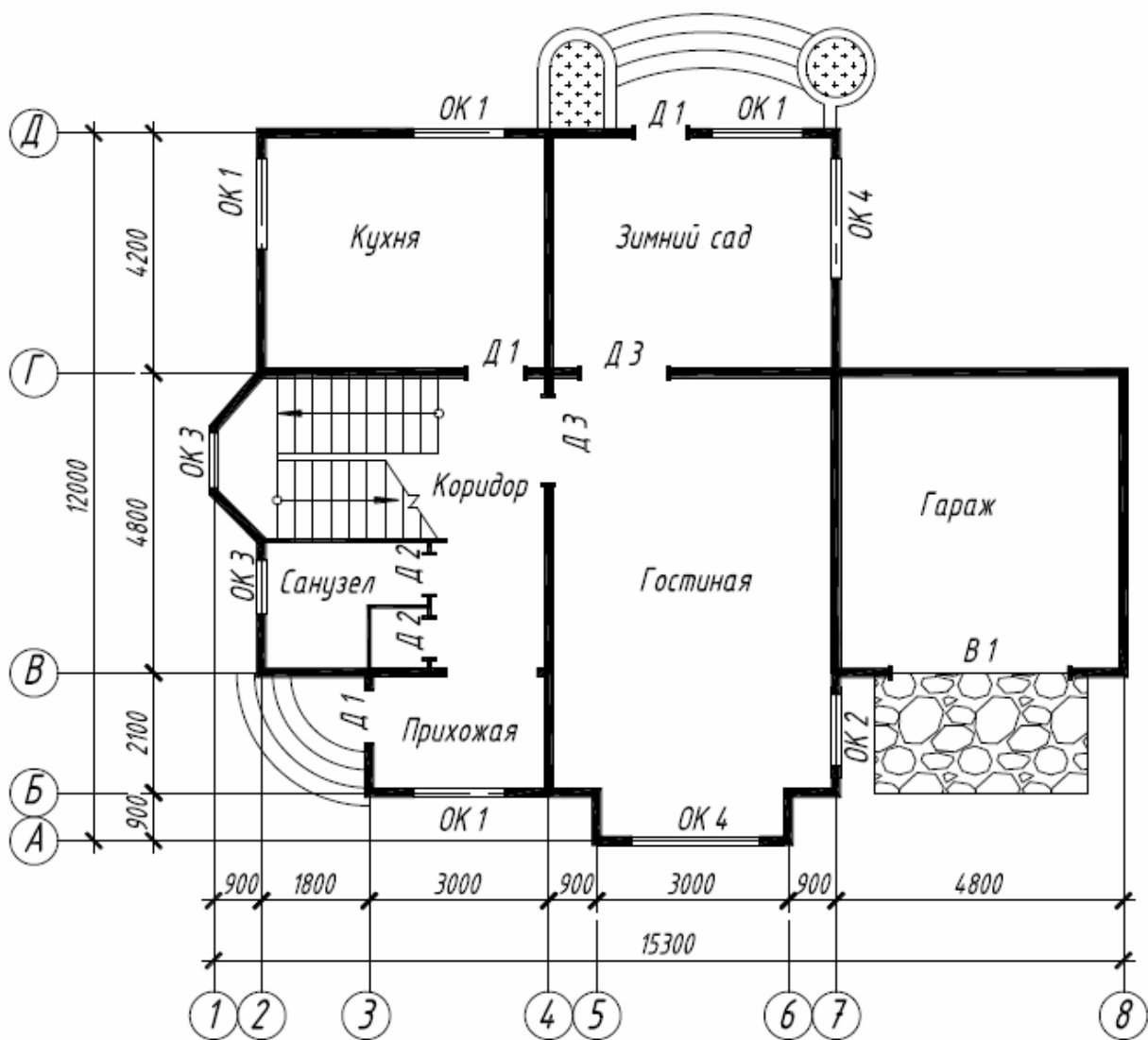


Рисунок 4.15 – Варіант 9

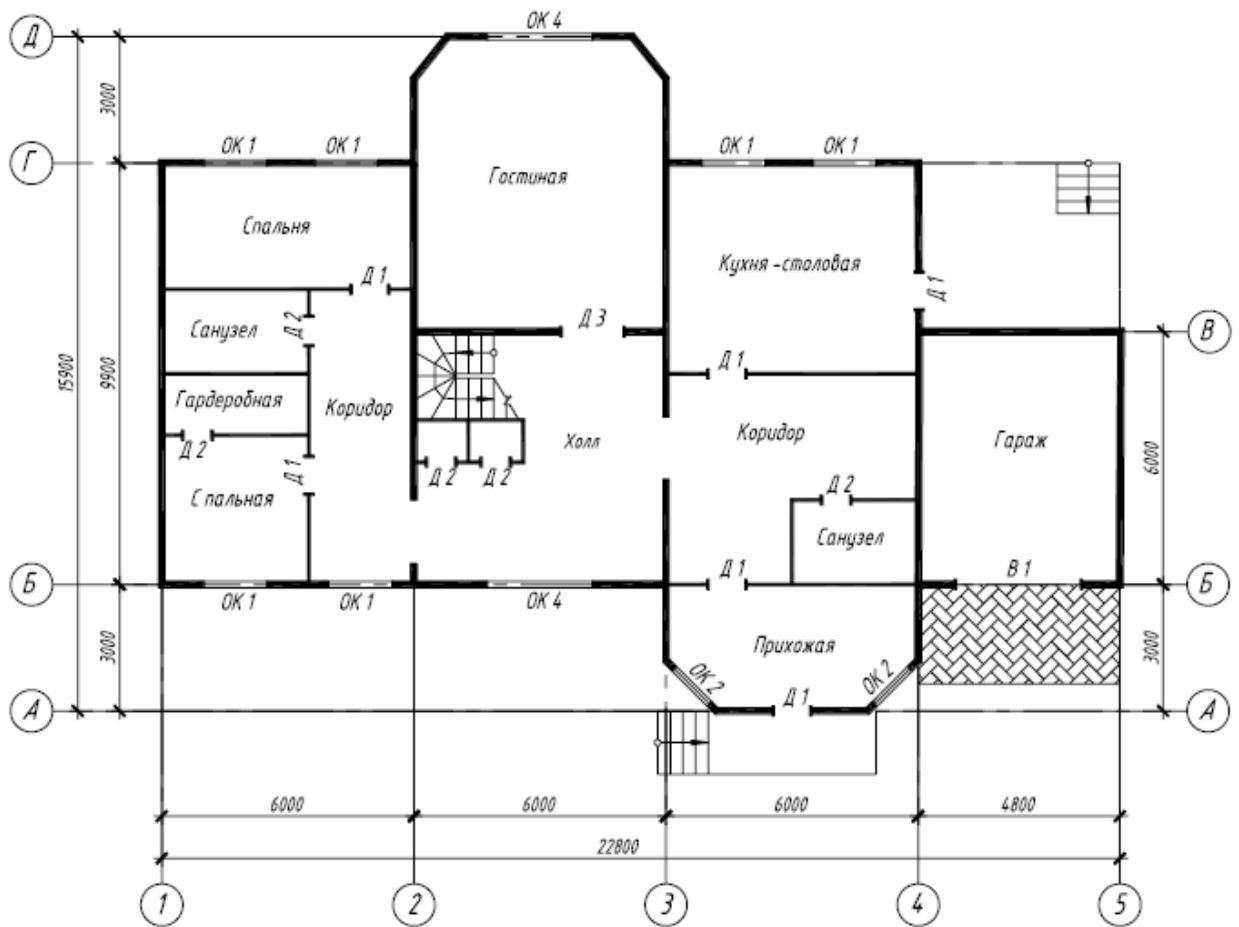


Рисунок 4.16 – Вариант 10

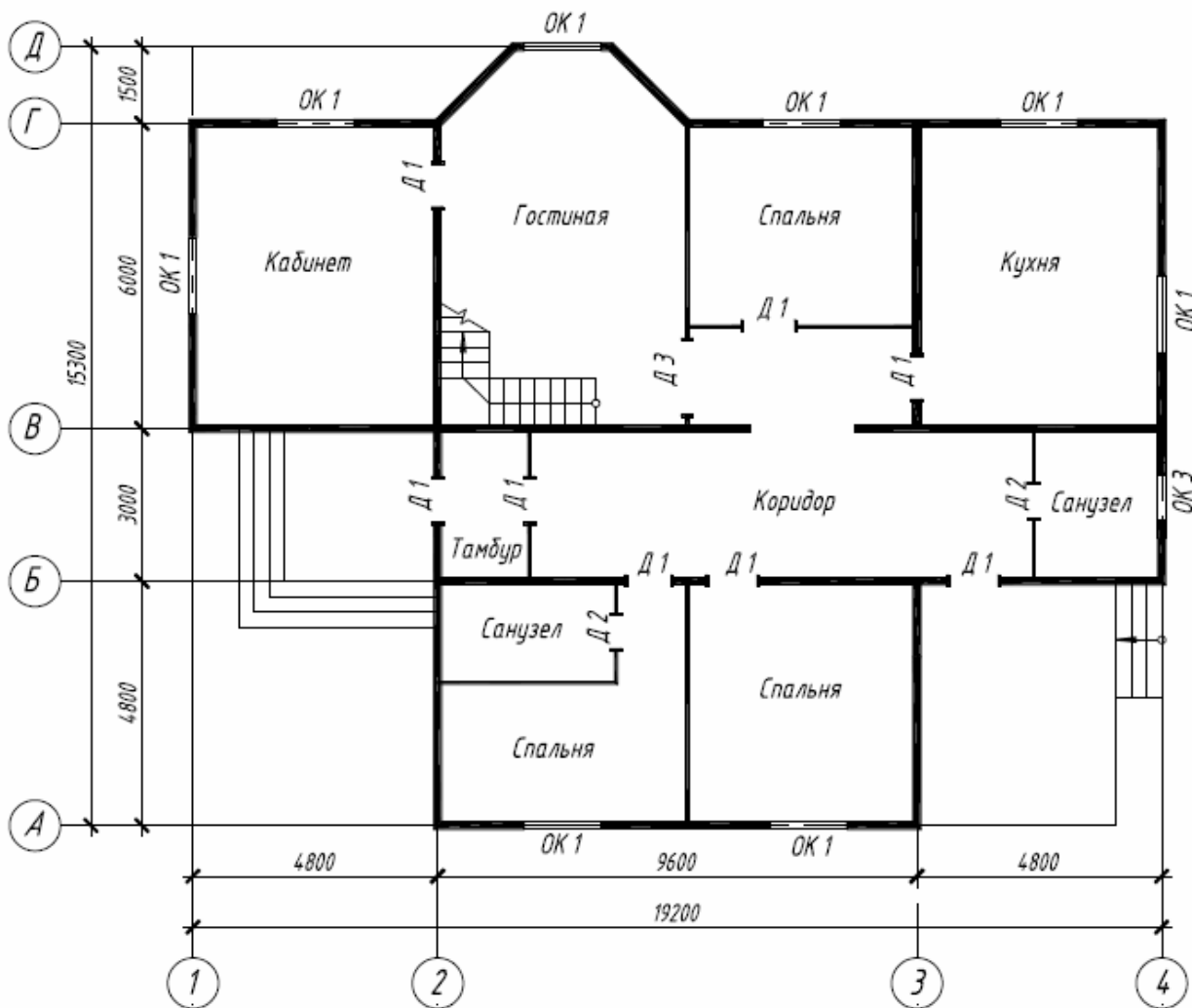


Рисунок 4.17 – Варіант 11

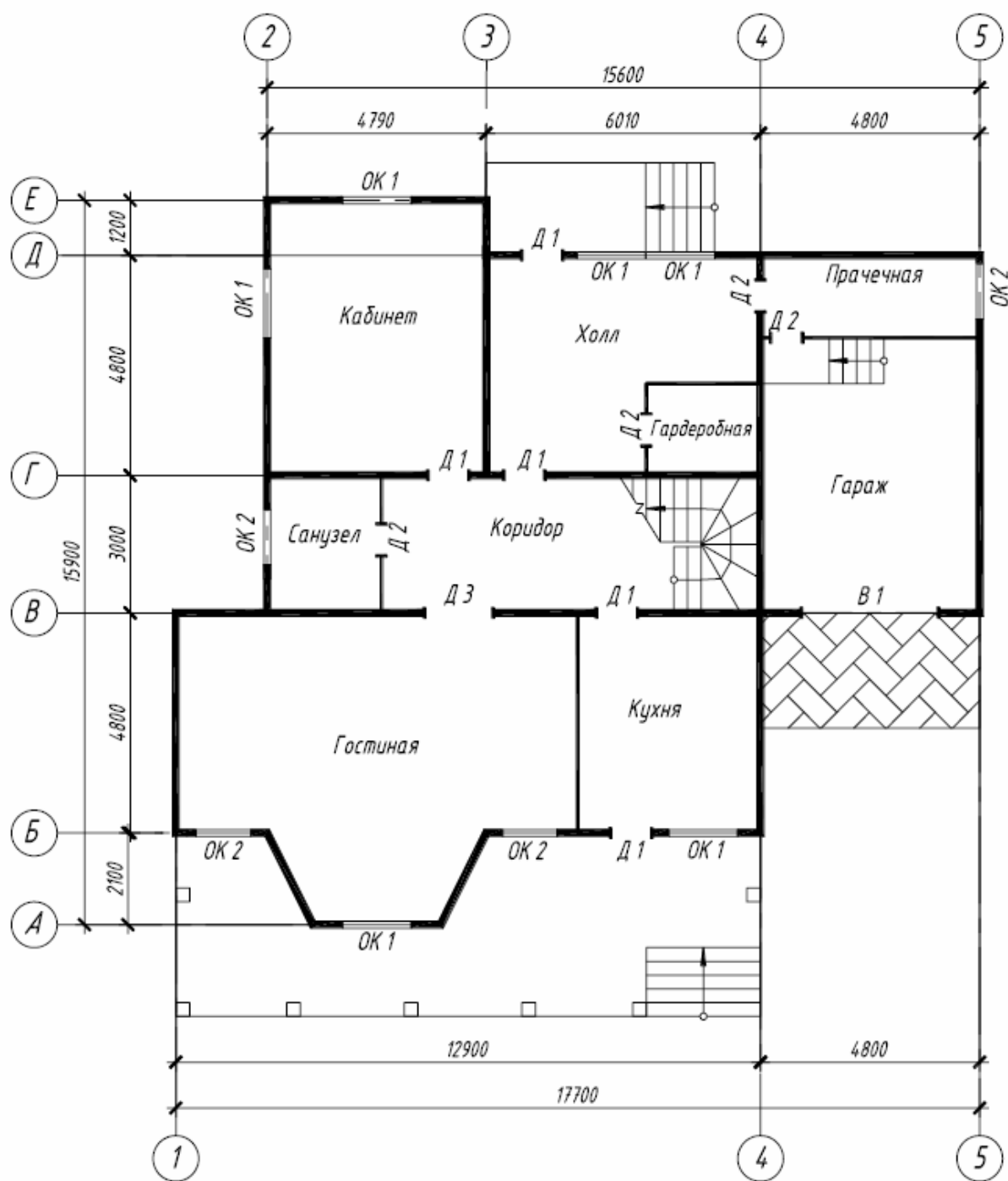


Рисунок 4.18 – Вариант 12

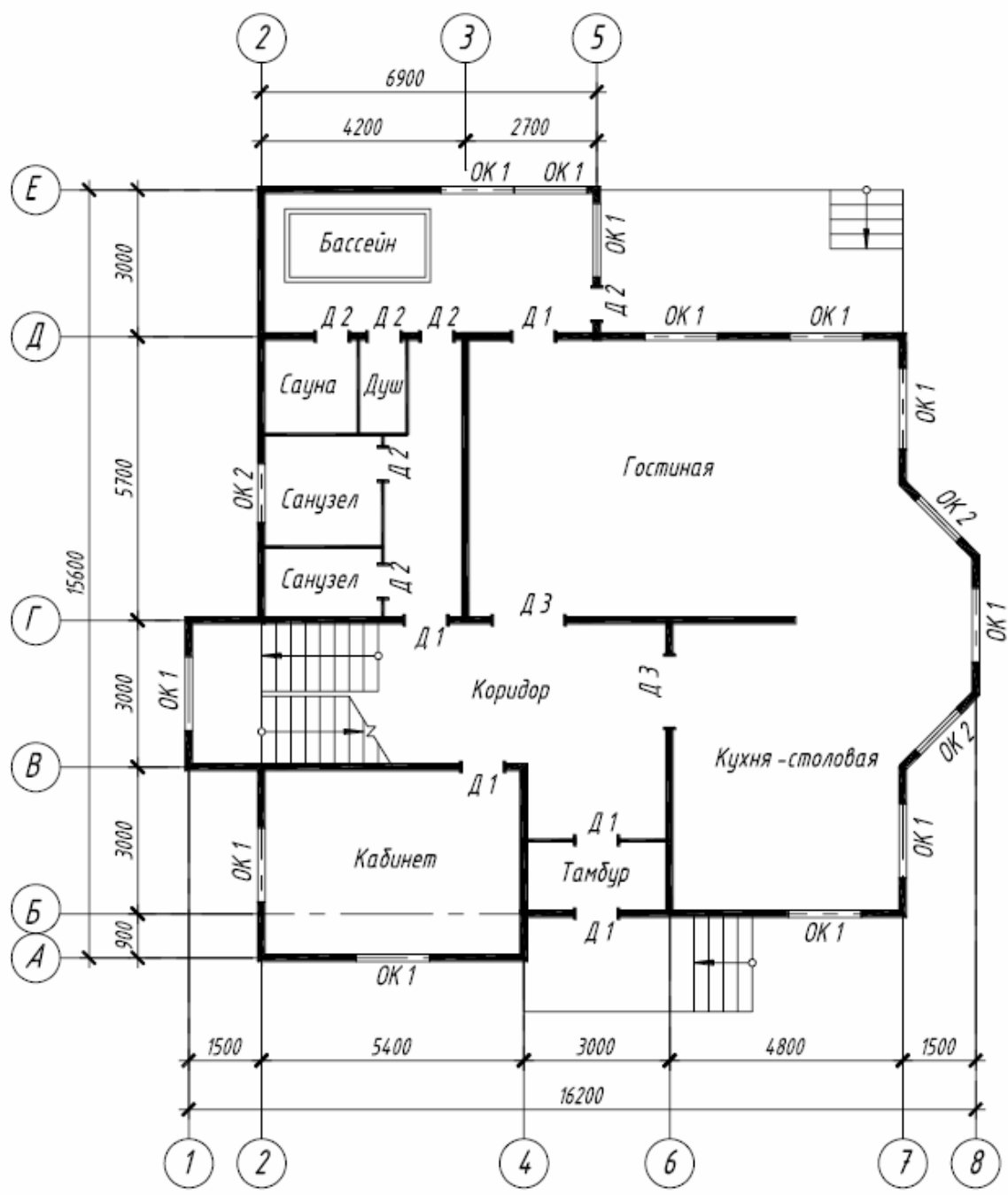


Рисунок 4.19 – Вариант 13

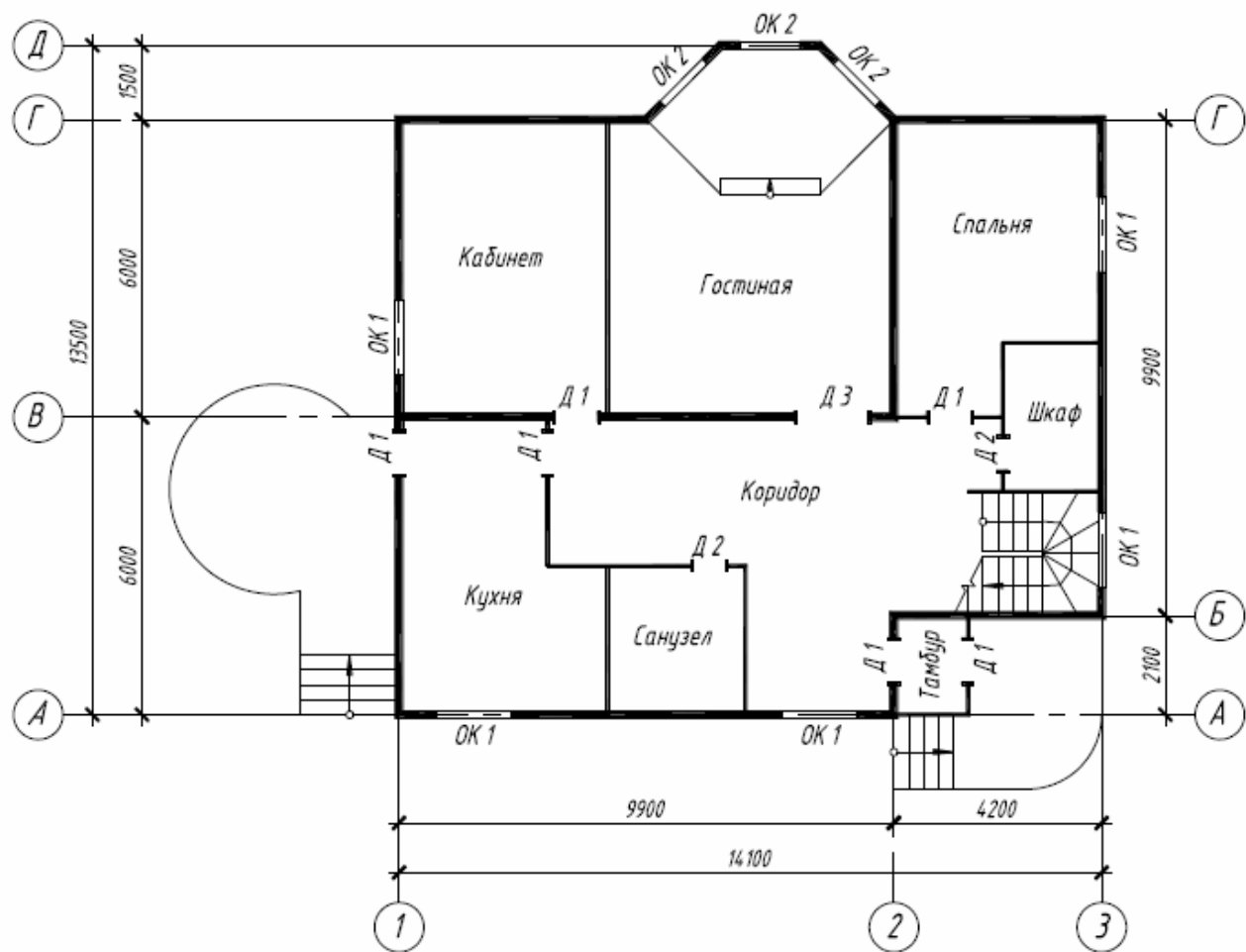


Рисунок 4.20 – Вариант 14

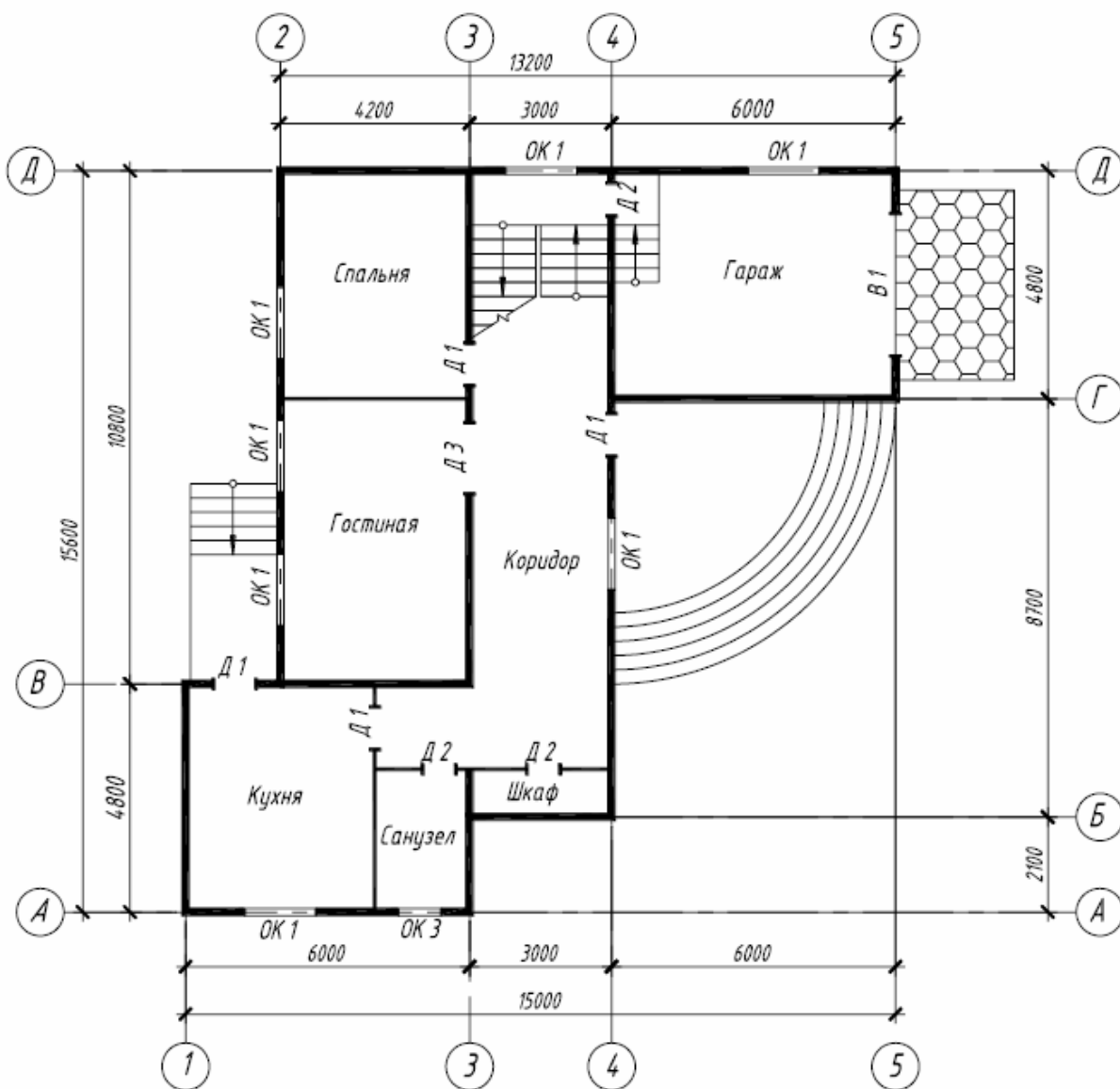


Рисунок 4.21 – Вариант 15

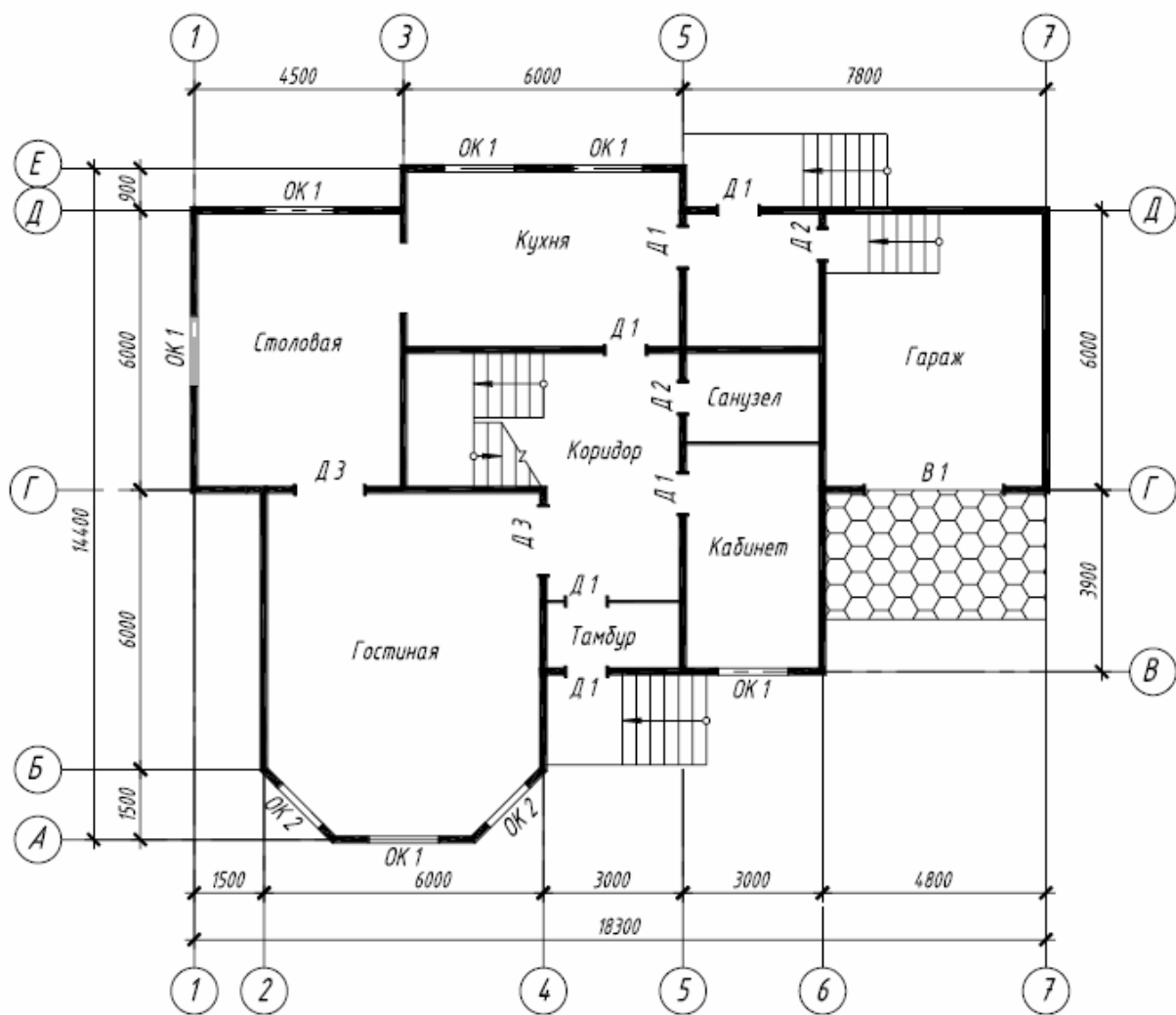


Рисунок 4.22 – Вариант 16

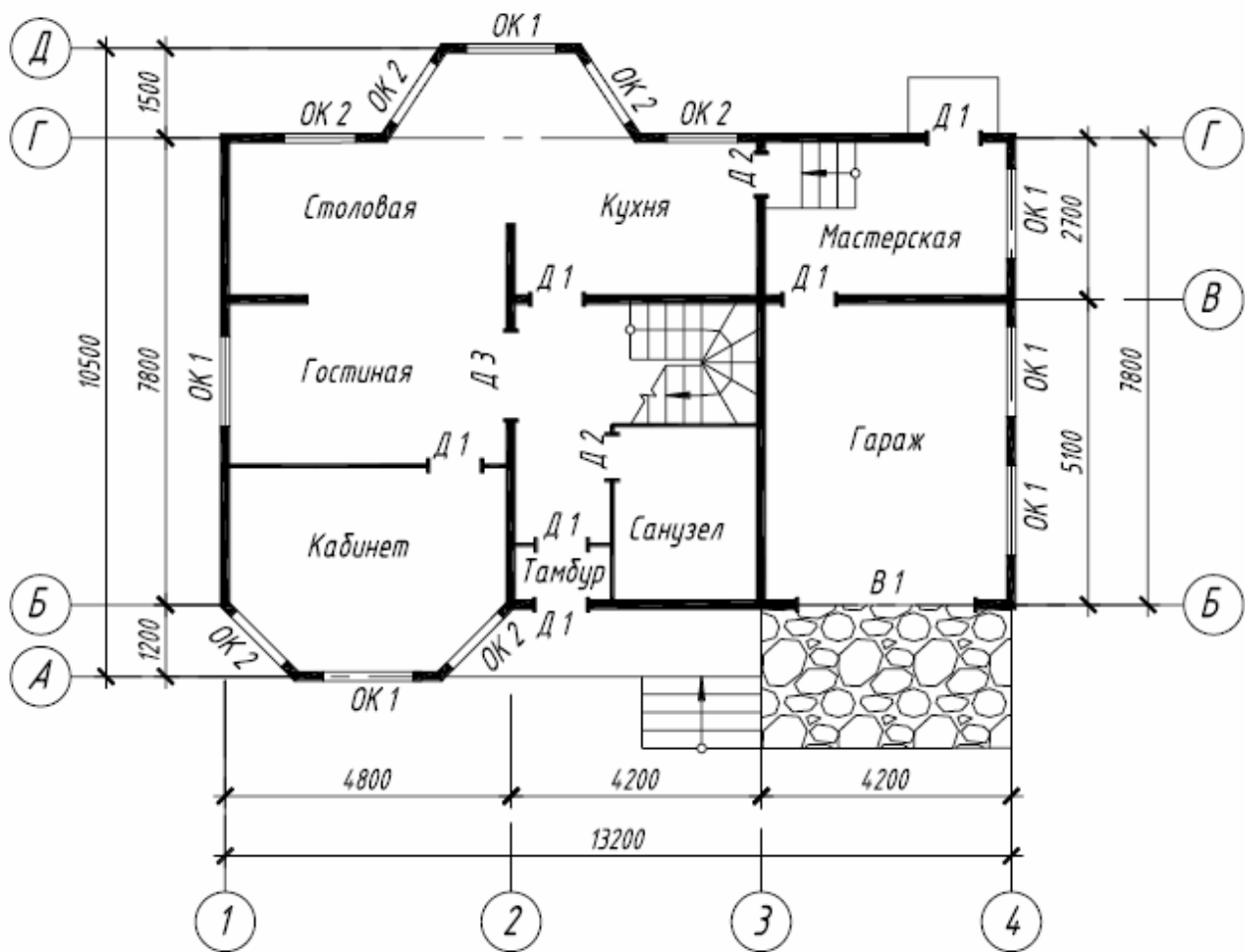


Рисунок 4.23 – Вариант 17

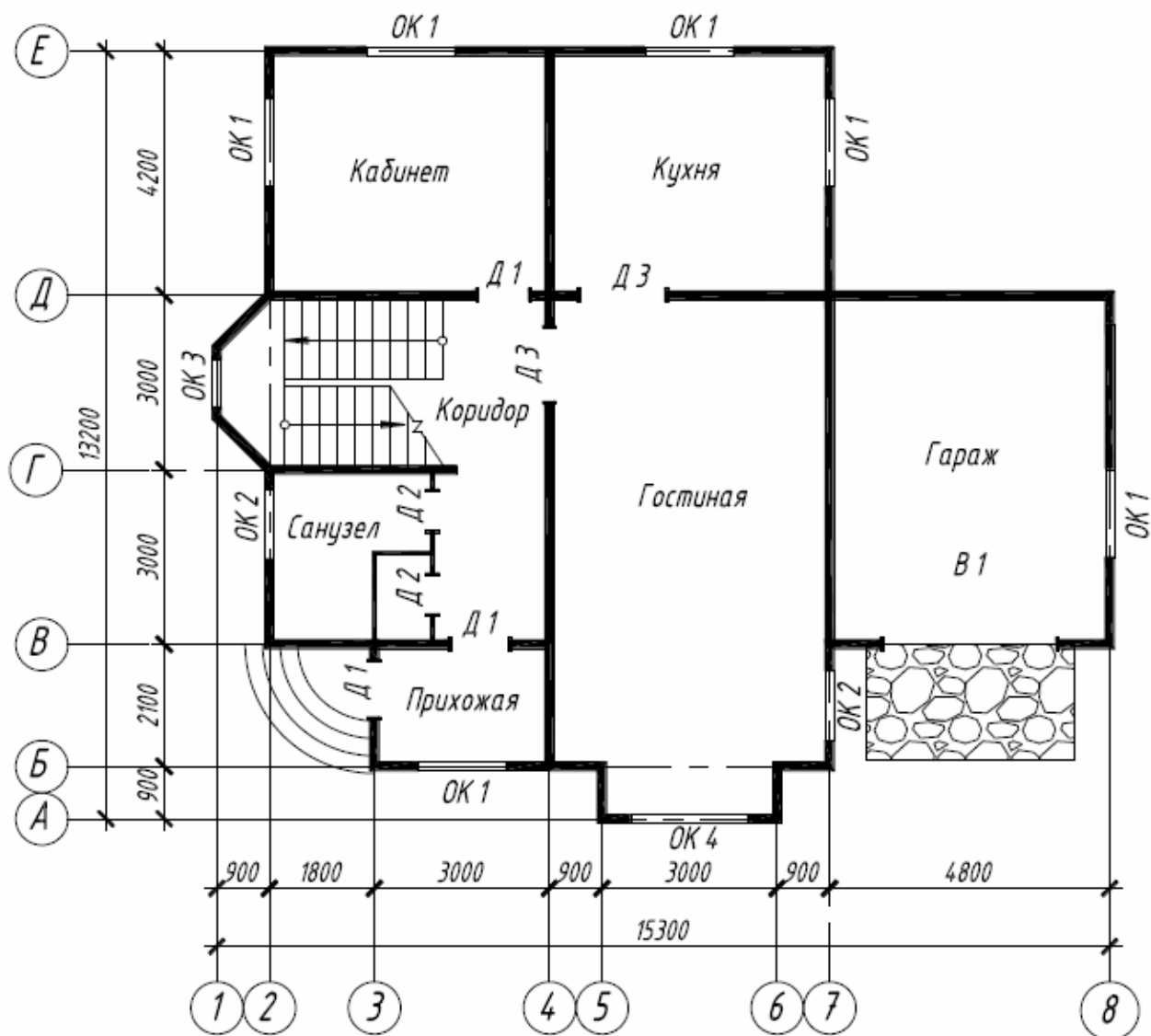


Рисунок 4.24 – Вариант 18

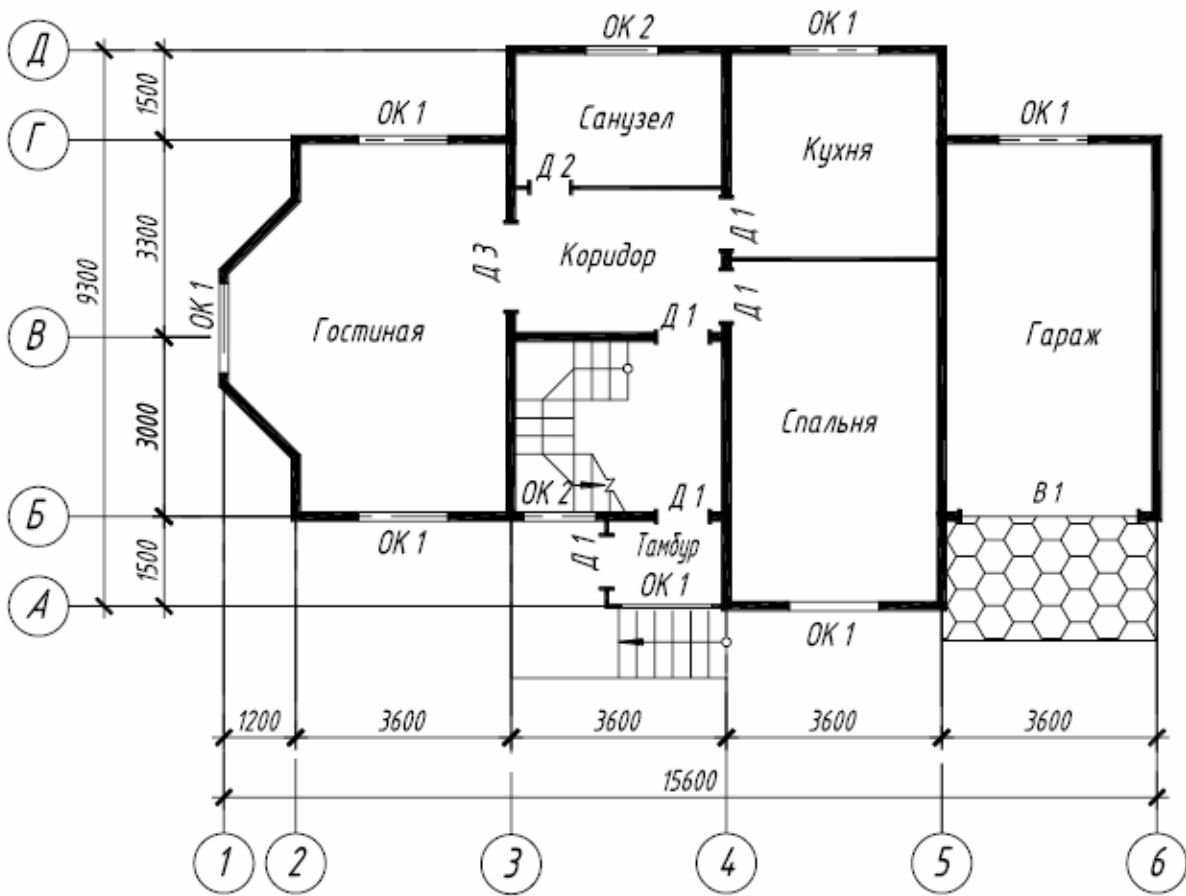


Рисунок 4.27 – Варіант 21

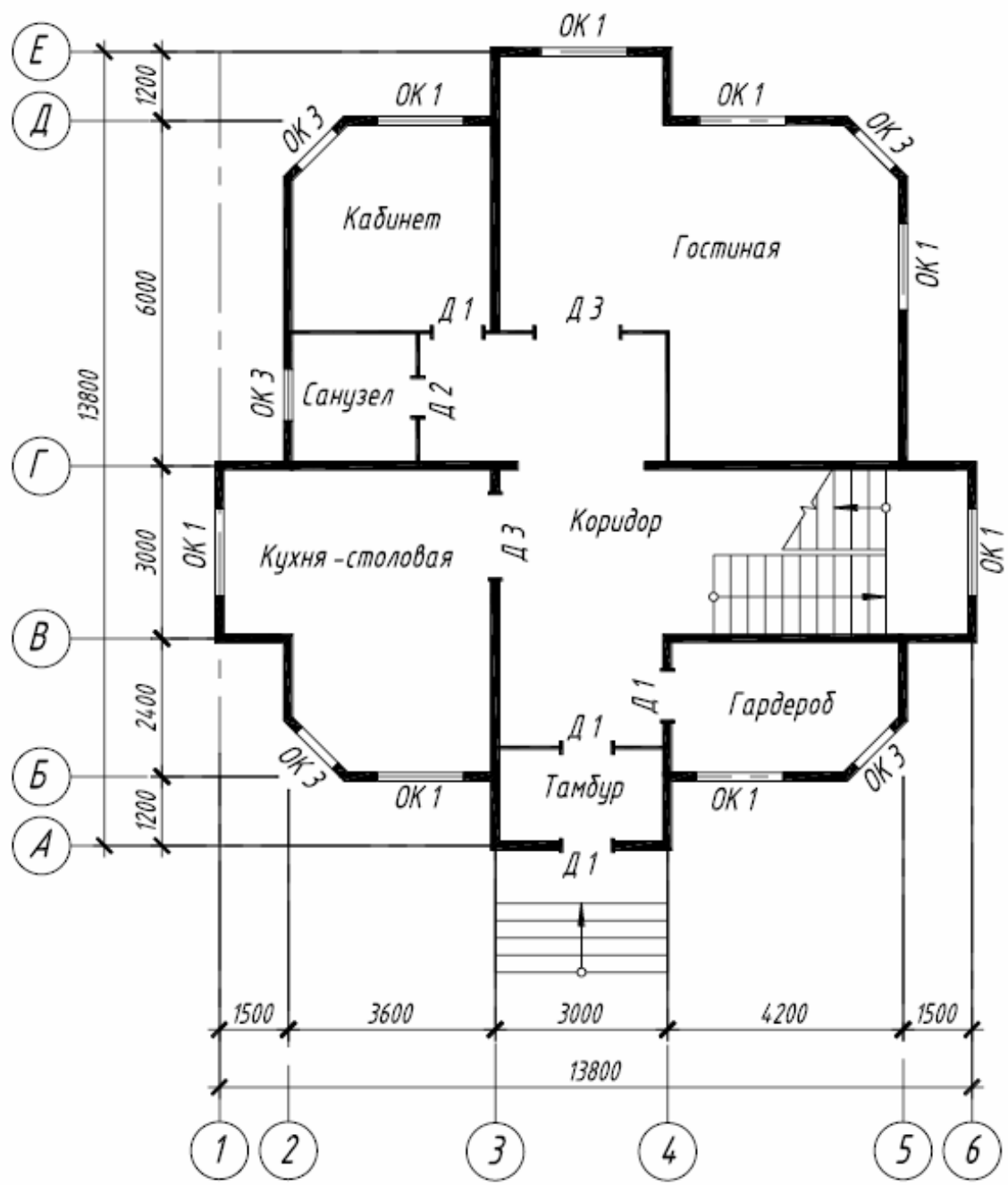


Рисунок 4.28 – Вариант 22

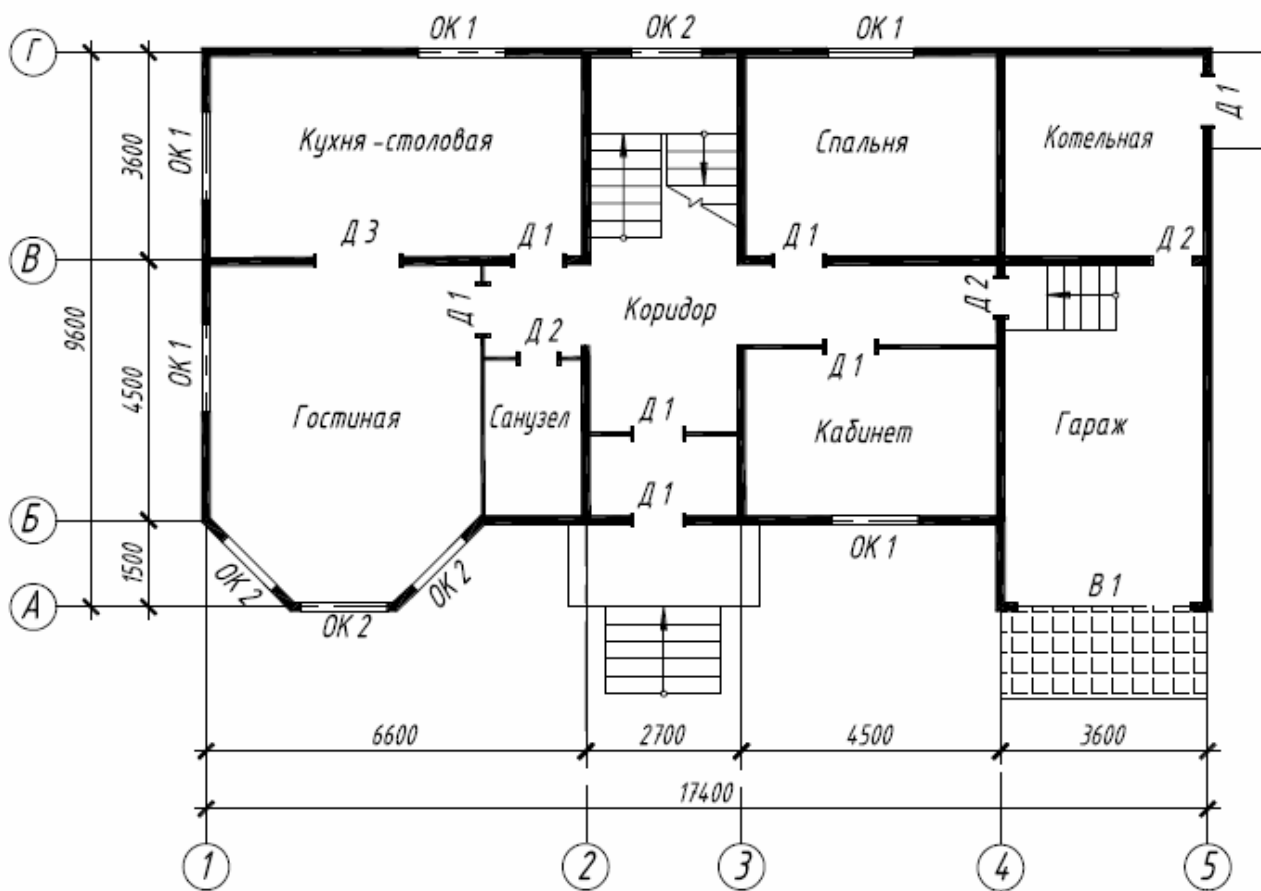


Рисунок 4.29 – Вариант 23

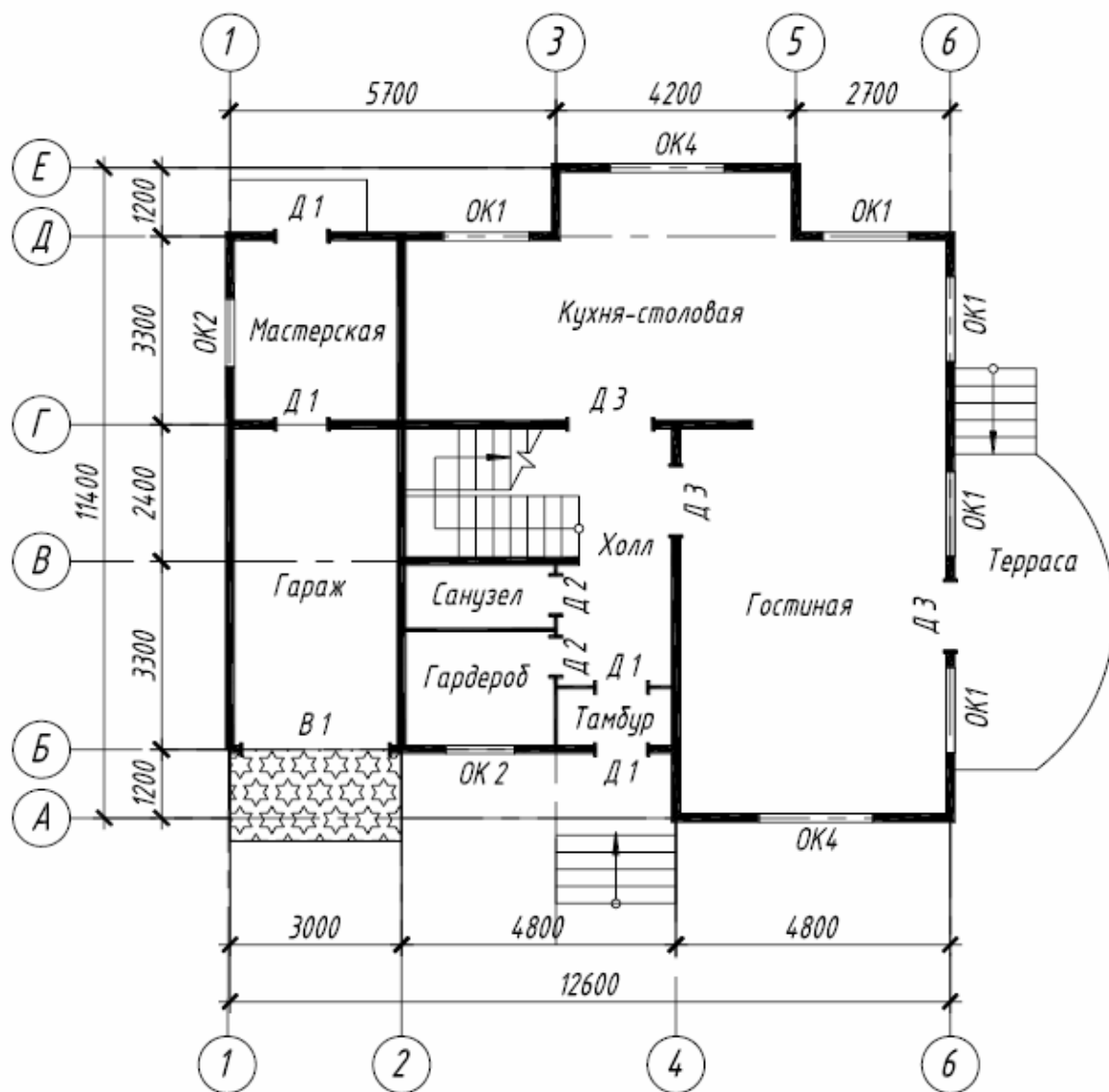


Рисунок 4.30 – Вариант 24

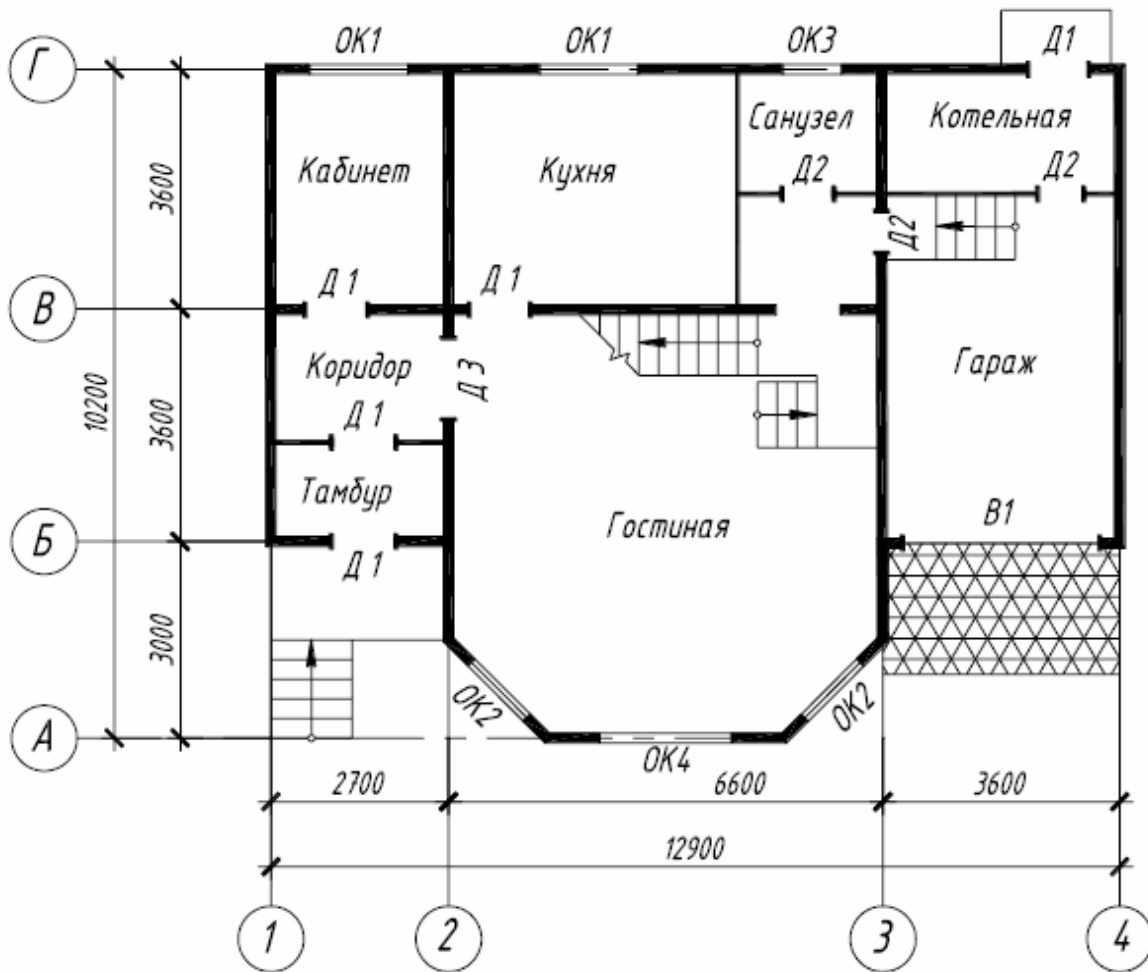


Рисунок 4.31 – Вариант 25

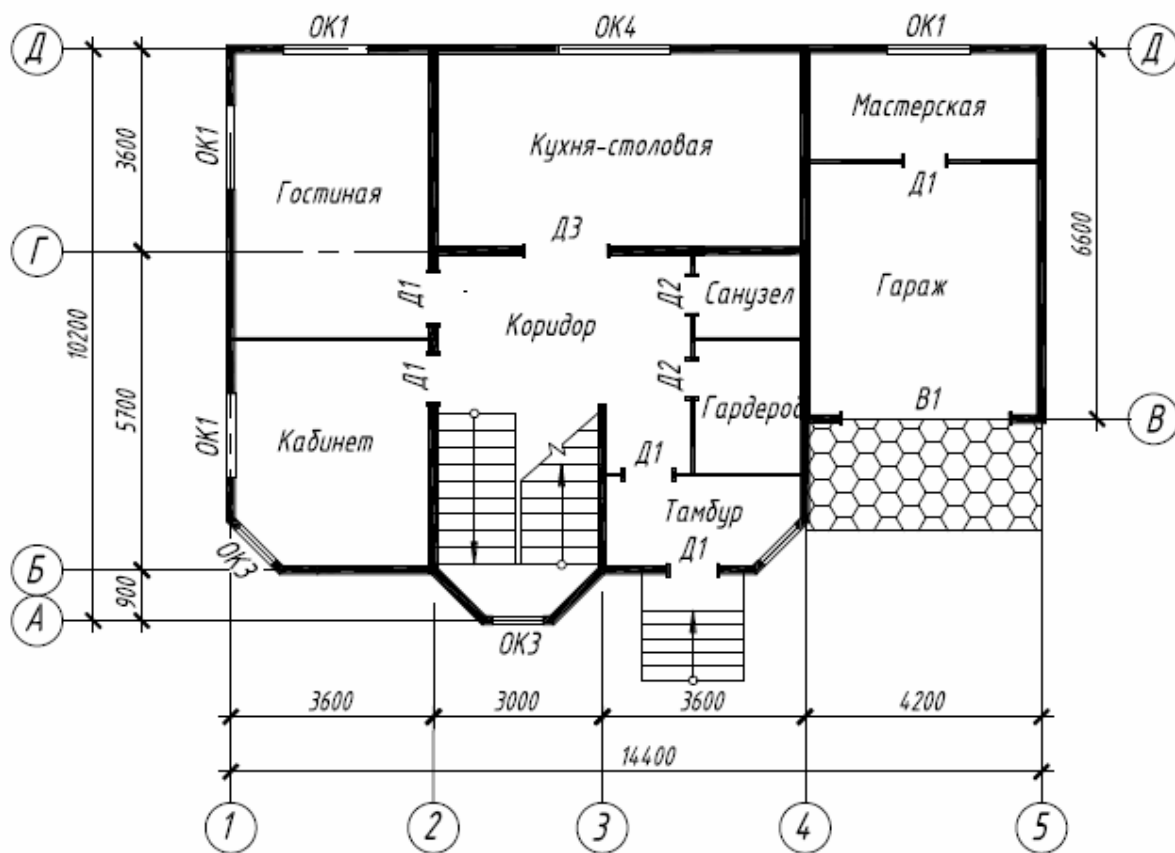


Рисунок 4.32 – Вариант 26

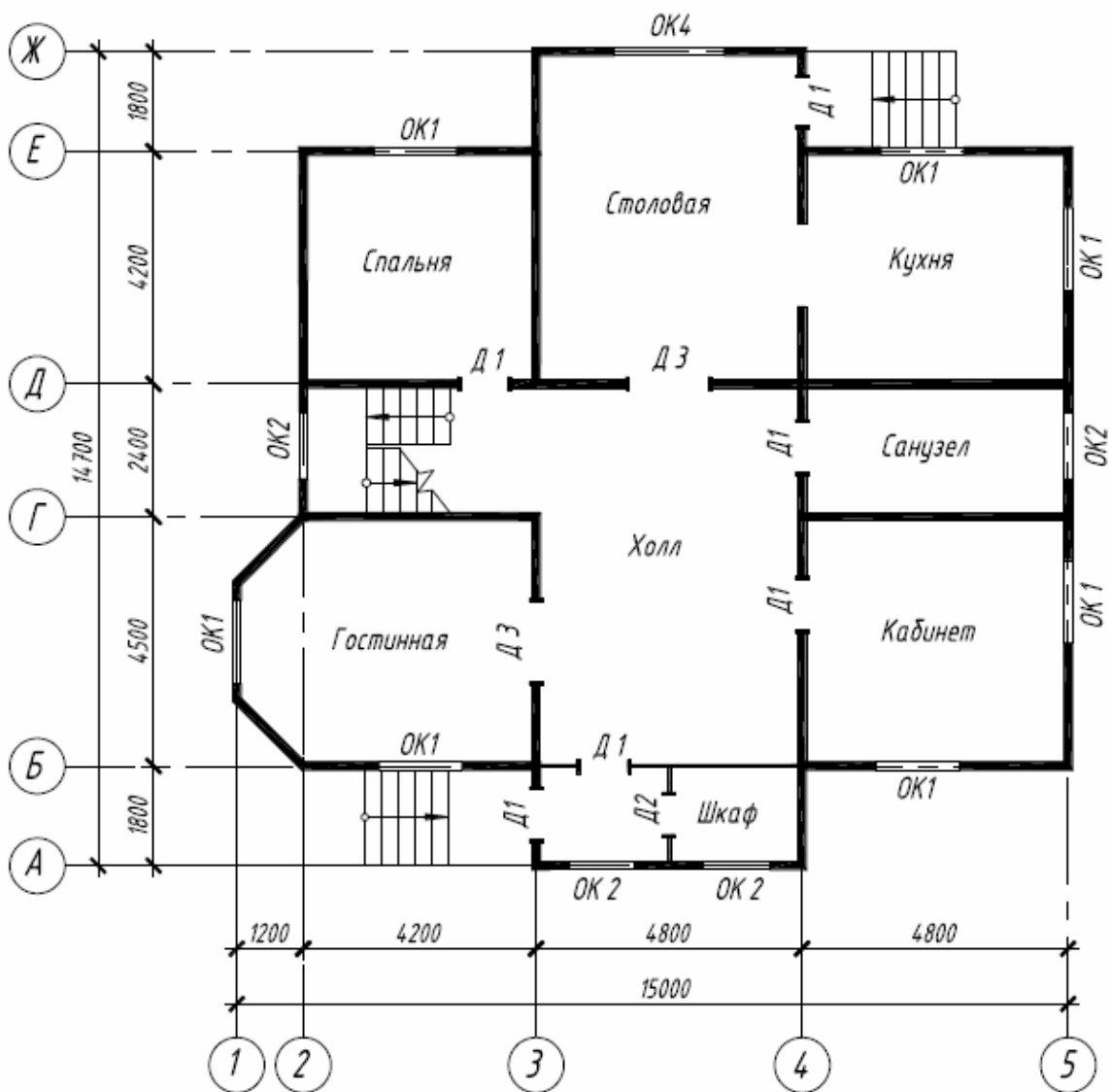


Рисунок 4.33 – Вариант 27

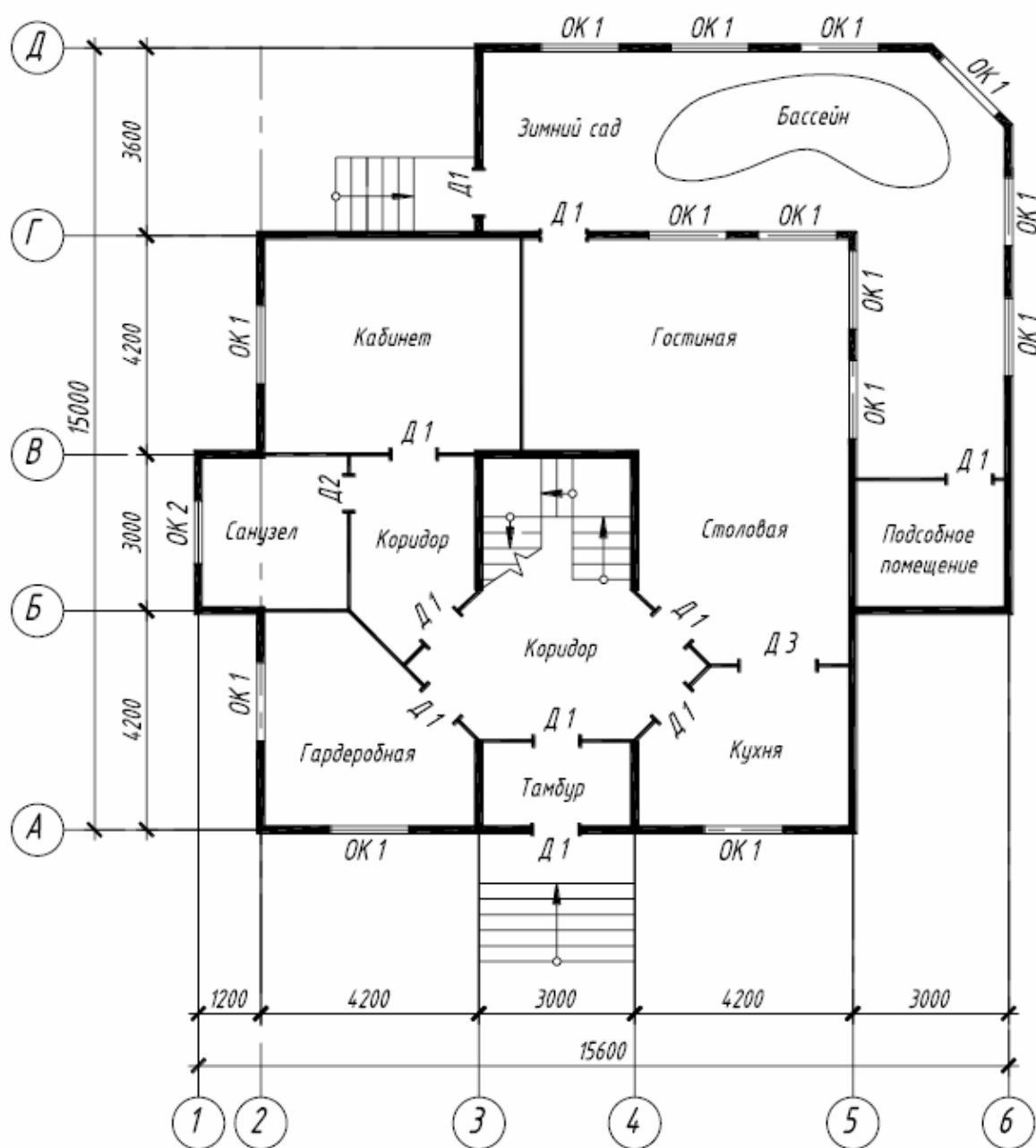


Рисунок 4.34 – Вариант 28

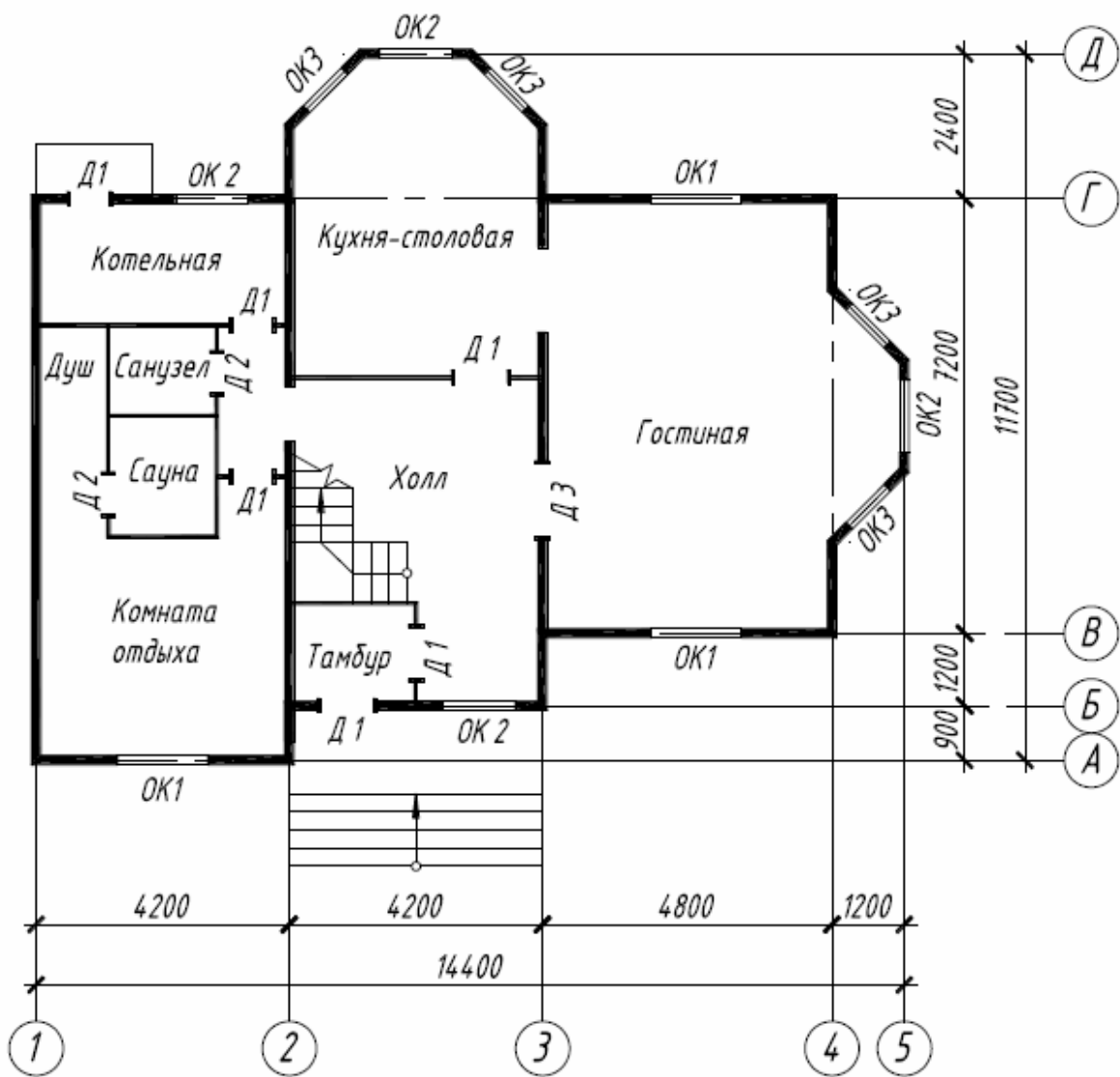


Рисунок 4.35 – Вариант 29

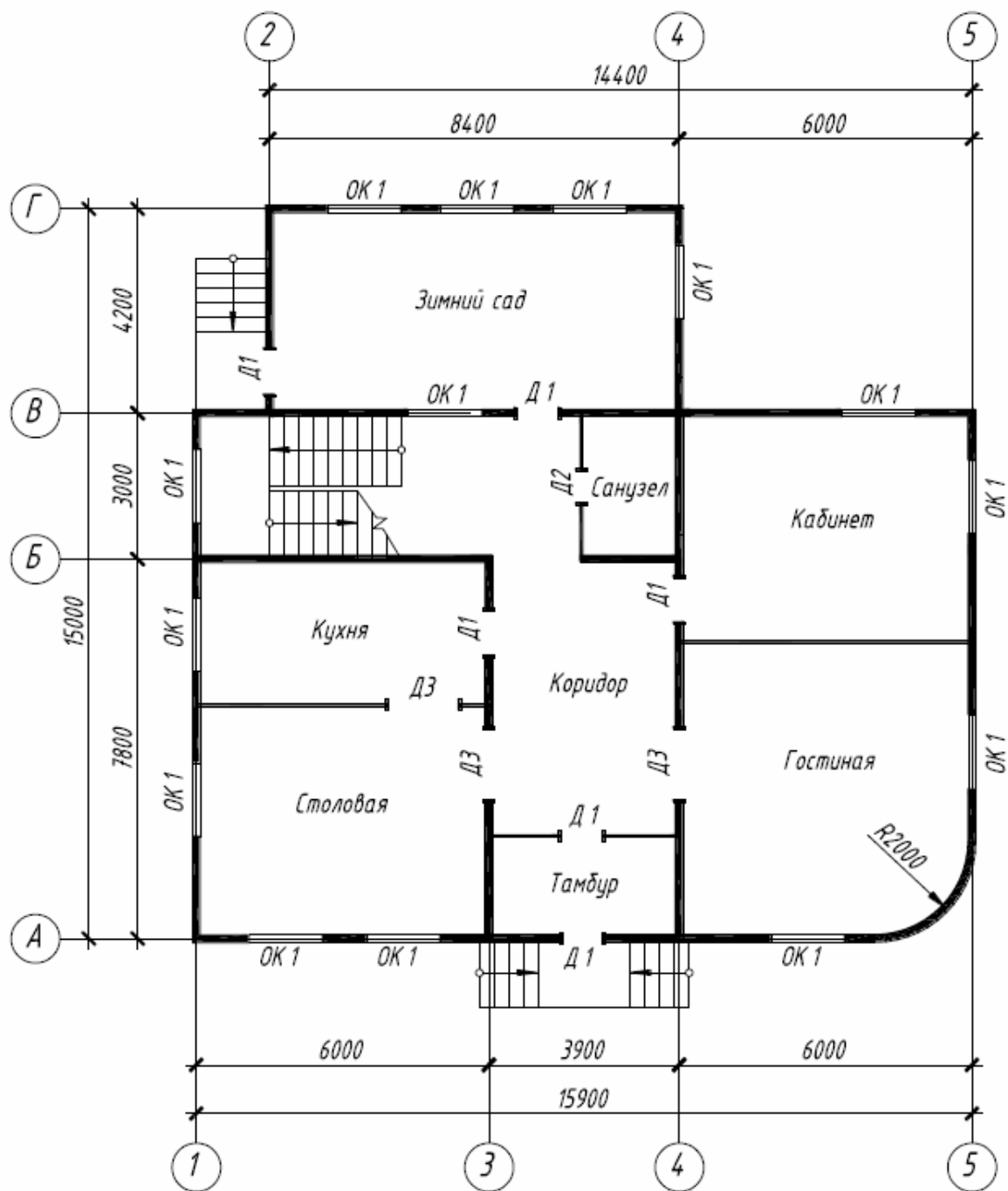


Рисунок 4.36 – Вариант 30

4.7 Контрольні питання.

1. Як рознести кресленик за шарами?
2. Які розміри називають відмітками рівня?
3. Яку форму має знак відмітки рівня?
4. Як проставляють відмітки рівня на фасадах, розрізах і планах в AutoCAD?
5. Якою лінією виконуються контури стін на фасаді, плані й розрізі?
6. Як на плані зображується дверне полотно?
7. Якою лінією виконуються контури віконних прорізів?
8. Якою лінією виконуються заповнення віконних прорізів?
9. Як зображується на фасаді плетіння, що відкривається?
10. Що називають координаційними вісями будинку і як вони маркуються на плані і розрізі?
11. В чому особливості ліній обведення на планах та розрізах будинків?
12. Що називається планом будинку, поверху?
13. По яких частинах будинку треба проводити січну площину при виконанні розрізу будинку?
14. Які розміри й позначки наносять на креслениках розрізів та фасадів?

5 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи за курсом «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві» виконуються та здаються з використанням комп'ютера. Основним результатом виконання кожної лабораторної роботи є звіт. Звіт з лабораторної роботи мусить бути виконаний у встановлений для даної роботи термін.

Звіт включає в себе виконані завдання (кресленики) які виносяться на лабораторні заняття. Виконуються вони на комп'ютері за допомогою графічного редактора.

Завдання (кресленики) виконуються на відповідному форматі, оформлюються згідно вимог ЄСКД. Використовуються спеціальні шаблони в графічному редакторі для креслеників і шаблони для складання специфікацій.

Робота має бути здана викладачеві в електронному виді для перевірки (для студентів денної форми навчання) і роздрукована на папері та в електронному виді, та зареєстрована в установленому порядку (для студентів заочної форми навчання) не пізніше як за 30 днів до початку заліково-екзаменаційної сесії. До початку сесії робота має бути захищена у викладача, який проводив в групі лабораторні заняття та консультував студента на протязі семестру. Робота визначається захищеною, якщо студент знаходить вірні відповіді на контрольні питання викладача.

Мінімальним результатом участі студента у занятті має бути наявність допуску викладача до виконання лабораторної роботи.

6 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ СТУДЕНТА НА ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАНЯТТІ

При оцінюванні робіт викладачем використовуються наступні критерії (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 – Критерії оцінювання робіт

Бали	Характеристика роботи студента
0	відсутність студента на занятті
1	формальна готовність до виконання роботи, вивчення матеріалу лекцій
2	повна готовність до лабораторної роботи, отриманий допуск до її виконання у викладача
3	відроблена лабораторна робота (з попереднім записом на відробку на кафедрі)
4	проведені дослідження за дозволом викладача (на занятті чи відробці), кресленики виконані не повністю (підпис викладача)
5	результати роботи опрацьовані, кінцевий результат підписано викладачем
6-7	повністю виконана лабораторна робота, зданий звіт та теоретичний матеріал роботи

При оцінюванні робіт викладач ґрунтується на аналізі наступних вмінь:

- оцінка «відмінно» (90...100 балів - А) виставляється студенту, який виявляє творчі здібності (бере участь в олімпіадах, турнірах, конкурсах), самостійно створює та реалізує алгоритм вирішення нетипових задач, при цьому може дати альтернативні варіанти реалізації вирішення задач; може виконати будівельний кресленик з урахуванням всіх вимог стандартів, а також вміє виконати складне креслення (деталіровку, складальний кресленик) за допомогою графічного редактора, використовуючи якнайбільше можливостей його; виявляє творчі здібності, самостійно розвивається і вивчає методи зображення предметів і загальні правила креслення з застосуванням інших графічних систем.

- оцінка «добре» (82...89 балів - В; 74...81 балів - С) виставляється студенту, який може застосовувати знання при вирішенні типових завдань, самостійно або з допомогою викладача пояснює послідовність і суть дій при виконанні завдань, до-

бре володіє теоретичним матеріалом, застосовує його при вирішенні типових завдань, а також аргументує свої дії при вирішенні цих завдань; може виконати план будівлі, визначивши необхідну кількість зображень та проставивши необхідні розміри, також застосовувати одержані знання при виконанні креслеників в графічній системі, з допомогою викладача аналізувати хід виконання завдання і одержувати результати; може виконати робоче креслення нестандартних деталей, які входять до складу виробу, представленим натурним взірцем, визначивши функціональні особливості елементів деталей та узгодивши розміри цих елементів при цьому самостійно вміє використовувати одержані знання з комп'ютерної графіки, можливості графічної системи за допомогою методичних вказівок, або допоміжної літератури; вміє самостійно аналізувати надане завдання, скласти план його виконання і вміло використовувати можливості графічної системи (застосовувати шари, об'єктну прив'язку, вміти працювати з зовнішніми додатками).

- оцінка «задовільно» (64...73 балів - D; 60...63 балів - E) виставляється студенту, який без пояснень може виконати нескладні побудови при наявності зразка подібного завдання; без пояснень або частково пояснює алгоритм рішення завдання без зразка, але з частковою допомогою викладача може виконати нескладні побудови; може виконувати завдання середнього ступеню складності після ґрунтовних пояснень викладачем ходу рішення завдання, виправляє допущені помилки та неточності; може побудувати кресленик видів більш складних геометричних тіл з комбінованими поверхнями, скориставшись допомогою викладача та також має поняття про графічні примітиви і за допомогою викладача може їх побудувати на екрані комп'ютера; може побудувати комбіновані зображення, сумістивши види з розтинами геометричних тіл, які мають порожнини складної форми, скориставшись допомогою викладача при виконанні завдання, а також з сторонньою допомогою може виконати нескладний кресленик в графічній системі і потрібне відреагувати; пояснити свої помилки і вміти самостійно їх виправити, виявити знання і розуміння основних правил при кресленні в графічній системі. Має уявлення про будівельні кресленики, формати, масштаби при їх виконанні.

- оцінка «незадовільно» (35...59 балів - FX; 0...34 балів - F) виставляється студенту, який володіє навчальним матеріалом на рівні побудови кресленика точки на три площини проекції, може визначити положення точки, прямої та площини в просторі по кресленню їх, на основі попередніх знань деяких розділів шкільного курсу геометрії розуміє алгоритм рішення задачі; володіє навчальним матеріалом на рівні побудови видів простих геометричних тіл, а також навчальним матеріалом на рівні загальних понять про комп'ютерну графіку. При цьому студент припускає принципових помилок у обґрунтуванні матеріалу, не розуміє суті запропонованих завдань, виявляє низький рівень оволодіння основними вміннями та навичками при виконанні теоретичних та практичних задач, не вміє робити висновки.

7 ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

При роботі з ЕОМ і в комп'ютерному класі необхідно:

- суворо дотримуватись положень інструкції з експлуатації обладнання;
- стежити за справністю комп'ютера;
- вимикати комп'ютер після того, коли обробка поточної інформації завершена і виконана робота скопійована на носій;
- при появі запаху горілого чи незвичних звуків терміново вимкнути комп'ютер і покликати викладача і системного адміністратора;
- не працювати при поганому освітленні та високому рівні шуму;
- знаходитись перед екраном монітора на відстані не ближче 50-60 см;
- в разі потреби надавати першу медичну допомогу, вміти користуватись вогнегасником, знати шляхи екстреної евакуації.

Суворо забороняється:

- торкатися до проводів живлення, з'єднувальних кабелів, тильної сторони монітора;
- працювати на несправному обладнанні;
- працювати у вологому одязі або вологими руками;
- класти на апаратуру сторонні речі.

Студенти допускаються до виконання лабораторних робіт тільки після ознайомлення з даними правилами і підпису у відповідному журналі. При порушенні правил техніки безпеки студентів усувають від роботи і допускають до неї тільки з дозволу завідувача кафедри після повторного інструктажу. При повторному порушенні правил до подальшої роботи в лабораторії студент не допускається.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНШІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Комп'ютерна графіка у будівництві: Навч. посібник / Уклад.: Л. В. Карпюк, Г. О. Татарченко, Н. І. Білошицька. – Северодонецьк: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2020. – 180 с.
2. Комп'ютерна графіка в машинобудівних кресленнях:/ Укл. Л. В. Карпюк, М. І. Гуліда, С. А. Ревенко. Навч. посібник. – Луганськ: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2007. -132 с.
3. Жарков Н. В. AutoCAD 2007: официальная русская версия. Эффективный самоучитель / Н. В. Жарков — СПб.: Наука и техника, 2007.—608 с.
4. Эллен Финкельштейн. AutoCAD 2009 и AutoCAD LT. Библия пользователя / Эллен Финкельштейн — Диалектика, 2009. — 1376 с.
5. Николай Полещук. AutoCAD 2010. Наиболее полное руководство / Николай Полещук — БХВ-Петербург, 2009. — 800 с.
6. Креслення / Автори-упорядники: Глушко Ю. Ю., Гребенькова Г. В. Навч. Посібник. – Київ. – Ресурсний цент ГУРТ. Українсько-швейцарський проєкт «Державно-приватне партнерство для поліпшеннясанітарно-технічної освіти вУкраїні», 2016. – 128 с.
7. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник для студентів вищих навчальних закладів/ За ред. О.І.Пушкаря. – К.:Видавничий центр «Академія», 2002. – 704 с. (Альма-матер).
8. Бергхаузер Т., Шлив П. Система автоматизированного проектирования AutoCAD: Справ.: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989.
9. Романычева Э. Т., Сидоров С. Ю., Сидорова Т. М. Разработка конструкторских документов в среде AutoCAD/ Под ред. проф. Э.Т. Романычевой. – М.: РИО МИЭТ, 1993.
10. Романычева Э. Т., Сидорова Т. М., Сидоров С. Ю. AutoCAD: Практическое руководство – М.: ДМК, Радио и связь, 1997. - 408 с.
11. Кречко Ю. А., Полищук В. В. Автокад: Курс практической работы. – М.: Диалог-МИФИ, 1994.

12. Петренко О. Я. Використання САД-систем в задачах проектування (AutoCAD): Методичні рекомендації. – К.: ІПДО НУХТ, 2006. – 84 с.
13. Петренко О. Я. Моделювання тривимірних об'єктів у задачах проектування: Методичні рекомендації.–К.:ІПДО НУХТ, 2008. – 52с.
14. Петренко О. Я. Редагування тривимірних об'єктів у задачах проектування: Методичні рекомендації.–К.:ІПДО НУХТ, 2008. – 24 с.
15. Петренко О. Я. Використання AutoCAD-2008 в задачах проектування: Навчальний посібник. – К. ІПДО НУХТ, 2009.– 80 с.
16. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Комп'ютерна графіка у будівництві» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Частина 1 (Електронне видання) / Укл.: Л. В. Карпюк - Северодонецьк: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2018.- 67 с.
17. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Комп'ютерна графіка у будівництві» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія») Частина 2 (Електронне видання) / Укл.: Л. В. Карпюк - Северодонецьк: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2018.- 68с.

Електронне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з дисципліни

«СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ»

(для здобувачів вищої освіти

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»)

(Електронне видання)

Укладачі:

Людмила Вікторівна Карпюк
Захар Сергійович Татарченко

Редактори	Л. В. Карпюк
Комп'ютерна верстка	Л. В. Карпюк З. С. Татарченко

Підписано до друку _____
Формат _____ . Папір типограф. Гарнітура Times
Печатка офсетна. Ум.друк.аркушів _____ Навч.вид.л.
Наклад _____ прим. Вид.№ _____ Зам. _____ Безкоштовно

Видавництво: СНУ ім.Володимира Даля

Адреса видавництва: 93400, м.Северодонецьк, Луганська обл.
пр.Центральний, 59а, головний корпус
телефон: 8(06452)4-03-42
E-mail: vidavnictvoSNU.ua@gmail.com