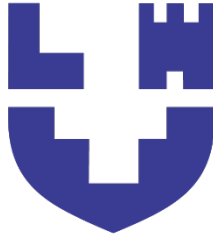


Міністерство освіти і науки України  
Луцький національний технічний університет



## **Комп'ютерні технології у будівництві**

Методичні вказівки до лабораторних занять  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія»  
галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво  
спеціальності 619 Будівництво та цивільна інженерія  
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2025

УДК 004(07)  
К63

Голова навчально-методичної ради факультету архітектури, будівництва та дизайну ЛНТУ \_\_\_\_\_ О. АНДРІЙЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій ЛНТУ. Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Н. ПОЛІЩУК

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою факультету архітектури, будівництва та дизайну ЛНТУ, протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ, протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії \_\_\_\_\_ О. УЖЕГОВА

Укладач: \_\_\_\_\_ В. САМЧУК, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ;

Рецензент: \_\_\_\_\_ Д. КИСЛЮК, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ

Відповідальна за випуск: \_\_\_\_\_ О. УЖЕГОВА, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ

**К63 Комп'ютерні технології у будівництві [Текст]** : методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання / укладач В.П. Самчук, – Луцьк : ЛНТУ, 2025. – 116 с.

Методичні вказівки містять рекомендації до виконання лабораторних занять та зразки їх розв'язання. Подано перелік літератури, необхідної для виконання робіт, а також загальні вимоги до їх оформлення.

Видання призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання.

© Самчук В.П., 2025

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
Тема 1. Огляд AutoCAD та перспектив розвитку САПР. Робота з командами.....	5
Тема 2. Засоби забезпечення точності побудов.....	8
Тема 3. Властивості об'єктів .....	10
Тема 4. Побудова об'єктів .....	13
Тема 5. Редагування об'єктів.....	16
Тема 6. Робота з текстом. Текстові поля .....	19
Тема 7. Нанесення розмірів. Розмірні стилі.....	22
Тема 8. Оптимізація креслень за допомогою блоків, динамічних блоків та блоків з атрибутами.....	26
Тема 9. Оформлення креслень за допомогою анотативних об'єктів ...	29
Тема 10. Таблиці. Створення інтерактивних експлікацій та специфікацій елементів проекту.....	32
Тема 11. Підготовка креслень до друку з простору моделі та простору листа. Публікація креслень .....	34
Тема 12. Підготовка та експорт розрахункових схем будівельних конструкцій до програмних комплексів Ліра-САПР, Мономах-САПР та Сапфір 3D.....	37
Тема 13. Колективна робота над проектом: використання зовнішніх посилань .....	42
Тема 14. Вирішення спеціалізованих завдань будівельного проектування за допомогою додатків до AutoCAD.....	44
Комплексне завдання до лабораторних робіт.....	48
Пояснення до виконання завдання.....	48
Вимоги до оформлення .....	49
Порядок подання роботи до захисту.....	50
Варіанти завдань.....	55
Перелік джерел посилання .....	115

## Вступ

Сучасне будівництво неможливе без використання комп'ютерних технологій, які забезпечують високу точність проектних рішень, автоматизацію рутинних операцій та інтеграцію процесів проектування і розрахунку. Однією з базових систем автоматизованого проектування, що широко застосовується у будівельній галузі, є Autodesk AutoCAD.

Дисципліна «Комп'ютерні технології у будівництві» має на меті сформувати у здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти знання та практичні навички роботи в середовищі AutoCAD, необхідні для створення та оформлення будівельних креслень. Особливий акцент робиться на автоматизації процесу проектування елементів будівельних конструкцій та підготовці креслень до подальших розрахунків у спеціалізованих інженерних комплексах.

У процесі вивчення дисципліни здобувачі:

- вивчають можливості AutoCAD, застосування засобів точних побудов та інструментів редагування;
- вчаться організовувати креслення за допомогою шарів, блоків, анотативних об'єктів;
- набувають досвіду оформлення креслень відповідно до вимог стандартів ЄСКД та ДСТУ;
- отримують навички створення експлікацій та специфікацій;
- засвоюють принципи колективної роботи над проектом і підготовки креслень до друку та експорту.

Методичні вказівки розроблено для проведення лабораторних занять і містять завдання, зразок їх виконання, а також запитання для самоконтролю. Виконання всіх робіт курсу спрямоване на формування у студентів цілісних практичних умінь створення креслень будівельних конструкцій у середовищі AutoCAD.

Здобуті знання та навички тісно пов'язані з подальшим вивченням дисциплін, присвячених проектуванню будівельних конструкцій, будівель та споруд, а також будівельному інформаційному моделюванню (BIM). Опанування AutoCAD сприяє формуванню системного підходу до проектування та вмінню працювати з цифровими моделями будівельних об'єктів. Практичні вміння, набуті під час виконання лабораторних робіт, стануть основою для створення курсових та дипломних проектів і забезпечать готовність здобувачів до застосування сучасних інженерних програмних засобів у професійній діяльності.

# Тема 1. Огляд AutoCAD та перспектив розвитку САПР. Робота з командами

## Перелік питань

1. Роль САПР у будівництві. Перспективи розвитку AutoCAD і BIM-технологій.
2. Основні елементи інтерфейсу AutoCAD.
3. Робочі простори (Drafting & Annotation, 3D Modeling).
4. Командна стрічка, методи виклику команд.
5. Динамічне введення даних.
6. Режими креслення та керування відображенням (стрічка стану).
7. Організація збереження та відновлення креслень у AutoCAD.
8. Система довідки та навчальні ресурси AutoCAD.

## Теоретичні відомості

Сучасне будівництво неможливе без використання систем автоматизованого проєктування (САПР). Вони забезпечують високу точність креслень, скорочують час виконання рутинних операцій, дозволяють колективно працювати над проєктами та інтегрувати результати креслення з розрахунковими й кошторисними комплексами. Серед таких систем Autodesk AutoCAD займає провідне місце як універсальне середовище для виконання 2D-креслень і 3D-моделювання. Поряд із традиційним кресленням у AutoCAD дедалі ширше застосовуються BIM-технології (інформаційне моделювання будівель), що забезпечують повну інтеграцію креслень, розрахунків і управління будівельним проєктом. Тому вивчення AutoCAD є базою для подальшого опанування більш складних програмних продуктів (Revit, Ліра-САПР, Сапфір 3D тощо).

Інтерфейс AutoCAD складається з кількох основних елементів, з якими потрібно ознайомитися з перших занять: головне меню, панель швидкого доступу, командна стрічка, графічне вікно креслення, рядок стану, стрічка з вкладками інструментів. Усі вони можуть налаштовуватися, вмикатися або вимикатися залежно від робочих потреб. Правильна організація робочого середовища значно підвищує зручність і продуктивність роботи.

В AutoCAD передбачено кілька робочих просторів. Найчастіше застосовуються «Drafting & Annotation» (для двовимірного креслення) та «3D Modeling» (для роботи з просторовими моделями). Перемикання

робочих просторів дозволяє користувачу бачити лише ті інструменти, які потрібні для виконання конкретного завдання.

Більшість операцій у AutoCAD виконуються за допомогою команд. Команди можна викликати різними способами: клацанням по піктограмі на стрічці інструментів, введенням у командному рядку, вибором із контекстного меню, натисканням гарячих клавіш. Під час виконання команди у командній стрічці відображаються її параметри та можливі опції. Користувач повинен вміти переключатися між цими опціями та вводити числові значення. Зручним інструментом є динамічне введення даних, коли координати, відстані чи кути відображаються безпосередньо біля курсора у робочому полі. Це спрощує креслення і підвищує точність побудов.

Рядок стану в нижній частині вікна містить кнопки, що керують різними режимами креслення: ORTHO (обмеження руху курсора по ортогональних напрямках), OSNAP (об'єктна прив'язка), POLAR (полярне відслідковування), GRID (сітка), DYN (динамічне введення) тощо. Важливо з перших занять навчитися вмикати й вимикати ці режими залежно від конкретної задачі, адже вони суттєво впливають на точність і зручність роботи.

Особливу увагу потрібно звернути на організацію збереження креслень. Робочий формат AutoCAD – DWG, що підтримує збереження у різних версіях для сумісності з іншими програмами. Формат DXF використовується для обміну даними, а DWT – для створення шаблонів креслень. Програма автоматично створює файли резервного копіювання (.bak) та файли автозбереження (.sv\$), що дозволяє відновити креслення у випадку збою. Для цього існують спеціальні інструменти: RECOVER, AUDIT, Drawing Recovery Manager.

У процесі навчання важливо навчитися користуватися системою довідки AutoCAD. Вона викликається клавішею F1 і містить детальний опис усіх команд і функцій із прикладами. Додатково варто знати про онлайн-ресурси Autodesk (Autodesk Knowledge Network, навчальні відео, форуми), які допомагають швидко знайти відповіді на запитання й отримати нові знання самостійно.

Таким чином, у першій темі закладається основа для подальшої роботи в AutoCAD: розуміння ролі САПР у будівництві, знання інтерфейсу та робочих просторів, умінь запускати та налаштовувати команди, працювати з режимами креслення і правильно організувати збереження файлів. Опанування цих базових умінь дозволить здобувачам уникати типових помилок на початковому етапі роботи в програмі.

## **Завдання**

1. Ознайомитися з інтерфейсом AutoCAD, визначити призначення основних його елементів: меню, стрічки інструментів, командного рядка, рядка стану та робочої області.
2. Оволодіти методами виклику команд різними способами:
  - через стрічку інструментів;
  - командний рядок;
  - контекстне меню;
  - гарячі клавіші та псевдоніми команд.
3. Навчитися працювати з опціями команд та простежити їх вплив на результати побудов.
4. Виконати пробні побудови простих об'єктів (відрізок, коло, прямокутник) з використанням різних методів введення команд і параметрів.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 10–30]; [3, с. 5–20]; [4]; [5]; [6, с. 3–48]; [7, с. 3–42].

## **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення мають системи автоматизованого проєктування (САПР) у будівництві?
2. Які перспективи розвитку AutoCAD та BIM-технологій у проєктуванні будівель?
3. Назвіть основні елементи інтерфейсу AutoCAD.
4. Які робочі простори передбачені в AutoCAD і для чого вони застосовуються?
5. Якими способами можна викликати команди в AutoCAD?
6. Яке призначення командної стрічки та динамічного введення даних?
7. Які режими креслення доступні у рядку стану та як вони впливають на точність побудов?
8. Які формати файлів підтримує AutoCAD і для чого використовується кожен з них (DWG, DXF, DWT)?
9. Як організовано автоматичне збереження та відновлення креслень у AutoCAD?
10. Які можливості надає система довідки AutoCAD і де можна знайти додаткові навчальні матеріали?

## Тема 2. Засоби забезпечення точності побудов

### Перелік питань

1. Системи координат у кресленні (світова, користувачька).
2. Абсолютні та відносні координати.
3. Полярне відслідковування та його параметри.
4. Постійна та разова об'єктна прив'язка.
5. Об'єктне відслідковування.
6. Методи вказування точок (координати, прив'язки, відстань, кут).
7. Робота з системами координат користувача (переміщення, поворот, фіксація).
8. Прийоми забезпечення точності при побудові креслення.

### Теоретичні відомості

Точність є однією з головних вимог до інженерних креслень. Навіть незначна похибка у побудові може призвести до серйозних помилок у подальшому проектуванні чи розрахунках. Тому вже на початкових етапах роботи в AutoCAD здобувач повинен навчитися застосовувати спеціальні інструменти, які забезпечують правильність і зручність побудови геометричних об'єктів.

Усі побудови в AutoCAD виконуються у системі координат. За замовчуванням використовується світова система координат (WCS), в якій вісь X направлена вправо, вісь Y – вгору, а вісь Z – перпендикулярно площині креслення. Для зручності виконання окремих завдань користувач може створювати користувачькі системи координат (UCS), переміщуючи або повертаючи їх відносно світової. Це дозволяє легко креслити об'єкти під кутом.

Під час побудови об'єктів координати точок можна вводити різними способами. Абсолютні координати задають точку від початку координат (0;0), а відносні – від останньої заданої точки. Введення відносних координат значно прискорює роботу, особливо при побудові послідовних відрізків. Окрім цього, AutoCAD підтримує введення координат у полярній формі – через відстань і кут, що зручно для побудови елементів під певним нахилом.

Зручним інструментом точних побудов є полярне відслідковування (Polar Tracking). Воно дозволяє курсору автоматично фіксуватися на заданих напрямках (наприклад, через кожні 30° або лише по ортогональних осях). Це особливо корисно для побудови елементів під стандартними кутами без додаткових обчислень.

Ще одним важливим інструментом є об'єктна прив'язка (OSNAP). Вона дає можливість «чіплятися» до характерних точок об'єктів – кінцевих точок відрізків, середин, перетинів, центрів кіл тощо. Об'єктна прив'язка може бути постійною (вмикається на час роботи) або разовою (активується тільки для поточної операції). Використання прив'язок гарантує, що нові об'єкти будуть побудовані відносно вже існуючих з максимальною точністю.

У складніших випадках застосовується об'єктне відслідковування (Object Snap Tracking). Воно дозволяє визначати нові точки, орієнтуючись на вже існуючі об'єкти. Наприклад, можна побудувати точку на перетині проєкцій двох центрів або створити лінію, паралельну іншому елементу, без попередніх допоміжних побудов.

AutoCAD підтримує різні методи вказування точок: введення координат, використання об'єктних прив'язок, задання відстані та кута, вибір точок мишею. Вміння комбінувати ці методи дозволяє працювати швидко й точно.

Для виконання побудов під кутом часто використовується UCS. Користувач може перемістити початок координат у потрібну точку, повернути осі або зафіксувати їх у новому положенні. Це спрощує креслення об'єктів, що не підпорядковуються глобальній системі координат.

Нарешті, слід згадати про загальні прийоми забезпечення точності. До них належать: правильне налаштування одиниць креслення, використання сітки (GRID) та прив'язки до неї (SNAP), комбіноване застосування об'єктних прив'язок і полярного відслідковування.

Таким чином, засоби забезпечення точності побудов у AutoCAD – це комплекс інструментів, які дозволяють уникати похибок та виконувати креслення швидко й якісно.

### **Завдання**

У процесі виконання комплексного завдання – побудови та редагування елементів вузлів будівельних конструкцій – необхідно:

1. Використовувати полярне відслідковування для побудови елементів під основними кутами.
2. Застосовувати об'єктну прив'язку (постійну та разову) для точного визначення ключових точок (кінцевих, серединних, центрів кіл тощо).

3. Використовувати об'єктне відслідковування для побудови допоміжних точок і ліній на основі вже існуючих об'єктів.
4. Для побудови елементів за заданими розмірами застосовувати відносні координати:
  - декартові (X, Y);
  - полярні (довжина, кут).
5. Перевірити точність побудованих елементів та, за потреби, відредагувати їх із застосуванням прив'язок та координат.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 31–60]; [3, с. 21–38]; [4]; [5]; [6, с. 49–88]; [7, с. 43–80].

### **Питання для самоперевірки**

1. Які відмінності між світовою (WCS) та користувацькою (UCS) системами координат?
2. У чому різниця між абсолютними та відносними координатами?
3. Як вводяться координати у полярній формі (відстань + кут)?
4. Що таке полярне відслідковування і як налаштовуються його параметри?
5. Яке призначення має об'єктна прив'язка (OSNAP)? У чому відмінність між постійною та разовою прив'язкою?
6. Як працює об'єктне відслідковування (Object Snap Tracking) і в яких випадках воно застосовується?
7. Які основні методи вказування точок у процесі побудови об'єктів?
8. Для чого використовується UCS і які операції з нею можна виконувати (переміщення, поворот, фіксація)?
9. Які загальні прийоми забезпечення точності побудов можна застосувати у кресленні?

## **Тема 3. Властивості об'єктів**

### **Перелік питань**

1. Об'єкт у AutoCAD: поняття, види та властивості.
2. Основні властивості: шар, колір, тип і вага лінії, прозорість.
3. Організація креслення за допомогою шарів (створення, редагування, управління).
4. Робота з палітрою «Властивості».

5. Методи зміни властивостей об'єктів.
6. Ізоляція шарів і об'єктів для спрощення редагування.
7. Завантаження та використання додаткових типів ліній.
8. Оптимізація креслення за допомогою управління шарами.

### Теоретичні відомості

Усі елементи креслення в AutoCAD є об'єктами. До об'єктів належать відрізки, кола, дуги, полілінії, штрихування, текст, розміри та інші елементи, які можна створювати та редагувати. Кожен об'єкт має певний набір властивостей, які визначають його вигляд та поведінку у кресленні. Розуміння та правильне використання властивостей є основою для організації якісних будівельних креслень.

До основних властивостей об'єктів відносять:

- шар (Layer) – визначає групу, до якої належить об'єкт, та дозволяє централізовано керувати його видимістю, кольором, типом лінії та іншими параметрами;
- колір – може задаватися безпосередньо об'єкту або успадковуватися від шару (ByLayer);
- тип лінії – суцільна, штрихова, штрихпунктирна тощо;
- вага лінії – товщина відображення лінії на екрані та при друці;
- прозорість – дозволяє робити об'єкти частково прозорими, що зручно при роботі зі складними кресленнями.

Управління шарами є ключовим інструментом для впорядкування креслення. Шари дозволяють розділяти різні групи об'єктів (наприклад, несучі конструкції, вікна, меблі, розміри) та вмикати/вимикати їх відображення. У AutoCAD можна створювати нові шари, редагувати їх властивості (колір, тип і вага лінії, прозорість), заморожувати або блокувати їх. Правильна організація креслення за допомогою шарів дозволяє швидко знаходити потрібні елементи, зменшувати кількість помилок і полегшує колективну роботу.

Зручним інструментом керування є палітра «Властивості» (Properties). Вона відображає повний перелік властивостей виділеного об'єкта: геометричні параметри (довжина, координати), шар, колір, тип та вагу лінії. Через цю палітру можна змінювати властивості відразу кількох об'єктів, що значно прискорює роботу.

Методи зміни властивостей об'єктів можуть бути різними:

- безпосереднє редагування через палітру «Властивості»;
- використання командної стрічки та контекстного меню;
- зміна властивостей об'єкта шляхом переміщення його на інший шар;

– застосування інструментів швидкого зміни властивостей (Match Properties – «Зразок властивостей»).

Для спрощення роботи з великими кресленнями застосовуються інструменти ізоляції шарів і об'єктів. Ізоляція дозволяє тимчасово приховати всі інші об'єкти, залишивши на екрані лише вибрані. Це особливо зручно під час редагування складних вузлів або деталізації окремих елементів. Після завершення операцій видимість можна відновити.

У роботі часто виникає потреба у використанні додаткових типів ліній. Наприклад, штрихові або спеціальні лінії з позначеннями (осьові, лінії розрізів). AutoCAD дозволяє завантажувати та використовувати бібліотеки типів ліній. Масштаб відображення типів ліній можна змінювати, щоб вони відповідали масштабу креслення.

Важливим аспектом є оптимізація креслення. Якщо усі об'єкти впорядковані по шарах, мають правильні властивості кольору, ваги та типу лінії, креслення стає не лише зрозумілим, але й придатним для друку та передачі іншим користувачам. Натомість хаотичне використання властивостей призводить до помилок, втрати часу й труднощів при внесенні змін.

Таким чином, тема «Властивості об'єктів» формує уявлення про правильну організацію креслення. Здобувач повинен навчитися працювати з шарами, змінювати властивості об'єктів, застосовувати інструменти ізоляції та завантажувати нові типи ліній. Ці вміння є основою для створення акуратних, зрозумілих і відповідних до стандартів будівельних креслень.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Створити необхідні шари для об'єктів креслення та задати для них параметри (колір, тип і вагу лінії) відповідно до правил оформлення будівельної документації.
2. Розмістити елементи креслення по створених шарах, забезпечивши їх логічну структуру (несучі елементи, огорожувальні конструкції, розміри, текст тощо).
3. Використати палітру «Властивості» для зміни властивостей об'єктів у разі потреби.
4. Перевірити правильність організації креслення за допомогою інструментів ізоляції шарів та об'єктів.
5. Оптимізувати креслення, видаливши зайві шари або об'єкти, а також перевіривши узгодженість властивостей між елементами.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 61–95]; [3, с. 39–56]; [4]; [5]; [6, с. 89–120]; [7, с. 81–118].

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке об'єкт у AutoCAD? Які основні види об'єктів існують?
2. Які властивості об'єкта можна змінювати в AutoCAD?
3. Для чого використовуються шари у кресленні?
4. Як створити новий шар і які параметри можна для нього задати?
5. Що означає призначення кольору та типу лінії «ByLayer»?
6. Як відкрити палітру «Властивості» і для чого вона застосовується?
7. Якими способами можна змінювати властивості об'єктів у кресленні?
8. У чому різниця між ізоляцією шарів і ізоляцією окремих об'єктів?
9. Як завантажити додаткові типи ліній і змінити їх масштаб у кресленні?
10. Яке значення має правильне керування шарами та властивостями об'єктів для оптимізації креслення?

## **Тема 4. Побудова об'єктів**

### **Перелік питань**

1. Поняття простих і складних примітивів у AutoCAD.
2. Команди побудови простих об'єктів (LINE, CIRCLE, ARC, POLYGON, ELLIPSE тощо).
3. Полілінії: створення, властивості, переваги над простими лініями.
4. Команди побудови складних об'єктів (RECTANG, SPLINE, REGION тощо).
5. Мультилінії та стилі мультиліній.
6. Штрихування: принцип роботи, налаштування, редагування.
7. Завантаження та використання додаткових типів штрихування.
8. Організація побудови складних елементів креслення з простих примітивів (практика «збірки вузла»).

## Теоретичні відомості

Основою роботи в AutoCAD є створення геометричних об'єктів, які формують креслення. Всі об'єкти умовно поділяються на прості примітиви (лінія, коло, дуга тощо) та складні об'єкти (полілінії, прямокутники, сплайни, регіони тощо). Уміння правильно обирати та застосовувати команди побудови є першою необхідною навичкою при виконанні будівельних креслень.

До простих примітивів належать найпоширеніші елементи:

- LINE – відрізок, який задається двома точками;
- CIRCLE – коло, яке можна побудувати за центром і радіусом, діаметром, двома або трьома точками;
- ARC – дуга, що створюється різними способами (через 3 точки, центр + радіус + кут тощо);
- POLYGON – правильний багатокутник;
- ELLIPSE – еліпс, який визначається осями.

Ці об'єкти формують основу креслення і застосовуються для створення контурів елементів будівельних конструкцій.

Більш складним, але універсальним об'єктом є полілінія (PLINE). Це послідовність сегментів (прямих і дуг), що сприймається програмою як єдиний об'єкт. Переваги поліліній: можливість легко змінювати товщину окремих сегментів, додавати дуги, редагувати форму в цілому. Полілінії широко використовуються для побудови контурів конструкцій, які потребують подальшого редагування.

До складних об'єктів відносяться:

- RECTANG – прямокутник із можливістю задання фасок, скруглень, товщини;
- SPLINE – гладка крива, що проходить через задані точки;
- REGION – область, яка може утворюватися з поліліній або контурів. Регіони застосовують, коли потрібно отримати замкнуту фігуру для подальших розрахунків площі, маси чи для 3D-моделювання.

Специфічним типом об'єктів є мультілінії (MLINE). Вони складаються з кількох паралельних ліній, які створюються одночасно. Мультілінії іноді зручно використовувати при побудові стін, колон чи інших будівельних елементів. Користувач може налаштувати стилі мультіліній, визначаючи кількість паралельних ліній, відстань між ними, типи й кольори.

Важливою частиною оформлення креслення є штрихування (HATCH). Воно дозволяє виділити певну площу та показати матеріал чи заповнення. Наприклад, штрихування використовується для

позначення перерізів будівельних елементів. Користувач може вибрати тип штрихування (суцільне, сітка, будівельні умовні позначення), масштаб і кут його розташування. Після створення штрихування завжди можна відредагувати – змінити межі, масштаб, кут чи тип.

AutoCAD дозволяє завантажувати додаткові типи штрихувань із зовнішніх бібліотек. Це особливо важливо для будівельних креслень, де часто застосовуються стандартні умовні позначення матеріалів (цегла, бетон, дерево, теплоізоляція). Вміння знаходити та використовувати потрібні штрихування полегшує оформлення й робить креслення відповідним до стандартів.

Створення складних об'єктів зазвичай відбувається шляхом поєднання простих примітивів. Наприклад, вузол дерев'яної ферми може бути змодельований лініями, дугами та прямокутниками, а потім об'єднаний у єдиний контур полілінією чи регіоном. Такий підхід дає змогу послідовно і логічно формувати елементи креслення.

Отже, побудова об'єктів у AutoCAD – це комплекс навичок, які поєднують роботу з простими примітивами, використання більш складних об'єктів (поліліній, регіонів, сплайнів), застосування мультіліній для типових елементів будівель і правильне використання штрихувань.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Побудувати елементи вузлів будівельних конструкцій, використовуючи команди для створення простих примітивів (LINE, CIRCLE, ARC, ELLIPSE, POINT) та складних примітивів (PLINE, RECTANG, POLYGON, SPLINE, REGION).
2. Використовувати полілінії для побудови замкнутих контурів, що забезпечують цілісність геометрії та можливість подальшої роботи з об'єктами.
3. Застосовувати штрихування (HATCH) для позначення матеріалів у вузлах, налаштовуючи типи та масштаби штрихування.
4. Комбінувати прості об'єкти для створення складних елементів вузлів (наприклад, поєднувати лінії, дуги та кола для формування контурів деталей).
5. Перевірити точність побудованих об'єктів за допомогою прив'язок та координат, забезпечивши відповідність заданим розмірам.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 96–135]; [3, с. 57–82]; [4]; [5]; [6, с. 121–185]; [7, с. 119–176].

### **Питання для самоперевірки**

1. Які об'єкти в AutoCAD відносять до простих примітивів?
2. Які способи побудови кола передбачені в AutoCAD?
3. Чим відрізняється полілінія від набору окремих відрізків?
4. Які переваги використання поліліній у кресленні будівельних конструкцій?
5. Які об'єкти відносяться до складних (RECTANG, SPLINE, REGION) і яке їхнє призначення?
6. У чому полягають особливості створення мультиліній та стилів мультиліній?
7. Як створюється та редагується штрихування в AutoCAD?
8. Як завантажити додаткові типи штрихувань і для чого це може знадобитися у будівельних кресленнях?
9. Які параметри штрихування можна змінювати після його створення?
10. Як поєднувати прості примітиви для створення складних елементів креслення (приклад – вузол будівельної конструкції)?

## **Тема 5. Редагування об'єктів**

### **Перелік питань**

1. Способи вибору об'єктів (одиничний, рамкою, Lasso, Fence тощо).
2. Швидкий вибір і циклічний вибір об'єктів.
3. Основні принципи редагування в AutoCAD.
4. Команди переміщення та копіювання (MOVE, COPY).
5. Команди зміни розмірів і форми об'єктів (STRETCH, SCALE, OFFSET).
6. Команди повороту та віддзеркалення (ROTATE, MIRROR).
7. Команди для об'єднання/розділення об'єктів (JOIN, EXPLODE, TRIM, EXTEND).
8. Оптимізація редагування: псевдоніми команд, гарячі клавіші, системні змінні.

### **Теоретичні відомості**

Редагування об'єктів у AutoCAD є так само важливим етапом роботи, як і їх побудова. У процесі створення креслень рідко вдається відразу виконати побудову ідеально – часто виникає потреба змінити розміри, форму, положення чи властивості елементів. Тому інженер

повинен володіти різними інструментами редагування, які дозволяють швидко й точно вносити зміни до креслення.

Перед виконанням будь-яких операцій необхідно навчитися правильно виділяти об'єкти. AutoCAD підтримує кілька способів вибору:

- одиничний вибір мишею;
- рамка (Window, Crossing) – виділення групи об'єктів прямокутною рамкою (звичайною або січною);
- Lasso – довільна крива, яка охоплює об'єкти;
- Fence – лінія, яка «перетинає» потрібні об'єкти.

Знання цих методів дозволяє швидко формувати потрібні набори елементів для редагування.

Додатково передбачено інструменти швидкого вибору (Quick Select) та циклічного вибору. Перший дозволяє створювати складні критерії виділення (наприклад, вибрати всі кола певного діаметра чи всі об'єкти одного шару). Циклічний вибір застосовується у випадках, коли кілька об'єктів накладаються один на одного, і дає змогу послідовно переглянути варіанти вибору.

Редагування в AutoCAD ґрунтується на кількох принципах:

- зміни відбуваються над вибраними об'єктами;
- більшість команд дозволяє попередньо переглянути результат;
- редагування можна скасувати (UNDO) або повторити (REDO);
- існує можливість багаторазового копіювання чи комбінування команд.

До основних інструментів редагування належать команди переміщення та копіювання:

- MOVE – переміщає об'єкти у нове положення;
- COPY – створює копії об'єктів із заданим кроком або за декількома точками.

Для зміни форми та розмірів застосовуються:

- STRETCH – розтягує частини об'єкта при виборі за допомогою «crossing window» (січна рамка);
- SCALE – масштабує об'єкти відносно базової точки (можна задати коефіцієнт чи обрати довжину для пропорційного збільшення/зменшення);
- OFFSET – створює паралельні копії об'єктів на заданій відстані (зручно для стін, осей, контурів).

Для зміни положення об'єктів відносно осей застосовуються:

- ROTATE – обертає об'єкт навколо заданої точки на певний кут;
- MIRROR – створює дзеркальне відображення відносно вибраної осі.

Важливими є команди, які дозволяють об'єднувати або розділяти об'єкти:

- JOIN – з'єднує відрізки або дуги в єдиний об'єкт (полілінію);
- EXPLODE – розбиває складний об'єкт (блок, полілінію) на простіші елементи;
- TRIM – обрізає частини об'єктів за заданими межами;
- EXTEND – подовжує об'єкти до заданої межі.

Ці інструменти особливо корисні під час коригування креслень вузлів будівельних конструкцій, коли потрібно швидко «підчистити» або доробити контур.

Для підвищення швидкості роботи важливо освоїти оптимізацію редагування. У цьому допомагають:

- псевдоніми команд – скорочені назви (наприклад, C замість CIRCLE, L замість LINE), які значно прискорюють введення;
- гарячі клавіші (Ctrl+I – відкрити палітру властивостей, Ctrl+Z – скасувати дію тощо);
- системні змінні, які впливають на поведінку команд (наприклад, MIRRTEXT, ATTREQ, ATTDIA, FILEDIA тощо).

Уміння ефективно користуватися цими інструментами дозволяє студенту значно скоротити час креслення та підвищити якість виконання завдань. Правильне редагування забезпечує акуратність креслення, його відповідність стандартам та зручність подальшої роботи.

Таким чином, тема «Редагування об'єктів» формує практичні навички корегування креслень, які необхідні для побудови точних та оптимізованих вузлів будівельних конструкцій. Без володіння цими інструментами неможливо створити якісне креслення, оскільки редагування є невід'ємною складовою кожного етапу проєктування.

### **Завдання**

У процесі виконання комплексного завдання – побудови елементів вузлів будівельних конструкцій – необхідно:

1. Використати базові операції ERASE, MOVE, COPY, OFFSET, ROTATE, MIRROR для зміни положення, створення копій та формування симетричних елементів.

2. Застосувати інструменти TRIM, EXTEND, LENGTHEN, FILLET для уточнення контурів, редагування довжин і з'єднання елементів.

3. Ознайомитися з командами SCALE, DIVIDE, MEASURE, EXPLODE для масштабування, поділу й розкладання складних об'єктів.

4. Продемонструвати вміння поєднувати кілька команд редагування для створення точних контурів вузлів.

5. Оптимізувати креслення за допомогою раціонального використання редагування замість зайвого перемальовування.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 136–178]; [3, с. 83–106]; [4]; [5]; [6, с. 187–228]; [7, с. 177–216].

### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні способи вибору об'єктів у AutoCAD ви знаєте?
2. У чому полягає різниця між вибором об'єктів рамкою Window та Crossing?
3. Для чого використовується команда Quick Select і коли зручніше застосовувати циклічний вибір?
4. Які загальні принципи редагування об'єктів у AutoCAD?
5. Як працюють команди MOVE та COPY? Наведіть приклади використання.
6. У яких випадках застосовується команда STRETCH, а коли – SCALE?
7. Для чого використовується команда OFFSET і які типові приклади її застосування в будівельних кресленнях?
8. Як виконати поворот об'єкта (ROTATE) і створити його дзеркальну копію (MIRROR)?
9. Яке призначення команд JOIN, EXPLODE, TRIM та EXTEND?
10. Які прийоми оптимізації редагування креслення ви знаєте (псевдоніми команд, гарячі клавіші, системні змінні)?

## **Тема 6. Робота з текстом. Текстові поля**

### **Перелік питань**

1. Однострічковий і багатострічковий текст: створення, редагування.

2. Текстові стилі: створення, редагування, призначення.
3. Типи шрифтів у AutoCAD. Вимоги ДСТУ/ЕСКД до оформлення текстів у кресленнях.
4. Налаштування параметрів тексту (висота, відстань між рядками, вирівнювання).
5. Поля в AutoCAD: поняття та призначення.
6. Зв'язок значень полів із властивостями об'єктів (наприклад, автоматичне виведення площі, довжини, координат).
7. Оновлення та редагування полів у кресленні.

### **Теоретичні відомості**

У будь-якому інженерному кресленні, крім графічної інформації, присутні текстові елементи. Це можуть бути підписи до об'єктів, технічні вимоги, примітки, розшифровки умовних позначень, експлікації та інші пояснювальні дані. Тому вміння працювати з текстом у AutoCAD є важливим для правильного оформлення будівельних креслень.

У програмі передбачено два основні способи створення тексту: однострічковий (TEXT) і багатострічковий (MTEXT).

Однострічковий текст застосовується для коротких написів (позначення, маркування тощо). Він створюється як окремі незалежні об'єкти. Перевага полягає в простоті, але недоліком є те, що редагування довгих текстів ускладнюється.

Багатострічковий текст призначений для розміщення більших обсягів інформації: технічних умов, приміток, заголовків. При його створенні відкривається спеціальне вікно редактора з багатьма можливостями форматування (шрифти, відступи, списки, вставка символів). У кресленнях зазвичай рекомендують використовувати саме багатострічковий текст, оскільки він гнучкіший і легший у подальшому редагуванні.

Для уніфікації зовнішнього вигляду написів застосовуються текстові стилі (Text Styles). Кожний стиль визначає шрифт, висоту символів, кут нахилу, ширину знака. Користувач може створювати й редагувати власні стилі, призначати їх окремим написам або встановлювати як стандартні для креслення. Використання текстових стилів дозволяє швидко змінювати форматування всіх текстів у проєкті, що особливо важливо для колективної роботи.

У AutoCAD підтримуються різні типи шрифтів: системні TrueType (наприклад, Arial, Arial Narrow, ISOCEUR) та спеціальні шрифти формату SHX, оптимізовані для креслень. При цьому варто

враховувати вимоги ДСТУ та ЄСКД: рекомендується використовувати прості креслярські шрифти без декоративних елементів, які забезпечують чітке відображення на папері. Стандарти регламентують висоту шрифтів (наприклад, 2,5; 3,5; 5 мм), товщину ліній, нахил та відстань між рядками.

Користувач може налаштувати різні параметри тексту: висоту символів, міжрядковий інтервал, вирівнювання відносно заданої точки. Важливо дотримуватися однакових налаштувань у межах усього креслення для досягнення цілісності оформлення.

Особливе значення у кресленнях мають поля (Fields). Це спеціальні текстові об'єкти, значення яких пов'язане з властивостями інших елементів креслення або системними даними. Наприклад, у полі може автоматично відображатися площа контуру, довжина відрізка, координати точки чи дата створення креслення. Перевага полів у тому, що вони оновлюються автоматично при зміні пов'язаних об'єктів. Таким чином, креслення завжди містить актуальну інформацію без додаткового ручного редагування.

Зв'язок полів із властивостями об'єктів дозволяє значно автоматизувати оформлення. Наприклад, при нанесенні експлікації приміщень площа кімнати може виводитися безпосередньо з властивостей полілінії, що її окреслює. При зміні геометрії площа автоматично перераховується. Це знижує кількість помилок і підвищує ефективність роботи.

Редагування полів виконується так само, як редагування тексту, але користувач повинен знати, що такі написи мають особливий синтаксис і джерело даних. Для оновлення інформації використовується команда UPDATEFIELD або автоматичне оновлення при відкритті креслення.

Таким чином, робота з текстом в AutoCAD охоплює створення різних типів написів, застосування текстових стилів, використання відповідних шрифтів, налаштування параметрів відображення та застосування полів для автоматизації креслень. Опанування цих інструментів дозволяє правильно оформлювати креслення відповідно до стандартів, уникати дублювання роботи й забезпечувати актуальність даних у кресленні.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Створити однострічкові та багатострічкові текстові об'єкти, використовуючи різні методи введення.

2. Застосувати текстові стилі для уніфікації написів та забезпечення відповідності стандартам оформлення креслень.

3. Налаштувати основні параметри тексту: висоту, вирівнювання, міжрядковий інтервал.

4. Створити одне або кілька текстових полів, пов'язаних із властивостями об'єктів креслення (наприклад, автоматичний вивід площі, довжини, координат).

5. Перевірити автоматичне оновлення полів після внесення змін до відповідних об'єктів креслення.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 179–210]; [3, с. 107–128]; [4]; [5]; [6, с. 229–272]; [7, с. 217–260].

### **Питання для самоперевірки**

1. У чому відмінність між однострічковим та багатострічковим текстом у AutoCAD?

2. Які можливості надає редактор багатострічкового тексту (MTEXT)?

3. Що таке текстові стилі та які параметри вони визначають?

4. Як створити новий текстовий стиль і застосувати його до написів у кресленні?

5. Які типи шрифтів підтримує AutoCAD і які з них рекомендується використовувати згідно з ДСТУ/ЄСКД?

6. Які стандартні розміри висоти шрифтів застосовуються у кресленнях?

7. Як налаштовуються параметри тексту: висота, міжрядковий інтервал, вирівнювання?

8. Що таке «поле» (Field) у AutoCAD і для чого воно використовується?

9. Наведіть приклади властивостей об'єктів, які можна автоматично вивести за допомогою полів.

10. Як виконується оновлення та редагування текстових полів у кресленні?

## **Тема 7. Нанесення розмірів. Розмірні стилі**

### **Перелік питань**

1. Призначення розмірів у кресленні. Стандарти ЄСКД/ДСТУ щодо нанесення розмірів.

2. Створення та редагування розмірних стилів.
3. Нанесення та редагування різних типів розмірів (лінійні, кутові, радіуси, діаметри).
4. Стилї виносок і їх налаштування.
5. Властивості та параметри розмірів (точність, текст, лінії, засічки, стрілочки).
6. Інструменти редагування розмірів.
7. Оптимізація оформлення креслень за допомогою розмірних стилів.

### **Теоретичні відомості**

Нанесення розмірів є невід'ємною частиною будь-якого інженерного креслення. Навіть найточніше виконані геометричні побудови не матимуть цінності без правильно оформлених розмірів, які дозволяють виготовити чи збудувати об'єкт. В AutoCAD інструменти для нанесення розмірів реалізовані з урахуванням вимог ЄСКД та ДСТУ, тому користувач повинен оформляти креслення відповідно до стандартів.

Основне призначення розмірів полягає в тому, щоб передати точні параметри об'єктів: довжину відрізків, координати точок, кути, радіуси та діаметри. Автоматизовані інструменти AutoCAD дозволяють отримувати значення безпосередньо з побудованих об'єктів, що мінімізує ризик помилок.

Для уніфікації зовнішнього вигляду розмірів у кресленні використовуються розмірні стилі (Dimension Styles). Стилї визначає всі параметри відображення:

- формат числових значень (точність, роздільник);
- вигляд тексту (шрифт, висота, розташування);
- тип і вигляд розмірних маркерів (засічок, стрілочок);
- відстані виносних ліній;
- масштаб розмірів.

Завдяки використанню стилів можна швидко забезпечити однакове оформлення розмірів у всьому кресленні. Рекомендується створити власний стилї відповідно до вимог стандарту, а потім використовувати його для всіх розмірів.

AutoCAD підтримує нанесення та редагування різних типів розмірів:

- лінійні (горизонтальні, вертикальні, паралельні);
- кутові (між двома лініями чи трьома точками);
- радіуси та діаметри (для кіл і дуг);

– координатні (показують положення точок відносно системи координат).

На рис. 1 показані основні типи розмірів на кресленні:

- 1 – лінійний;
- 2 – паралельний;
- 3 – кутовий розмір;
- 4 – розмірний ланцюжок;
- 5 – розміри від спільної бази;
- 6 – радіус;
- 7 – діаметр;
- 8 – довжина дуги.

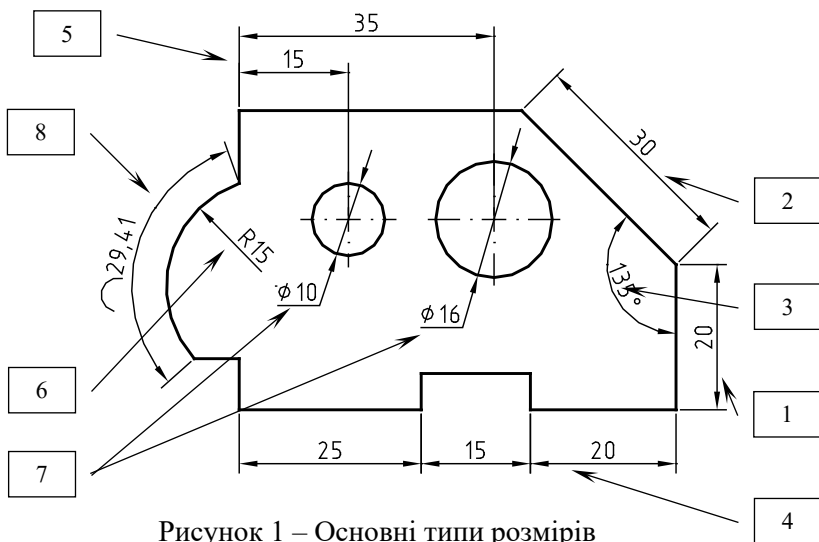


Рисунок 1 – Основні типи розмірів

Кожний тип розміру має власні опції та може бути редагований після створення: зміна базової точки, переміщення виносних ліній, додавання текстових пояснень.

Крім розмірів, важливу роль відіграють виноски (Leaders). Вони використовуються для нанесення приміток і пояснень до елементів креслення. AutoCAD дозволяє створювати різні стилі виносок: зі стрілкою (точкою чи засічкою), з полицею, з текстовим блоком чи без нього. Налаштування стилів виносок, як і розмірів, допомагає витримати однаковий стиль оформлення креслення.

Користувач має можливість змінювати властивості розмірів. До них належать: точність відображення чисел, спосіб відображення нулів,

вигляд і розташування розмірного тексту, параметри розмірних і виносних ліній, вид розмірних маркерів (засічки, стрілки). Наприклад, для архітектурно-будівельних креслень встановлюють відображення розмірів у міліметрах без десяткових знаків: для лінійних розмірів – із засічками, для інших типів – зі стрілочками.

Редагування розмірів може виконуватися різними способами: безпосередньо через ручки об'єкта (перетягуванням тексту чи ліній), через палітру властивостей, або за допомогою команди DIMEDIT. Це дозволяє гнучко змінювати оформлення навіть після створення розмірів.

Для великих креслень важливою є оптимізація нанесення розмірів. Вона досягається за рахунок використання стилів і правильного налаштування параметрів масштабу. Якщо креслення містить кілька видів у різних масштабах, у параметрах розмірного стилю потрібно окремо налаштувати масштаб розмірних елементів і масштаб вимірювання.

Таким чином, тема «Нанесення розмірів» формує вміння правильно оформлювати креслення згідно зі стандартами. Використання стилів, робота з різними типами розмірів та виносів, редагування властивостей і оптимізація процесу забезпечують якість та професійний рівень креслень.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Створити необхідну кількість розмірних стилів відповідно до вимог ДСТУ/ЕСКД.
2. Використати їх для нанесення всіх необхідних розмірів елементів вузлів будівельних конструкцій:
  - лінійних (паралельних та ортогональних);
  - кутових;
  - діаметрів і радіусів.
3. Додатково застосувати виноски для позначення окремих конструктивних елементів.
4. Відпрацювати редагування розмірів та виносів, у тому числі зміни тексту, положення та властивостей елементів.
5. Продемонструвати вміння контролювати відображення розмірів у кресленні (масштаб, точність, шрифт, засічки, стрілочки).

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 211–250]; [3, с. 129–152]; [4]; [5]; [6, с. 273–320]; [7, с. 261–310].

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке основне призначення розмірів у кресленні?
2. Які вимоги ЄСКД/ДСТУ потрібно враховувати при нанесенні розмірів?
3. Для чого використовуються розмірні стилі та які їх основні параметри?
4. Як створити та застосувати новий розмірний стиль у AutoCAD?
5. Які типи розмірів можна наносити в AutoCAD? Наведіть приклади.
6. У чому полягає різниця між лінійним, кутовим та координатним розміром?
7. Яке призначення виносок (Leaders) та які існують стилі виносок?
8. Як змінюються властивості розмірів (точність, текст, маркери, масштаб)?
9. Які способи редагування розмірів у кресленні ви знаєте?
10. Як забезпечити правильне відображення розмірів у кресленнях з різними масштабами видів?

### **Тема 8. Оптимізація креслень за допомогою блоків, динамічних блоків та блоків з атрибутами**

#### **Перелік питань**

1. Поняття блоку в AutoCAD.
2. Створення та вставка блоків у креслення.
3. Редагування блоків.
4. Атрибути блоків: створення, редагування, експорт/імпорт у файл.
5. Динамічні блоки: параметри, операції, залежності.
6. Використання редактора блоків.
7. Створення та використання бібліотек блоків.
8. Палітра інструментів і Центр управління AutoCAD для роботи з блоками.
9. Очищення креслення від зайвих іменованих об'єктів (PURGE).

## Теоретичні відомості

У складних будівельних кресленнях часто зустрічаються елементи, що повторюються багаторазово: умовні позначення вікон, дверей, сантехніки, меблів, болтових з'єднань, маркувальні знаки тощо. Створювати їх щоразу вручну – трудомістке та нерациональне завдання. Для вирішення цієї проблеми в AutoCAD використовується механізм блоків, який дозволяє суттєво скоротити час роботи та підвищити точність оформлення.

Блок в AutoCAD – це об'єкт, що об'єднує в собі кілька елементарних примітивів (лінії, дуги, текст тощо) в одну єдину сутність. При вставці блоку до креслення зберігається його цілісність, а редагування оригінального визначення автоматично оновлює всі його екземпляри у файлі. Це забезпечує однотипність та узгодженість креслень.

Створення блоків виконується командою BLOCK або WBLOCK. Після задання базової точки та вибору об'єктів формується визначення блоку, яке можна вставляти у креслення будь-яку кількість разів. Вставка блоку супроводжується вказуванням масштабу, кута повороту та шару, що дозволяє адаптувати його під конкретні умови.

Редагування блоків відбувається за допомогою Редактора блоків (Block Editor). У ньому користувач може додавати або вилучати елементи, змінювати геометрію, а також застосовувати параметри та залежності для створення динамічних блоків.

Динамічні блоки – це розширена форма звичайних блоків, що дозволяє додавати до них гнучкі можливості: зміна розмірів, вибір варіантів форми, керування видимістю окремих елементів, повторюваність. Наприклад, замість створення кількох блоків для дверей різної ширини, можна створити один динамічний блок і керувати його параметрами під час вставки.

Особливу роль у кресленнях відіграють блоки з атрибутами. Атрибут – це текстове поле, яке зберігає додаткову інформацію про блок (наприклад, маркування, виробника, розмір тощо). При створенні блоків з атрибутами користувач визначає набір полів, що вводяться під час вставки. Ці дані згодом можна редагувати, експортувати у таблиці або у формат CSV/Excel. Це робить блоки з атрибутами зручним інструментом для створення експлікацій та специфікацій елементів.

Для організації роботи з блоками AutoCAD пропонує бібліотеки блоків. Користувач може зберігати типові блоки у зовнішніх файлах, групувати їх у палітрах інструментів або Центрі управління AutoCAD.

Це полегшує повторне використання стандартних елементів і забезпечує єдиний стиль оформлення проєктної документації.

Під час активної роботи над кресленням у ньому накопичується велика кількість невикористаних визначень блоків, шарів, стилів та інших іменованих об'єктів. Для очищення креслення застосовується команда PURGE, яка дозволяє видаляти зайві компоненти та зменшувати розмір файлу.

Таким чином, використання блоків, динамічних блоків і блоків з атрибутами є ефективним способом оптимізації креслень. Вони дозволяють автоматизувати рутинні операції, підвищити швидкість виконання завдань, забезпечити однаковість оформлення і створювати інтерактивні зв'язки між графічними об'єктами та даними.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Створити блоки з атрибутами для оформлення та оптимізації креслень:

– основний напис креслення за формою Г.1 (ДСТУ 9243.4:2023) з атрибутами для заповнення (дисципліна, назва креслення, аркуш, прізвище виконавця тощо);

– умовні позначення дверей та вікон – блок із атрибутами (тип елемента, марка);

– марка конструктивного елемента (колона, балка) – блок із атрибутом, що може автоматично зчитуватися у специфікацію.

2. Вставити створені блоки у креслення та перевірити правильність їх роботи (заповнення та редагування атрибутів, відображення в кресленні).

3. Використати інструменти редагування блоків для оптимізації їх властивостей (зміна параметрів, оновлення атрибутів).

4. Виконати експорт атрибутів у таблицю AutoCAD або у файл MS Excel та перевірити коректність переданих даних.

5. Продемонструвати, як створені блоки сприяють уніфікації оформлення та автоматизації підготовки специфікацій.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 251–298]; [3, с. 153–176]; [4]; [5]; [6, с. 321–378]; [7, с. 311–370].

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке блок у AutoCAD і які його переваги порівняно зі звичайними об'єктами?

2. Якими командами створюють блоки у AutoCAD? У чому відмінність між BLOCK і WBLOCK?
3. Які параметри можна задати при вставці блоку у креслення?
4. Як виконати редагування існуючого блоку та які інструменти для цього застосовуються?
5. Що таке динамічний блок і які можливості він надає?
6. Які параметри та операції можна додавати у динамічний блок? Наведіть приклади.
7. Що таке атрибут блоку і для чого він використовується у кресленнях?
8. Як виконати експорт/імпорт атрибутів блоків у зовнішній файл (наприклад, CSV/Excel)?
9. Які способи існують для організації бібліотек блоків у AutoCAD?
10. Яка команда використовується для очищення креслення від зайвих іменованих об'єктів і яка її користь?

## **Тема 9. Оформлення креслень за допомогою анотативних об'єктів**

### **Перелік питань**

1. Поняття анотативності в AutoCAD.
2. Типи анотативних об'єктів (текст, розміри, блоки, штрихування).
3. Масштабування анотацій: принцип роботи й налаштування.
4. Управління видимістю анотативних об'єктів.
5. Використання анотативних стилів тексту та розмірів.
6. Використання анотативних блоків.
7. Додавання властивостей анотативності існуючим об'єктам.

### **Теоретичні відомості**

В AutoCAD важливим етапом створення професійної документації є оформлення креслень. Однією з ключових технологій, яка дозволяє зробити це якісно й ефективно, є анотативність. Анотативні об'єкти забезпечують правильне відображення текстів, розмірів, блоків та інших пояснювальних елементів незалежно від масштабу креслення.

Анотативність – це властивість об'єктів AutoCAD автоматично змінювати свій розмір і відображення залежно від масштабу виду. Це

дозволяє уникнути дублювання текстів чи розмірів у різних масштабах і значно спрощує оформлення креслень. Наприклад, один і той самий текстовий напис буде правильно відображатися як на загальному плані будівлі, так і на деталізованому фрагменті вузла.

До анотативних об'єктів у AutoCAD належать:

- текст (однострічковий і багатострічковий);
- розміри;
- виносні написи;
- блоки;
- штрихування.

Кожен із цих об'єктів може бути створений із властивістю «анотативний», що дозволяє керувати його масштабуванням і видимістю.

Принцип роботи анотативності базується на зв'язку об'єкта з масштабом анотації. Користувач може встановити один або кілька масштабів для об'єкта, і тоді він відображатиметься лише в тих видових екранах, де масштаб збігається. Наприклад, текст із висотою 2,5 мм завжди буде мати цю висоту на друкованому аркуші, незалежно від масштабу виду (1:50, 1:100 чи 1:200). Це гарантує єдиний стиль оформлення та правильність читання креслень.

AutoCAD надає інструменти керування відображенням анотативних об'єктів. Користувач може визначити, чи відображатиметься об'єкт у всіх масштабах, чи лише у вибраних. Це зручно, наприклад, коли на загальному плані потрібна лише основна інформація, а на деталях – додаткові пояснення.

Анотативність тісно пов'язана зі стилями. Текстові стилі та розмірні стилі можуть бути визначені як анотативні, завдяки чому всі об'єкти, створені з цими стилями, автоматично підпорядковуються правилам масштабування. Це забезпечує стандартизоване оформлення та виключає необхідність вручну переробляти написи чи розміри під кожен масштаб креслення.

Особливу роль відіграють анотативні блоки. Це блоки, які змінюють свій розмір залежно від масштабу анотації. Вони застосовуються для умовних графічних позначень: марок колон, дверей, вікон, обладнання тощо. Завдяки анотативності, блоки залишаються зручними для використання і в загальних планах, і в деталях.

У будь-який момент можна надати вже створеному об'єкту властивість анотативності. Для цього достатньо змінити його параметри у вікні властивостей і призначити потрібні масштаби. Це

дозволяє швидко адаптувати вже готове креслення до вимог оформлення без повного його перероблення.

Використання анотативних об'єктів є одним із найважливіших інструментів оформлення креслень у AutoCAD. Вони дозволяють створювати креслення, які однаково добре читаються у будь-якому масштабі, забезпечують відповідність стандартам та значно економлять час проєктувальника.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Створити анотативні стилі:
  - розмірні стилі для лінійних і кутових розмірів;
  - текстові стилі для написів і приміток;
  - стилі мультивиносок для позначень та маркувань конструктивних елементів.
2. Призначити створені стилі на вузлах будівельних конструкцій.
3. Перевірити відображення анотативних об'єктів у різних масштабах у просторі моделі та у видових екранах простору листа.
4. Продемонструвати автоматичну зміну висоти анотацій при зміні масштабу.
5. Відпрацювати керування видимістю анотативних об'єктів у залежності від вибраного масштабу.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 299–330]; [3, с. 177–192]; [4]; [5]; [6, с. 379–410]; [7, с. 371–402].

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке анотативність у AutoCAD і яке її основне призначення?
2. Які об'єкти в AutoCAD можуть бути анотативними?
3. Як працює механізм масштабування анотацій?
4. Чим відрізняється анотативний текст від звичайного?
5. Як створити анотативний розмірний стиль і застосувати його у кресленні?
6. Які переваги використання анотативних блоків у будівельних кресленнях?
7. Як можна керувати видимістю анотативних об'єктів у різних масштабах?
8. Яким чином надати анотативність уже існуючому об'єкту?

9. Які можливі проблеми виникають при використанні анотативних об'єктів і як їх уникнути?

10. Чому використання анотативних об'єктів є важливим для правильного оформлення креслень згідно з ДСТУ/ЄСКД?

## **Тема 10. Таблиці. Створення інтерактивних експлікацій та специфікацій елементів проєкту**

### **Перелік питань**

1. Створення й редагування таблиць у AutoCAD.
2. Стили таблиць і керування їх властивостями.
3. Використання формул та обчислень у таблицях.
4. Поля даних у таблицях: автоматичне оновлення значень.
5. Зв'язок таблиць із MS Excel (імпорт та експорт).
6. Використання даних з об'єктів креслення (довжина, площа, периметр, масо-інерційні характеристики).
7. Зчитування значень атрибутів блоків.
8. Створення експлікацій приміщень.
9. Створення специфікацій будівельних конструкцій та виробів.

### **Теоретичні відомості**

У процесі створення будівельних креслень важливе значення має не лише зображення конструкцій, а й надання супровідної інформації у вигляді таблиць. В AutoCAD реалізовано широкі можливості роботи з таблицями, які дозволяють створювати експлікації приміщень, специфікації будівельних виробів та конструктивних елементів, а також формувати звіти на основі даних, пов'язаних із графічними об'єктами. Таблиця в AutoCAD є окремим об'єктом, який можна створювати безпосередньо у кресленні або імпортувати з програми MS Excel. Створення таблиці виконується командою TABLE, після чого користувач має можливість задати кількість рядків і стовпців, вибрати стиль таблиці та визначити початкові параметри. Стиль таблиці контролює зовнішній вигляд: шрифти, висоту тексту, колір і товщину ліній, вирівнювання даних у комірках. Щоб забезпечити однакове оформлення креслень, доцільно використовувати попередньо підготовлені стилі таблиць, які відповідають стандартам ДСТУ та прийнятим у проєктній організації правилам.

У таблицях AutoCAD можна виконувати базові обчислення за допомогою формул. Наприклад, користувач може підсумувати площі приміщень, розрахувати загальну довжину арматурних стрижнів або визначити масу конструкцій. Для цього використовується функціонал, подібний до електронних таблиць, що дозволяє істотно підвищити ефективність підготовки проєктної документації в AutoCAD.

Ще одним важливим інструментом є використання полів даних. Поля забезпечують автоматичне оновлення значень у таблиці при зміні властивостей об'єктів креслення. Наприклад, площа приміщення, довжина відрізка або радіус кола можуть виводитися у таблицю у вигляді поля, яке при будь-якій модифікації об'єкта автоматично оновлюється. Це дозволяє уникати помилок і підтримувати актуальність даних у проєкті.

Важливою є інтеграція AutoCAD з MS Excel. Таблиці можна імпортувати з Excel у креслення, при цьому зберігається зв'язок із вихідним файлом. У разі зміни даних в Excel таблиця в AutoCAD оновлюється автоматично. Зворотній процес – експорт даних у Excel – дозволяє передавати інформацію для подальшої обробки, складання кошторисів чи аналітичних звітів. Таким чином, забезпечується двостороння інтеграція, що значно спрощує роботу проєктувальника.

Окрему увагу слід приділити використанню даних з об'єктів креслення та атрибутів блоків. Наприклад, при проєктуванні будівлі кожне приміщення можна представити блоком із атрибутами (назва, номер, площа), після чого виконати зчитування цих значень та сформувати експлікацію приміщень. Аналогічно для елементів металоконструкцій, збірних залізобетонних виробів або обладнання можна створити блоки з атрибутами і сформувати на їх основі специфікацію. Це дозволяє автоматизувати підготовку документації, уникнути дублювання роботи та підвищити точність.

Таким чином, робота з таблицями в AutoCAD є ключовим інструментом оформлення проєктної документації. Вона дозволяє організувати дані, інтегрувати їх з іншими програмними комплексами, автоматизувати підрахунки і забезпечити відповідність стандартам.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно створити специфікацію елементів вузлів будівельних конструкцій. Для цього потрібно:

1. Оформити таблицю з використанням стилю таблиці (налаштувати шрифти, вирівнювання тексту, товщину ліній).

2. Застосувати поля даних або формули для автоматичного підрахунку кількості елементів та підсумувати їх основні параметри.
3. Виконати експорт таблиці у формат MS Excel для подальшої обробки та перевірки результатів.
4. Перевірити автоматичне оновлення даних у таблиці після зміни властивостей об'єктів креслення.
5. Продемонструвати переваги інтеграції таблиць AutoCAD з Excel у проектній діяльності.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 331–372]; [3, с. 193–214]; [4]; [5]; [6, с. 411–450]; [7, с. 403–442].

### **Питання для самоперевірки**

1. Яким чином у AutoCAD створюється таблиця і які параметри задаються при її побудові?
2. Для чого використовуються стилі таблиць і які їх основні властивості можна налаштувати?
3. Як виконати редагування вмісту таблиці безпосередньо у кресленні?
4. Які типи формул можна застосовувати в таблицях AutoCAD і для чого вони використовуються?
5. Що таке поля даних у таблицях і як забезпечується їх автоматичне оновлення?
6. Як виконується імпорт таблиці з MS Excel у креслення AutoCAD та які переваги має такий метод?
7. Як здійснюється експорт таблиці з AutoCAD до Excel і для чого це може бути корисним?
8. Які дані з об'єктів креслення можна автоматично зчитати та відобразити у таблиці?
9. Як використовуються атрибути блоків для формування експлікацій і специфікацій?
10. Чому використання таблиць у кресленнях вважається важливим інструментом для оформлення будівельних проектів?

## **Тема 11. Підготовка креслень до друку з простору моделі та простору листа. Публікація креслень**

### **Перелік питань**

1. Простір моделі та простір листа: відмінності та призначення.

2. Видові екрани: створення, масштабування, блокування.
3. Робота з шарами у видових екранах.
4. Особливості нанесення та відображення розмірів у моделі й на листі.
5. Параметри друку креслення (формат аркуша, масштаб, область друку).
6. Диспетчер параметрів листів.
7. Друк креслень із простору моделі та листа.
8. Створення підшивок креслень.
9. Публікація креслень у PDF та інші формати.

### **Теоретичні відомості**

У процесі роботи в AutoCAD побудова геометрії та нанесення розмірів є лише проміжним етапом. Завершальним кроком завжди виступає підготовка креслень до друку й формування вихідних файлів для подальшого їх використання під час узгодження з замовником, виготовлення конструкцій, виконання будівельно-монтажних робіт тощо. Для цього необхідно розуміти принципи організації простору в AutoCAD, інструменти створення видів і параметри друку.

AutoCAD має два основних середовища: простір моделі (Model Space) та простір листа (Layout Space). У просторі моделі завжди виконується побудова всіх об'єктів у натуральну величину (масштаб 1:1). Простір листа використовується для організації друкованого вигляду креслення, де задаються рамки, штампи, масштаби видів і виконується розташування креслень на аркушах. Це дає можливість підготувати одну модель для кількох форматів друку.

У просторі листа важливу роль відіграють видові екрани (Viewports). Вони дозволяють «заглядати» у простір моделі з різними масштабами та точками огляду. Користувач може створювати кілька видових екранів на одному аркуші, задавати для кожного власний масштаб і блокувати його, щоб уникнути випадкової зміни. Для кожного екрану можна керувати видимістю шарів, що зручно для підготовки різних планів та деталей на одному аркуші.

Особливу увагу потрібно приділити роботі з розмірами. Якщо всі розміри нанесені у моделі, вони автоматично масштабуються при відображенні у видових екранах. Проте при використанні простору листа, як правило, застосовують анотативні розміри, які відображаються однаково незалежно від масштабу виду. Це дозволяє уникнути дублювання та спрощує оформлення.

Ключовим етапом підготовки креслення до друку є налаштування параметрів друку. У діалоговому вікні «Друк» користувач задає: пристрій або формат виводу (принтер, PDF-плотер), розмір аркуша, масштаб друку, орієнтацію, область виводу (весь аркуш, межі креслення або вибрана частина). Для спрощення роботи використовується Диспетчер параметрів листів (Page Setup Manager), де можна зберігати різні варіанти налаштувань і застосовувати їх до кількох креслень.

Для багатосторінкових проєктів застосовується інструмент підшивка креслень (Sheet Set Manager). Він дозволяє організовувати комплект документації, автоматично підписувати аркуші, формувати зміст і забезпечувати зручне керування проєктом. Це особливо актуально для будівельних проєктів, де кількість креслень може сягати десятків і сотень аркушів.

Крім друку на папері, AutoCAD підтримує публікацію креслень у різні формати електронних документів: PDF, DWF, DWG. Найбільш поширеним є PDF, що забезпечує сумісність із будь-якими пристроями та можливість швидкого обміну проектною документацією. Під час публікації можна задавати параметри якості, об'єднувати кілька креслень у багатосторінковий документ та зберігати шари для подальшого використання.

Отже, підготовка креслень до друку є важливим етапом завершення проектної роботи. Уміння працювати з простором листа, видовими екранами та параметрами друку дозволяє отримувати професійну документацію, що відповідає стандартам і зручна як у паперовому, так і в електронному вигляді.

### **Завдання**

У комплексному завданні необхідно підготувати вузли будівельних конструкцій до друку з простору моделі та простору листа. Для цього потрібно:

1. Налаштувати формат аркуша, масштаб і область друку.
2. Створити видові екрани у просторі листа, задати для них відповідні масштаби та виконати блокування.
3. Перевірити правильність відображення шарів у різних видових екранах.
4. Забезпечити коректне відображення розмірів і текстових об'єктів.
5. Використати диспетчер параметрів листів для збереження налаштувань друку.

6. Виконати друк креслень як з простору моделі, так і з простору листа.
7. Підготувати креслення до публікації у форматі PDF.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 373–420]; [3, с. 215–238]; [4]; [5]; [6, с. 451–510]; [7, с. 443–502].

### **Питання для самоперевірки**

1. У чому полягає різниця між простором моделі та простором листа в AutoCAD?
2. Для чого використовуються видові екрани (Viewports) і які параметри можна в них налаштувати?
3. Як здійснити масштабування та блокування видових екранів?
4. Яким чином можна керувати видимістю шарів у різних видових екранах?
5. У чому полягає різниця між нанесенням розмірів у моделі та у просторі листа?
6. Які параметри друку задаються у діалоговому вікні «Друк»?
7. Яке призначення диспетчера параметрів листів (Page Setup Manager) і які його переваги?
8. Як здійснюється друк креслень із простору моделі та простору листа?
9. Що таке підшивка креслень (Sheet Set Manager) і які можливості вона надає?
10. Які формати підтримує AutoCAD для публікації креслень та які переваги має формат PDF?

## **Тема 12. Підготовка та експорт розрахункових схем будівельних конструкцій до програмних комплексів Ліра-САПР, Мономах-САПР та Сапфір 3D**

### **Перелік питань**

1. Принципи побудови розрахункових схем у AutoCAD.
2. Вимоги до геометрії об'єктів (замкненість контурів, точність побудови, відсутність дубльованих елементів).
3. Використання шарів і їх параметрів для структуризації схеми.

4. Робота з об'єктами, що підлягають експорту (лінії, осі, вузли, конструктивні елементи).
5. Підготовка креслення до експорту (перевірка, очищення, оптимізація).
6. Експорт до Ліра-САПР, Мономах-САПР, Сапфір 3D.
7. Перевірка коректності імпортованих даних у програмних комплексах.

### **Теоретичні відомості**

Одним із ключових етапів проектування будівельних конструкцій є виконання розрахунків міцності, стійкості та деформативності елементів. Для цього застосовуються спеціалізовані програмні комплекси, зокрема Ліра-САПР, Мономах-САПР та Сапфір 3D, які дозволяють створювати розрахункові моделі та проводити інженерні обчислення. AutoCAD, як система автоматизованого проектування, використовується на підготовчому етапі для формування креслень і розрахункових схем, які згодом експортуються до цих програмних комплексів.

Першим важливим моментом є розуміння принципів побудови розрахункової схеми. На відміну від креслення, яке відображає геометрію об'єкта у повному вигляді, розрахункова схема представляє його у спрощеній формі – у вигляді осей, вузлів, ліній і поверхонь, що відповідають елементам конструкції. Точність і правильність цієї схеми визначає якість майбутніх розрахунків.

До геометрії об'єктів, що підлягають експорту, висуваються особливі вимоги. Усі контури повинні бути замкненими, відсутніми мають бути дубльовані чи непотрібні лінії, а також об'єкти, що не несуть інформаційного навантаження. Неточності при побудові (наприклад, невеликі розриви між лініями, перетини, накладання) призводять до помилок при імпорті в розрахункові комплекси. Тому на підготовчому етапі необхідно виконати перевірку точності побудови та очистити креслення від зайвих елементів.

Структуризація креслення виконується за допомогою шарів. Для різних типів об'єктів (осі, стіни, колони, плити, балки) створюються окремі шари з відповідними параметрами – кольором, типом лінії, товщиною. Це полегшує роботу при експорті та дозволяє системі коректно інтерпретувати дані. Крім того, використання шарів допомагає швидко вмикати або вимикати видимість певних елементів, що зручно під час перевірки схеми.

Особливу увагу слід приділити об'єктам, які безпосередньо беруть участь у формуванні розрахункової моделі. Це лінії, що відповідають стержневим елементам (балки, колони, ферми), вузли як точки перетину цих елементів, а також площинні об'єкти (наприклад, контури плит). Важливо, щоб геометрія цих елементів була точною, а їх зв'язки між собою – коректно визначеними.

Перед експортом креслення необхідно виконати ряд підготовчих операцій. По-перше, перевірити, чи всі об'єкти знаходяться у правильних шарах. По-друге, видалити допоміжні елементи побудови, текстові та розмірні об'єкти, які не мають значення для розрахункової схеми. По-третє, оптимізувати креслення за допомогою інструментів очищення (PURGE, OVERKILL), що дозволяють прибрати дублікати ліній, об'єднати відрізки та зменшити кількість непотрібних даних.

Експорт до розрахункових комплексів здійснюється через відповідні формати обміну даними (наприклад, DXF, \*.dxf). AutoCAD дозволяє вибирати, які об'єкти потраплять до файлу експорту, що дає змогу передати лише потрібну інформацію. При відкритті такого файлу в Ліра-САПР, Мономах-САПР чи Сапфір 3D відбувається імпортування даних, після чого користувач виконує їх додаткове налаштування.

Завершальним етапом є перевірка коректності імпортованих даних. У розрахунковому комплексі слід переконатися, що всі елементи зчиталися правильно, відсутні «висячі» вузли чи лінії, а матеріали та навантаження можуть бути коректно призначені. Лише після цього розрахункова модель вважається готовою до подальших обчислень.

Креслення в AutoCAD створюється за допомогою графічних об'єктів таких як: відрізки, полілінії, кола, дуги, сплайни тощо. Розрахункові програмні комплекси дозволяють імпортувати і перетворити в елементи розрахункової схеми лише наступні графічні об'єкти AutoCAD: відрізки (LINE), полілінії (PLINE; 3DPOLY), що складаються з прямолінійних сегментів, тривимірні грані (3DFACE), тривимірні багатокутні сітки без поверхні згладжування та багатогранні сітки (MESH), таблиця 1.

Таблиця 1 – Представлення конструктивних елементів у DXF-файлі

Конструктивний елемент	Представлення в DXF	Об'єкт DXF	Шар DXF	Приклад параметрів
Координатна вісь	Вісь на плані поверху	LINE	AXES	–

Колона	Центр або контур поперечного перерізу в плані	POINT або POLYLINE	COLUMNS	(SEC-RC_RECT), (SEC-RC_BOX B-800 B1-140 H-900 H1-180)
Балка	Центральна вісь	LINE	BEAMS	(SEC-RC_T2)
Паля	Центр або контур поперечного перерізу в плані	POINT або POLYLINE	PILES	(SEC-RC_RING), (SEC-RC_RECT D-800)
Стіна	Проекція середньої площини в плані	LINE	WALLS	(H-250)
Плита перекриття	Контур середньої площини	POLYLINE	SLABS	(H-200 LOAD-1 P1-250)
Фундамент на плита	Контур середньої площини	POLYLINE	FOUNDATION SLABS	(H-800 LOAD-2 P1-450)
Отвір в плиті перекриття	Контур	POLYLINE	SLAB_OPENINGS	–
Отвір в фундаментній плиті	Контур	POLYLINE	FOUNDATION SLAB OPENINGS	–
Віконний проріз	Проекція в плані	LINE	WALL_WINDOWS	(H-2100 B-700)
Дверний проріз	Проекція в плані	LINE	WALL_DOORS	(H-2100 B-700)

Таким чином, підготовка та експорт розрахункових схем із AutoCAD до програмних комплексів забезпечує зв'язок між етапом графічного моделювання та етапом інженерних розрахунків, дозволяє уникнути дублювання роботи та значно підвищує ефективність процесу проектування.

## **Завдання**

У комплексному завданні необхідно підготувати до експорту в розрахунковий програмний комплекс ЛІРА-САПР розрахункову схему ферми (шляхопроводу). Для цього потрібно:

1. Побудувати спрощену геометричну схему ферми у вигляді осьових ліній її елементів.
2. Забезпечити точність побудови (замкненість контурів, відсутність дубльованих ліній чи «висячих» вузлів).
3. Розмістити елементи конструкції у відповідних шарах для структуризації схеми.
4. Перевірити креслення та виконати очищення від непотрібних елементів (текстів, розмірів, допоміжних ліній).
5. Застосувати команди PURGE та OVERKILL для оптимізації файлу.
6. Підготувати креслення у форматі, придатному для експорту (наприклад, DXF).
7. Виконати експорт та перевірити правильність імпорту схеми у Ліра-САПР (коректність геометрії, зв'язків, вузлів).

## **Питання для самоперевірки**

1. У чому полягає відмінність між кресленням і розрахунковою схемою?
2. Які основні принципи побудови розрахункових схем у AutoCAD?
3. Чому важлива замкненість контурів і точність побудови об'єктів для подальшого експорту?
4. Які наслідки можуть виникнути через дубльовані або непотрібні елементи у кресленні?
5. Як використовуються шари для структуризації розрахункової схеми?
6. Які об'єкти креслення (лінії, вузли, площини) безпосередньо беруть участь у формуванні розрахункової моделі?
7. Які команди AutoCAD доцільно застосувати для перевірки та очищення креслення перед експортом?
8. У яких форматах виконується експорт креслення до розрахункових комплексів?
9. Які дії необхідно виконати після імпорту даних у Ліра-САПР, Мономах-САПР або Сапфір 3D?
10. Чому перевірка коректності імпортованих даних є критично важливим етапом перед початком розрахунків?

## **Тема 13. Колективна робота над проєктом: використання зовнішніх посилань**

### **Перелік питань**

1. Призначення зовнішніх посилань (Xref) у командній роботі.
2. Палітра «Зовнішні посилання»: вставка, підключення, керування.
3. Види підключення: вкладені та накладені посилання.
4. Редагування та оновлення зовнішніх посилань.
5. Обрізання та керування видимістю зовнішніх посилань.
6. Використання PDF-підкладок у кресленні.
7. Використання растрових зображень: прив'язка, масштабування, контур об'єкта.

### **Теоретичні відомості**

У сучасному проєктуванні над будівельними об'єктами зазвичай працює не один спеціаліст, а ціла команда. Кожен виконує свою частину роботи: архітектори формують загальне планувальне рішення, конструктори розробляють несучі елементи, інженери з суміжних розділів проєктують системи опалення, вентиляції та електропостачання. Для організації спільної роботи у AutoCAD використовується механізм зовнішніх посилань (External References, Xref), що дозволяє кільком користувачам працювати над різними файлами одночасно, інтегруючи їх у єдине креслення.

Основна ідея зовнішніх посилань полягає в тому, що файл не вставляється у креслення безпосередньо, а підключається у вигляді посилання. Це означає, що будь-які зміни у вихідному файлі автоматично відображаються у всіх кресленнях, де він використовується як Xref. Таким чином забезпечується актуальність даних і зменшується потреба в дублюванні інформації. Наприклад, архітектор змінює план поверху, і ці зміни миттєво з'являються у кресленнях конструктора чи інженера, які підключили цей файл як зовнішнє посилання.

Керування зовнішніми посиланнями здійснюється через палітру «Зовнішні посилання» (External References Palette). Тут користувач може підключати нові файли, від'єднувати непотрібні, перевіряти їх стан (завантажений, відсутній, оновлений) та налаштовувати параметри відображення. Посилання можна підключати різним чином: вкладене (Attach) – коли файл стає частиною креслення, та накладене (Overlay) – коли посилання використовується лише в поточному файлі

й не передається далі у вкладені Xref-и. Такий підхід дозволяє гнучко організовувати структуру проєкту та уникати дублювання даних.

Зовнішні посилання можна редагувати. Користувач має можливість оновлювати їх, якщо у вихідному файлі відбулися зміни, або відкрити файл-посилання окремо для редагування. Це дозволяє координувати роботу кількох спеціалістів у реальному часі. Крім того, Xref можна обрізати за допомогою команди XCLIP, визначаючи область відображення потрібної частини креслення. Це зручно, коли в проєкт потрібно вставити лише частину великого плану.

Окрім робочих файлів AutoCAD, як зовнішні посилання можуть використовуватися інші формати. Широко застосовується підключення PDF-підкладок, які служать основою для виконання креслень. Наприклад, архітектор може надати креслення у PDF, а інженер підключає його як підкладку і виконує трасування своїх інженерних систем без необхідності повторного відтворення всієї геометрії. Аналогічно у креслення можна підключати растрові зображення – плани, схеми чи карти у форматах JPG, PNG, TIFF. Їх можна масштабувати, прив'язувати до координат, обрізати зайві ділянки й використовувати як основу для побудови.

Важливим аспектом є керування видимістю зовнішніх посилань. Користувач може тимчасово відключати або приховувати посилання, щоб зосередитися на власній частині креслення. Це підвищує зручність роботи та зменшує візуальне перевантаження. Крім того, у великих проєктах часто створюється ціла система зовнішніх посилань, що дозволяє централізовано координувати роботу багатьох спеціалістів.

Таким чином, зовнішні посилання є потужним інструментом колективної роботи в AutoCAD. Вони забезпечують актуальність даних, скорочують час на внесення змін, дозволяють використовувати різні джерела інформації (DWG, PDF, растрові формати) та роблять роботу над великими проєктами більш організованою.

### **Завдання**

На основі комплексного завдання підготувати три окремі файли:

1. Схема конструкції (загальний план або розрахункова схема).
2. Вузол конструкції (деталізація елемента).
3. Файл-зведення, у який вставити перші два файли як зовнішні посилання (Xref).

При виконанні роботи необхідно:

- застосувати різні способи підключення зовнішніх посилань (Attach та Overlay) і пояснити різницю між ними;

- перевірити коректність масштабування та положення вставлених файлів у зведеному кресленні;
- використати команду XCLIP для обрізання видимості одного з посилань;
- налаштувати шари зовнішніх посилань для зручної роботи (зміна кольору, блокування тощо);
- виконати оновлення зовнішнього посилання після внесення змін у вихідний файл та перевірити результат у зведеному кресленні.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 461–498]; [3, с. 259–278]; [4]; [5]; [6, с. 541–580]; [7, с. 533–572].

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке зовнішнє посилання (Xref) в AutoCAD і яка його основна перевага у порівнянні зі вставкою файлу?
2. У чому різниця між типами підключення посилань: Attach (вкладене) та Overlay (накладене)?
3. Як відображається стан зовнішніх посилань у палітрі External References?
4. Яким чином можна оновити зовнішнє посилання, якщо у вихідному файлі відбулися зміни?
5. Для чого використовується команда XCLIP і які можливості вона надає?
6. Які формати, окрім DWG, можна підключати як зовнішні посилання в AutoCAD?
7. У чому особливість роботи з PDF-підкладками у кресленні?
8. Як здійснюється прив'язка та масштабування растрових зображень у складі зовнішніх посилань?
9. Як керувати видимістю зовнішніх посилань у кресленні?
10. Чому використання зовнішніх посилань є важливим для командної роботи над будівельним проектом?

## **Тема 14. Вирішення спеціалізованих завдань будівельного проєктування за допомогою додатків до AutoCAD**

### **Перелік питань**

1. Параметризація креслень: геометричні та розмірні залежності, диспетчер параметрів.

2. Інструменти СПДБ для побудови та оформлення будівельних креслень.
3. Використання інструментів Express Tools.
4. Використання шаблонів файлів (створення, редагування, застосування).
5. Збереження та експорт креслень у різні формати (DWG, DXF, PDF, DWF).
6. Формування комплекту креслень для передачі замовнику (ETRANSMIT).
7. Інструменти перевірки креслень на відповідність стандартам.
8. Розширені можливості AutoCAD через додаткові надбудови та застосунки.

### **Теоретичні відомості**

AutoCAD є універсальною платформою для створення креслень, однак його базових інструментів не завжди вистачає для вирішення специфічних завдань будівельного проектування. Для цього передбачені додаткові можливості: параметризація креслень, використання спеціалізованих модулів, розширених інструментів, а також підключення надбудов і застосунків.

Одним із найважливіших сучасних напрямів є параметризація креслень. Вона передбачає використання геометричних та розмірних залежностей, які забезпечують автоматичне коригування об'єктів при зміні окремих параметрів. Завдяки цьому креслення стає «гнучким»: достатньо змінити довжину, кут або діаметр одного елемента, і пов'язана з ним геометрія перебудовується автоматично. Для керування такими залежностями використовується диспетчер параметрів, де зручно задавати й редагувати зв'язки між об'єктами.

Особливе значення для будівельних спеціальностей мають інструменти СПДБ (Система проектної документації для будівництва). Вони дозволяють автоматизувати нанесення осей, позначення рівнів, створення умовних графічних позначень, заповнення штампів та оформлення креслень відповідно до стандартів ЄСКД та ДСТУ. Використання СПДБ значно скорочує час підготовки креслень і забезпечує їх відповідність нормативним вимогам.

Корисним є і набір інструментів Express Tools, який розширює стандартні можливості AutoCAD. Серед них – швидке редагування текстів, робота з шарами, управління блоками, спрощені інструменти для оформлення та перевірки креслень. Для інженера-проектувальника

ці функції часто стають «гарячими клавішами» у вирішенні повсякденних завдань.

Важливим етапом роботи є правильна організація шаблонів файлів. Шаблон містить готові налаштування шарів, стилів тексту і розмірів, параметри друку та інші стандартизовані елементи. Це забезпечує єдиний стиль оформлення всієї проектної документації й дозволяє уникнути повторних налаштувань у кожному кресленні.

Під час передачі результатів замовнику необхідно забезпечити правильне збереження та експорт креслень. AutoCAD підтримує формати DWG і DXF (для обміну з іншими САПР), PDF (для зручного перегляду) та DWF (для компактної публікації). Для формування повного пакета документації застосовується команда ETRANSMIT, яка автоматично збирає креслення разом із усіма пов'язаними файлами (шрифтами, підкладками, зображеннями, зовнішніми посиланнями) в один архів. Це гарантує, що замовник отримає проект у повному вигляді без втрати даних.

Важливим етапом контролю є перевірка креслень на відповідність стандартам. Для цього використовуються вбудовані інструменти AutoCAD, які порівнюють елементи креслення з нормативними шаблонами. Така перевірка дозволяє уникнути помилок і спрощує проходження експертизи проектної документації.

Нарешті, функціонал AutoCAD може бути значно розширений за допомогою додаткових надбудов та застосунків. Вони розробляються як самим Autodesk, так і сторонніми компаніями. Для будівельників найбільш поширені модулі, які автоматизують створення розрахункових схем, виконання нескладних розрахунків, генерування специфікацій, підготовку креслень інженерних мереж тощо. Таким чином, AutoCAD виступає не лише графічним редактором, а й інтегрованим середовищем проектування, яке може адаптуватися під конкретні завдання.

Отже, застосування додаткових інструментів і модулів у AutoCAD дозволяє значно підвищити продуктивність інженера-проектувальника, забезпечити відповідність креслень вимогам стандартів та оптимізувати процес підготовки проектної документації. Використання параметризації, СПДБ, Express Tools, шаблонів і надбудов формує комплексний підхід до роботи, який відповідає сучасним вимогам будівельної галузі.

## **Завдання**

У комплексному завданні необхідно:

1. Накласти кілька геометричних та розмірних залежностей на елементи вузлів будівельних конструкцій із використанням диспетчера параметрів.
2. Створити та застосувати шаблон файлу для стандартизації стилів, шарів і параметрів друку.
3. Виконати перевірку креслення на відповідність стандартам за допомогою вбудованих інструментів AutoCAD.
4. Сформувати комплект файлів для умовного замовника проекту за допомогою команди ETRANSMIT (включно з підкладками, шрифтами, зовнішніми посиланнями).
5. Підготувати креслення до експорту у форматах DWG та PDF.

**Посилання на літературні джерела:** [1]; [2, с. 499–540]; [3, с. 279–304]; [4]; [5]; [6, с. 581–640]; [7, с. 573–632].

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке параметризація креслень у AutoCAD і які типи залежностей вона включає?
2. Яке призначення диспетчера параметрів і які можливості він надає при роботі з об'єктами?
3. Які основні функції модуля СПДБ і як він допомагає оформлювати креслення відповідно до ДСТУ та ЄСКД?
4. Навести приклади інструментів Express Tools, які корисні для редагування та оформлення креслень.
5. Для чого використовуються шаблони файлів у AutoCAD і які параметри доцільно зберігати в шаблоні?
6. У яких форматах можна зберегти або експортувати креслення з AutoCAD? Яке призначення кожного з них?
7. Що таке команда ETRANSMIT і які переваги вона дає під час передачі проектної документації замовнику?
8. Як здійснюється перевірка креслень на відповідність стандартам у AutoCAD?
9. Які приклади додаткових надбудов чи застосунків для AutoCAD, орієнтованих на будівництво, ви знаєте?
10. Чому використання додаткових модулів і надбудов у AutoCAD вважається ефективним інструментом у будівельному проектуванні?

## Комплексне завдання до лабораторних робіт

В Autodesk AutoCAD виконати креслення двох вузлів будівельних конструкцій, оформити їх відповідно до вимог ЄСКД/ДСТУ та підготувати до друку з простору моделі та простору листа.

Вибір варіанта завдання здійснюється за двома останніми цифрами номера студентського квитка (або іншого ідентифікатора, визначеного кафедрою) відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2 – Вибір варіанта

Номер варіанта	Останні цифри номера студентського квитка	Номер варіанта	Останні цифри номера студентського квитка	Номер варіанта	Останні цифри номера студентського квитка
1	00, 30, 60, 90	11	10, 40, 70	21	20, 50, 80
2	01, 31, 61, 91	12	11, 41, 71	22	21, 51, 81
3	02, 32, 62, 92	13	12, 42, 72	23	22, 52, 82
4	03, 33, 63, 93	14	13, 43, 73	24	23, 53, 83
5	04, 34, 64, 94	15	14, 44, 74	25	24, 54, 84
6	05, 35, 65, 95	16	15, 45, 75	26	25, 55, 85
7	06, 36, 66, 96	17	16, 46, 76	27	26, 56, 86
8	07, 37, 67, 97	18	17, 47, 77	28	27, 57, 87
9	08, 38, 68, 98	19	18, 48, 78	29	28, 58, 88
10	09, 39, 69, 99	20	19, 49, 79	30	29, 59, 89

### Пояснення до виконання завдання

Роботу слід почати з налаштування робочого середовища. Для цього необхідно завантажити потрібні типи ліній, створити основні шари креслення та вибрати значення глобального масштабного коефіцієнта для відображення типів ліній.

Побудова об'єктів здійснюється у просторі моделі в натуральну величину та починається з нанесення осьових ліній елементів конструкцій. Першим етапом створюється загальна схема (ферми, моста, шляхопроводу тощо), далі – проекції вузла. Якщо окремі розміри елементів не вказані або їх недостатньо, допускається прийняти значення самостійно, орієнтуючись на пропорції. На цьому етапі особливу увагу слід приділити використанню команд точних побудов і

редагування, адже від їх правильного застосування значною мірою залежить ефективність роботи.

Щоб підготувати креслення до друку з простору моделі, після завершення побудови необхідно визначити масштаб, у якому вузол буде зображено на аркуші, та масштаб друку з моделі. Відповідно до прийнятих масштабів потрібно побудувати рамку формату креслення та основний напис, налаштувати розмірні й текстові стилі, нанести розміри, виноски, текстові об'єкти та штрихування.

Для підготовки креслення до друку з простору листа необхідно спочатку зберегти копію файла під новим ім'ям. Далі видалити з моделі всі елементи, що не відносяться до схеми та вузла. Для оформлення вузлів потрібно застосовувати анотативні об'єкти (текст, розміри, штрихування), параметри яких визначаються масштабом відображення у видовому екрані. Потім перейти у простір листа, створити необхідну кількість видових екранів, розмістити в них схему конструкції та проекції вузлів, призначити масштаб і параметри відображення (наприклад, приховати рамку видових екранів).

У процесі виконання завдання слід особливо звернути увагу на організацію файлу креслення:

- типи, товщини та розміри ліній мають відповідати вимогам стандартів;
- перед побудовою об'єктів потрібно активувати відповідний шар;
- перед введенням текстових написів – створити й налаштувати текстові стилі;
- перед нанесенням розмірів – створити та налаштувати параметри розмірних стилів;
- якщо креслення готується до друку з простору листа, текстові й розмірні стилі мають бути анотативними.

### **Вимоги до оформлення**

1. Формат креслення – відповідно до завдання (A4, A3, A2 тощо).
2. Рамка та основний напис – виконані згідно з ДСТУ (форма Г.1, ДСТУ 9243.4:2023).
3. Масштаб зображення – повинен бути чітко вказаний і відповідати нанесеним розмірам.

4. Шари креслення – створені та правильно організовані (осьові, розмірні, штрихування, конструктивні елементи тощо).

5. Типи та товщина ліній – відповідно до стандартів ЕСКД/ДСТУ.

6. Шрифти – згідно з вимогами стандартів; використання єдиних текстових стилів.

7. Розмірні стилі – налаштовані за ДСТУ, усі розміри нанесені повністю й без дублювань.

8. Штрихування – однорідне, без «пропусків», правильно відображає матеріали.

9. Анотативні об'єкти – застосовані у випадку друку з простору листа, з перевіркою масштабності.

10. Друк – креслення має бути підготовлене у PDF та, за бажанням, у паперовому вигляді, без обрізаних рамок і з правильною областю друку.

Приклади вузлів будівельних конструкцій, підготовлених до друку в Autodesk AutoCAD з простору моделі та простору листа представлені відповідно на рис. 2 та рис. 3.

Приклад роздрукованого на форматі креслення вузла представлено на рис. 4.

## **Порядок подання роботи до захисту**

Виконана робота подається викладачу в електронному вигляді у таких форматах:

- робочі файли креслень у форматі \*.dwg;
- файли для друку у форматі \*.pdf (окремо з простору моделі та простору листа);
- додаткові файли (шрифти, зовнішні посилання, підкладки), за необхідності включаються за допомогою команди ETRANSMIT.

Етапи перевірки та захисту:

1. Попередня перевірка: здобувач подає електронні файли, викладач перевіряє правильність виконання та надає зауваження.

2. Виправлення: здобувач усуває недоліки та подає роботу повторно.

3. Допуск до захисту: після позитивної перевірки робота допускається до захисту.

4. Захист: студент стисло пояснює побудову креслення, використані інструменти AutoCAD, особливості оформлення та підготовки до друку.

Основні критерії допуску до захисту:

- виконання завдання відповідно до виданого варіанта;
- правильна організація файлу креслення: створені та впорядковані шари, текстові та розмірні стилі, блоки;
- графічне оформлення креслення згідно з вимогами ЄСКД/ДСТУ (шрифти, висота тексту, розмірні числа, товщини ліній, штрихування);
- наявність оформленої рамки та основного напису за стандартом;
- підготовка креслень до друку з простору моделі та з простору листа в окремих файлах;
- коректне використання анотативних об'єктів (текстів, розмірів, виносок, штрихування).

Захист роботи є обов'язковим етапом, який підтверджує не лише технічну правильність креслення, а й здатність здобувача обґрунтовувати прийняті рішення та демонструвати володіння інструментами AutoCAD.



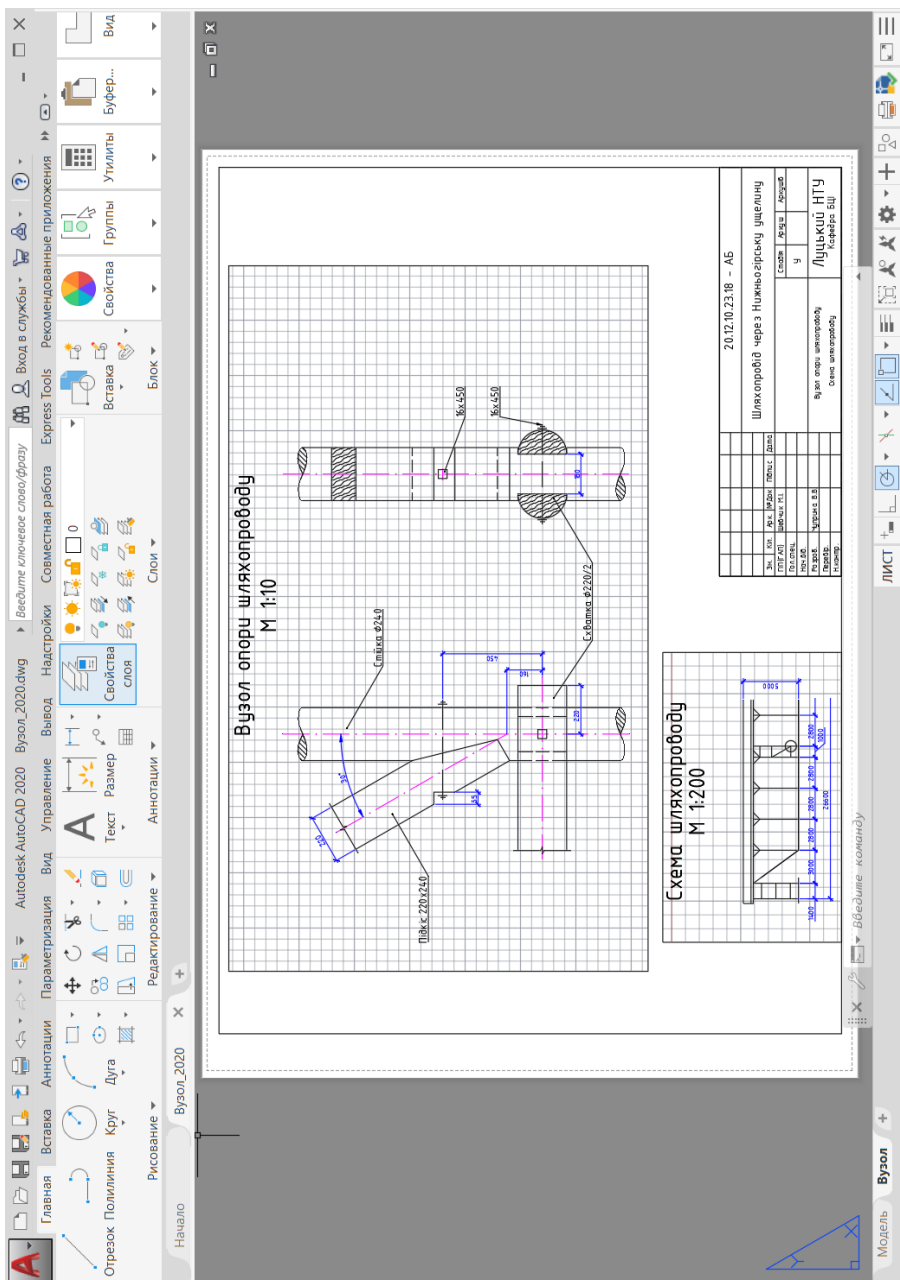
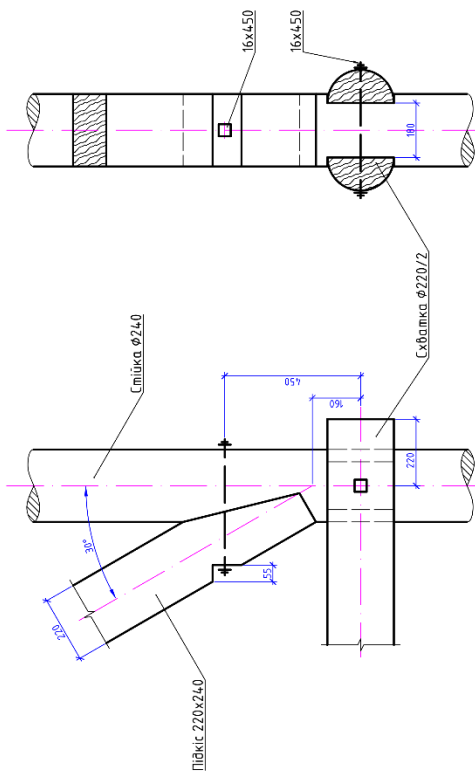


Рисунок 3 – Вузол будівельної конструкції, підготовлений до друку з простору листа

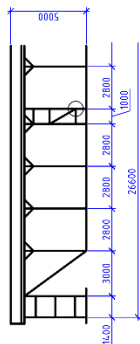
### Вузол опори шляхопробуду

М 1:10



### Схема шляхопробуду

М 1:200



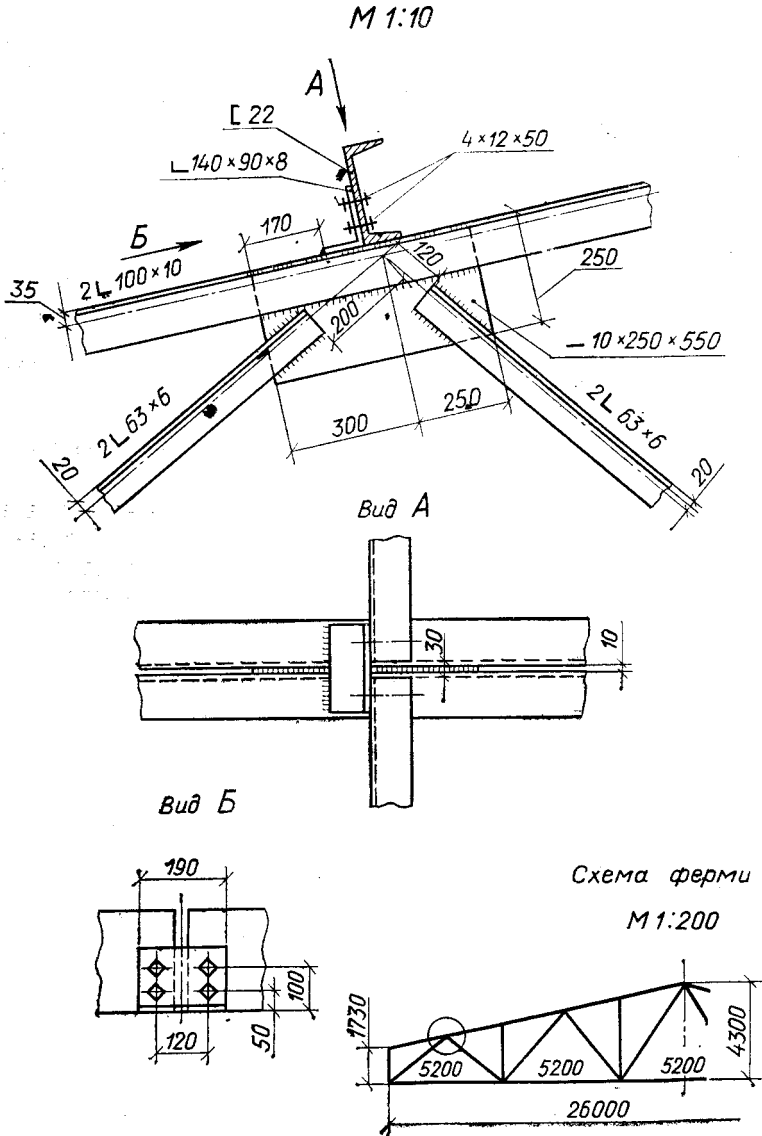
20.12.10.23.18 – АБ									
Шляхопробуд через Нижньогірську ущелину									
Зк.	Кос.	Акс.	Інв.	Інв.	Підп.	Дато	Склад	Адрес	Архив
ГП/А/П	І/П/П	І/П/П	І/П/П	І/П/П	І/П/П		У		
Гос. св.	Нас. в.	Чужина	В.В.						
Розроб.	Паруб.								
Насел.									
Вузол опору шляхопробуду							Схема шляхопробуду		
Луцький НТУ							Кафедра БЦ		

Рисунок 4 – Приклад роздрукованого на форматі креслення вузла

# Варіанти завдань

## Варіант 1

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

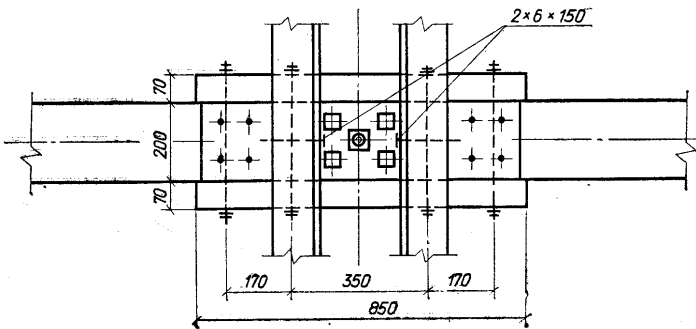
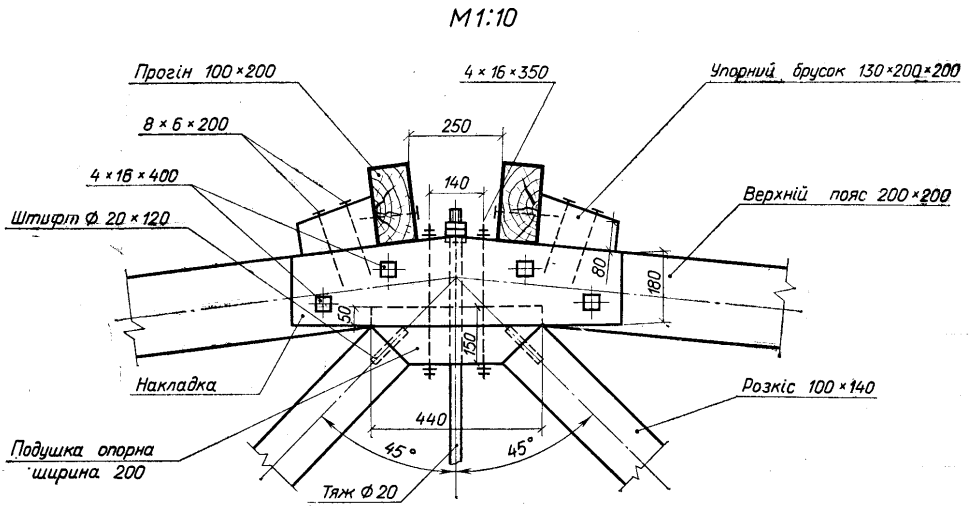
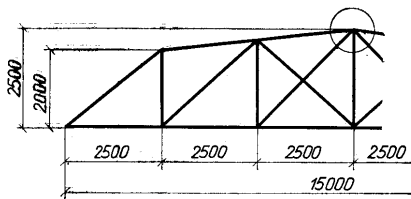
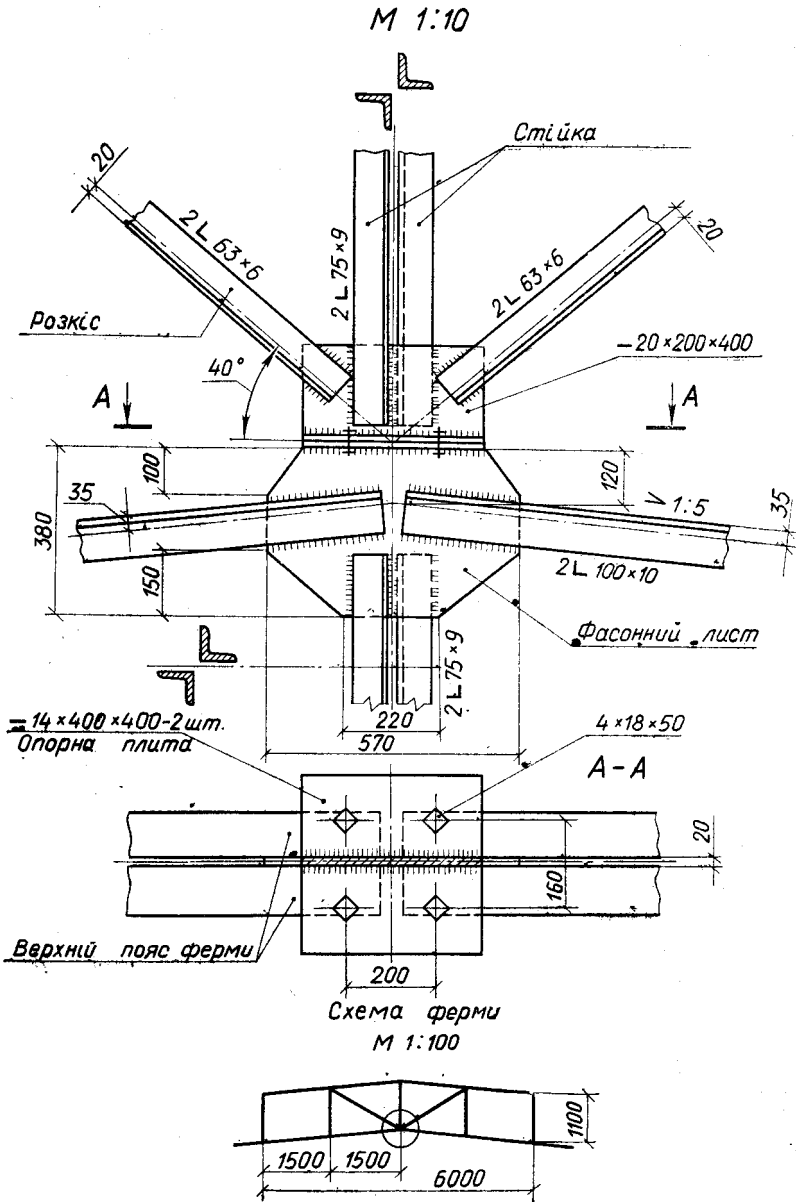


Схема ферми  
M1:100

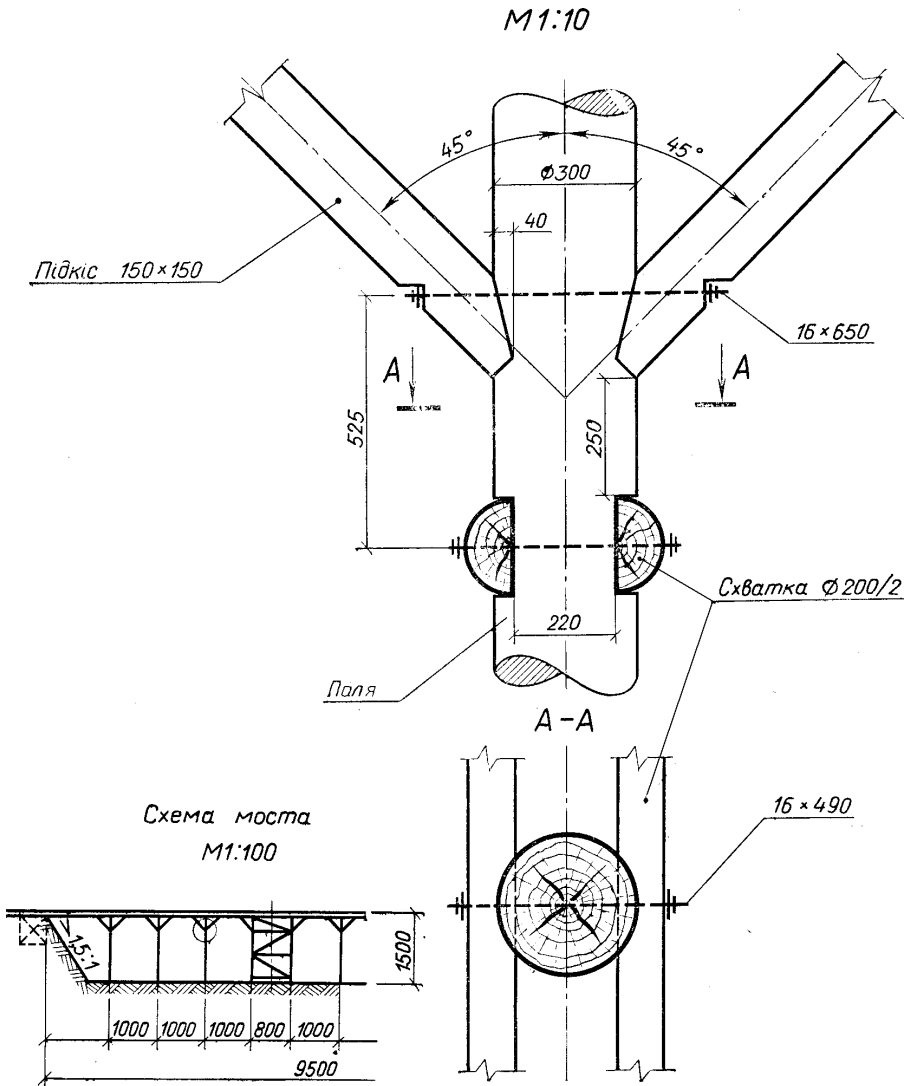


## Вариант 2

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



### Варіант 3

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

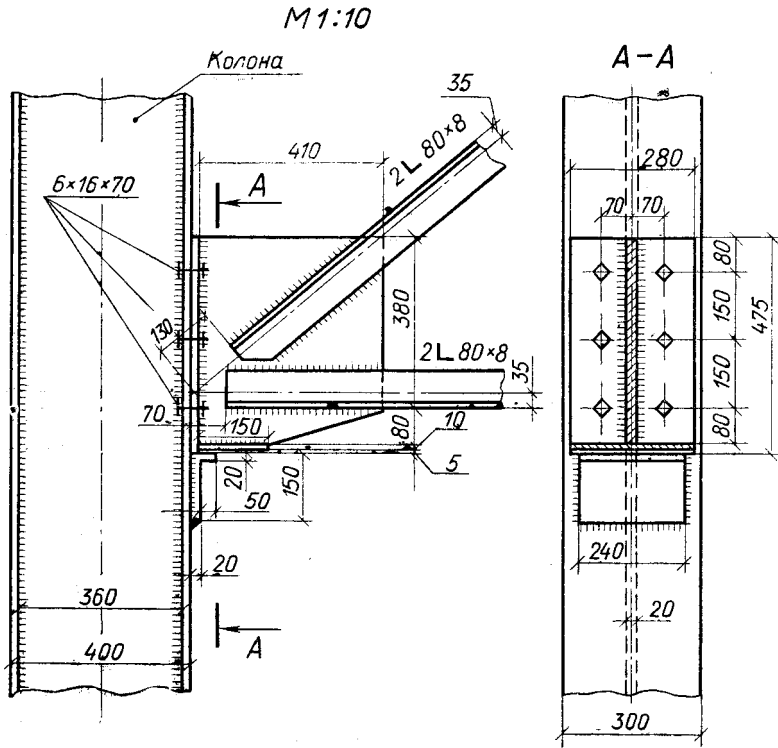
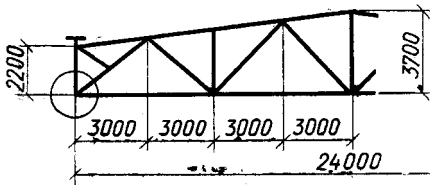
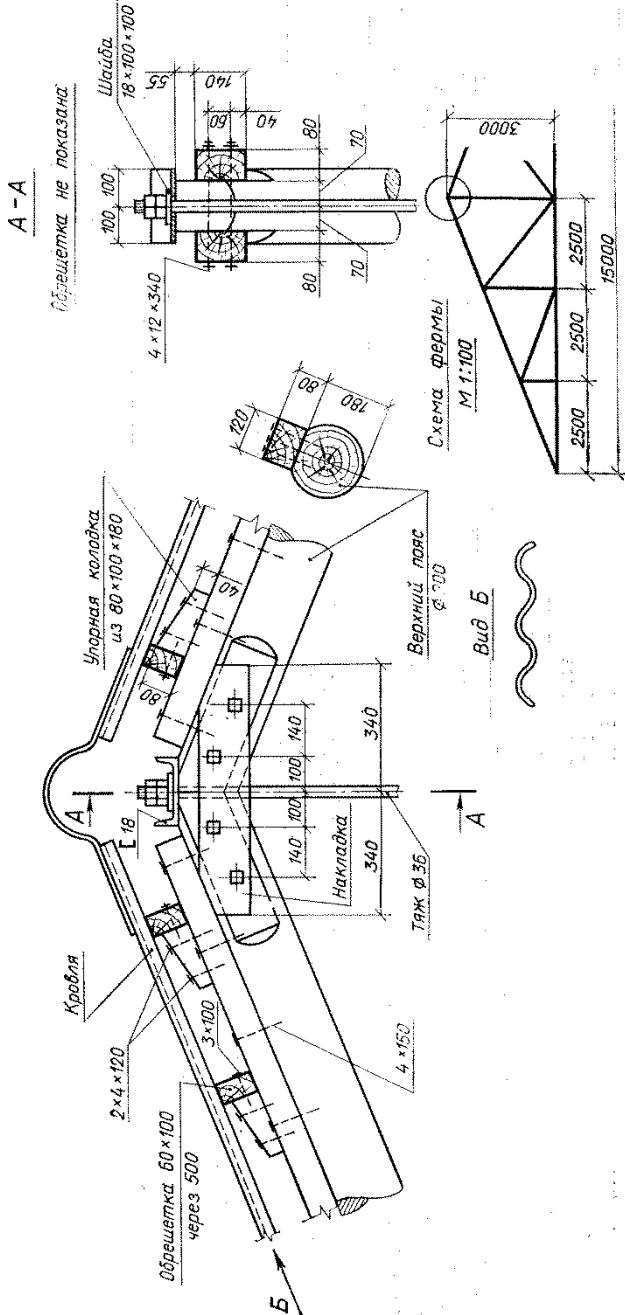


Схема ферми

М 1:200

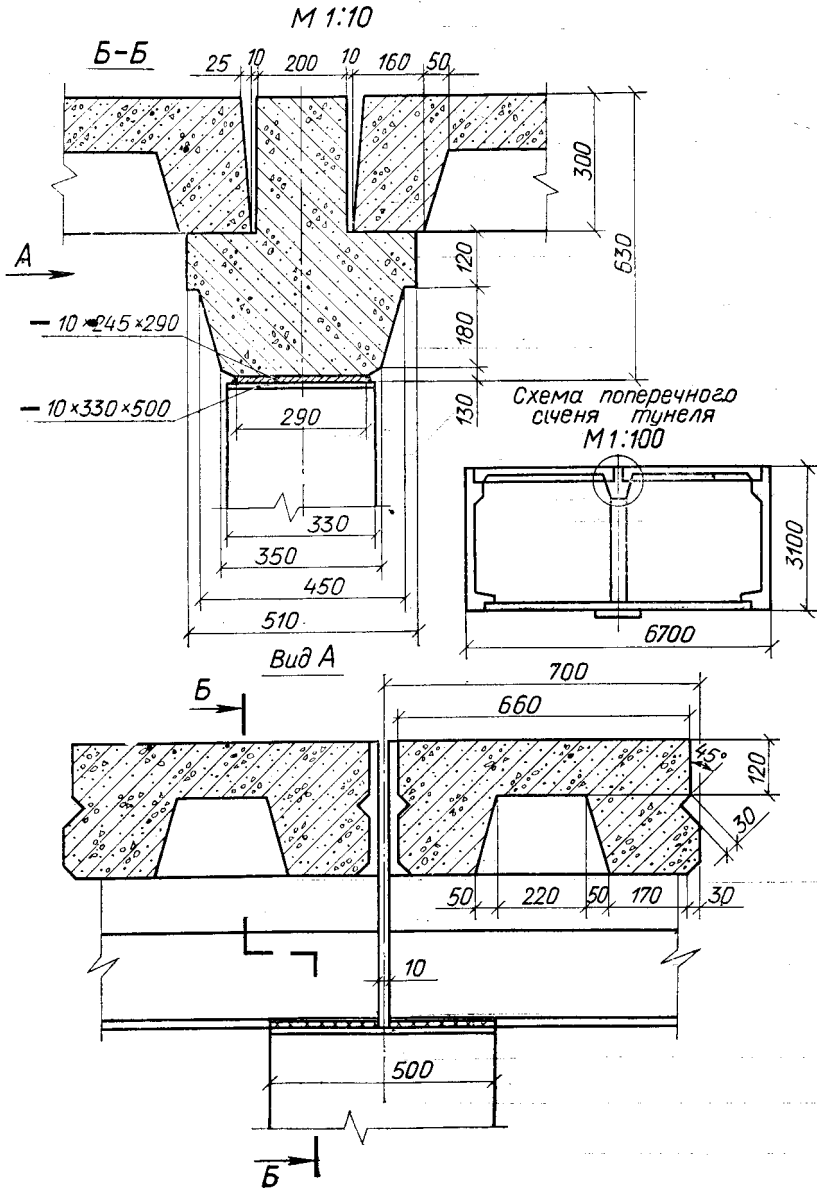


Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

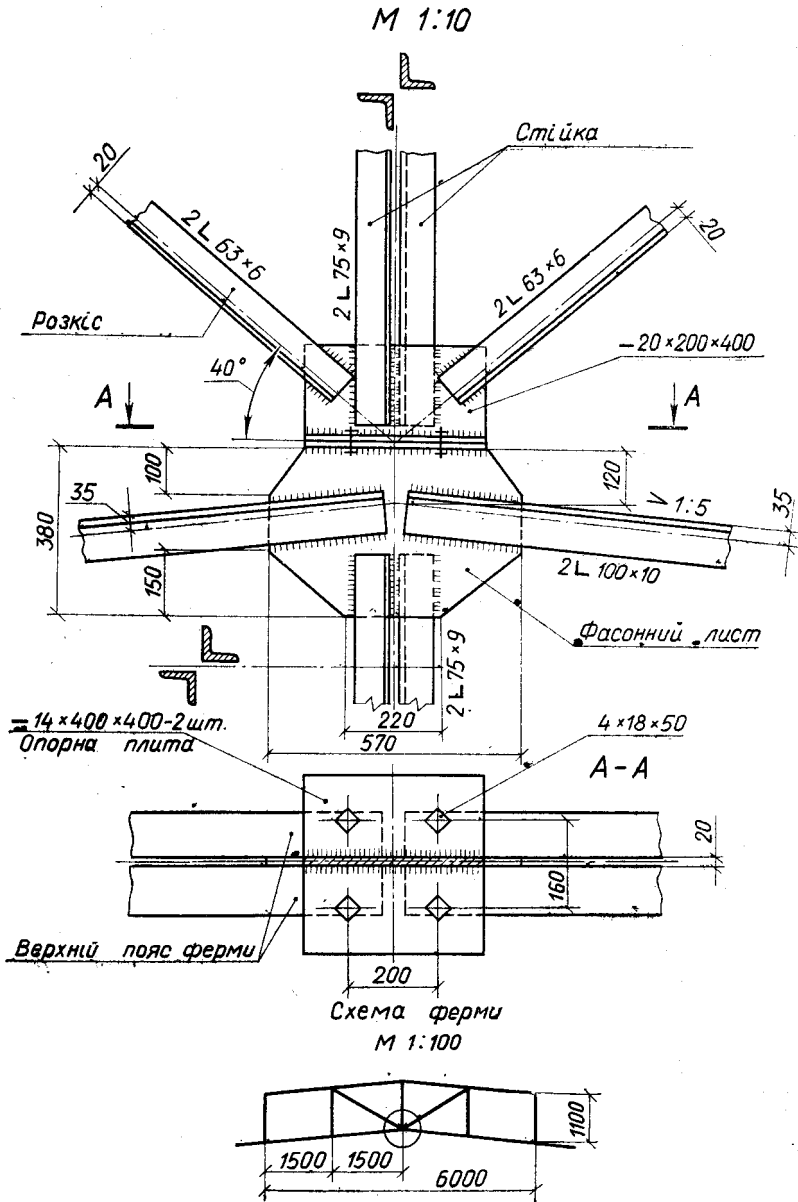


### Варіант 4

Вузол 1. Виконати креслення вузла залізобетонної конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



**Варіант 5**

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

*M 1:10*

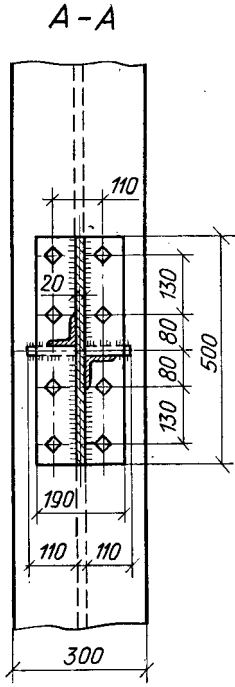
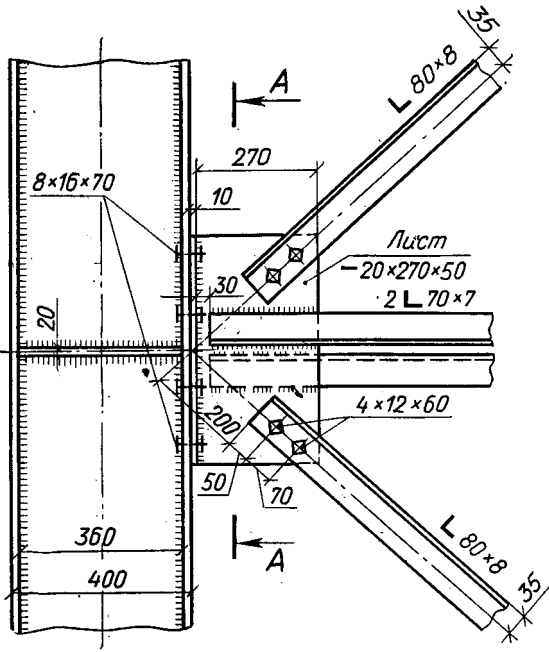
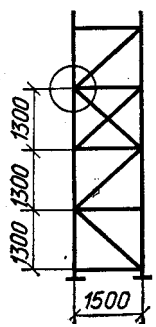
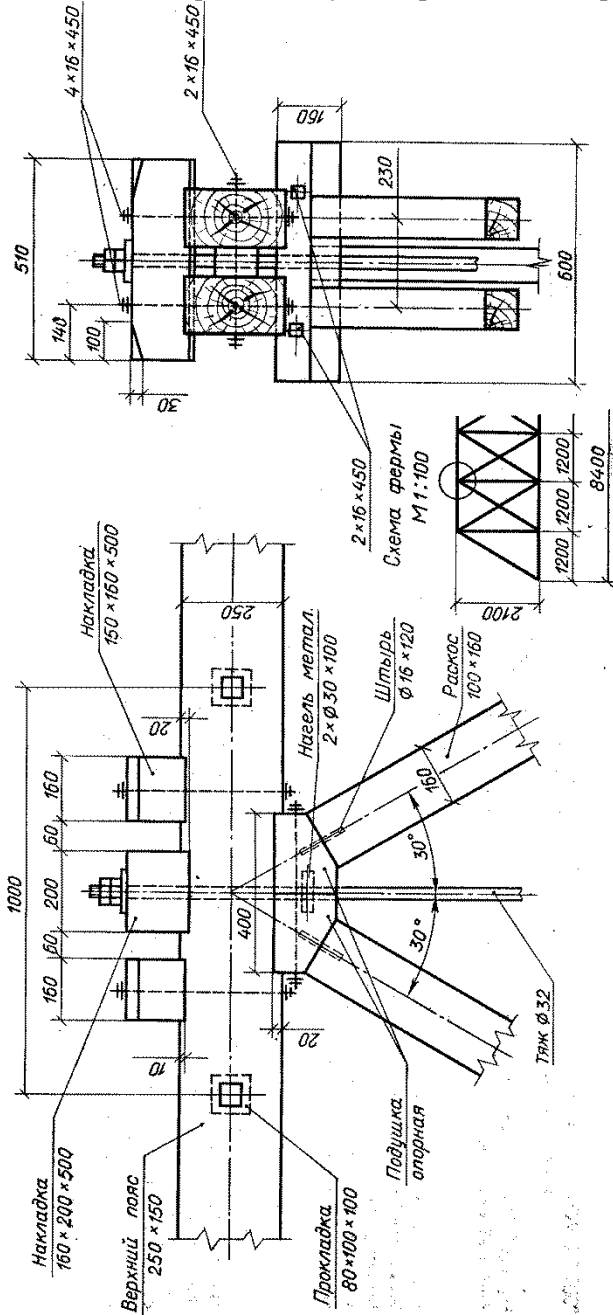


Схема колони

*M 1:100*

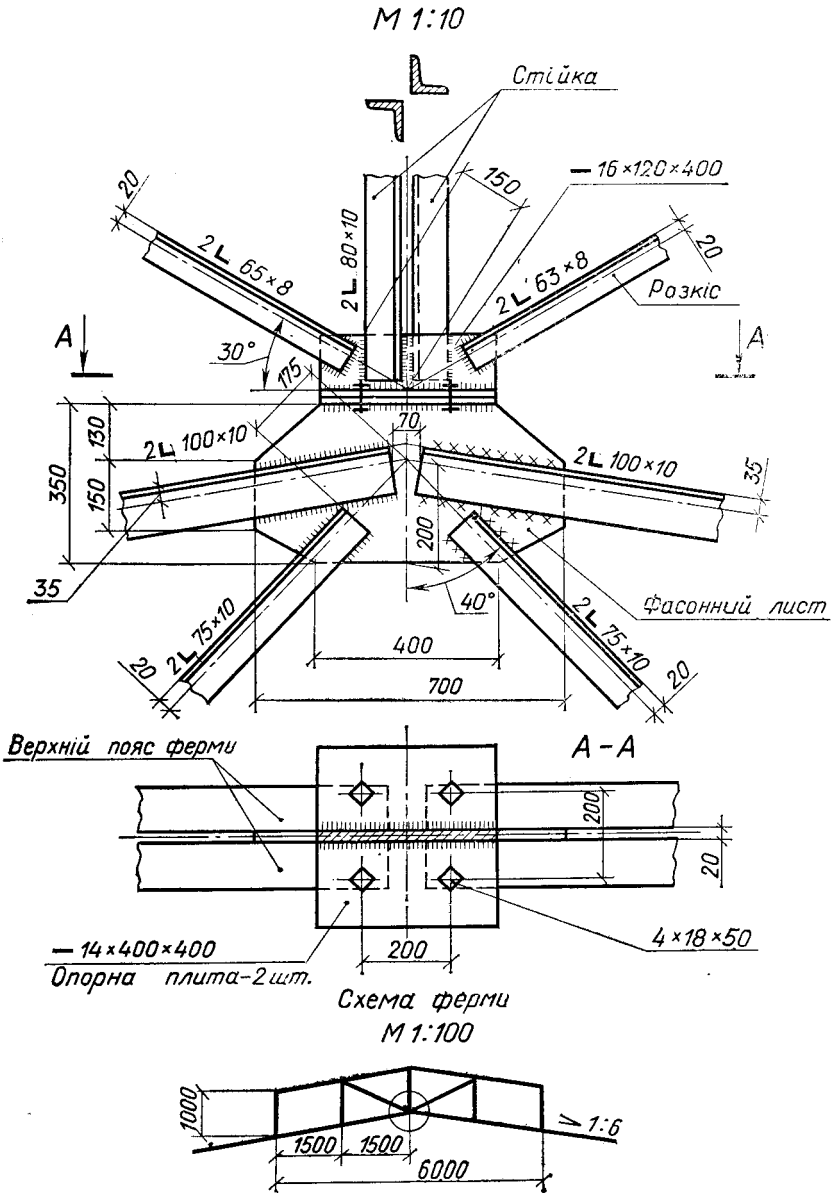


Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

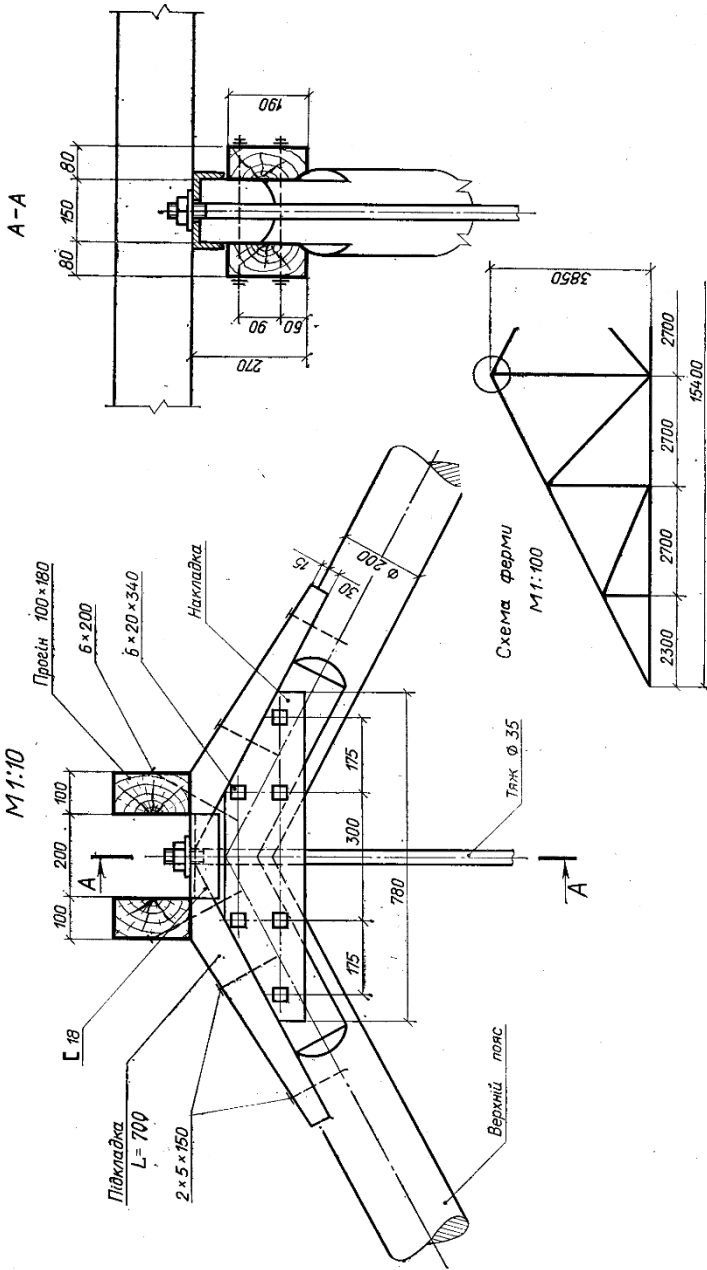


# Варіант 6

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



# Варіант 7

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

M 1:10

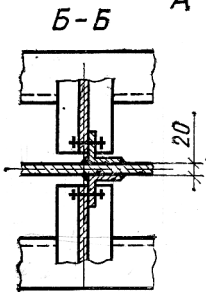
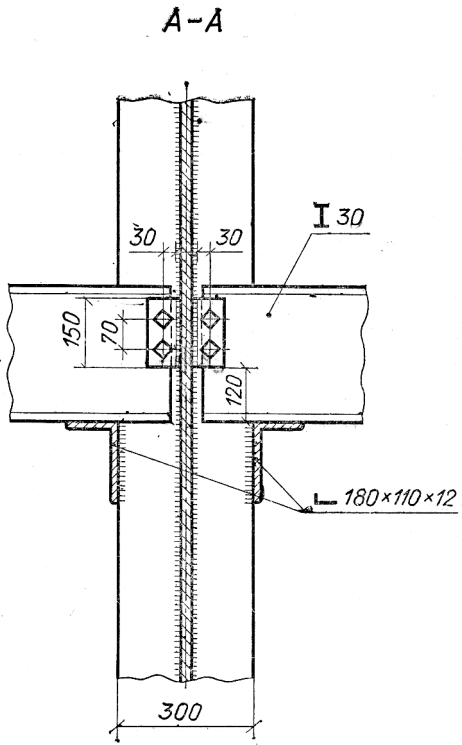
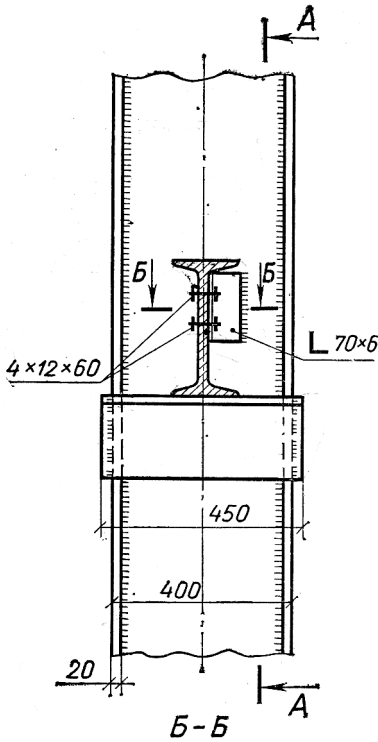
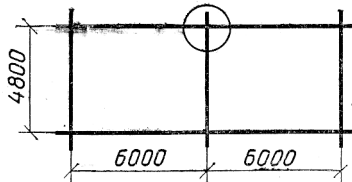
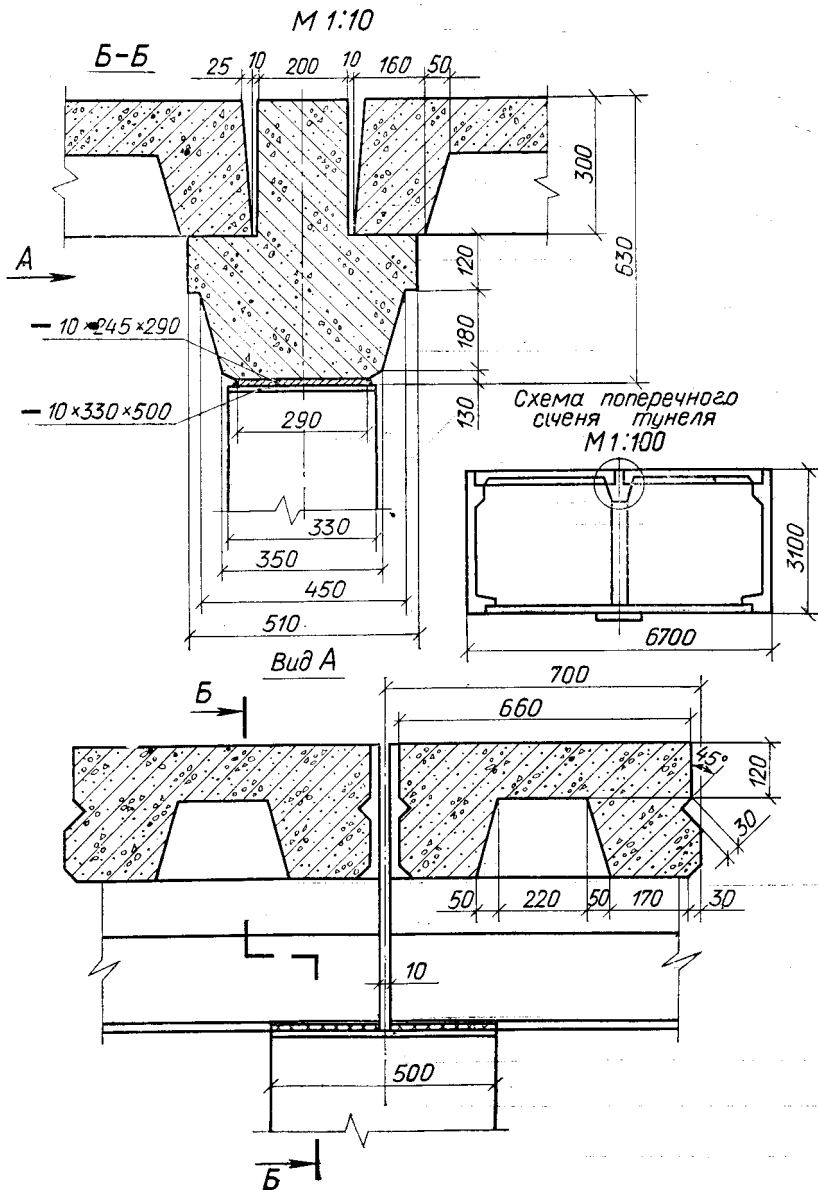


Схема каркаса  
M 1:200

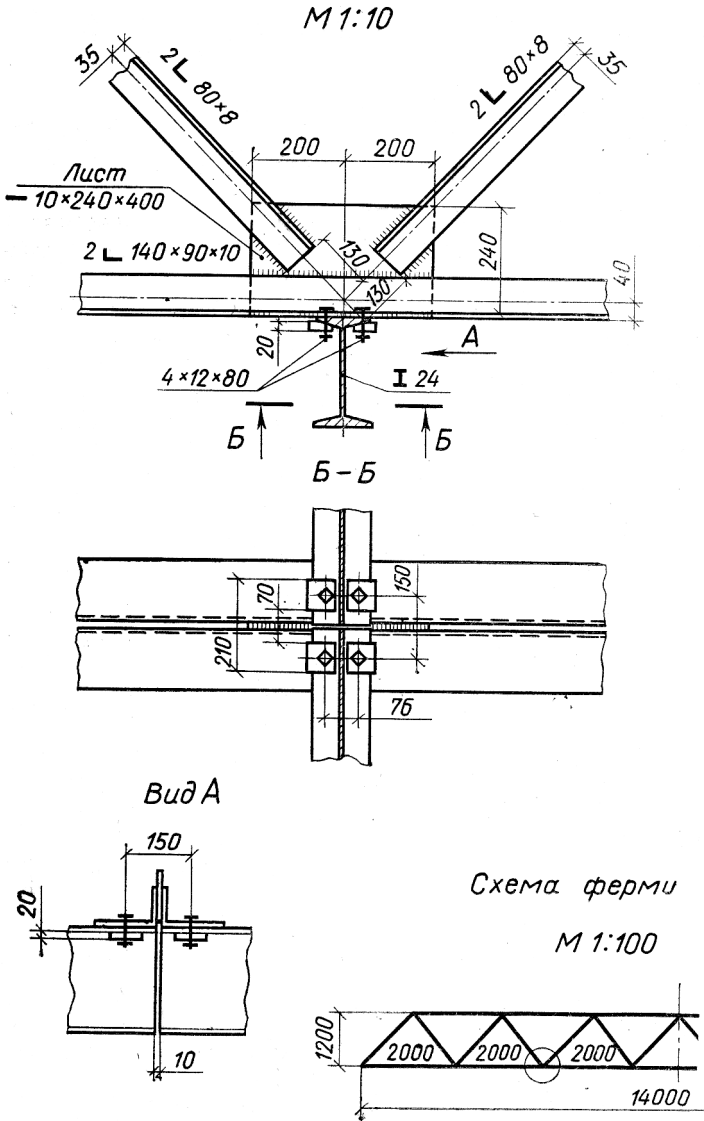


Вузол 2. Виконати креслення вузла залізобетонної конструкції.



# Варіант 8

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

M1:10

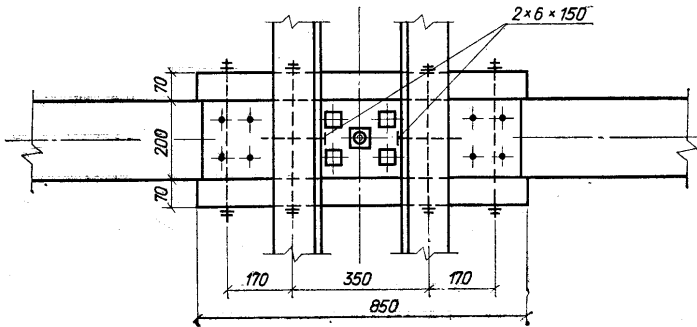
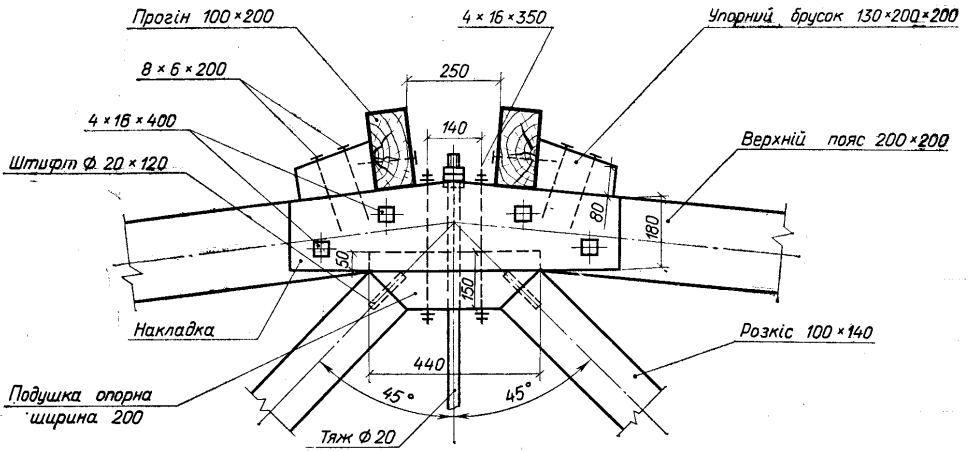
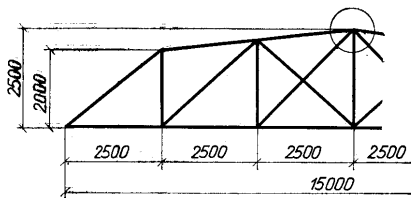
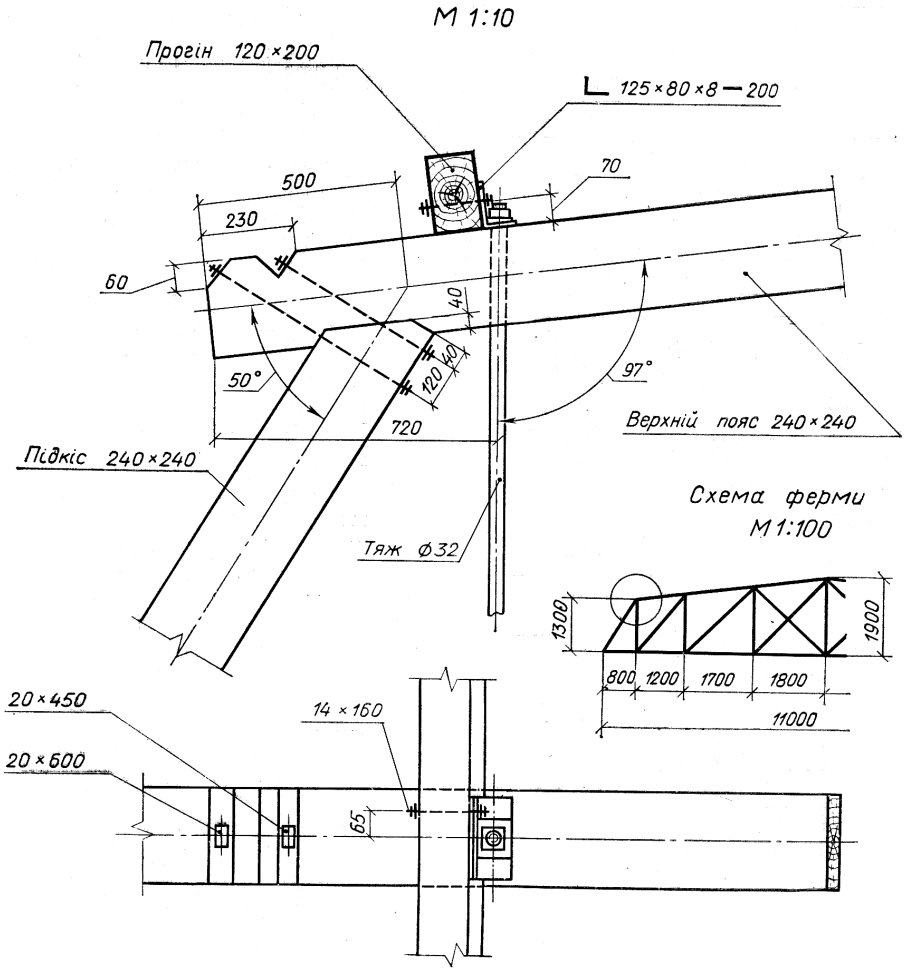


Схема ферми  
M1:100

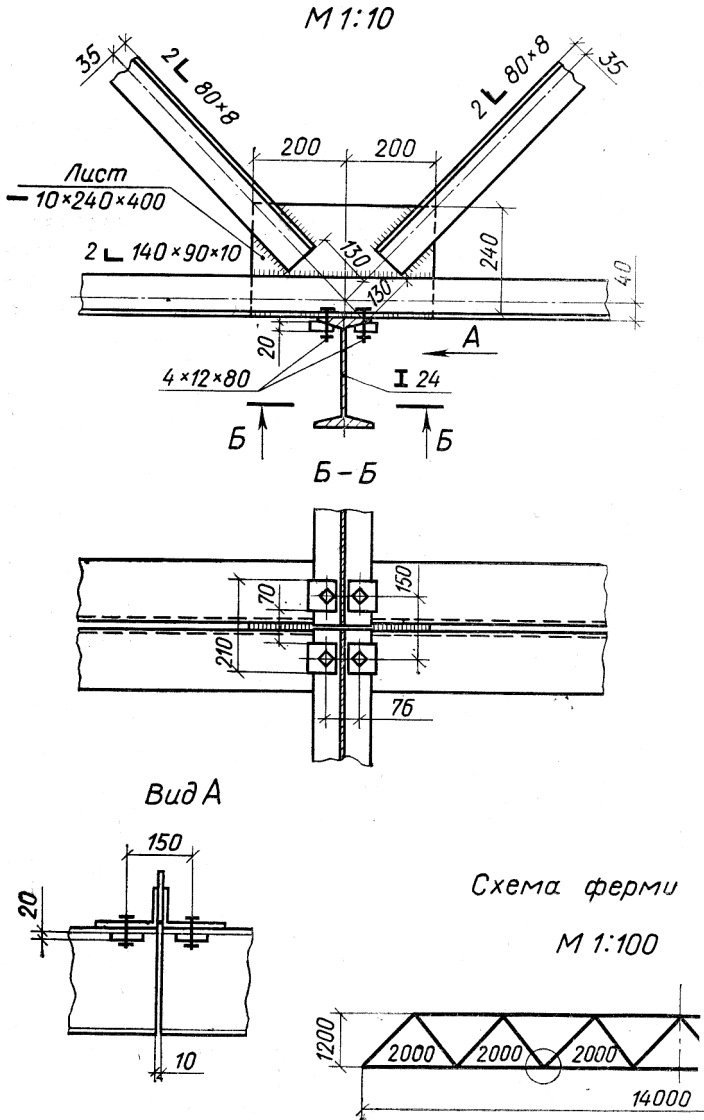


# Варіант 9

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



# Варіант 10

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

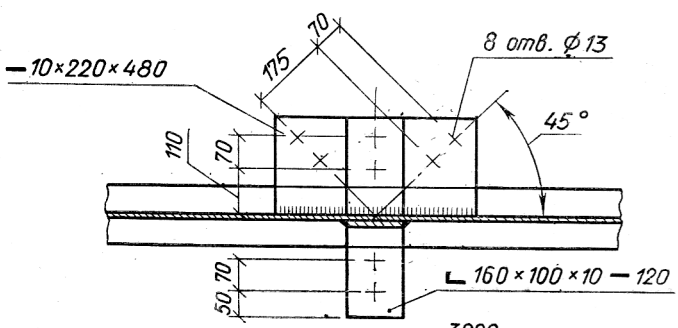
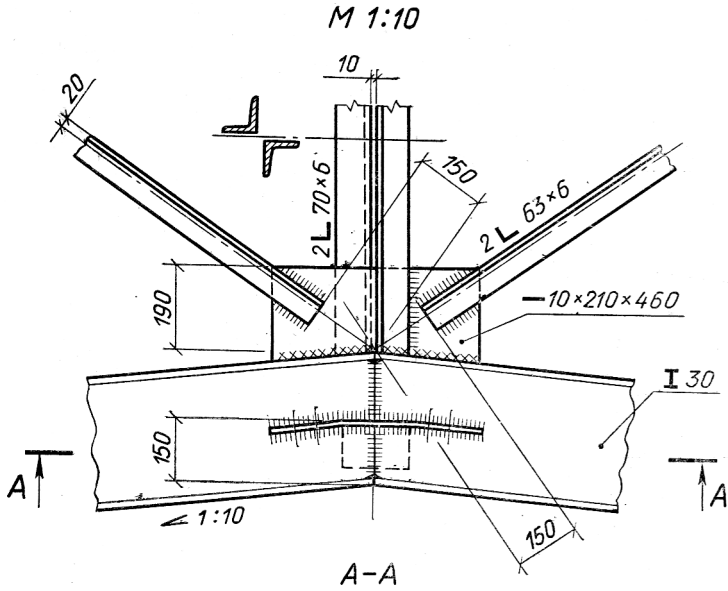
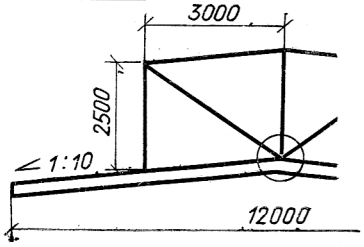
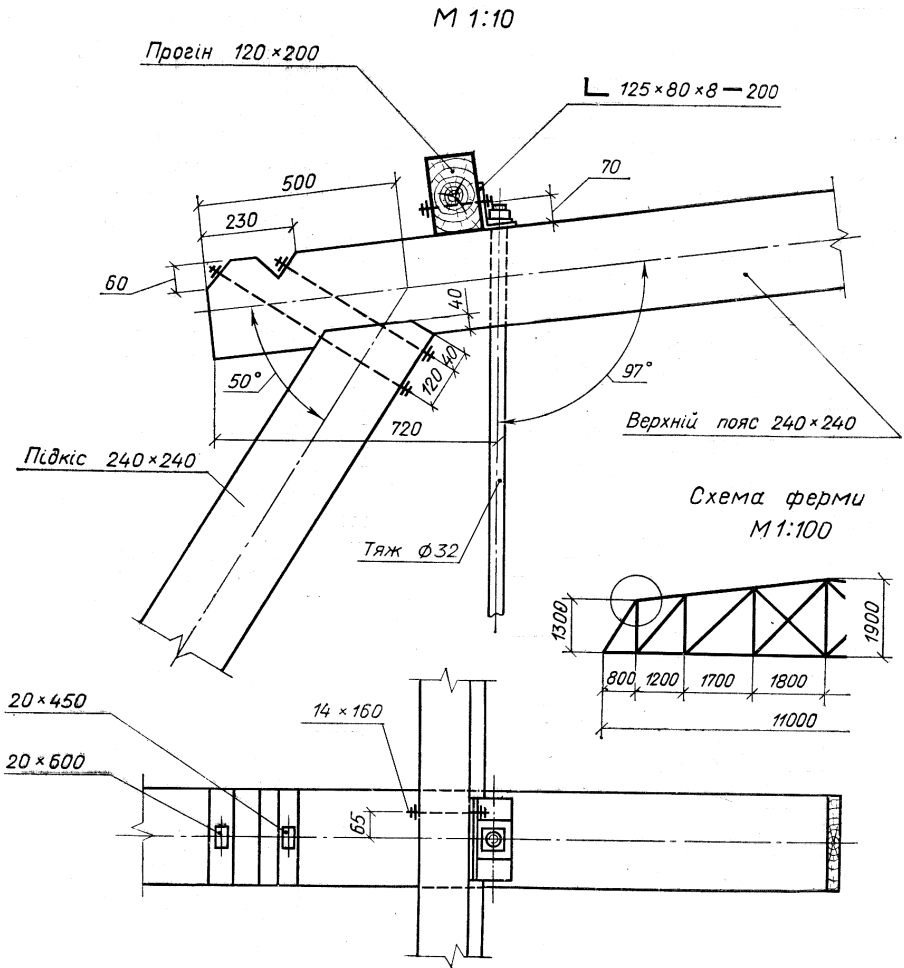


Схема ферми

M 1:100

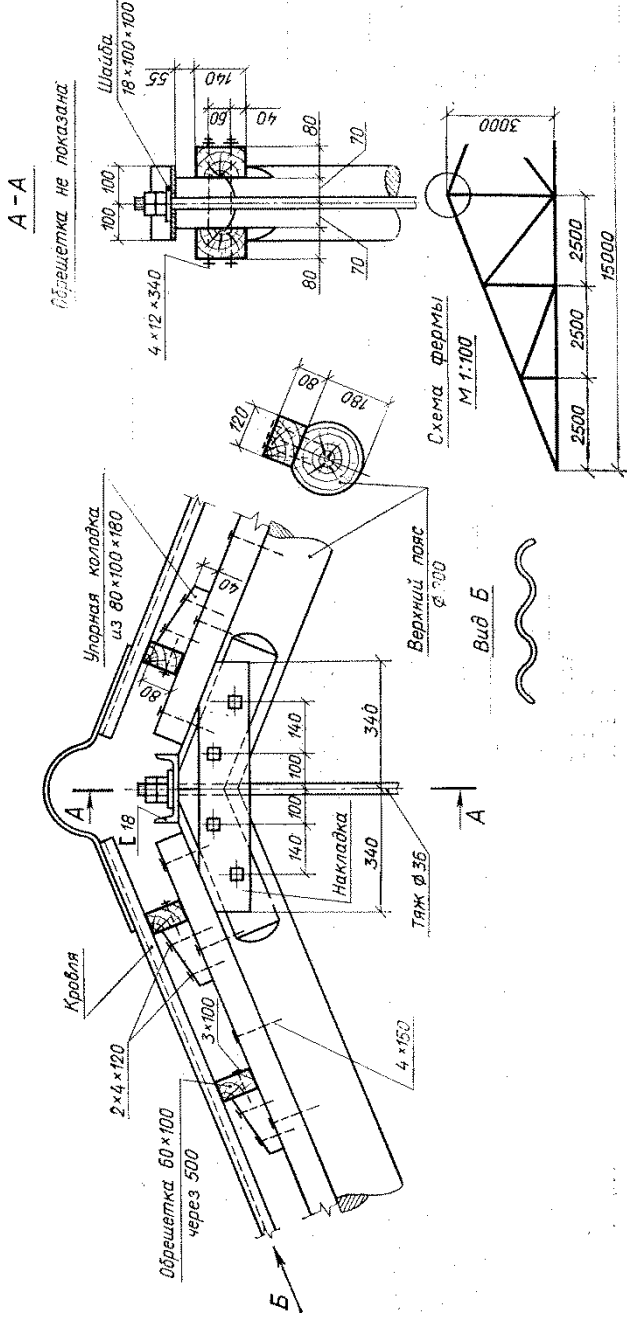


Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.





Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



# Варіант 12

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

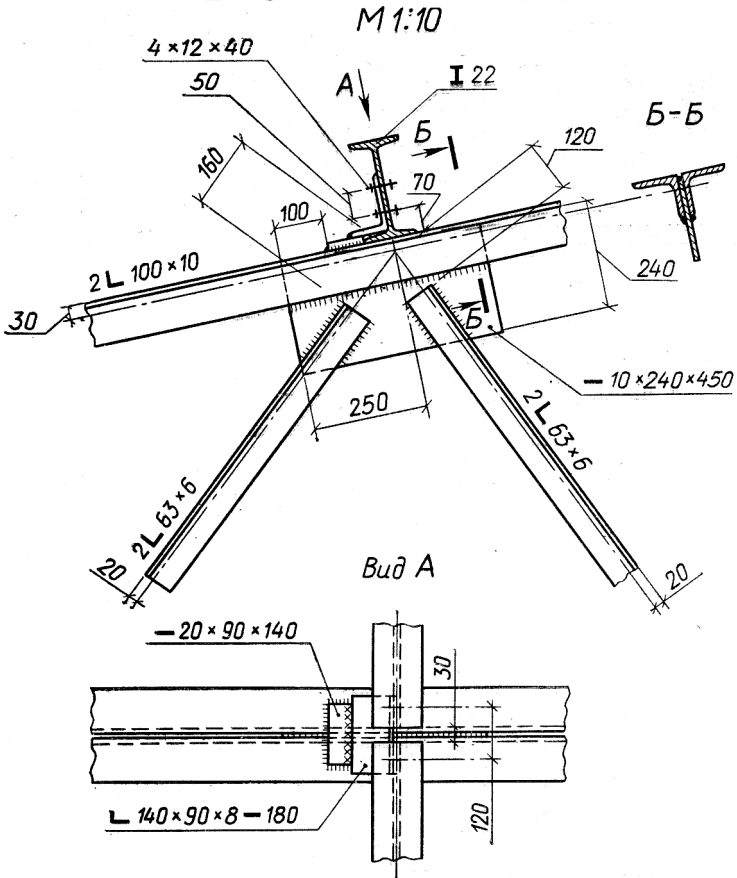
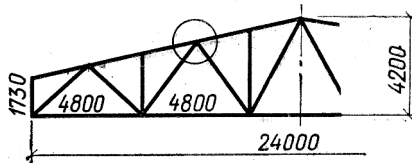
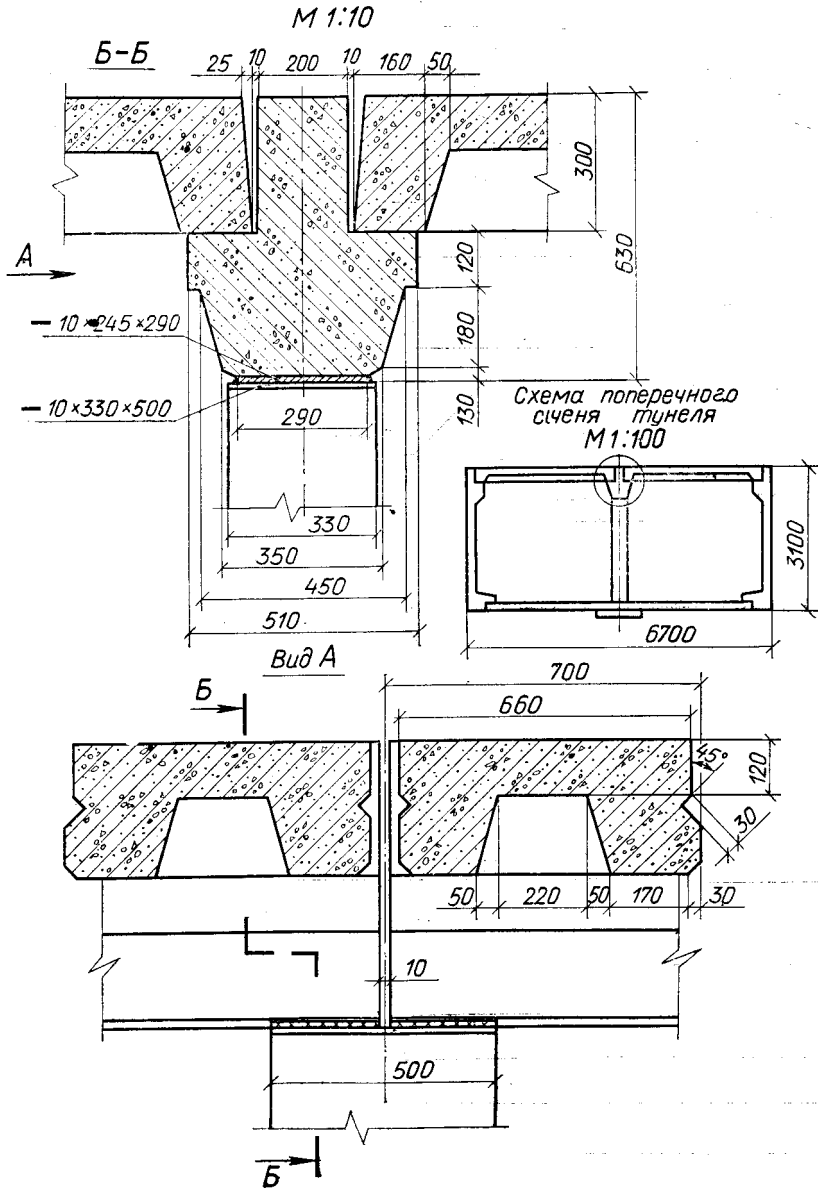


Схема ферми

*M 1:200*

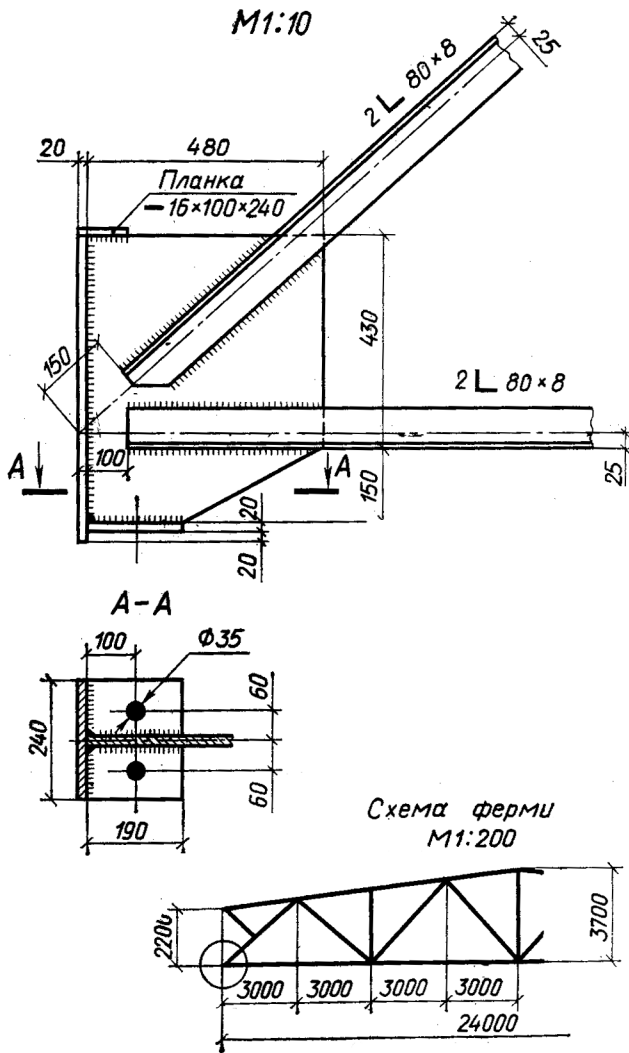


Вузол 2. Виконати креслення вузла залізобетонної конструкції.



### Варіант 13

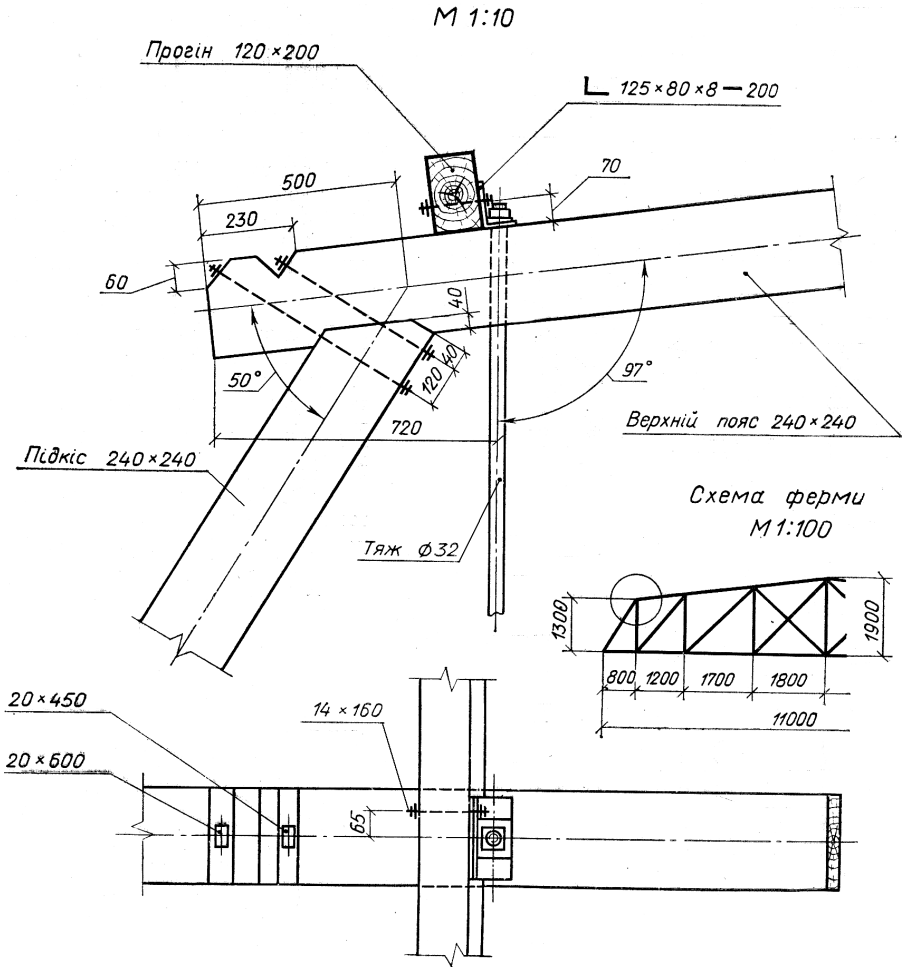
Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.







Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



# Варіант 15

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

M1:10

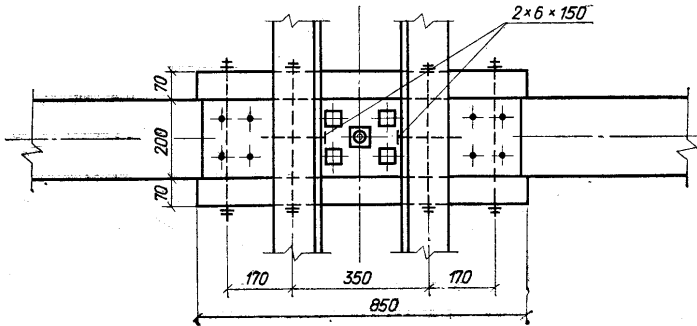
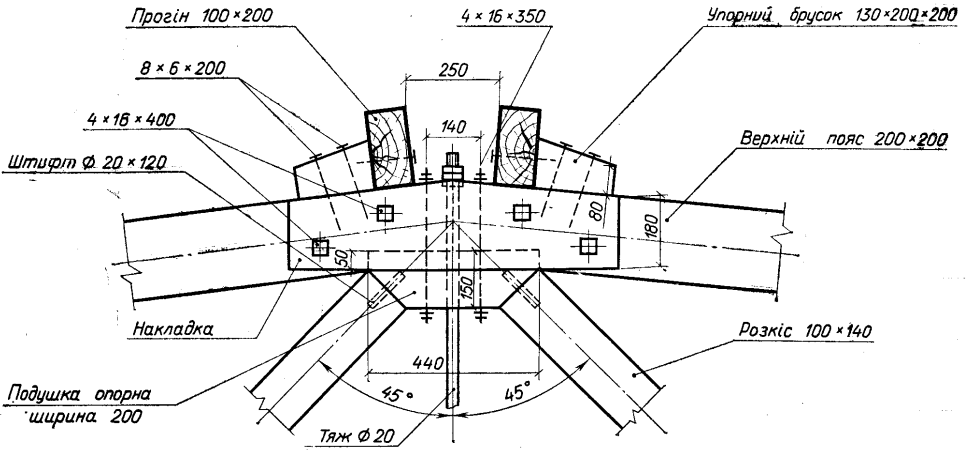
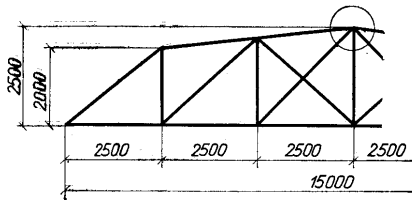


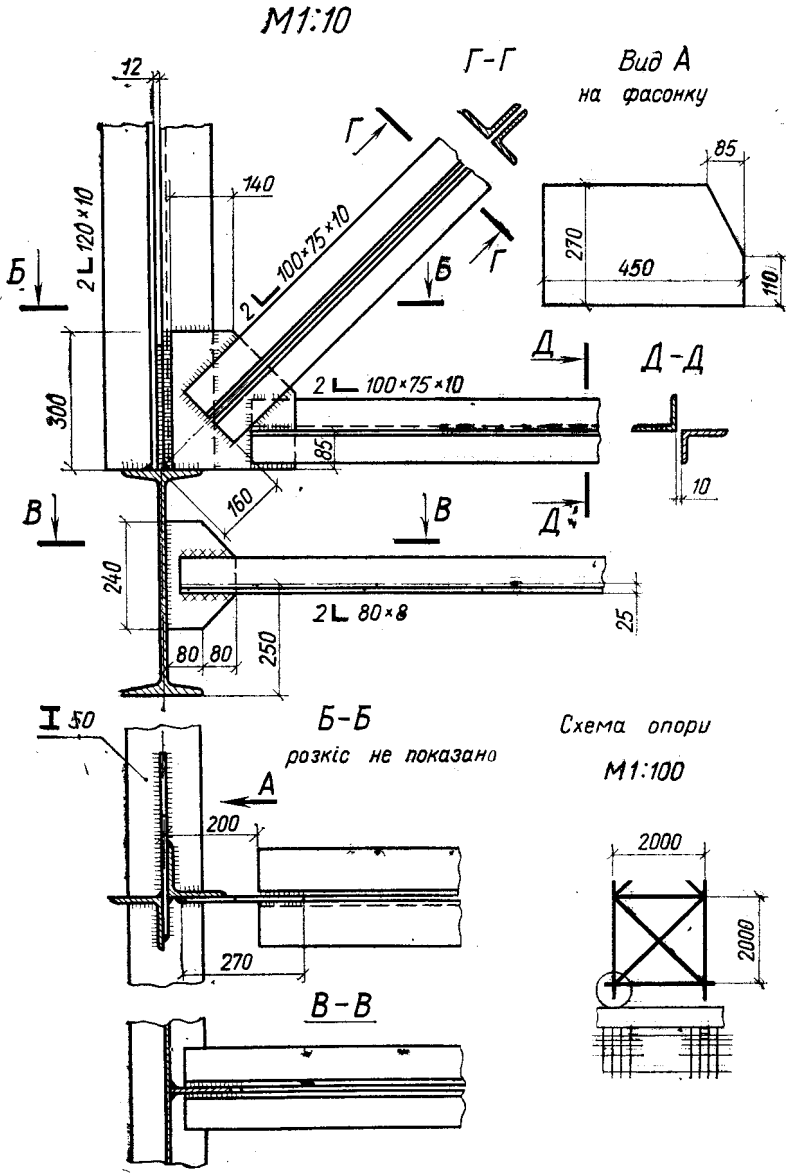
Схема ферми  
M1:100





**Варіант 16**

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

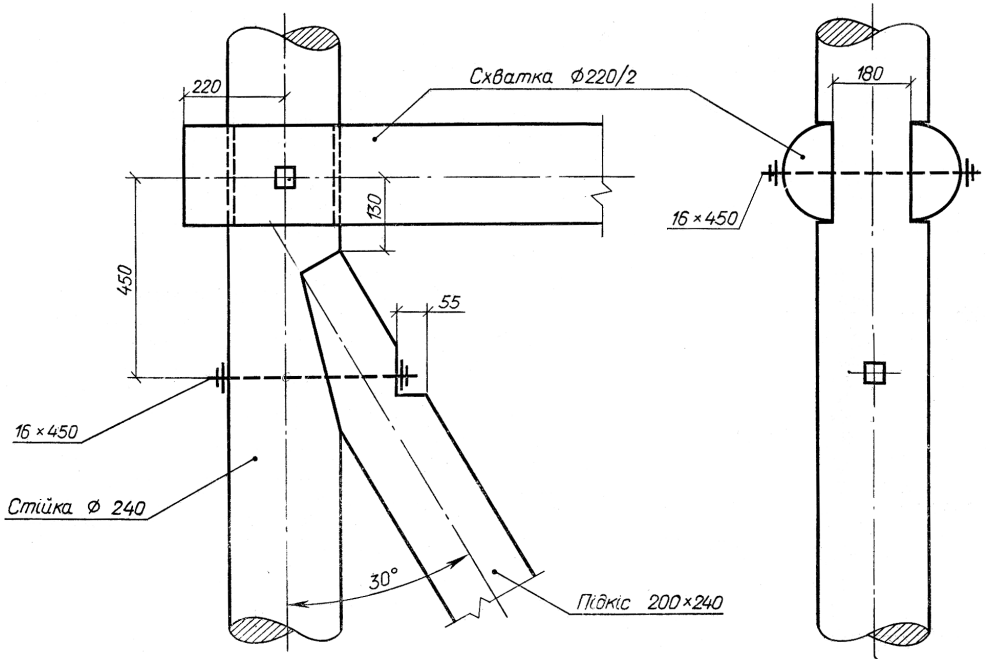




### Варіант 17

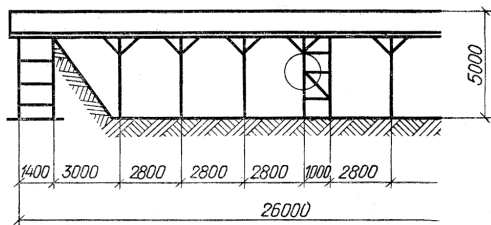
Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

M1:10



Схема

M1:200





# Варіант 18

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

М 1:10

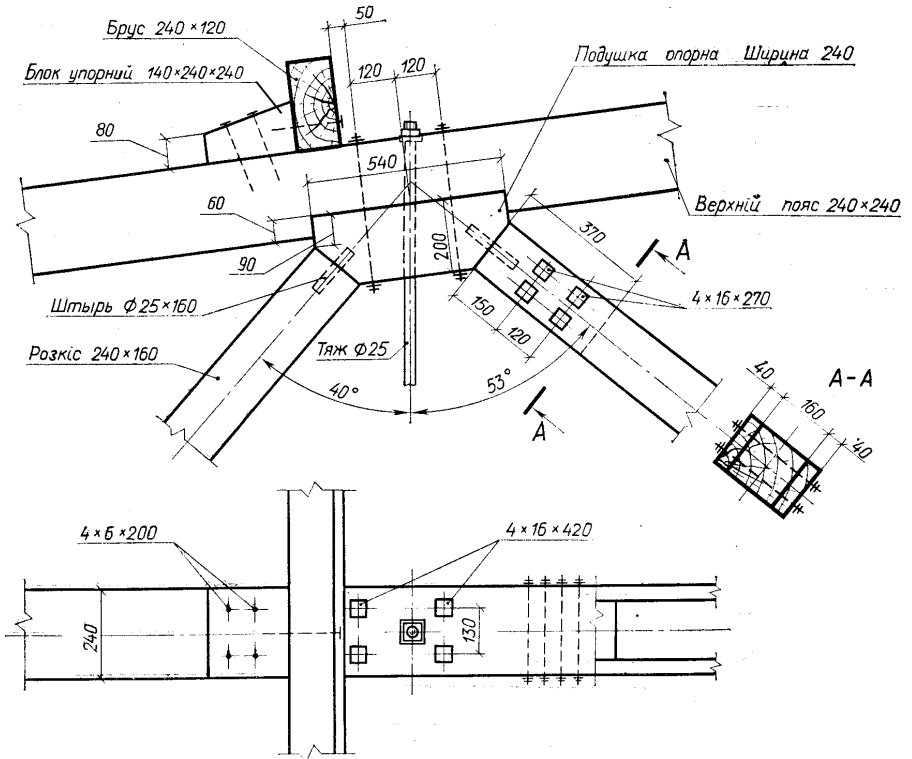
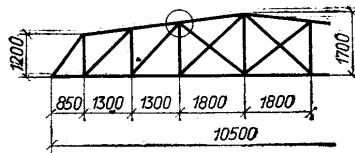


Схема ферми  
М 1:100



Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

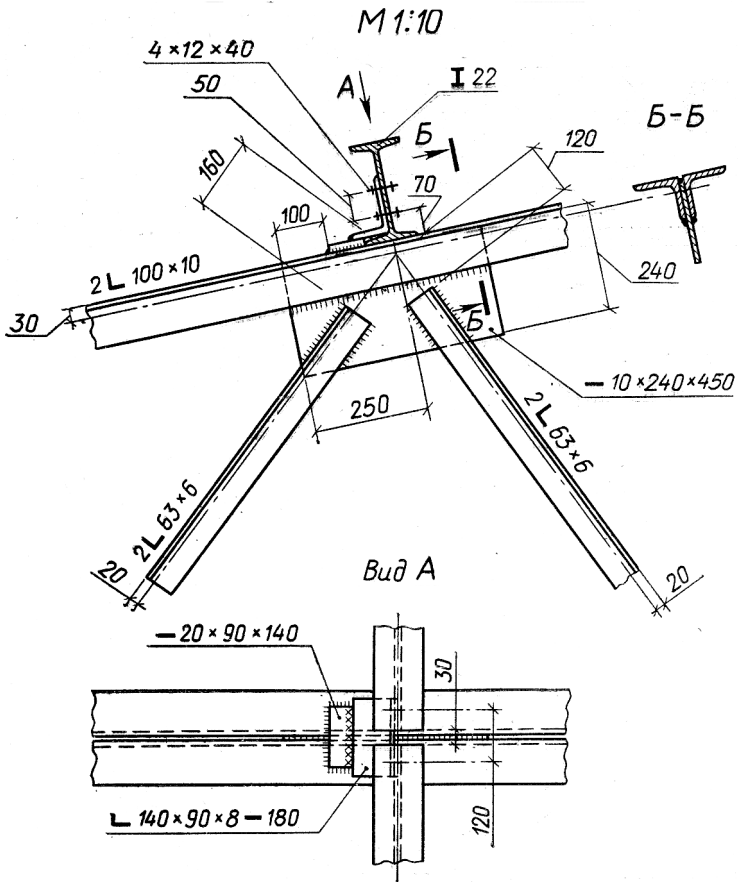
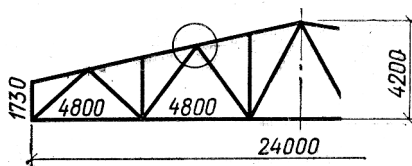


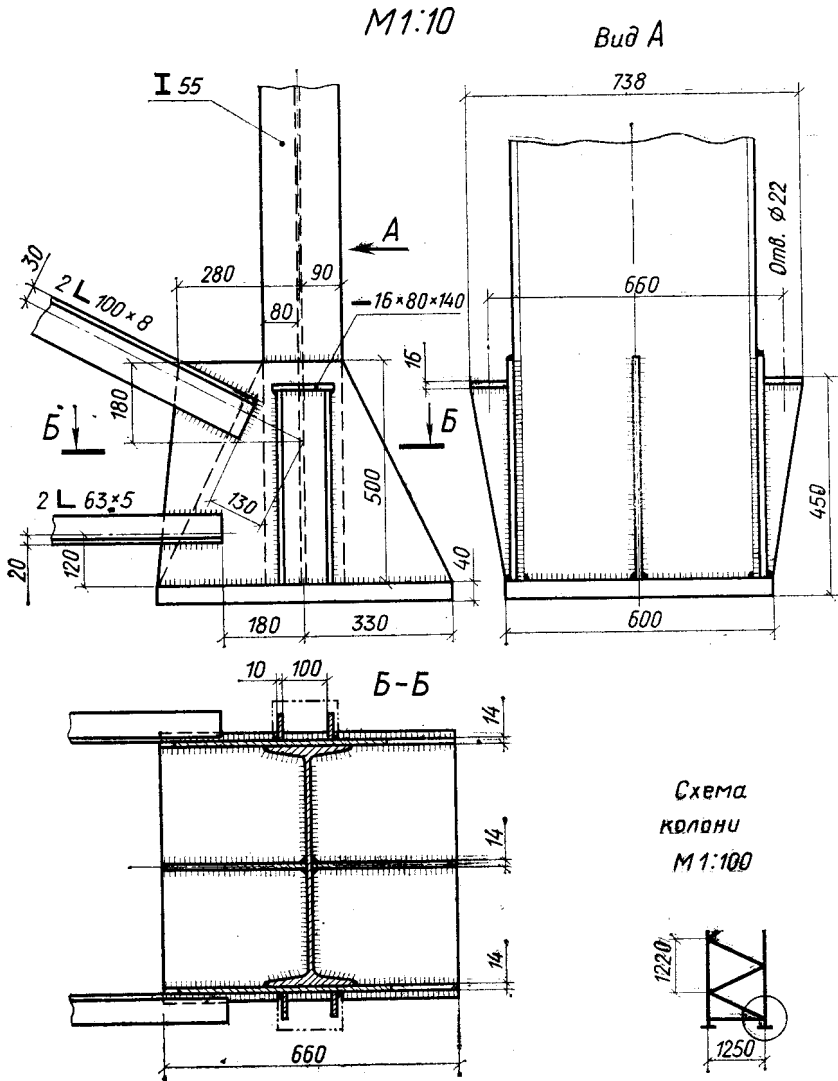
Схема ферми

*M 1:200*



# Варіант 19

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

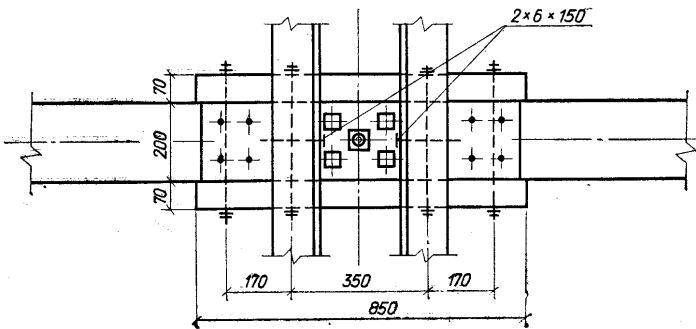
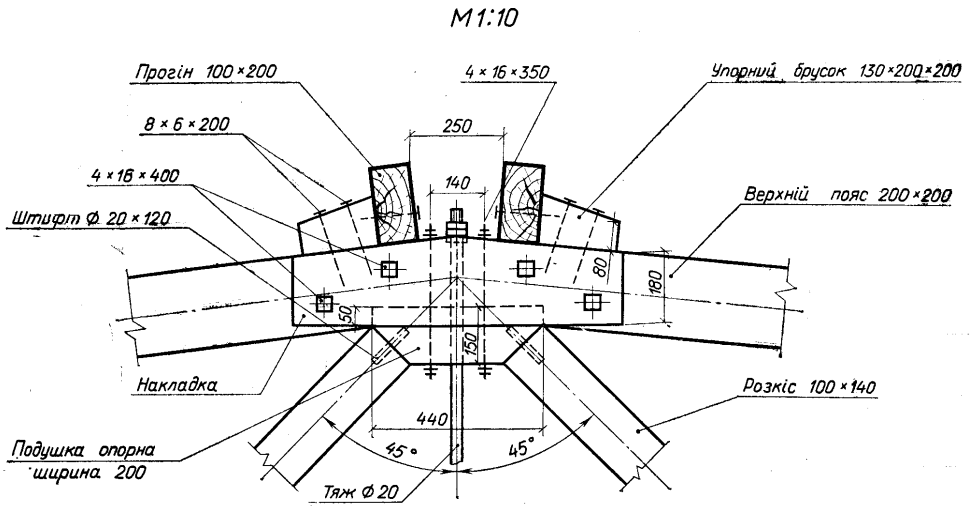
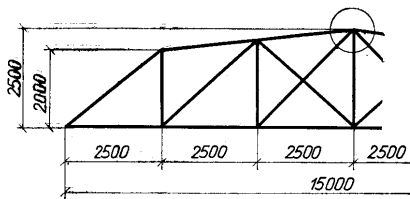
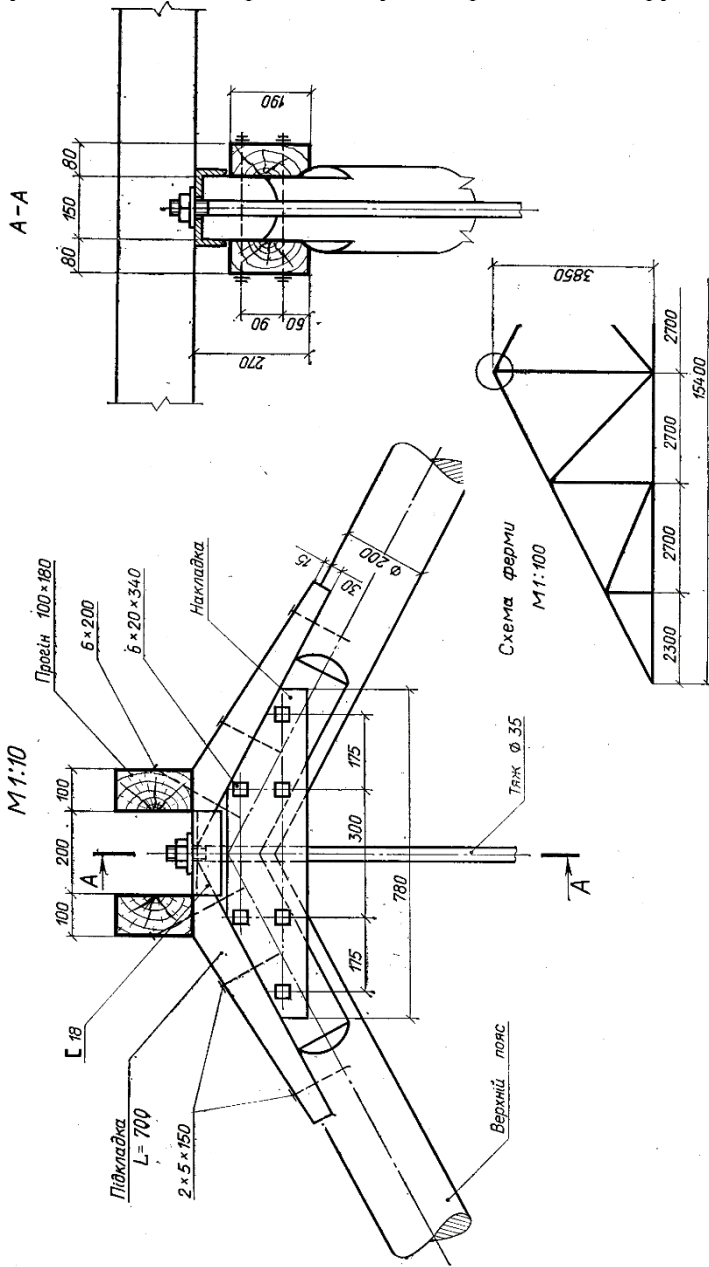


Схема ферми  
M1:100

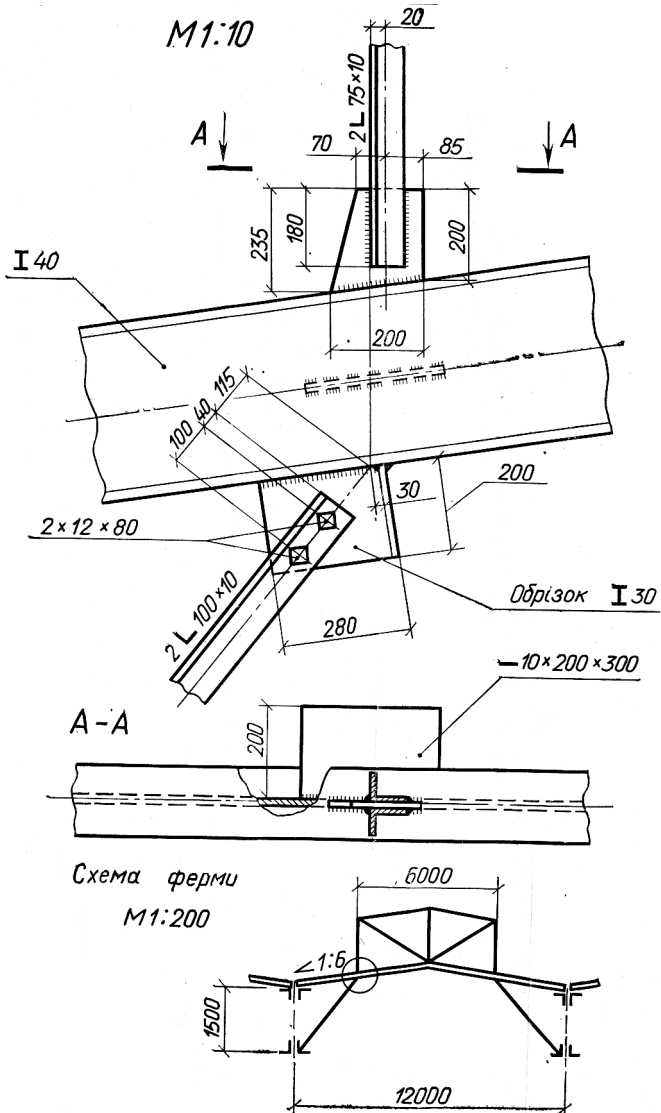


# Варіант 20

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

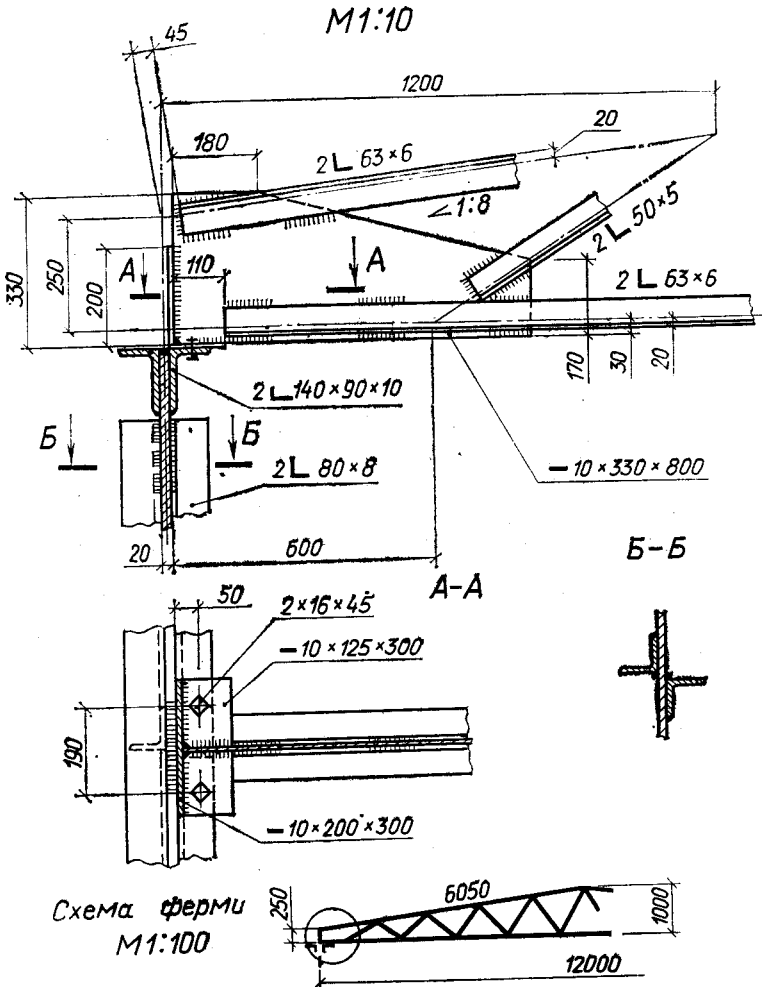


Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



# Варіант 21

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

М 1:10

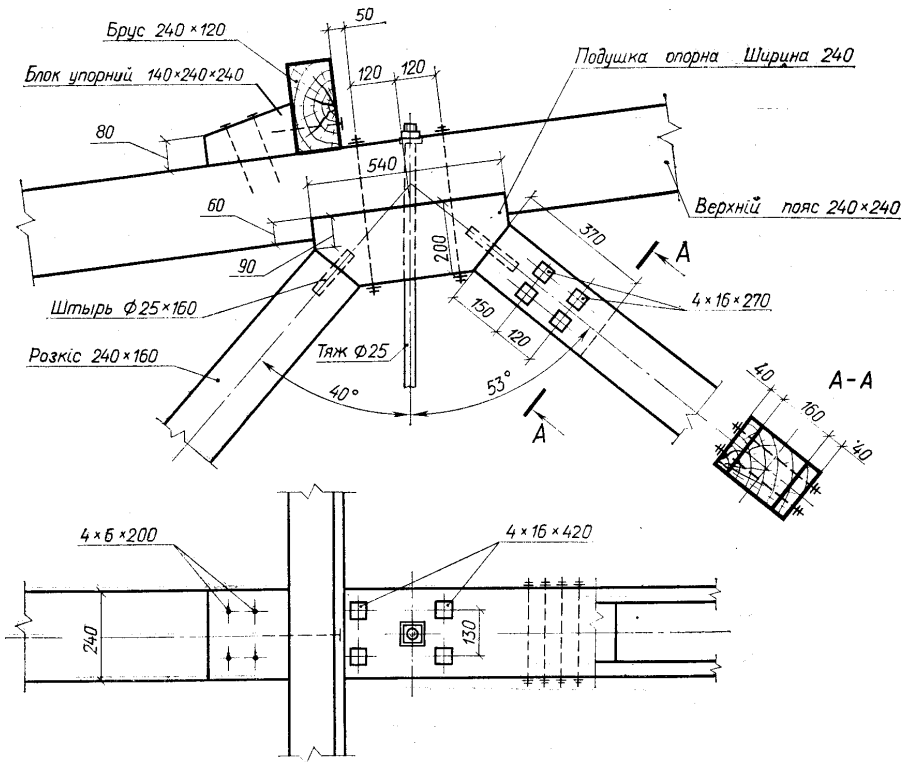
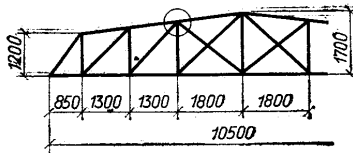
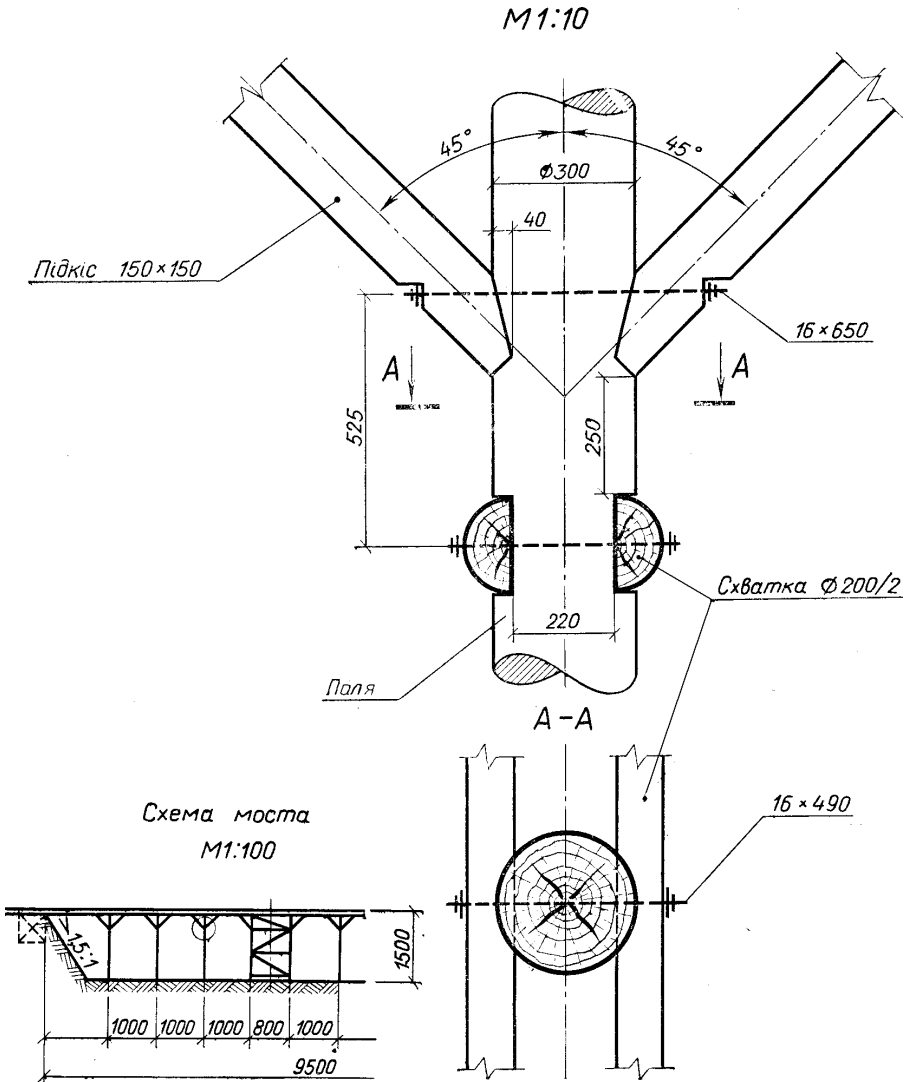


Схема ферми  
М 1:100

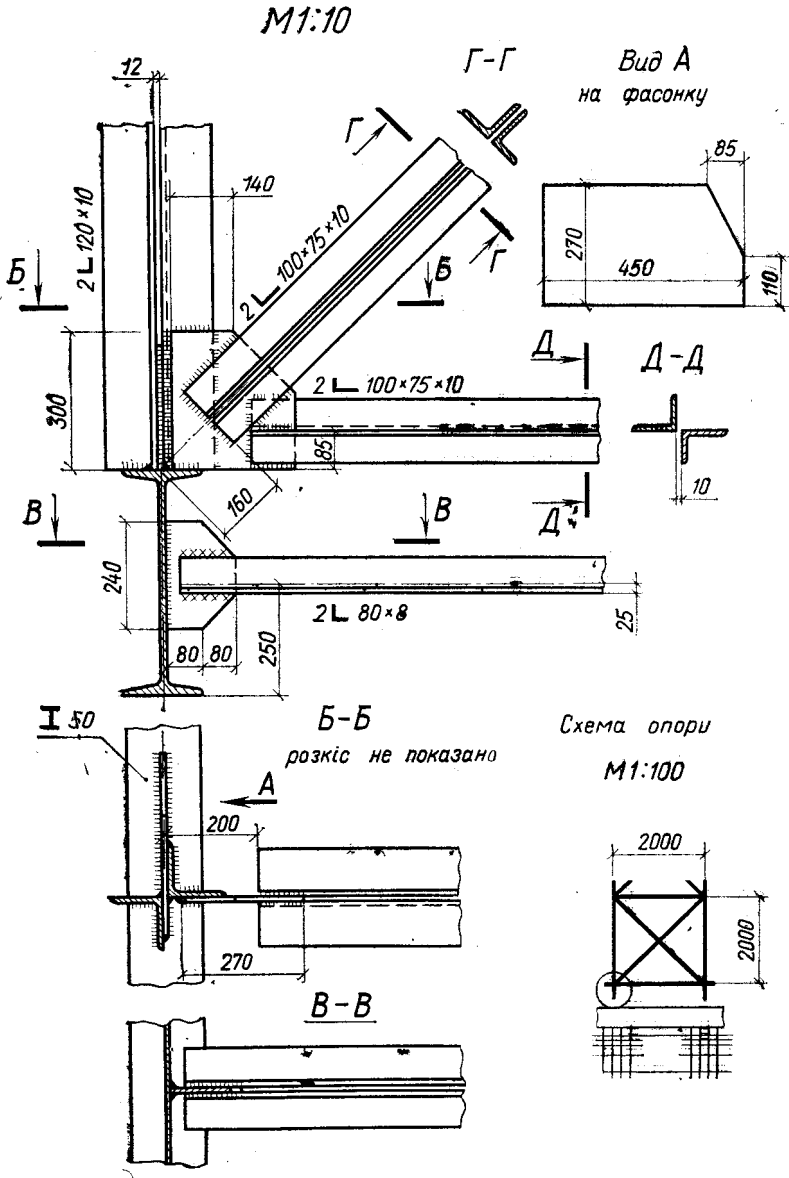


## Варіант 22

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

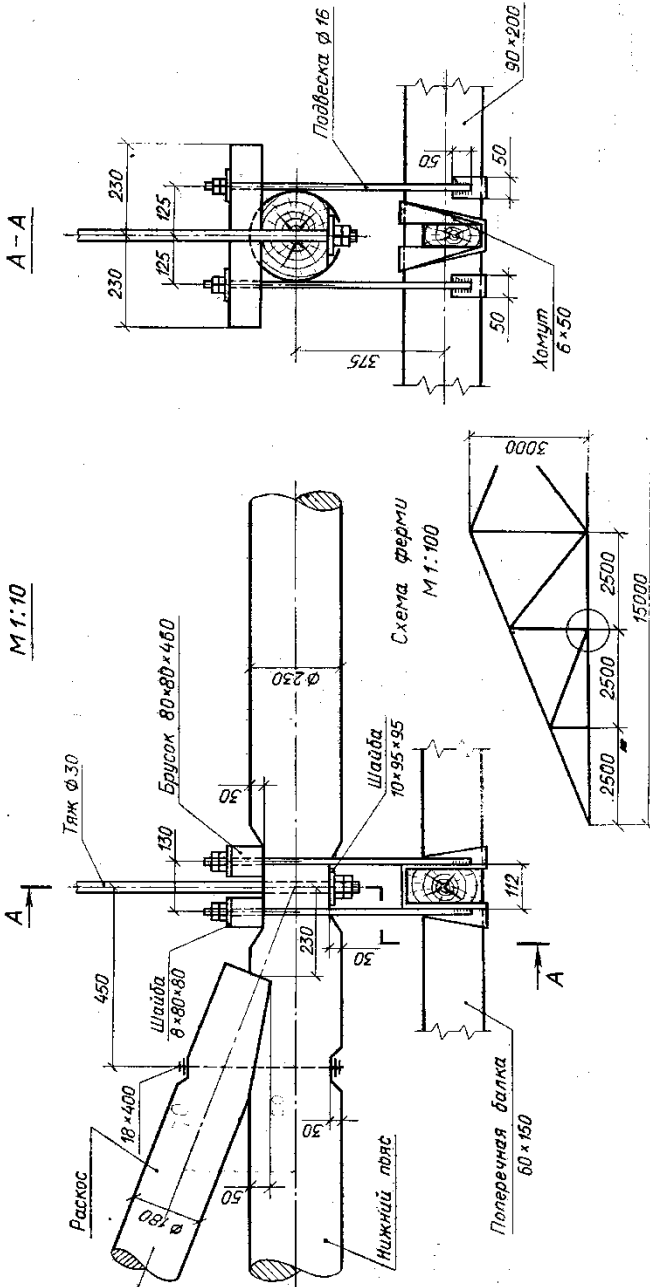


Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

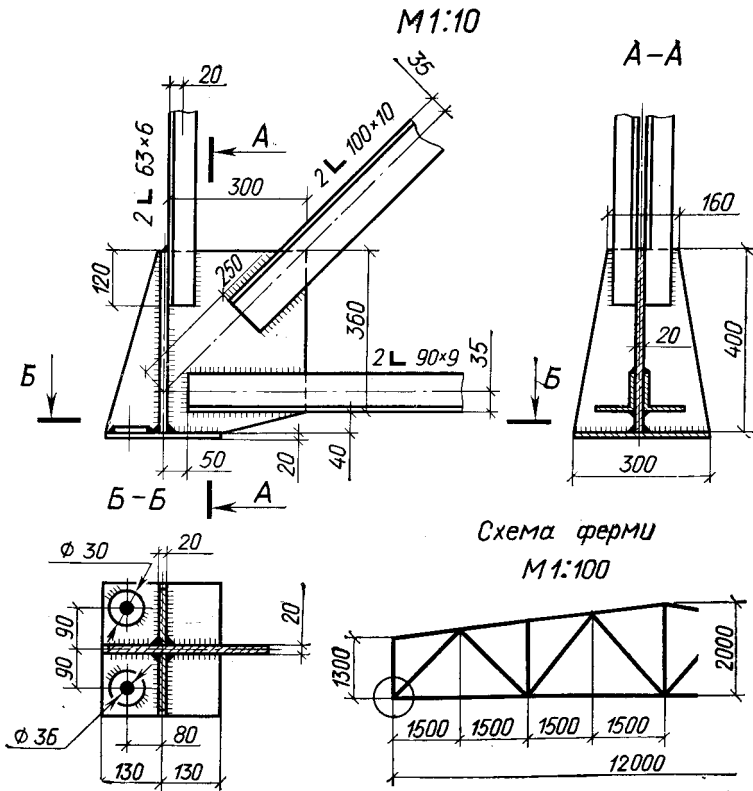


# Вариант 23

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



## Варіант 24

Вузол 1. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

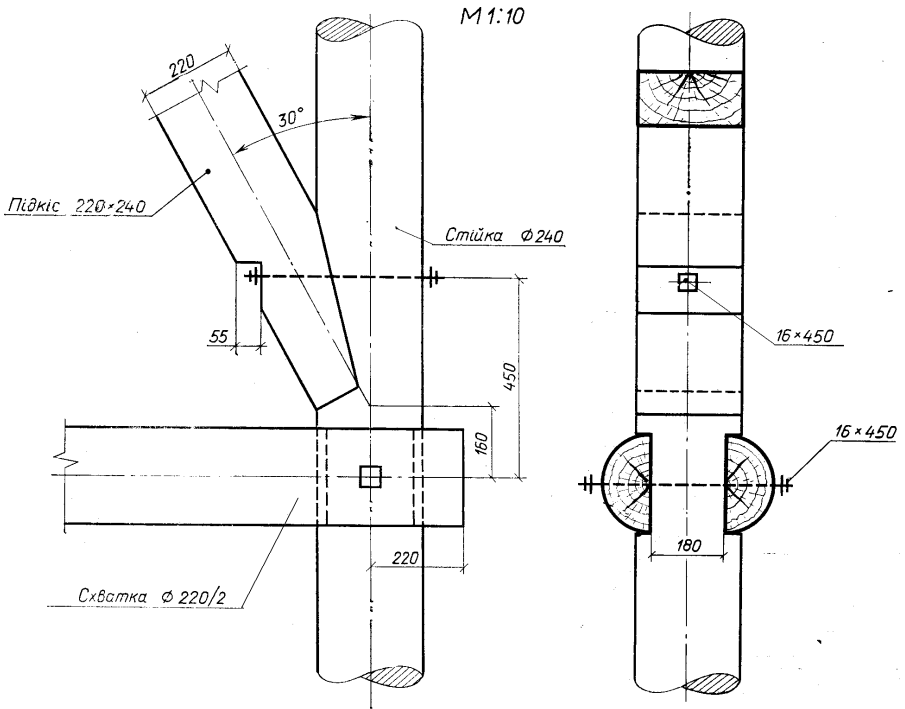
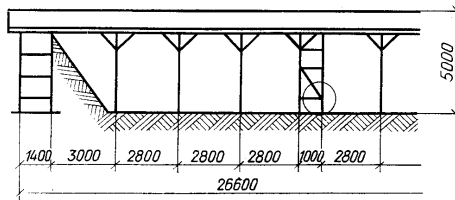
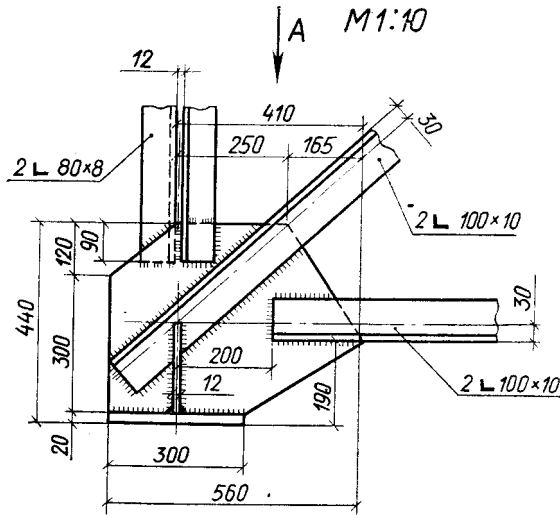


Схема шляхопроводу

М 1:200



Вузол 2. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вид А

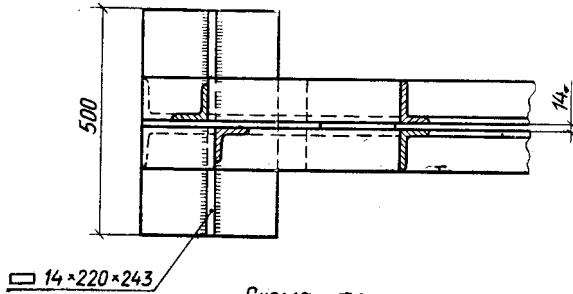
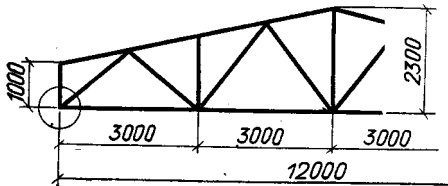
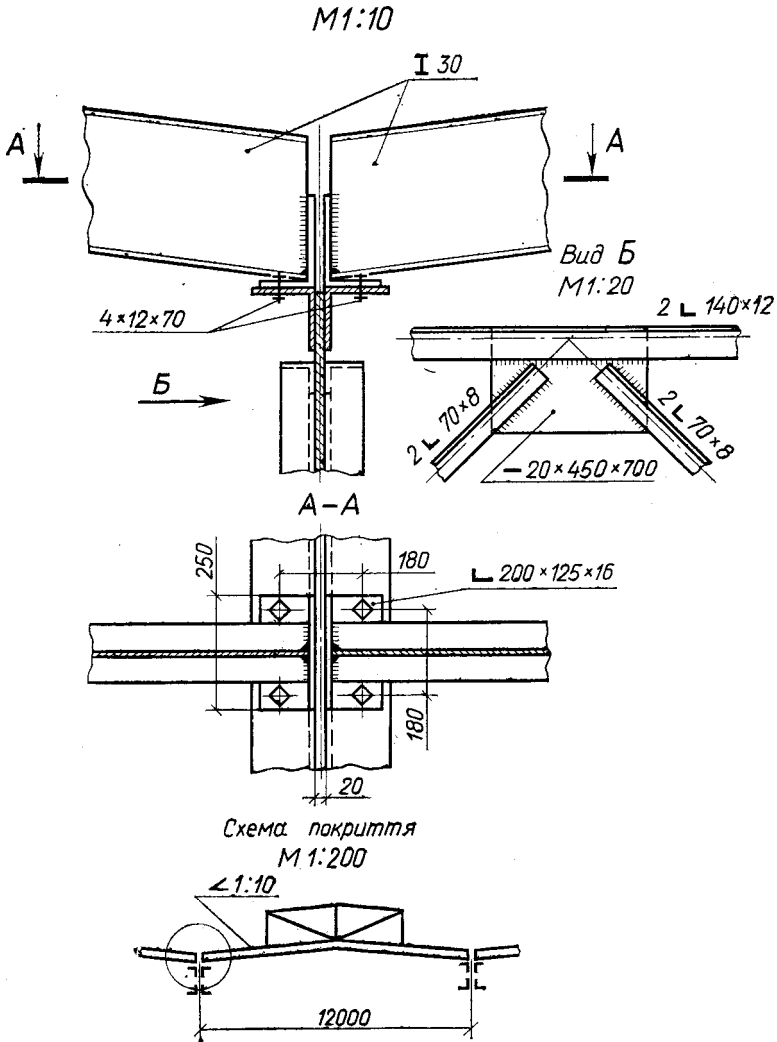


Схема ферми  
M1:100

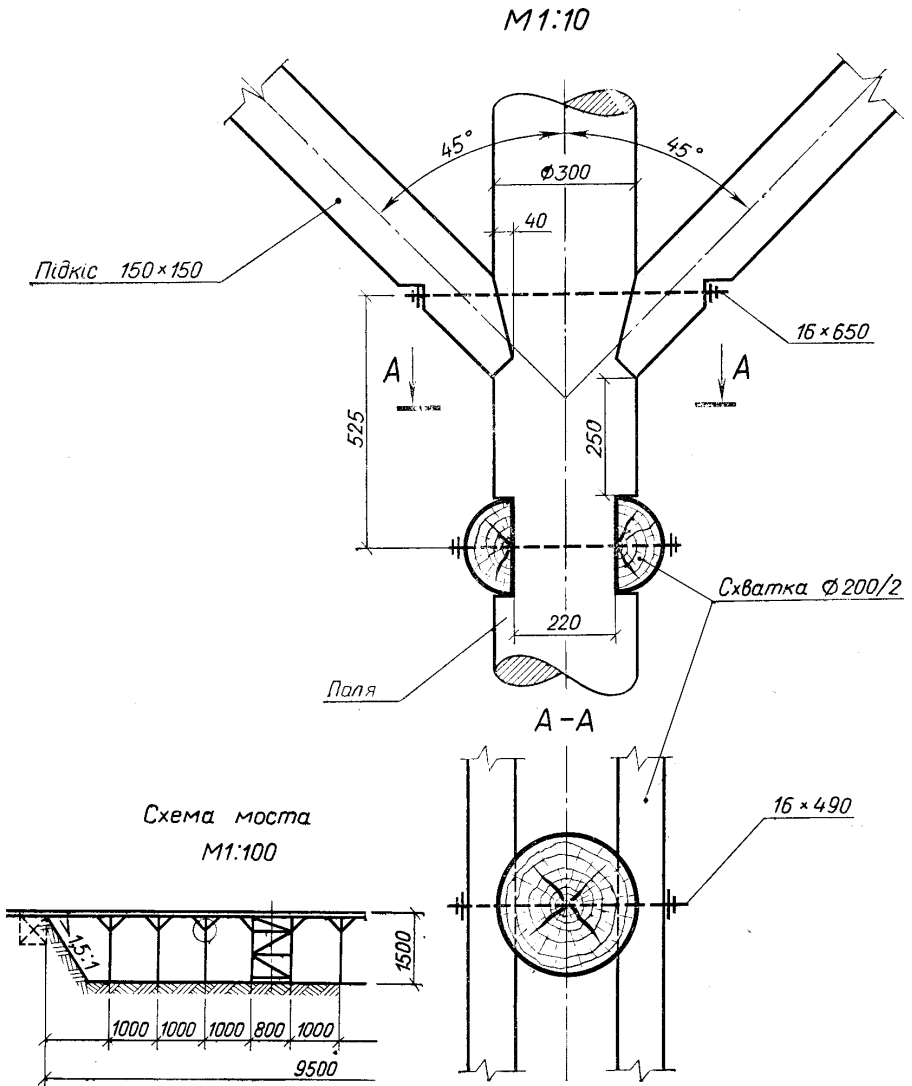


**Варіант 25**

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

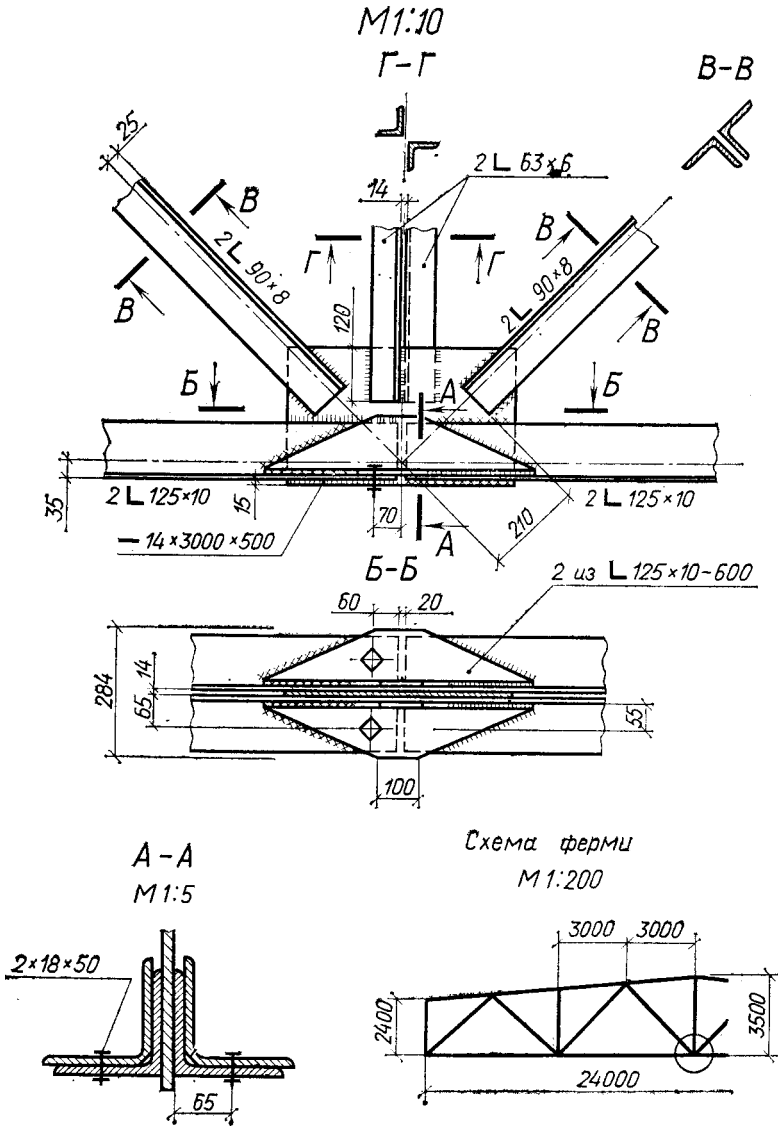


Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.

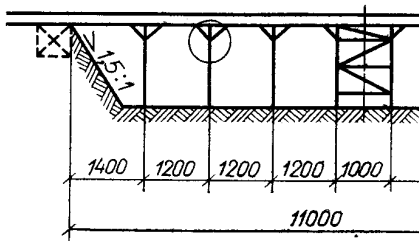
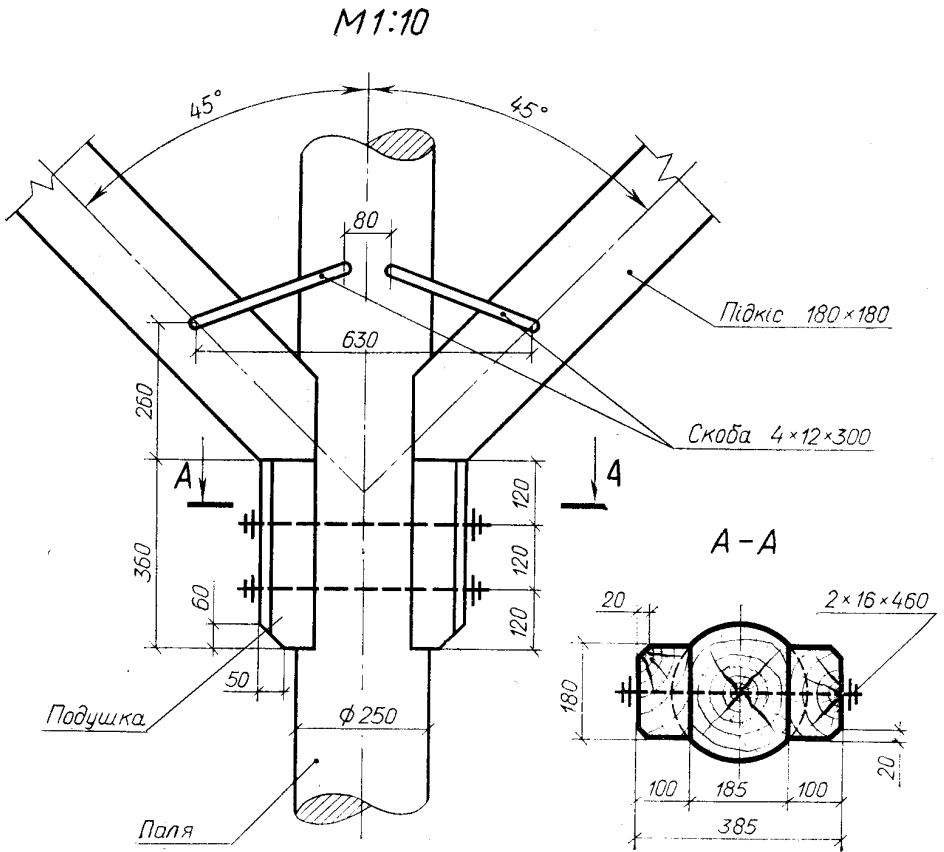


# Варіант 26

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

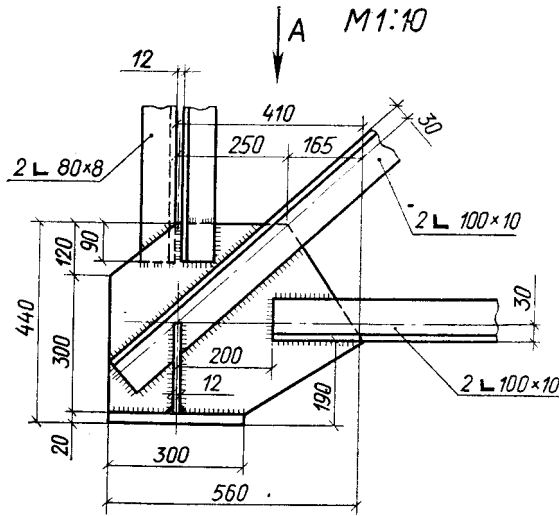


Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



# Варіант 27

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.



Вид А

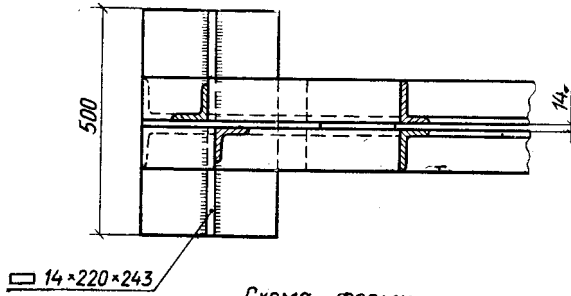
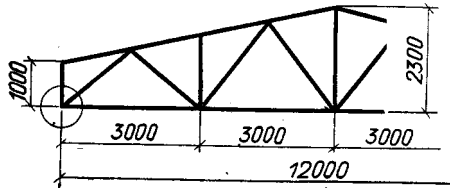


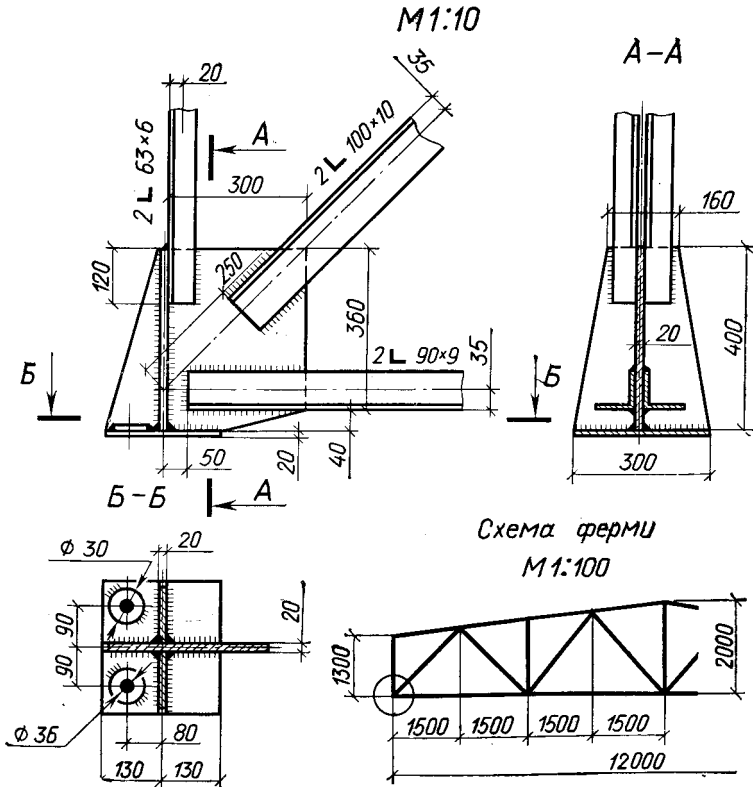
Схема ферми  
M1:100



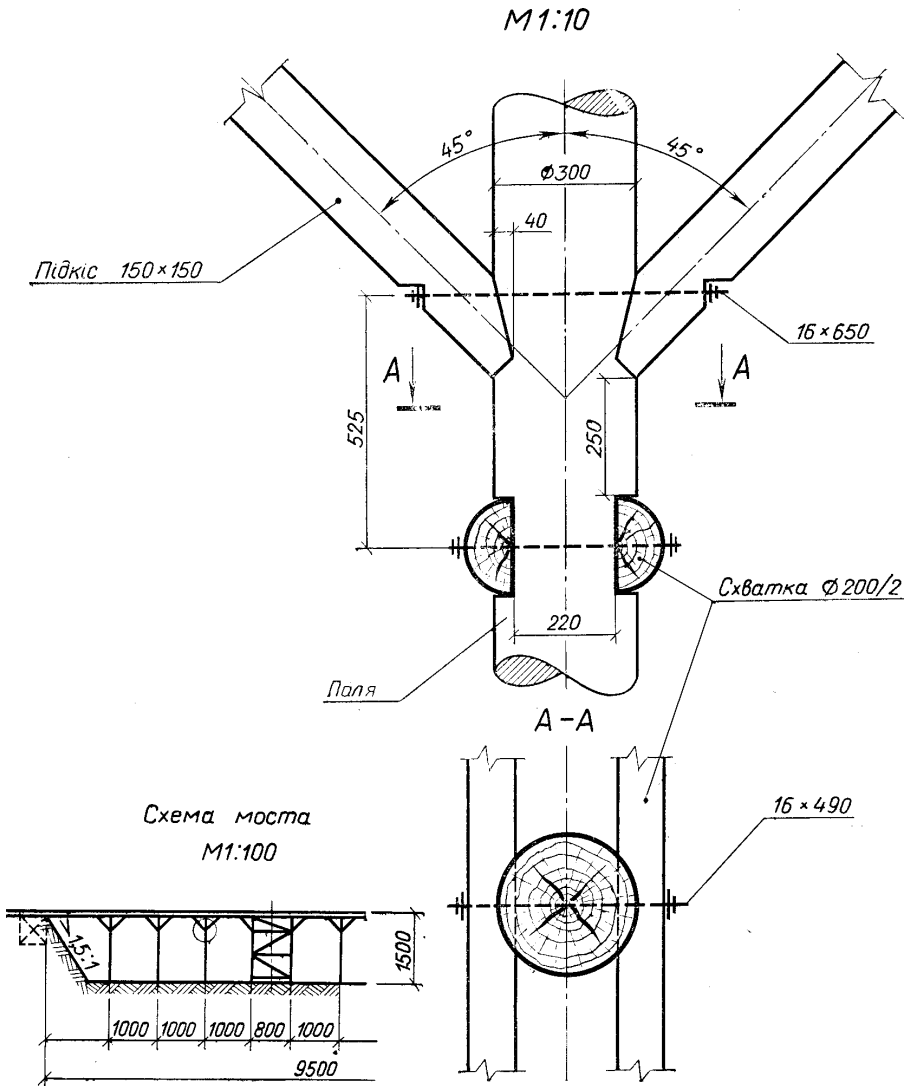


### Варіант 28

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

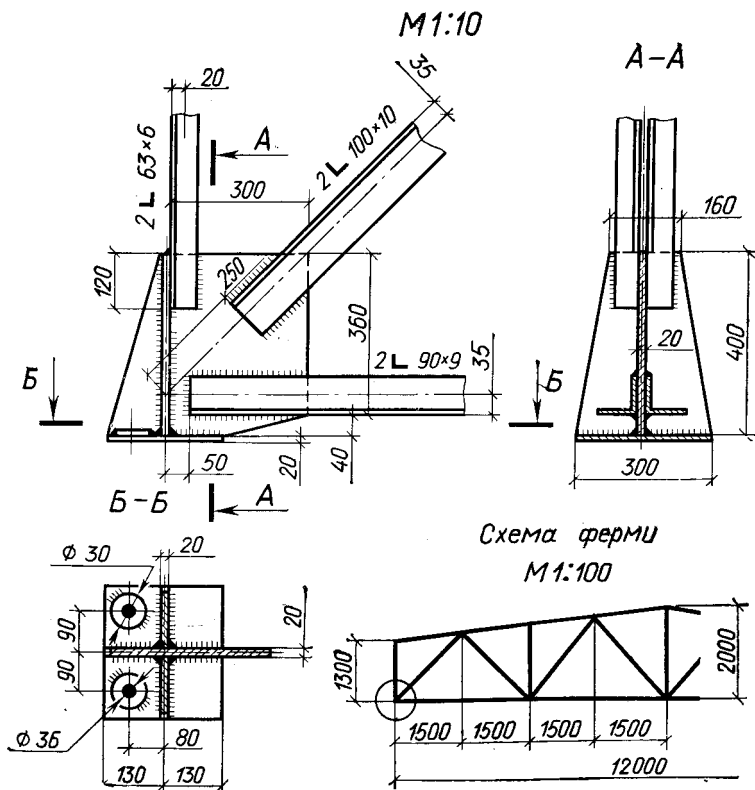


Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



### Варіант 29

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.





### Варіант 30

Вузол 1. Виконати креслення вузла металевої конструкції.

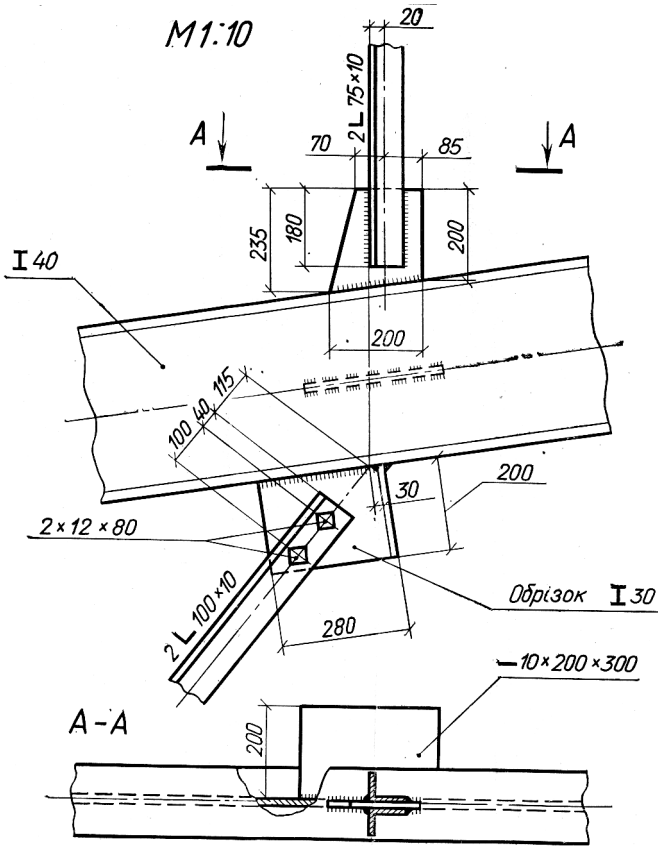
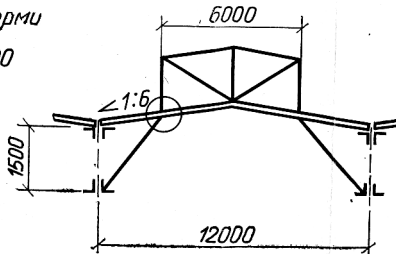
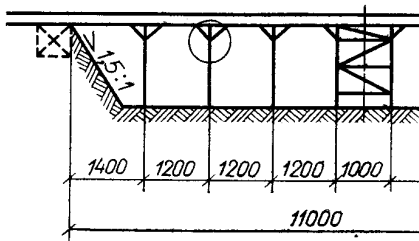
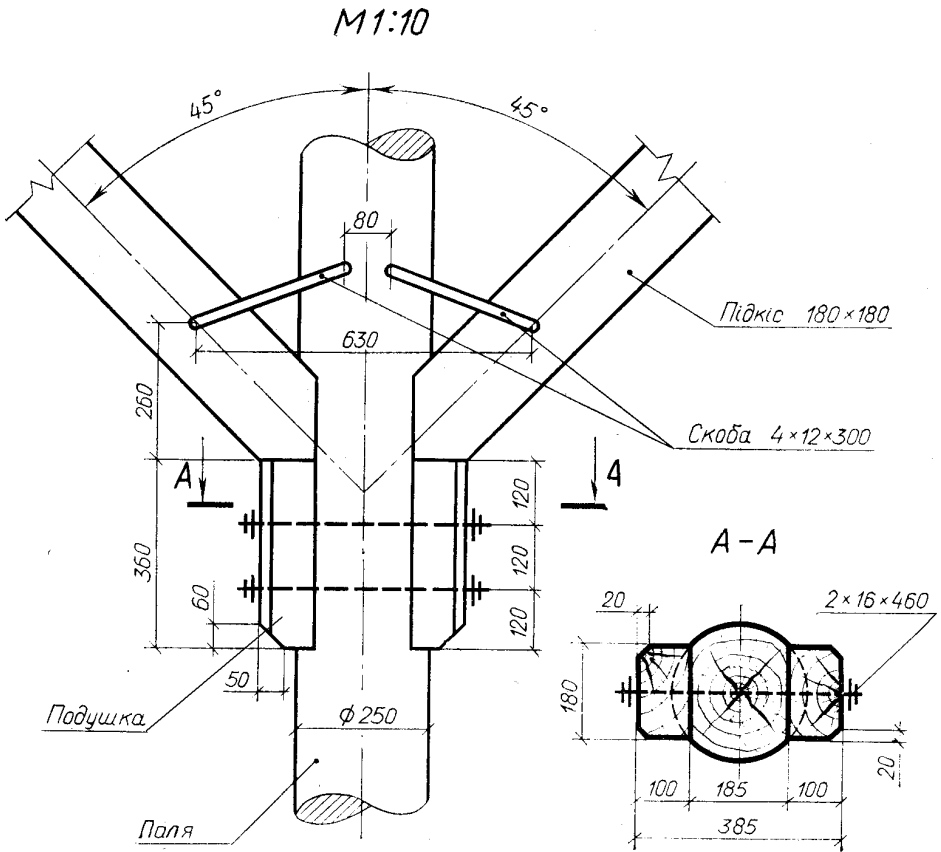


Схема ферми

*M1:200*



Вузол 2. Виконати креслення вузла дерев'яної конструкції.



## Перелік джерел посилання

1. Самчук В.П., Пасічник Р.В. Комп'ютерні технології у будівництві: Навчальний посібник – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2016. – 384 с.
2. Павловський С.М., Бабков А.В. Основи автоматизованого проектування: лабораторні роботи в середовищі AutoCAD. Навчальний посібник, 2021, – 598 с.
3. Козяр М.М., Фещук Ю.В. Комп'ютерна графіка: AUTOCAD. Видавництво Олді+, 2024. – 304 с.
4. Графічна система AutoCAD. Основи інженерно-будівельного креслення, моделювання та анімації [Текст] : навч.-метод. посіб. / [В. І. Топчій та ін.] ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. - 394 с.
5. Топчій В.І. Графічна система AutoCAD. Основи інженерно-будівельного креслення, моделювання та анімації. Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 396 с.
6. Brian C. Benton, George Omura. Mastering AutoCAD 2021 and AutoCAD LT 2021 2nd Edition. Sybex; 2nd edition (January 7, 2021), – 1120 p.
7. George Omura, Brian C. Benton. Mastering AutoCAD 2024 and AutoCAD LT 2024: Publisher: Sybex, 2023. – 1088 p.
8. ДСТУ 9243.4:2023 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації.
9. ДСТУ 9243.7:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.
10. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
11. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.

### *Інформаційні ресурси*

12. <http://www.autodesk.com> – Офіційний сайт компанії Autodesk.
13. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/>

**Комп'ютерні технології у будівництві** [Текст] : методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання / укладач В.П. Самчук, – Луцьк : ЛНТУ, 2025. – 116 с.

Комп'ютерний набір: В.П. Самчук

Редактор: В.П. Самчук

Підп. до друку «   » \_\_\_\_\_ 2025 р. Формат 60x84/16. Папір офс.  
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 6,25.  
Тираж 50 прим.

Луцький національний технічний університет  
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75