

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Одеська політехніка»
Навчально-науковий інститут цифрових технологій, дизайну та
транспорту

Конспект лекції з освітнього компоненту
«Архітектурно-будівельне проєктування та технологія інформаційного
моделювання»
для студентів всіх форм навчання
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Одеська політехніка»
Навчально-науковий інститут цифрових технологій, дизайну та
транспорту

Конспект лекції з освітнього компоненту
«Архітектурно-будівельне проектування та технологія інформаційного
моделювання»
для студентів всіх форм навчання
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Затверджено
на засіданні кафедри
Інформаційних технологій
проектування та дизайну
Протокол № 1 від 27.08.2025

ОДЕСА ОНПУ 2025

Конспект лекції з освітнього компоненту «Архітектурно-будівельне проєктування та технологія інформаційного моделювання» для студентів всіх форм навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»/ Укл.: Безушко Д.І. – Одеса: НУ «Одеська політехніка», 2025. – 82 с.

Укладач: Безушко Д.І., канд. техн. наук, доцент

Зміст

ВСТУП	5
1 Класифікація будівель та споруд в контексті життєвого циклу та інформаційного моделювання (BIM)	7
2 Об'ємно-планувальні рішення та типологія житлових будівель	13
3 Конструктивні системи будівель та забезпечення сейсмостійкості	19
4 Основи і фундаменти будівель та проєктування в складних інженерно-геологічних умовах"	26
5 Стіни будівель, їх конструктивні рішення та вимоги енергоефективності	36
6 Конструктивні рішення перекриттів та підлог у будівлях	44
7 Проєктування та конструктивні рішення вертикальних комунікацій	48
8 Конструктивні рішення дахів та покриттів будівель	52
9 Житлові будинки	56
10 Принципи безбар'єрності, універсального дизайну та нормативне регулювання доступності	60
11 Технічне обстеження, реконструкція та відновлення будівель і споруд	64
12 Особливості проєктування та типологія громадських будівель.	68
13 Основи формування генерального плану, зонування та нормативні обмеження забудови.	71
14 Основи технології інформаційного моделювання будівель (BIM)	75
15 Правила виконання архітектурно-будівельних креслень та технологія інформаційного моделювання	80
16 Основна навчальна література	83
17 Нормативні документи та додаткова література	83
18 Корисні інтернет-ресурси	84

ВСТУП

Шановні студенти!

Пропонований конспект лекцій з освітнього компоненту «Архітектурно-будівельне проектування та технологія інформаційного моделювання» розроблено для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Сучасна будівельна галузь переживає фундаментальну трансформацію. Епоха, коли інженер мислив виключно плоскими кресленнями, відходить у минуле. Сьогодні фахівець високого класу зобов'язаний поєднувати глибоке розуміння фізики будівельних конструкцій із володінням передовими цифровими інструментами. Саме тому цей курс побудовано на синергії двох напрямів: класичної теорії архітектурного проектування та новітньої методології інформаційного моделювання будівель (BIM).

Мета цього конспекту — надати вам системні знання, необхідні для створення безпечних, енергоефективних та комфортних будівель, а також сформувати навички управління інформацією про об'єкт протягом усього його життєвого циклу.

Структура конспекту охоплює повний спектр професійних питань:

- Основи типології та класифікації: від розуміння різниці між будівлею та спорудою до визначення класів наслідків (відповідальності), що є базою для будь-якого проєкту.
- Конструктивна анатомія будівлі: детальний розгляд усіх елементів — від основ і фундаментів у складних геологічних умовах до сучасних покрівельних систем та енергоефективних фасадів.
- Проектування житлового та громадського середовища: вивчення об'ємно-планувальних рішень, ергономіки простору та нормативних вимог до різних типів будівель.
- Сучасні виклики: окремі розділи присвячені принципам безбар'єрності та універсального дизайну, енергоефективності, а також технічному обстеженню та реконструкції будівель, що набуває особливої актуальності в умовах відновлення країни.
- Цифрові технології: основи BIM, рівні деталізації (LOD), виміри моделювання (3D-7D) та перехід від традиційного CAD-креслення до створення цифрових двійників.

Матеріал лекцій базується на актуальних Державних будівельних нормах (ДБН) та стандартах України, враховуючи сучасні європейські практики.

Опанування цього курсу стане вашим надійним фундаментом у професійній діяльності, дозволить впевнено приймати інженерні рішення та бути конкурентоспроможним фахівцем на ринку проектування та будівництва.

Бажаємо успіхів у навчанні та професійному зростанні!

1 Класифікація будівель та споруд в контексті життєвого циклу та інформаційного моделювання (BIM)

Мета: Надати студентам спеціальності "Будівництво та цивільна інженерія" системне розуміння основних принципів класифікації об'єктів будівництва. Розкрити практичне значення класів наслідків для проєктування та будівництва, а також ознайомити з сучасною парадигмою інформаційного моделювання (BIM) як інструменту управління повним життєвим циклом об'єкта.

План лекції

1. Фундаментальні поняття: різниця між будівлею та спорудою.
2. Основні критерії класифікації будівель: за призначенням, висотою та матеріалами.
3. Класифікація інженерних споруд.
4. Клас наслідків (відповідальності): поняття, критерії визначення та практичний вплив.
5. Інформаційне моделювання (BIM) та його роль у життєвому циклі об'єкта.

1.1 Фундаментальні поняття: Будівля vs. Споруда

Точне розмежування понять "будівля" та "споруда" є базовою вимогою для будь-якого інженера-будівельника. Це розрізнення визначає нормативні вимоги, підходи до проєктування та обсяг необхідної документації. Наприклад, вимоги до евакуаційних шляхів та протипожежного захисту для будівлі (де постійно перебувають люди) є кардинально іншими, ніж для споруди типу мосту чи вежі.

Визначення термінів:

- Споруда – це будівельна система, пов'язана з землею, яку створено з будівельних матеріалів, напівфабрикатів, устаткування та обладнання шляхом виконання будівельно-монтажних робіт.

Приклади: пам'ятники, мости, вежі, тунелі, бункери.

- Будівля – це будівельна система, що складається з опорних та огорожувальних конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для проживання або перебування людей, розміщення устаткування, тварин, рослин тощо.

Просте правило для розрізнення: Будь-яка будова, створена над землею або під землею, називається спорудою. Будова, в якій є приміщення для діяльності людей, називається будівлею. Розуміючи цю фундаментальну різницю, ми можемо перейти до більш детальної класифікації об'єктів за різними критеріями.

1.2 Класифікація будівель за ключовими ознаками

Багатофакторна класифікація будівель є необхідною для систематизації проєктних рішень, правильного застосування державних будівельних норм (ДБН) та забезпечення належного рівня безпеки й функціональності об'єктів. Розглянемо класифікацію за призначенням, умовною висотою та основними матеріалами.

Класифікація за призначенням

- Громадські будівлі: Це будівлі, де люди перебувають тимчасово у зв'язку з виконанням функціональних процесів, які забезпечують життєдіяльність та розвиток суспільства. *Приклади:* заклади управління, освіти, культури, торгівлі, охорони здоров'я.
- Промислові будівлі: Це будівлі, де люди перебувають тимчасово у зв'язку з виконанням технологічних процесів з випуску товарної продукції. Вони поділяються на основні виробничі цехи, де створюється продукція (напр., складальні цехи), та цілий комплекс допоміжних будівель, що забезпечують їх функціонування: енергетичні (ТЕЦ, компресорні), складські, транспортні (гаражі, депо) та адміністративно-побутові.
- Будівлі сільськогосподарського призначення: Об'єкти, призначені для аграрного сектору, лісівництва та рибного господарства.

Класифікація за умовною висотою (для протипожежного захисту):

Ця класифікація базується на висоті від рівня землі до рівня підлоги верхнього поверху (Н) і є критично важливою для проєктування систем протипожежної безпеки. Ця класифікація є критично важливою, оскільки від неї залежить вибір конструктивних рішень, необхідність влаштування незадимлюваних сходових кліток, систем автоматичного пожежогасіння та димовидалення, а також вимоги до доступу пожежних підрозділів.

- Малоповерхові: $H \leq 9$ м (до 3 поверхів).
- Багатоповерхові: $9 \text{ м} < H \leq 26,5$ м (до 9 поверхів).
- Підвищеної поверховості: $26,5 \text{ м} < H \leq 47$ м (до 16 поверхів).
- Висотні: $H > 47$ м (вище 16 поверхів).

Класифікація за видом матеріалу:

- Кам'яні
 - Дерев'яні
 - Залізобетонні
 - Змішані
- Крім будівель, існує окрема, не менш важлива категорія об'єктів

1.3 Класифікація інженерних споруд

Інженерні споруди, на відміну від будівель, часто виконують специфічні інфраструктурні функції, що вимагає окремої системи класифікації. В Україні

вона регламентована державним класифікатором ДК 018-2000 "Державний класифікатор будівель та споруд".

Визначення та основні групи:

Інженерні споруди — це об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні або підземні будівельні системи, що складаються з тримальних та в окремих випадках огорожувальних конструкцій і призначені для виконання виробничих процесів, пересування людей, транспорту, вантажів, переміщення рідких та газоподібних продуктів тощо. Згідно з ДК 018-2000, вони поділяються на чотири основні групи:

1. Транспортні споруди
2. Інженерно-комунікаційні споруди (трубопроводи, комунікації та лінії електропередач)
3. Комплексні промислові споруди
4. Інші інженерні споруди

Деталізація видів транспортних споруд:

- Міст: споруда, призначена для руху через річку, яр та інші перешкоди, межами якої є початок та кінець пролітних споруд.
- Шляхопровід: інженерна споруда мостового типу над іншою дорогою (залізницею), що забезпечує рух по ній та дає можливість з'їзду на іншу дорогу.
- Віадук: міст на високих опорах через глибокий яр або ущелину.
- Естакада: інженерна споруда для руху транспортних засобів та (або) пішоходів, поїздів, підняття однієї дороги над іншою у місці їх перетину, а також для створення дороги на певній висоті, яка не має з'їздів на іншу дорогу.
- Тунель: горизонтальна або похила підземна споруда, яка має два виходи на поверхню. Після визначення типу об'єкта наступним логічним кроком є оцінка рівня його відповідальності та потенційної небезпеки.

1.4 Класи наслідків (відповідальності) — регуляторний та безпековий аспект

Клас наслідків є однією з найважливіших характеристик об'єкта будівництва. Він визначає не функціональне призначення, а рівень потенційної небезпеки для здоров'я і життя людей, а також можливих матеріальних та соціальних втрат у разі руйнування або пошкодження об'єкта. Цей параметр безпосередньо впливає на вимоги до проєктування, експертизи та контролю за будівництвом.

Визначення та законодавча база:

Клас наслідків (відповідальності) — це характеристика рівня можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, які постійно або періодично перебуватимуть на об'єкті або зовні нього, а також матеріальних збитків чи

соціальних втрат, пов'язаних із припиненням експлуатації або з втратою цілісності об'єкта. Згідно із Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності», існує три класи наслідків:

- СС1 – незначні наслідки;
- СС2 – середні наслідки;
- СС3 – значні наслідки.

Критерії визначення класу наслідків.

Клас відповідальності визначається проектною організацією за погодженням із замовником на основі шести ключових критеріїв:

1. Загроза для людей, які постійно перебувають на об'єкті. Під постійним перебуванням мається на увазі знаходження у будівлі від 8 годин на добу протягом 150 днів на рік (загалом не менше ніж 1 200 год за рік).
2. Загроза для людей, які періодично перебувають на об'єкті. Сюди відносяться ті, хто буває в будівлі до 8 годин на добу й максимум 149 днів у році (загалом від 450 до 1 200 год за рік).
3. Загроза для людей, які перебувають зовні об'єкта (проживають або працюють поруч, де можливе порушення нормальних умов життєдіяльності більше ніж на три доби).
4. Ймовірний матеріальний збиток, який розраховується у мінімальних розмірах заробітної плати (м.р.з.п.).
5. Пошкодження комунікацій та об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури (місцевого, регіонального або загальнодержавного рівня).
6. Руїнування об'єктів культурної спадщини (регіонального або державного значення).
- 7.

Вплив класу наслідків на проектування та будівництво.

Клас відповідальності безпосередньо впливає на регуляторні процедури та вимоги до проекту:

- Необхідність оформлення дозволів на виконання будівельних робіт.
- Обсяг і деталізація проектної документації.
- Норми та періодичність контролю за процесом зведення об'єкта.
- Порядок введення об'єкта в експлуатацію. Ключовою відмінністю є необхідність проведення комплексної експертизи проекту для всіх об'єктів класів СС2 та СС3.

Для об'єктів класу СС1 експертиза є обов'язковою лише в окремих випадках, наприклад, при будівництві у складних інженерно-геологічних умовах або залученні бюджетних коштів. Управління такою складною та багаторівневою інформацією про об'єкт протягом усього його існування вимагає сучасних цифрових інструментів, центральне місце серед яких займає BIM.

1.5 Інформаційне моделювання (BIM) в життєвому циклі об'єкта

Процес проектування еволюціонував від ручних методів та 2D CAD-систем до технології інформаційного моделювання. BIM (Building Information Modeling) — це не просто 3D-модель, а керований процес створення та використання узгодженої, обчислюваної інформації про об'єкт для прийняття проєктних рішень, виробництва документації, прогнозування експлуатаційних характеристик та управління об'єктом на всіх етапах його життєвого циклу.

Життєвий цикл об'єкта та BIM.

BIM дозволяє інтегрувати та керувати даними протягом усього існування об'єкта, що включає наступні етапи:

- Концепт
- Технічне завдання
- Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО)
- Проєкт
- Робоча документація
- Виробництво
- Будівництво
- Логістика
- Експлуатація та ремонт
- Реконструкція
- Демонтаж.

Виміри BIM (BIM Dimensions).

Інформаційна модель може містити різні типи даних, які називають "вимірами":

- 3D-BIM: Тривимірна геометрична модель об'єкта.
- 4D-BIM: 3D-модель + планування часу (графіки виконання робіт).
- 5D-BIM: 4D-модель + фінансові витрати (кошторис, аналіз вартості).
- 6D-BIM: 5D-модель + параметри сталого розвитку та енергоефективності.
- 7D-BIM: 6D-модель + управління експлуатацією та технічним обслуговуванням.

Рівні деталізації (LOD – Level of Development)

Рівень деталізації (LOD) — це міра повноти опрацювання окремого елемента інформаційної моделі. Він визначає, яка кількість графічної (геометричної, LOD G) та атрибутивної (інформаційної, LOI) інформації міститься в елементі на конкретному етапі проєктування.

- LOD 100 (Концепт): Модель у вигляді об'ємних елементів з приблизними розмірами та формою.
- LOD 200 (Передпроектні рішення): Об'єкт з приблизними розмірами, формою, положенням та базовою неграфічною інформацією.
- LOD 300 (Стадія П - "Проект"): Об'єкт з точними розмірами, формою, положенням, орієнтацією та зв'язками з іншими системами.
- LOD 400 (Стадія РД - "Робоча документація"): Точна збірка елементів з детальною інформацією, необхідною для виготовлення та монтажу.
- LOD 500 (Експлуатація): Модель з фактичними, виконавчими розмірами, що містить всю необхідну інформацію для передачі об'єкта в експлуатацію.

Таким чином, системне розуміння класифікації будівель та споруд, класів наслідків, а також володіння сучасними інструментами інформаційного моделювання (BIM) є фундаментальною основою для підготовки кваліфікованого інженера-будівельника, здатного створювати ефективні, безпечні та довговічні об'єкти.

1.6 Контрольні запитання для самоперевірки

1. У чому полягає принципова різниця між поняттями "будівля" та "споруда"? Наведіть по два приклади для кожного.
2. За якими чотирма категоріями класифікують будівлі за умовною висотою згідно з вимогами протипожежного захисту?
3. Що таке клас наслідків (відповідальності) об'єкта та які три класи існують?
4. Який ключовий параметр (кількість людей, які постійно перебувають на об'єкті) розмежовує класи СС2 та СС3?
5. Поясніть, у чому різниця між 4D та 5D вимірами в BIM-технології.
6. Що таке рівень деталізації (LOD)? Який рівень (LOD 100-500) відповідає стадії розробки робочої документації (РД)?
7. Як клас наслідків (СС1, СС2, СС3) впливає на необхідність проведення експертизи проектної документації?

2 Об'ємно-планувальні рішення та типологія житлових будівель

Шановні студенти, сьогоднішня лекція має на меті надати вам системне розуміння ключових аспектів проектування житлових будівель. Після її завершення ви зможете:

2.1 Сутність об'ємно-планувальних рішень та архітектурної типології

Об'ємно-планувальне рішення є ядром будь-якого архітектурного проекту. Це не просто креслення, а комплексна концепція, що визначає не лише зовнішній вигляд, але й функціональність, комфорт, безпеку та економічність будівлі. Розуміння цих принципів є фундаментальною компетенцією для кожного інженера-будівельника, оскільки саме вони закладають основу для подальших конструктивних та інженерних рішень. Згідно з визначенням, об'ємно-планувальне рішення — це "розташування (компонування) приміщень заданих розмірів та форми в одному комплексі, підпорядковане функціональним, технічним, архітектурно-мистецьким та економічним вимогам". Для систематизації та вивчення цих рішень існує окрема наукова галузь — архітектурна типологія. Вона досліджує, як виникають та розвиваються різні типи будівель у зв'язку з соціальними, культурними, кліматичними та технологічними факторами.

Ключові завдання архітектурної типології:

- Класифікація будівель за їх функціональним призначенням.
- Вивчення залежності планувальної та об'ємно-просторової структури від функціональних, соціальних і природно-кліматичних умов.
- Дослідження функціональних, об'ємно-планувальних, технологічних, конструктивних та естетичних особливостей окремих типів будинків.
- Встановлення рівня вимог до архітектурно-планувальних і конструктивних рішень.
- Розробка питань уніфікації об'ємно-планувальних рішень та стандартизації вузлів і деталей. Першим кроком у типологічному аналізі є класифікація будівель, яка дозволяє структурувати підходи до їх проектування.

Класифікація будівель як основа для проектування.

Класифікація будівель є надзвичайно важливою, оскільки вона дозволяє систематизувати об'єкти за спільними ознаками. Це, у свою чергу, дає можливість застосовувати відповідні нормативні вимоги, зокрема Державні будівельні норми (ДБН), та обирати оптимальні конструктивні й планувальні рішення для кожного конкретного типу будівлі.

Класифікація за функціональним призначенням

Всі будівлі можна поділити на дві великі групи:

- Житлові будівлі: Це споруди, призначені для постійного або тимчасового проживання людей. Прикладами є індивідуальні будинки, багатоквартирні будинки, гуртожитки.
- Нежитлові будівлі: Це споруди, призначені для задоволення інших потреб людей, таких як трудова діяльність, відпочинок, навчання, лікування тощо. До них належать офіси, торговельні центри, промислові об'єкти, театри, школи, лікарні.

Класифікація житлових будівель.

Житлові будинки мають власну, більш детальну класифікацію за кількома ключовими критеріями.

За кількістю квартир:

- Одноквартирні: Індивідуальні будинки, призначені для проживання однієї сім'ї. *Приклади:* садибного типу, котеджі.
- З двома та більше квартирами: Будинки для проживання кількох сімей. *Приклади:* блоковані (таунхауси), секційні, коридорні, галерейні.
- Гуртожитки: Будинки для колективного проживання.

За умовною висотою (згідно з ДБН):

- Малоповерхові: до 3-х поверхів включно ($h < 9$ м).
- Середньої поверховості: 4–5 поверхів ($9 \text{ м} < h < 15,0$ м).
- Багатоповерхові: до 9-ти поверхів включно ($15,0 \text{ м} < h < 26,5$ м).
- Підвищеної поверховості: до 24 поверхів ($26,5 \text{ м} < h < 73,5$ м).
- Висотні: понад 73,5 м ($h > 73,5$ м).

За формою фінансування та рівнем комфорту:

- I категорія (комерційні): Житло з нормованими нижніми, але ненормованими верхніми межами площ квартир. Рівень комфорту визначається завданням на проектування.
- II категорія (соціальні): Житло з нормованими нижніми та верхніми межами площ квартир. Забезпечує мінімально допустимий рівень комфорту проживання згідно з санітарними нормами. Розуміння цієї класифікації дозволяє нам перейти до розгляду конкретних планувальних структур, які лежать в основі цих типів будівель.

2.2 Основні об'ємно-планувальні схеми будівель

Об'ємно-планувальна структура — це система поєднання основних та допоміжних приміщень, обраних розмірів та форми в єдину цілісну композицію. Вибір конкретної схеми є стратегічним рішенням, яке впливає на

все: від організації шляхів евакуації та інсоляції до вартості будівництва та містобудівної маневреності.

Розглянемо основні схеми.

Секційна схема. Принцип: Групи квартир поверхово розміщуються навколо вузла вертикальних комунікацій (сходи, ліфти) і мають входи зі сходових майданчиків. Така група квартир утворює секцію. Будинки можуть бути багатосекційними або односекційними ("баштового" типу). Останні є менш економічними, але створюють можливості для більш маневреного розміщення в системі міської забудови та дозволяють реалізувати різноманітні архітектурно-композиційні рішення.

Коридорна схема. Принцип: Квартири розташовані з двох сторін коридору, який зв'язує їх з вертикальними комунікаціями. Важливою вимогою є забезпечення коридорів природним освітленням. Мінімальна ширина таких коридорів становить від 1,5 до 2,2 м.

Галерейна схема. Принцип: Це варіант коридорної схеми, де горизонтальний комунікаційний простір — галерея — є відкритою і розташована лише з одного боку фасаду. Квартири виходять на цю галерею.

Зальна схема. Принцип: Невелика кількість допоміжних приміщень підпорядковується одному основному залу.

Анфіладна схема. Принцип: Послідовне розташування прохідних кімнат, двері яких знаходяться на одній осі, що створює наскрізну перспективу.

Атріумна схема. Принцип: Приміщення групуються навколо внутрішнього критого або відкритого двору — атриуму. Зв'язок з приміщеннями здійснюється через галереї або коридори, що виходять в атриум.

Комбінована (змішана) схема. Принцип: Поєднання елементів різних схем, наприклад, коридорно-секційної або галерейно-секційної. *Переваги:* Ефективне використання комунікацій, можливість наскрізного провітрювання квартир та їх орієнтація на дві сторони горизонту. Хоча ці структурні схеми створюють макро-каркас будівлі, їхній успіх остаточно визначається на мікрорівні — у людському масштабі. Незалежно від того, чи є будівля секційною чи атриумною, якщо пропорції її кімнат, коридорів і дверних прорізів ігнорують фундаментальні принципи людських вимірів, вона зазнає невдачі. Це підводить нас до наукової основи проектування, орієнтованого на користувача: антропометрії та ергономіки.

2.3 Антропометрія та ергономіка в проектуванні

Архітектура створюється для людини, і саме людина є головним мірилом при проектуванні простору. Науковою базою для визначення раціональних розмірів приміщень, меблів та обладнання є антропометрія та ергономіка. Ігнорування цих наук призводить до створення незручного, нефункціонального та навіть небезпечного середовища.

Антропометрія

Це метод дослідження, що полягає у вимірюванні тіла людини та його частин для встановлення стандартних характеристик. Ці дані використовуються для визначення стандартів у проектуванні: висоти сходинок, ширини дверного прорізу, висоти кухонної стільниці тощо. Важливо пам'ятати, що антропометричні показники можуть відрізнятися регіонально та змінюватися з часом. В Україні та більшості європейських країн за вихідні показники прийнятий зріст людини 175 см.

Ергономіка

Це наука, яка комплексно вивчає людину в умовах її діяльності та відпочинку. Вона враховує не лише фізичні параметри, а й психологічні та фізіологічні аспекти взаємодії людини з середовищем. Ключова теза полягає в тому, що для забезпечення комфорту необхідно враховувати не лише статичні розміри тіла, а й габарити людини під час руху та виконання різних дій: коли вона нахиляється, сідає, простягає руку. Саме ці динамічні параметри визначають необхідний простір для комфортного життя. Антропометричні та ергономічні дані є науковою основою, на якій ґрунтується проектування кожного окремого приміщення в квартирі.

2.4 Проектування квартири

Квартира є складною системою, що задовольняє різноманітні потреби її мешканців. Ефективність цієї системи залежить від правильної організації внутрішнього простору. Ключовим інструментом для створення зручних умов для життя є функціональне зонування.

Принципи функціонального зонування.

Основний принцип полягає у поділі квартири на дві головні функціональні зони, щоб розмежувати різні процеси життєдіяльності та уникнути конфліктів між ними.

Загальна зона: Призначена для спільного проведення часу, прийому гостей, приготування їжі.

Склад приміщень: передпокій, загальна кімната (вітальня), кухня, гостьовий санвузол.

Індивідуальна (інтимна) зона: Призначена для відпочинку, сну, особистої гігієни та індивідуальної роботи.

Склад приміщень: спальні, ванні кімнати, гардеробні. У квартирах I категорії (комерційних) склад приміщень у зонах може значно розширюватися. До загальної зони можуть додаватися кабінети, бібліотеки, ігрові кімнати, а до індивідуальної — тренажерні зали, сауни, просторі гардеробні.

Загальна кімната:

Призначення: Спільне перебування членів сім'ї та прийом гостей.

Мінімальна площа: Не менше 15 м² в однокімнатній квартирі, не менше 17 м² в інших.

Пропорції: Рекомендоване співвідношення сторін від 1:1 до 1:2.

Особливості: Може бути прохідною в квартирах I категорії та 4-5 кімнатних квартирах II категорії (з входом в одну зі спалень або кабінет).

Спальні кімнати

Призначення: Відпочинок, сон, індивідуальна робота або навчання.

Мінімальна площа: 10 м² на одну особу, 14 м² на дві особи.

Мінімальна ширина: 2700 мм (в осях).

Особливості: Зазвичай розташовуються короткою стороною уздовж фасаду для зменшення тепловтрат. Часто передбачають вбудовані гардеробні для зберігання одягу.

Кухня та її ергономіка

Вимоги: Обов'язкове природне освітлення.

Мінімальна площа: 7 м² в однокімнатних квартирах, 8 м² в інших.

Зонування: Простір кухні поділяється на робочу зону (приготування їжі) та зону прийому їжі.

Принцип "робочого трикутника": Це основа ергономічного планування кухні. Його вершинами є три ключові елементи: холодильник (зона зберігання), мийка (зона миття) та плита (зона приготування). Оптимальна відстань між будь-якими двома вершинами становить від 1,2 м до 2,7 м. Дотримання цих відстаней мінімізує зайві переміщення та робить процес приготування їжі максимально зручним.

Варіанти розміщення обладнання:

Однорядове: Використовується у вузьких, витягнутих приміщеннях.

Кутове (Г-подібне): Підходить для квадратних або витягнутих уздовж фасаду кухонь, дозволяє зручно організувати "робочий трикутник".

Санітарно-гігієнічні приміщення

Типи санвузлів:

Суміщений санвузол (ванна, умивальник, унітаз).

Ванна кімната (ванна, умивальник).

Туалет з умивальником.

Туалет без умивальника.

Нормативні вимоги (для житла II категорії):

1-кімнатні квартири: Допускається суміщений санвузол.

2-3-кімнатні квартири: Роздільні санвузли (ванна з умивальником та туалет з умивальником).

4+ кімнатні квартири: Повинно бути не менше двох суміщених санвузлів, один з яких має бути вбиральною з умивальником, унітазом і душовою кабіною, а інший – ванною кімнатою з умивальником та унітазом.

Мінімальні площі та габарити:

Суміщений санвузол: 3,8 м² (1800 x 2100 мм).

Ванна кімната: 3,3 м² (1800 x 1800 мм).

Туалет з умивальником: 1,5 м² (1000 x 1500 мм).

Туалет без умивальника: 1,2 м² (900 x 1300 мм).

Комунікаційні та допоміжні приміщення

Передпокій: Це комунікаційний центр квартири. Мінімальна ширина — 1500 мм . Раціональним є поділ на вхідну зону (для верхнього одягу та взуття) та хол.

Коридори: Ширина внутрішньоквартирних коридорів має бути не менше 1100 мм .

Гардеробні: Приміщення для зберігання одягу. Можуть розташовуватися:

У загальній зоні: біля входу, для верхнього одягу.

В індивідуальній зоні: біля спальні, для особистих речей.

5.7 Літні приміщення та архітектурні елементи

Балкон: Площадка з поручнями, що виступає за площину фасадної стіни.

Лоджія: Перекрите та огорожене з трьох боків приміщення, вбудоване в об'єм будівлі.

Тераса: Обгороджена відкрита прибудова до будинку, що може розміщуватися на землі або над нижнім поверхом.

Еркер: Частина приміщення, що виступає за лицьову поверхню зовнішньої стіни для покращення освітлення та інсоляції.

Веранда: Засклене неопалюване приміщення, прибудоване до будинку.

Ганок: Зовнішня прибудова біля входу до будинку, що складається з площадки, сходів та, як правило, навісу.

2.5 Контрольні запитання для самоперевірки

1. У чому полягає принципова різниця між об'ємно-планувальним рішенням та об'ємно-планувальною структурою будівлі?
2. Порівняйте секційну та коридорну схеми житлових будинків. Які переваги та недоліки кожної з них з точки зору економічності та комфорту проживання?
3. Поясніть, як антропометричні дані середнього зросту людини (175 см) впливають на конкретні розміри елементів кухні та ванної кімнати. Наведіть 2-3 приклади.
4. Що таке функціональне зонування квартири і чому воно є критично важливим для створення комфортного житла? Опишіть склад приміщень індивідуальної та загальної зон у типовій трикімнатній квартирі.
5. Охарактеризуйте концепцію "робочого трикутника" на кухні. Які три елементи він поєднує і чому дотримання рекомендованих відстаней між ними підвищує ергономічність простору?
6. Які нормативні вимоги (згідно з лекційним матеріалом) висуваються до кількості та обладнання санітарних вузлів у чотирикімнатній квартирі II категорії комфорту?

3 Конструктивні системи будівель та забезпечення сейсмостійкості

Метою даної лекції є формування у студентів комплексного розуміння основних конструктивних систем, що застосовуються в цивільному будівництві, та методів забезпечення їх надійності в сейсмічно активних регіонах. Після завершення лекції студент повинен вміти:

- Опанувати визначення та класифікацію основних конструктивних систем цивільних будівель.
- Аналізувати переваги, недоліки та сфери практичного застосування кожної системи.
- Зрозуміти фундаментальні принципи та сучасні підходи до проєктування будівель у сейсмічно активних зонах.
- Навчитися визначати необхідність застосування антисейсмічних заходів на основі конструктивних особливостей будівлі.

3.1 Поняття конструктивної системи

Конструктивна система є основою будь-якої будівлі, її "скелетом", що визначає міцність, жорсткість та стійкість споруди в цілому. Вона об'єднує всі несучі елементи в єдину просторову структуру, яка сприймає та перерозподіляє зовнішні й внутрішні навантаження (від власної ваги, людей, обладнання, вітру, снігу, сейсмічних коливань) на фундамент і далі на ґрунтову основу. Правильний вибір конструктивної системи є одним з ключових інженерних рішень на етапі проєктування, яке безпосередньо впливає на безпеку, функціональність, довговічність та економічну ефективність майбутнього об'єкта.

Конструктивна система будівлі – це її загальна конструктивно-статична характеристика, якою обумовлена сукупність взаємопов'язаних несучих вертикальних і горизонтальних конструкцій, що сприймають усі навантаження та впливи і забезпечують міцність, просторову жорсткість та стійкість будівлі. В сучасному будівництві виділяють наступні основні типи конструктивних систем:

- Стінова
 - Каркасна
 - Об'ємноблокова
 - Стовбурна
 - Оболонкова
 - Комбіновані (поєднання елементів різних систем)
- Далі ми розглянемо кожен з цих систем більш детально, аналізуючи їхні особливості та сфери застосування.

3.2 Аналіз основних конструктивних систем

Кожна конструктивна система має унікальні характеристики, які роблять її оптимальною для певних типів будівель, умов експлуатації та архітектурних рішень. Розуміння цих відмінностей є фундаментальною вимогою для прийняття інженером обґрунтованих проєктних рішень, що забезпечують як надійність, так і економічну доцільність будівництва.

Стінова конструктивна система

Ключовою особливістю цієї системи є те, що основними вертикальними несучими елементами виступають стіни. Вони сприймають навантаження від перекриттів, покриття та передають їх на фундамент. Ця система широко застосовується при зведенні житлових будинків висотою до 25 поверхів, а також громадських будівель, таких як школи, дитячі садки, лікарні та поліклініки.

Класифікація схем за розташуванням несучих стін:

Перехресно-стінова : несучі стіни розташовані як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках. Візуально це являє собою сітку з несучих стін, що забезпечує високу просторову жорсткість у двох напрямках.

Поперечно-стінова : несучими є лише поперечні стіни, на які спираються плити перекриття.

Поздовжньо-стінова : несучими є поздовжні стіни (зовнішні та внутрішні). Класифікація стін за сприйняттям навантажень:

Несуча : сприймає навантаження не тільки від власної ваги, але й від перекриттів, покриття та інших елементів будівлі.

Самонесуча : несе навантаження лише від власної ваги всіх поверхів і передає його безпосередньо на фундамент, не спираючись на інші елементи каркасу.

Ненесуча (навісна, фахверкова) : виконує лише огорожувальну функцію, спираючись у межах кожного поверху на суміжні несучі конструкції (перекриття, колони), які передають її вагу на каркас будівлі.

Каркасна конструктивна система

У цій системі основними вертикальними несучими елементами є колони (стійки), які разом з горизонтальними елементами (ригелями, балками) утворюють просторовий каркас. Каркасна система є основою для проєктування багатоповерхових житлових, адміністративних, офісних та промислових будівель. Її головна перевага — можливість створення великих відкритих просторів з вільним плануванням, яке можна легко змінювати з часом.

Ключові терміни:

Каркас: Несуча просторова конструкція у вигляді системи з'єднаних між собою стрижневих вертикальних (колони) і горизонтальних (ригелі, балки) елементів. Додатковими елементами каркаса можуть бути зв'язки та площинні елементи – діафрагми жорсткості.

Ригель: Горизонтальний стрижневий елемент, що сприймає навантаження від перекриття та передає його на колони.

Рама: Плоска або просторова система, утворена жорстким з'єднанням колон та ригелів.

Стіна-діафрагма: Стіна багатоповерхової будівлі, що сприймає як горизонтальні (вітрові, сейсмічні), так і вертикальні навантаження, забезпечуючи загальну жорсткість каркасу, та передає їх на фундамент.

Основні конструктивні схеми:

Рамна: жорсткість забезпечується рамами, утвореними жорстким з'єднанням колон та ригелів.

Рамно-зв'язкова : жорсткість забезпечується спільною роботою рам та вертикальних зв'язків (стін-діафрагм або сталевих зв'язків).

Зв'язкова: всі горизонтальні навантаження сприймаються вертикальними зв'язками (діафрагмами жорсткості), а вузли з'єднання ригелів з колонами є шарнірними. Загальна класифікація каркасів:

За матеріалом: залізобетонні (монолітні, збірні, збірно-монолітні), металеві, дерев'яні — вибір якого визначає вагу конструкції, її вогнестійкість та вартість.

За поверховістю: одноповерхові, малоповерхові, багатоповерхові — що визначає загальні підходи до розрахунку та конструювання.

За типом ригелів: ригельні (з поздовжнім, поперечним або кесонованим розташуванням ригелів) та безригельні — що впливає на висоту поверху та можливість гнучкого планування простору.

За технологією зведення: збірні, монолітні, збірно-монолітні — що безпосередньо впливає на швидкість будівництва, вимоги до будівельного майданчика та якість з'єднань.

Об'ємноблокова конструктивна система

Суть цієї системи полягає у використанні попередньо виготовлених на заводі просторових елементів — об'ємних блоків (наприклад, кімната, санітарний вузол), які монтуються на будівельному майданчику. Головною перевагою є значне скорочення термінів будівництва та трудомісткості робіт безпосередньо на об'єкті. Сфера застосування охоплює переважно малоповерхові житлові будинки, готелі та так звані "модульні будівлі" тимчасового або постійного призначення. Об'ємні блоки класифікують за різними критеріями, зокрема:

За призначенням: житлові, санітарно-технічні, кухонні, сходові.

За формою: прямокутні, криволінійні.

За матеріалом: залізобетонні, змішані.

За несучою здатністю: несучі, ненесучі.

Стовбурна конструктивна система

Ця система застосовується для будівель висотою понад 20 поверхів. Її головним несучим елементом є стовбур жорсткості — потужне просторове ядро, що зазвичай розташовується в центрі будівлі і містить ліфтові шахти, сходові клітки та інженерні комунікації. Стовбур сприймає всі вертикальні та

горизонтальні навантаження, забезпечуючи стійкість та жорсткість будівлі. Перекриття можуть спиратися безпосередньо на стовбур або передавати навантаження через додаткові колони.

Оболонкова конструктивна система

Оболонкова система є найбільш ефективним рішенням для надвисоких будівель (вище 40 поверхів). У цьому випадку несучу функцію виконує зовнішня конструкція будівлі, яка являє собою просторовий гратчастий стовбур (оболонку). Ця "труба в трубі" (де внутрішня труба - це стовбур жорсткості, а зовнішня - фасад) має надзвичайно високу жорсткість і ефективно протистоїть горизонтальним навантаженням. Вибір конкретної конструктивної системи залежить від архітектурного задуму, поверховості, функціонального призначення та геологічних умов. Проте одним з найважливіших факторів, що визначають вимоги до міцності та жорсткості, є сейсмічність району будівництва.

3.3 Основи забезпечення сейсмостійкості будівель

Сейсмічні впливи є одним з найнебезпечніших та найскладніших для прогнозування навантажень, які можуть діяти на будівлю. Руйнівні коливання ґрунту під час землетрусу здатні призвести до катастрофічних наслідків. Тому врахування сейсмічності є критично важливим завданням інженера-проектувальника для забезпечення безпеки людей та збереження матеріальних цінностей. Цей розділ розкриває ключові аспекти проектування будівель в сейсмічно активних зонах.

Сейсмічна небезпека та вплив геологічних умов

Територія України, зокрема її південно-західна частина, зазнає впливу сейсмічно активної зони Вранча, розташованої в Румунії. Для оцінки рівня сейсмічної небезпеки в Україні використовується набір карт загального сейсмічного районування ОСР-2004. Він складається з трьох карт, що відповідають різній ймовірності перевищення сейсмічної інтенсивності протягом 50 років:

Карта ОСР-2004-А (ймовірність 10%, повторюваність 1 раз на 500 років): Використовується для проектування об'єктів з класом наслідків СС1 та СС2 (для будівель висотою до 73,5 м).

Карта ОСР-2004-В (ймовірність 5%, повторюваність 1 раз на 1000 років): Використовується при проектуванні об'єктів класу наслідків СС2 (для будівель висотою від 73,5 до 100 м) та потенційно небезпечних об'єктів.

Карта ОСР-2004-С (ймовірність 1%, повторюваність 1 раз на 5000 років): Використовується для об'єктів з найвищим класом наслідків СС3 (АЕС, греблі, хімічні заводи тощо). Важливо розуміти, що інтенсивність коливань на поверхні землі залежить не лише від сили землетрусу, а й від типу ґрунту на будівельному майданчику. Пухкі, водонасичені ґрунти можуть значно підсилювати сейсмічні хвилі, тоді як скельні ґрунти передають їх з меншими спотвореннями. За сейсмічними властивостями ґрунти поділяються на чотири категорії:

Категорія I: Скельні та напівскельні ґрунти. Найбільш сприятливі для будівництва.

Категорія II: Грубоуламкові, щільні піски, тверді глинисті ґрунти.

Категорія III: Пухкі піски, м'які глинисті ґрунти, водонасичені піски середньої щільності.

Категорія IV: Водонасичені пухкі піски, мули, біогенні ґрунти. Найменш сприятливі, вимагають спеціальних інженерних заходів.

Ключові принципи проєктування

Світова практика сейсмостійкого будівництва базується на кількох фундаментальних принципах, дотримання яких дозволяє значно підвищити надійність споруд:

Принцип симетрії: Маси та жорсткості конструктивних елементів мають бути розподілені максимально рівномірно та симетрично відносно центра ваги будівлі. Це запобігає виникненню небезпечних крутильних коливань під час землетрусу.

Принцип гармонії: Геометричні розміри будівлі мають бути пропорційними. Слід уникати надмірно витягнутих у плані або занадто високих і тонких споруд.

Принцип «антигравітації» (зменшення ваги): Чим менша маса будівлі, тим менші інерційні сили виникатимуть під час коливань. Тому необхідно використовувати легкі та водночас міцні матеріали, особливо на верхніх поверхах.

Принцип еластичності: Конструкції повинні бути не тільки міцними, але й здатними до пружних деформацій без руйнування, що дозволяє їм "гасити" енергію коливань.

Принцип замкненої петлі: Несучі елементи (стіни, колони, перекриття) мають утворювати замкнені контури як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах, що забезпечує просторову цілісність та жорсткість.

Принцип фундаментальності: Фундаменти повинні бути міцними, надійними та спиратися на однорідну та міцну ґрунтову основу, забезпечуючи рівномірну передачу навантажень.

Принцип сейсмічної ізоляції: Застосування спеціальних пристроїв, що зменшують передачу коливань від ґрунту до будівлі.

Сучасні підходи до сейсмосахисту

Сучасна інженерія пропонує три основні стратегії захисту будівель від землетрусів:

Збільшення міцності конструкцій: Це традиційний підхід, який полягає у проєктуванні конструкцій з таким запасом міцності, щоб вони могли витримати розрахункові сейсмічні навантаження без руйнування. Це досягається за рахунок збільшення перерізів елементів, використання високоміцних матеріалів та додаткового армування.

Сейсмічна ізоляція: Цей підхід не намагається "боротися" із землетрусом, а прагне "від'єднати" будівлю від коливань ґрунту. Між фундаментом та основною конструкцією встановлюються спеціальні гнучкі

або ковзні елементи (гумометалеві опори, маятникові опори), які поглинають більшу частину енергії коливань, не даючи їй передатися нагору.

Активний сейсмічний захист: Найбільш технологічно просунутий метод, що перетворює будівлю на "роботизовану споруду". Спеціальні датчики фіксують початок землетрусу, комп'ютерна система аналізує параметри коливань і віддає команду силовим приводам (демпферам, маятникам), які починають рухатися у протифазі до коливань будівлі, активно гасячи їх.

Практичні проєктні рішення

На практиці сейсмостійкість забезпечується низкою конкретних проєктних рішень. Перевага надається будівлям простої симетричної форми в плані (квадрат, коло, прямокутник), оскільки це мінімізує ризик виникнення крутильних коливань. Для будівель складної конфігурації (Г-подібні, П-подібні) або зі значними перепадами висот обов'язковим є використання антисейсмічного шва (АСС) .

Антисейсмічний шов (АСС) – це конструктивний розріз, що розділяє будівлю на кілька незалежних, більш простих та симетричних блоків, кожен з яких може коливатися окремо під час землетрусу, не пошкоджуючи сусідні.

Застосування АСС є обов'язковим, якщо:

Будівля має складну форму в плані.

Різниця у висоті суміжних частин будівлі становить 5 метрів і більше. Ширина антисейсмічного шва визначається розрахунком, але має бути не меншою за певні значення. Для будівель висотою до 5 м ширина шва приймається не менше 30 мм. На кожні наступні 5 м висоти ширина шва збільшується на 20 мм. Також існують обмеження на максимальну поверховість будівель залежно від їхньої конструктивної системи та розрахункової сейсмічності майданчика. Наприклад:

Для стін з монолітного залізобетону при сейсмічності 8 балів максимальна поверховість становить 20 поверхів.

Для рамного каркасу без діафрагм за тих самих умов (8 балів) максимальна поверховість обмежена лише 5 поверхами. Засвоєння викладеного матеріалу є фундаментальною основою для підготовки до майбутньої інженерної практики, адже від цих знань безпосередньо залежить безпека та надійність споруд.

3.4 Контрольні запитання для самоперевірки

Пропонуємо вам перевірити свої знання та глибину розуміння матеріалу, відповівши на наступні запитання:

1. Що таке конструктивна система будівлі та яка її головна функція?
2. Порівняйте каркасну та стінову конструктивні системи за їхніми несучими елементами, сферою застосування та ключовими перевагами.
3. Поясніть, чому властивості ґрунту є критично важливим фактором при проєктуванні будівель у сейсмічно активних районах.

4. Назвіть та коротко охарактеризуйте три основні підходи до забезпечення сейсмостійкості сучасних будівель. Який з них є найтехнологічнішим?
5. Що таке антисейсмічний шов, у яких випадках його застосування є обов'язковим і як визначається його мінімальна ширина?
6. Розкрийте суть принципу симетрії та принципу "зменшення ваги" в контексті сейсмостійкого проєктування.

4 Основи і фундаменти будівель та проектування в складних інженерно-геологічних умовах"

Лекція має на меті не лише надати вам теоретичні знання, але й сформувати комплексне інженерне мислення у сфері проектування підземних конструкцій.

Систематизувати знання про ключові поняття (основа, фундамент, ґрунт), класифікацію фундаментів та вимоги до них згідно з актуальними нормативними документами України.

Розвинути розуміння факторів, що впливають на вибір типу фундаменту, та сформувати навички аналізу конструктивних рішень для різноманітних інженерно-геологічних та конструктивних умов.

Ознайомити вас з основними принципами проектування фундаментів, включаючи визначення глибини закладання, влаштування гідроізоляції та, що особливо важливо, з особливостями роботи у складних інженерно-геологічних умовах, характерних для значної частини території України.

4.1 Ключові поняття

Фундамент є критично важливою, хоча й прихованою під землею, частиною будь-якої будівлі чи споруди. Саме він сприймає всі навантаження від надземних конструкцій і передає їх на ґрунтову основу, забезпечуючи надійність, стійкість та довговічність усієї системи "споруда-фундамент-основа". Правильний вибір конструктивного рішення та розрахунок фундаменту безпосередньо залежить від властивостей ґрунтів, що залягають під ним, тому розгляд цих елементів у комплексі є ключовим завданням інженера-проектувальника. Давайте визначимо базові терміни, якими ми будемо оперувати:

Фундамент – це підземна частина будівлі, що сприймає навантаження від надземної частини та передає ці навантаження на основу.

Основа – це масив ґрунту, розташований під фундаментом, що безпосередньо сприймає навантаження від будови.

Ґрунти – це гірські породи, у яких міцність зчеплення між мінеральними частками в багато разів менша за міцність самих часток. Як видно зі схеми, навантаження P від споруди, прикладене до підшви фундаменту, не діє точково, а розподіляється в масиві ґрунту, утворюючи так звану "епюру напружень" або "цибулину тиску". Напруження поступово згасають з глибиною. Надійність цієї системи залежить від того, чи здатна основа витримати ці навантаження без руйнування та надмірних деформацій.

4.2 Класифікація та вимоги до основ

Стратегічною відправною точкою у проєктуванні будь-якого фундаменту є ретельний аналіз ґрунтової основи. Від її фізико-механічних характеристик, структури та стану залежить не просто вибір типу фундаменту, а й стабільність усієї майбутньої споруди.

Вимоги до основ

Для забезпечення надійної експлуатації будівлі, ґрунтова основа повинна відповідати низці ключових вимог:

Достатня несуча здатність: Основа повинна витримувати тиск від споруди без руйнування. Ґрунти з низькою несучою здатністю можуть спричинити великі та, що особливо небезпечно, нерівномірні осідання, які призводять до появи тріщин у конструкціях, їх пошкодження, а в критичних випадках — і до руйнування.

Рівномірна здатність до стиску: Нерівномірна стисливість ґрунтів у межах плями забудови є причиною нерівномірних осідань, що є однією з найпоширеніших причин деформацій будівель.

Стійкість до розмивання та розчинення ґрунтовими водами: Основа не повинна втрачати свою міцність та структуру під дією підземних вод.

Запобігання просадкам та зсувам: Просадки можуть виникати, якщо під шаром міцного ґрунту, прийнятого за основу, залягає слабший шар. Зсуви, у свою чергу, є небезпечними при похилому заляганні шарів ґрунту, особливо на схилах. Основні вимоги до проєктування основ та фундаментів в Україні регламентуються державними будівельними нормами, зокрема "ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд".

Класифікація основ

Залежно від стану ґрунтів, основи поділяються на природні та штучні.

Природні основи — це ґрунти, що залягають у своєму природному стані та мають достатню несучу здатність для зведення споруди.

Скельні: Найнадійніші основи, що практично не стискаються. Приклади: граніт, базальт, вапняк, піщаник.

Нескельні: Найбільш поширені, вимагають ретельного вивчення та розрахунку. Приклади: пісок, супісок, суглинок, глина.

Штучні основи — це ґрунти, властивості яких були цілеспрямовано покращені інженерними методами для підвищення їх несучої здатності.

Укріплені: Властивості ґрунту змінюються шляхом ін'єкцій спеціальних розчинів. Методи: силікатизація, бітумізація, цементація.

Ущільнені: Механічне ущільнення ґрунту (наприклад, трамбуванням, вібрацією) для підвищення його щільності. Розуміння характеристик основи дозволяє перейти до наступного етапу — вибору відповідного типу фундаменту, який зможе ефективно передати навантаження від будівлі на цю основу.

4.3 Загальна класифікація фундаментів

Для відповідності різноманітним геологічним умовам, типам споруд, величині навантажень та економічним факторам інженерна практика виробила широку класифікацію фундаментів. Розуміння цієї класифікації дозволяє інженеру зробити обґрунтований попередній вибір конструктивного рішення та звужити коло можливих варіантів для подальшого детального аналізу.

За матеріалом:

- Бетонні
- Залізобетонні
- Металеві
- Дерев'яні

За способом зведення:

- Збірні (монтуються з готових елементів заводського виготовлення)
- Монолітні (бетонуються безпосередньо на будівельному майданчику)

За глибиною закладання:

- Мілкого закладання (до 3 м від поверхні землі)
- Глибокого закладання (понад 3 м від поверхні землі)

За характером роботи під навантаженням:

- Жорсткі (працюють переважно на стиск, наприклад, бутові або бетонні фундаменти)
- Гнучкі (працюють на зусилля, що розтягують і сколюють, наприклад, залізобетонні плитні фундаменти)

За формою конструкції (найбільш поширена класифікація):

- Стрічкові
- Стовпчасті
- Пальові
- Суцільні (плитні) Вибір конкретного типу фундаменту з цієї класифікації починається з визначення ключових проєктних параметрів, першим з яких є глибина його закладання.

4.4 Глибина закладання та захист конструкцій фундаментів

Проектування фундаменту — це процес прийняття виважених рішень, що базується на аналізі низки критичних факторів. Глибина закладання та гідроізоляція є двома фундаментальними аспектами, що безпосередньо впливають на довговічність та надійність підземних конструкцій.

Визначення глибини закладання

Визначення глибини закладання підшви фундаменту є початковим і одним з найважливіших етапів проектування. Це рішення приймається з урахуванням наступних факторів:

- Призначення та конструктивні особливості споруди, а також величина навантажень.
- Глибина закладання фундаментів сусідніх споруд та інженерних комунікацій.
- Існуючий та проектований рельєф території, що забудовується.
- Інженерно-геологічні умови майданчика (властивості ґрунтів, характер їх нашарування).
- Гідрогеологічні умови (рівень ґрунтових вод та його можливі коливання).
- Можливий розмив ґрунту (особливо актуально для мостів та споруд у руслах річок).
- Глибина сезонного промерзання ґрунтів. Це пояснює, чому жодне серйозне проектування не починається без детальних інженерно-геологічних вишукувань, результати яких і дають відповіді на більшість цих пунктів.

Вплив сезонного промерзання ґрунту

Глибина сезонного промерзання ґрунту в Україні є одним з основних параметрів у будівництві. Замерзання вологи в пористих ґрунтах (глини, суглинки) призводить до їх спучування — збільшення в об'ємі. Цей процес створює значні підймальні сили, що можуть деформувати або навіть руйнувати фундаменти мілкового закладання. Фактори, що впливають на промерзання:

Опалення будинку: Тепло від будівлі може знизити глибину промерзання ґрунту під ним.

Нерівномірність промерзання: Рельєф ділянки, скупчення води з одного боку будинку, неоднорідний склад ґрунту можуть призвести до нерівномірного спучування.

Зміна геометрії ґрунту: Після відтавання ґрунт не завжди повертається до свого початкового стану, що може призвести до осідання конструкцій. Звідси випливає ключове практичне правило: "Глибина фундаменту повинна бути мінімум на 30-40 см більшою за глибину промерзання", щоб підшва фундаменту спиралася на не промерзаючий, стабільний шар ґрунту. Розрахунок нормативної глибини промерзання виконується за формулою згідно ДБН В.2.1-10, яка враховує склад ґрунту, рівень ґрунтових вод, кліматичні умови регіону та інші фактори.

Гідроізоляція та захист від вологи

Фундамент постійно контактує з вологою, як поверхневою (дощ, талий сніг), так і ґрунтовою. Волога може руйнувати матеріал фундаменту та проникати у підвальні приміщення, тому надійний захист є обов'язковим.

Відведення поверхневих вод: Для цієї мети навколо будівлі влаштовують вимощення — водонепроникну смугу з ухилом від стін. Вимощення найчастіше роблять з асфальту, бетону, тротуарної плитки або ущільненого щебеню.

Захист від ґрунтових вод: Комплекс заходів, що називається гідроізоляцією.

Горизонтальна гідроізоляція: Її основне призначення — запобігти капілярному підйому вологи з фундаменту в стіни. Цей тип гідроізоляції називається оклеїчною і зазвичай виконується з двох шарів рулонних матеріалів (толь, руберойд). Влаштовується в кількох рівнях:

Надземна: На 15-20 см вище рівня вимощення, для захисту стін.

У внутрішніх стінах: На 10-15 см нижче рівня підлоги.

На рівні підлоги підвалу: Для захисту конструкції підлоги від вологи знизу.

У промислових будівлях: укладається по фундаментним балкам.

Вертикальна гідроізоляція: Захищає бічні поверхні фундаменту, що контактують з ґрунтом. Найпоширеніший метод — обмазувальний, коли на стіни наносять бітумні мастики. За високого рівня ґрунтових вод додатково може влаштовуватись глиняний замок — шар ущільненої глини навколо фундаменту. Тепер розглянемо, як ці загальні принципи проектування реалізуються в конкретних конструктивних рішеннях для основних типів фундаментів.

4.5 Конструктивні рішення основних типів фундаментів

Колеги, зараз ми переходимо до серця нашої лекції — аналізу конкретних конструктивних рішень. Зверніть особливу увагу на умови застосування кожного типу, адже саме тут проявляється інженерна ерудиція.

Стрічкові фундаменти

Визначення та застосування: Стрічковий фундамент — це безперервна підземна стіна, що влаштовується під усіма несучими стінами будівлі. Це

один з найпоширеніших типів фундаментів, особливо у малоповерховому будівництві.

Типи за матеріалом та способом зведення:

Неіндустріальні (монолітні): Влаштовуються безпосередньо на будмайданчику з наступних матеріалів: бутові, бутобетонні, бетонні, залізобетонні, ґрунтобетонні.

Бутові: Виконуються кладкою з природного каменю на цементно-піщаному розчині з перев'язкою швів. Мінімальна товщина такого фундаменту становить ≥ 500 мм.

Бутобетонні: Заливаються в опалубку бетоном з додаванням бутового каменю («родзинок») до 30-40% від об'єму. Мінімальна товщина – ≥ 400 мм. Для передачі навантаження на більшу площу основи нижню частину фундаменту розширюють, влаштовуючи уступи (подушки). Висота уступу для бутобетонних фундаментів має бути не менше 300 мм, для бутових — 350-600 мм.

Збірні фундаменти: Монтуються з готових залізобетонних елементів: блоків-подушок трапецієподібного перерізу, що укладаються на піщану підготовку, та стінових блоків, що встановлюються на них.

При будівництві на слабких або нерівномірно стисливих ґрунтах для підвищення жорсткості конструкції влаштовують армовані пояси (поверх подушок або верхнього ряду блоків) або армовані шви між рядами блоків. Товщина армованого шва складає 30-50 мм (розчин) або 100-150 мм (монолітний бетон), армування виконується зварними сітками.

Ключові елементи:

Підощва: Нижня площина, що контактує з основою.

Тіло: Основна масивна частина фундаменту.

Обріз: Верхня площина, на яку спираються стіни.

Глибина закладання: Відстань від поверхні землі до підощви.

Стовпчасті фундаменти

Умови застосування: Стовпчасті фундаменти є економічно доцільними у двох основних випадках:

При невеликих навантаженнях від будівлі (каркасні, дерев'яні, легкі будинки).

Коли несучий шар ґрунту залягає на значній глибині (3-5 м), і влаштування стрічкового фундаменту є не вигідним.

Конструкція та елементи: Система складається з окремих стовпів, розташованих у найбільш навантажених точках, та фундаментних балок (рандбалок), що укладаються на стовпи і слугують опорою для стін.

Правила розміщення стовпів: Стовпи обов'язково встановлюють під кутами будівлі, в місцях перетину стін та під простінками. Крок між проміжними стовпами зазвичай становить 2-4 м.

Матеріали та мінімальні перерізи:

Бутові/бутобетонні: 600х600 мм.

Бетонні: 400х400 мм.

Дерев'яні (тумби): $\varnothing 400$ мм .

Збірні стовпчасті фундаменти: Широко використовуються у промисловому та цивільному каркасному будівництві. Зазвичай мають ступінчасту конструкцію або виконуються у вигляді блоків стаканного типу для встановлення колон.

Суцільні (плитні) фундаменти

Умови застосування: Влаштовуються під усією площею будівлі у випадках, коли навантаження значні, а ґрунти основи слабкі та сильно стисливі. Плитний фундамент дозволяє мінімізувати тиск на ґрунт та забезпечити рівномірне осідання споруди. Саме тому плитні фундаменти є безальтернативним рішенням при будівництві на слабких та набухаючих ґрунтах, які ми розглянемо пізніше, оскільки вони мінімізують тиск та запобігають катастрофічним нерівномірним осіданням.

Конструктивні параметри: Рекомендована товщина плити становить 500-2000 мм . Для її виготовлення використовується бетон класу не менше C20/25 та марки за водонепроникністю не менше W6 .

Структура: Плитний фундамент є багатошаровою конструкцією (знизу вгору):

Ущільнена ґрунтова основа.

Геотекстиль.

Бетонна підготовка.

Гідроізоляційний шар.

Монолітна залізобетонна плита з потужним арматурним каркасом.

Типи конструкцій: Залежно від навантажень та конструктивної схеми будівлі, плитні фундаменти можуть бути у вигляді перехресних стрічкових балок, ребристої плити, гладкої безбалочної плити або мати коробчастий тип (для глибоких підвалів та паркінгів).

Пальові фундаменти

Визначення та доцільність: Пальовий фундамент – це група окремих стрижнів (паль), заглиблених у ґрунт та об'єднаних зверху плитною або балковою конструкцією, що називається ростверком . Їх застосування доцільне при слабких ґрунтах на поверхні, коли міцний несучий шар залягає на глибині понад 3 метри. Доцільність пальових фундаментів стає очевидною, коли ми стикаємося з поширеними в Україні лесовими просідаючими ґрунтами або потужними шарами слабких мулів та торфів, де необхідно передати навантаження на міцніші ґрунти, що залягають на значній глибині.

Класифікація паль:

За характером взаємодії з ґрунтом:

Палі-стійки: Прорізають слабкі шари ґрунту і спираються своїм нижнім кінцем на міцну основу (скельні або малостисливі ґрунти).

Висячі палі (палі тертя): Передають навантаження на стисливі ґрунти за рахунок сил тертя по бічній поверхні та опору під нижнім кінцем.

За розташуванням у плані:

Поодинокі (під окремі опори).
Пальові кущі (під колони).
Стрічкові (в один або кілька рядів під стінами).
Суцільні пальові поля (під важкі споруди).
За матеріалом:
Залізобетонні/бетонні: Найбільш поширені.
Дерев'яні: Прості у виготовленні, але мають меншу несучу здатність та схильні до гниття при змінній вологості.
Сталеві: Дозволяють наросування довжини, але схильні до корозії.
За умовами виготовлення:
Збірні: Виготовляються на заводі та доставляються на об'єкт готовими.
Виготовлені на місці: Формуються безпосередньо у ґрунті.
За способом заглиблення:
Забивні: Готові палі занурюються в ґрунт ударами молота.
Набивні: У пробуреній свердловині формується тіло палі з бетону.
Бурові: Аналогічні набивним, але з обов'язковим армуванням.
Гвинтові: Вгвинчуються в ґрунт за допомогою спеціального обладнання.
Буронабивні палі (БНС): Технологія їх влаштування включає: буріння свердловини (часто під захистом обсадної труби), встановлення арматурного каркасу, заповнення свердловини бетоном та витягання обсадної труби.
Переваги: Висока несуча здатність, відсутність динамічних впливів на сусідні будівлі, економічність.
Недоліки: Складність контролю якості бетону під землею, вразливість до агресивних ґрунтових вод.
Гвинтові палі: Це сталеві труби з привареними лопатями, які вгвинчуються в ґрунт. Технологія монтажу: розмітка, вгвинчування на проектну глибину, підрізання на один рівень, бетонування внутрішньої порожнини, приварювання оголовків та монтаж обв'язки (ростверку).
Ростверк: Елемент, що об'єднує голови паль і рівномірно розподіляє на них навантаження від будівлі. Мінімальна висота ростверку – ≥ 300 мм , ширина – ≥ 400 мм . Голови паль повинні заходити в тіло ростверку мінімум на 50 мм .Знання цих конструктивних рішень є базою для інженера. Однак сучасне будівництво, особливо в складних геологічних умовах України, вимагає глибшого розуміння специфічних ризиків та підходів до проектування.

4.6 Проектування в складних інженерно-геологічних умовах України

Теоретична база є важливою, але справжній іспит для інженера — це робота в реальних, часто несприятливих умовах. Тому наступний розділ є критично важливим для вашої майбутньої практики в Україні. Значна частина території нашої країни характеризується складними інженерно-геологічними

умовами, що вимагає від проєктувальника особливих знань та підходів, регламентованих сучасними нормативними документами.

Зміна філософії нормування

В останні роки відбувся ключовий перехід у підході до нормування: від старого інструктивного методу (радянські СНіП), де норми жорстко прописували методи розрахунку, до нового параметричного методу (сучасні ДБН, наприклад, ДБН В.1.1-45:2017 та ДБН В.2.1-10:2018). Новий підхід встановлює цілі (вимоги безпеки), а методи їх досягнення виносяться у стандарти (ДСТУ). Ключовий принцип сучасного підходу: "Відповідальність за вибір методу розрахунку та забезпечення надійності повністю покладається на інженера-проєктувальника".

Основні геологічні ризики та їх характеристика

Лесові просідаючі ґрунти: Це ґрунти еолового (вітрового) походження з макропористою структурою. У сухому стані вони мають достатню міцність, але при замочуванні їх структура руйнується, і відбувається різке ущільнення – просідання. Особливу небезпеку становить так званий "фактор гарячої води" – пориви тепломереж, які викликають не лише замочування, а й механічну суфозію (вимивання часток ґрунту), що призводить до руйнування основи за лічені години.

Порожнечі в масиві:

Карст: Природний процес розчинення водою гірських порід (вапняків, гіпсів) з утворенням підземних порожнин, воронок та провалів. Регулюється ДСТУ-Н Б В.1.1-41.

Підроблені території: Антропогенний процес, пов'язаний з видобутком корисних копалин (наприклад, вугілля). Утворення підземних виробок призводить до осідання земної поверхні, що триває роками. Регулюється ДСТУ-Н Б В.1.1-42.

Зсуви та стійкість схилів: Стійкість схилу оцінюється коефіцієнтом стійкості (K_{st}), що є співвідношенням утримуючих сил (тертя, зчеплення) до зсувних сил (вага ґрунту). Якщо $K_{st} < 1$, відбувається активний зсув. Проєктування на таких територіях регламентується ДБН В.1.1-46:2017.

Слабкі та набухаючі ґрунти: До слабких відносять мули та торфи. Набухаючі ґрунти — це глини (наприклад, монтморилонітові), які здатні значно збільшуватися в об'ємі при зволоженні, створюючи тиск на конструкції.

Проєктування в умовах ущільненої забудови

Головне правило при будівництві в існуючому міському середовищі: "Нове будівництво не повинно погіршити технічний стан існуючих споруд". Основні фактори впливу нового будівництва на сусідні будівлі – це вібраційний вплив (напр., від забивання паль), зміна рівня ґрунтових вод (утворення депресійної лійки при водовідведенні) та осідання ґрунту навколо новобудови (мульда осідання). Послідовність дій для оцінки впливу:

Розрахунок "зони впливу" нового будівництва.

Обстеження всіх будівель, що потрапляють у цю зону, та присвоєння їм категорії технічного стану (від I – нормальний, до IV – аварійний).

Якщо існуюча будівля має III (непридатний до нормальної експлуатації) або IV (аварійний) стан, нове будівництво заборонено до проведення заходів зі стабілізації цієї споруди.

Науково-технічний супровід та моніторинг

Відповідно до ДБН В.1.2-5:2008, для складних об'єктів є обов'язковим науково-технічний супровід (НТС). Його мета – фіксація відхилень у поведінці конструкцій та ґрунтової основи на ранніх стадіях для оперативного коригування технології робіт. Основні інструменти моніторингу:

Геодезичні марки: Вимірювання вертикальних осідань та горизонтальних зсувів (кренів).

Інклінометри: Вимірювання горизонтальних переміщень ґрунту на глибині.

П'єзометри: Контроль рівня ґрунтових вод. Надійність споруд у складних умовах забезпечується лише комплексним підходом, що поєднує якісні інженерно-геологічні вишукування, адекватні розрахунки та постійний моніторинг на всіх етапах будівництва та експлуатації.

4.7 Відповідальність інженера-проектувальника

На завершення нашої лекції, колеги, я хочу підбити підсумки та наголосити на найважливішому. Ми пройшли шлях від базових визначень основи та фундаменту до складних питань проектування в умовах геологічних ризиків, характерних для України. Ключові висновки, які ви маєте винести:

Фундамент — це не окрема конструкція, а частина єдиної системи "основа-фундамент-споруда". Властивості ґрунту диктують вибір конструктивного рішення, а не навпаки.

Знання класифікації та конструктивних особливостей — це ваш інструментарій. Ви повинні вільно орієнтуватися в типах фундаментів, щоб обирати найбільш адекватний і економічно обґрунтований варіант для конкретних умов.

Вода — головний ворог підземних конструкцій. Глибина промерзання та рівень ґрунтових вод є визначальними факторами, а надійна гідроізоляція — запорукою довговічності.

Сучасне нормування покладає на вас величезну відповідальність. Часи, коли можна було сліпо слідувати інструкціям, минули. Тепер ви, як інженери, несете повну відповідальність за вибір методик розрахунку, аналіз ризиків та забезпечення надійності. Пам'ятайте, що за кожним вашим проектом стоять не лише креслення та розрахунки, а й безпека людей, збереження майна та стабільність міської інфраструктури. Ваша компетентність, критичне мислення та відповідальний підхід — це і є той найнадійніший фундамент, на якому тримається будівельна галузь.

4.8 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення понять "основа" та "фундамент". Які основні вимоги висуваються до ґрунтових основ?
2. Назвіть 4 основні типи фундаментів за конструктивною формою. В яких випадках доцільно застосовувати плитний (суцільний) фундамент?
3. Що таке глибина сезонного промерзання ґрунту і як вона впливає на проєктування глибини закладання фундаменту?
4. Поясніть різницю між палями-стійками та висячими палями. З яких елементів складається пальовий фундамент?
5. Які основні види гідроізоляції фундаменту ви знаєте та яке їх призначення?
6. Що таке лесові просідаючі ґрунти і в чому полягає основна небезпека при будівництві на них?
7. Яке головне правило проєктування в умовах ущільненої міської забудови?

5 Стіни будівель, їх конструктивні рішення та вимоги енергоефективності

Мета лекції. Сформувати у студентів комплексне розуміння ролі стін як ключових елементів будівлі. Проаналізувати основні вимоги до стін, їх класифікацію та конструктивні особливості. Детально розглянути принципи теплопередачі та сучасні системи фасадної теплоізоляції. Навчити студентів аналізувати та обирати оптимальні конструктивні рішення стін з урахуванням вимог міцності, довговічності та енергетичної ефективності відповідно до чинних будівельних норм України.

План лекції

1. Роль та основні вимоги до стін.
2. Класифікація стінових конструкцій.
3. Основи енергоефективності та теплотехніки стін.
4. Сучасні системи фасадної теплоізоляції.
5. Архітектурно-конструктивні елементи стін.
6. Технології зведення стін.
7. Контрольні запитання для самоперевірки.

5.1 Роль та основні вимоги до стін

Стіни є вертикальними конструкціями, що визначають структуру, функціональність та вигляд будь-якої будівлі. Вони виконують подвійну функцію: несучу, сприймаючи та передаючи навантаження від вищерозташованих елементів на фундамент, та огорожувальну, захищаючи внутрішній простір від зовнішніх кліматичних впливів і створюючи комфортні умови для перебування людей. Важливість стін для цілісності та експлуатаційної надійності споруди важко переоцінити, тому до них висувається комплекс жорстких вимог.

Ключові експлуатаційні вимоги до стін:

Міцність і стійкість: Здатність конструкції витримувати всі види навантажень (від власної ваги, перекриттів, вітру тощо) без ризику руйнування чи деформації протягом усього терміну експлуатації.

Вогнестійкість: Відповідність нормативним вимогам щодо ступеня вогнестійкості будівлі, групи загоряння матеріалів та межі вогнестійкості конструкції, що є критично важливим для безпеки людей.

Температурно-вологісний режим: Забезпечення та підтримка оптимального мікроклімату в приміщеннях — збереження тепла взимку та прохолоди влітку, а також запобігання накопиченню надлишкової вологи всередині конструкції.

Звукоізоляція: Здатність стін ефективно поглинати та відбивати звукові хвилі, захищаючи приміщення від зовнішнього (вуличного) та внутрішнього (міжкімнатного) шуму.

Економічність: Досягнення оптимального балансу між вартістю та якістю через мінімізацію витрат матеріалів, маси конструкції, трудовитрат на зведення та загальних фінансових витрат.

Архітектурно-художнє рішення: Формування естетичного зовнішнього вигляду фасаду та внутрішнього простору будівлі відповідно до її призначення та загального архітектурного задуму. Різноманіття функцій та умов експлуатації зумовлює існування великої кількості конструктивних рішень стін, що потребує їх чіткої систематизації для правильного вибору на етапі проектування.

5.2 Класифікація стінових конструкцій

Правильний вибір конструктивного рішення стін на етапі проектування є запорукою надійності та довговічності будівлі. Класифікація стін за різними критеріями дозволяє систематизувати підходи до їх проектування, враховуючи функціональні, статичні та технологічні особливості. Основні критерії класифікації стін:

За місцезнаходженням:

- *Зовнішні* — огорожують будівлю від зовнішнього середовища.
- *Внутрішні* — розділяють внутрішній простір будівлі.

За характером статичної роботи (сприйняттям навантажень):

- *Несучі* — сприймають навантаження не лише від власної ваги, але й від інших конструкцій (перекриттів, даху) і передають його на фундамент.
- *Самонесучі* — сприймають навантаження лише від власної ваги стін усіх вищерозташованих поверхів і передають його на фундамент незалежно від каркасу.
- *Навісні* — виконують виключно огорожувальні функції та спираються на інші несучі елементи каркасу (колони, переkritтя) на кожному поверсі.

За конструкцією і способом зведення:

- *З дрібноштучних елементів* (наприклад, цегла, керамічні блоки).
- *З великих каменів* (бетонні, керамзитобетонні блоки).
- *Монолітні* (зводяться шляхом заливки бетону в опалубку).
- *Великопанельні* (збираються з готових залізобетонних панелей заводського виготовлення).

За родом застосованих матеріалів:

- Кам'яні (з природного каменю, цегли).
- Бетонні (з важкого, легкого, пористого бетону).
- Дерев'яні (з бруса, колод).
- З синтетичних матеріалів.

Одношарові та багатошарові стіни

Залежно від конструктивного рішення зовнішні стіни поділяються на одношарові та багатошарові.

Одношарові стіни — це конструкції, в яких один матеріал (наприклад, цегла, монолітний бетон, дерев'яний брус) одночасно виконує всі функції: несучу, огорожувальну та теплоізоляційну.

Багатошарові стіни — це сучасні конструкції, що базуються на принципі функціонального зонування, де кожен шар виконує своє специфічне завдання. Це дозволяє досягти високих показників ефективності.

Функції міцності: бетон, камінь, дерево.

Функції довговічності: бетон, камінь, листові матеріали (алюмінієві сплави, плакована сталь, азбестоцемент).

Функції теплоізоляції: ефективні утеплювачі (мінераловатні плити, пінополістирол).

Функції пароізоляції: рулонні матеріали (руберойд, фольга), щільний бетон, мастики.

Декоративні функції: різноманітні облицювальні матеріали. Вибір між одношаровою та багатошаровою конструкцією сьогодні значною мірою диктується дедалі жорсткішими вимогами до енергоефективності будівель.

5.3 Основи енергоефективності та теплотехніки стін

Стратегічна важливість енергоефективності в сучасному будівництві зумовлена необхідністю раціонального використання енергоресурсів та зменшенням експлуатаційних витрат. Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», енергоефективність — це: «Властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов». Класифікація будівель за станом енергоефективності:

Старі будівлі (в Україні збудовані до 2007 р.): споживання ~ 300 кВт·год/м² на рік.

Нові будівлі (в Україні збудовані до 2016 р.): споживання ~ 150 кВт·год/м² на рік.

Будинки низького споживання енергії: споживання ~ 60 кВт·год/м² на рік.

Пасивний будинок: споживання ~ 15 кВт·год/м² на рік.

Будинок нульової енергії: споживає виключно ту енергію, яку сам виробляє (0 кВт·год/м²).

Будинок "плюс енергії": виробляє більше енергії, ніж споживає.

Основне теплотехнічне правило проектування

При проектуванні багат шарових конструкцій необхідно розташовувати шари з вищою теплопровідністю та вищим опором паропроникненню з внутрішньої сторони (ближче до приміщення). Утеплювач, як матеріал з низькою теплопровідністю, має розташовуватися зовні. Розміщення утеплювача зсередини категорично не рекомендується. Це зумовлено фізичним явищем, відомим як «точка роси» — температура, при якій водяна пара в повітрі конденсується в рідину. Коли тепле, вологе повітря з приміщення проходить крізь внутрішній утеплювач і досягає холодної несучої стіни, воно охолоджується до точки роси. В результаті волога конденсується безпосередньо в утеплювачі або на межі між ним та стіною, що призводить до намокання, розвитку плісняви, руйнування конструкції та катастрофічної втрати теплоізоляційних властивостей.

Опір теплопередачі (R)

Опір теплопередачі (R) — це ключовий показник, що характеризує здатність огорожувальної конструкції опиратися проходженню тепла. Чим вище значення R, тим кращими є теплоізоляційні властивості стіни. Для багат шарової конструкції загальний опір теплопередачі розраховується за формулою:

$$R\Sigma = 1/\alpha_{\text{в}} + \Sigma(\delta_i/\lambda_i) + 1/\alpha_{\text{з}}$$

де:

$\alpha_{\text{в}}$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$\alpha_{\text{з}}$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні;

δ_i — товщина i-го шару конструкції, м;

λ_i — коефіцієнт теплопровідності матеріалу i-го шару, Вт/(м·К). | Тип конструкції | Коефіцієнт тепловіддачі $\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м²·К) | Коефіцієнт тепловіддачі $\alpha_{\text{з}}$, Вт/(м²·К) |

Нормативні вимоги ДБН України

Фундаментальною вимогою чинних норм, яка лежить в основі всіх теплотехнічних розрахунків, є дотримання нерівності, згідно з якою приведений опір теплопередачі конструкції $R\Sigma_{\text{пр}}$ має бути не меншим за мінімально допустиме значення $Rq_{\text{мін}}$: $R\Sigma_{\text{пр}} \geq Rq_{\text{мін}}$. Значення $Rq_{\text{мін}}$ залежить від типу конструкції та температурної зони України.

5.4 Сучасні системи фасадної теплоізоляції (ДБН В.2.6-33:2018)

Системи фасадної теплоізоляції — це комплексні інженерні рішення, що включають набір сумісних матеріалів та елементів для утеплення зовнішніх стін. Вибір між цими системами є одним із ключових проєктних рішень, що впливає не тільки на енергоспоживання будівлі, але й на її зовнішній вигляд, вартість будівництва та довговічність фасаду. Відповідно до ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування», основні типи систем класифікуються як «А», «Б», «В» та система з опорядженням цеглою. КЛАС «А»: Збірна система з опорядженням легкими/товстошаровими штукатурками

Опис: Ця система, відома як "мокрий фасад", має два основні різновиди: з тонкошаровим опорядженням (ефективність 95-99%) та товстошаровим (ефективність 90-97%). В обох випадках опоряджувальний штукатурний шар наноситься безпосередньо на утеплювач, який механічно та за допомогою клейового розчину закріплений до несучої стіни.

Основні шари (для тонкошарової системи):

Несуча частина стіни

Клейовий шар

Шар теплової ізоляції (мінеральна вата, пінополістирол)

Захисний шар, армований склосіткою

Опоряджувальне покриття (декоративна штукатурка)

Елемент механічного кріплення (дюбель)

Ефективність: Теплотехнічно використовується 90-99% товщини утеплювача. КЛАС «Б»: Збірна система з опорядженням індустріальними елементами та вентильованим повітряним прошарком

Опис: Система вентильованого фасаду, де облицювальні елементи (керамограніт, фіброцементні плити, композитні панелі) кріпляться на спеціальний каркас. Між утеплювачем та облицюванням створюється вентильований повітряний прошарок, який виводить надлишкову вологу з конструкції.

Основні шари:

Несуча частина стіни

Кронштейн та несучий каркас

Шар теплової ізоляції

Вітрозахисна мембрана

Повітряний вентильований прошарок

Індустріальні личкувальні елементи

Ефективність: Теплотехнічно використовується 50-90% товщини утеплювача.

Зауваження: Проєктування таких систем часто фокусується на механічних та протипожежних параметрах, при цьому бракує детальних

теплотехнічних розрахунків руху повітря в прошарку. КЛАС «В»: Конструктивно-технологічна схема з суцільним світлопрозорим фасадом

Опис: Система, що застосовується переважно в офісних та громадських будівлях, де фасад складається зі склопакетів (світлопрозора частина) та непрозорих утеплених зон, зазвичай в рівні міжповерхових перекриттів.

Основні елементи:

Плита перекриття

Утеплювач (в непрозорій зоні)

Елементи несучого каркасу (стійки, ригелі)

Склопакети

Личкувальний світлопрозорий шар

Ефективність: Загальна теплотехнічна ефективність системи залежить від співвідношення площ світлопрозорої та несвітлопрозорої частин. Збірна система з опорядженням цеглою

Опис: Багатошарова конструкція, де зовнішній шар виконаний з личкувальної цегли або стінових дрібноштучних каменів. Ця кладка спирається на консольні пояси, що влаштовуються через 3-4 поверхи, і з'єднується з несучою стіною гнучкими металевими зв'язками.

Основні шари:

Несуча частина стіни

Шар теплової ізоляції

Повітряний вентиляований прошарок

Опоряджувальний шар із цегли або стінових дрібноштучних каменів

Металевий зв'язок

Ефективність: Теплотехнічно використовується 70-95% товщини утеплювача.

Зауваження: Обов'язковою умовою є забезпечення руху повітря в прошарку через спеціальні вентиляційні отвори (продухи) в нижній та верхній частинах кладки. Вибір системи утеплення залежить від архітектурних вимог, висотності будівлі, бюджету та бажаного рівня теплотехнічної ефективності. Однак стіна складається не лише з основної площини, а й з низки інших важливих елементів.

5.5 Архітектурно-конструктивні елементи стін

Зовнішній вигляд будівлі формується не лише основною площиною стіни, а й різноманітними функціональними та декоративними елементами, що створюють її архітектурний образ та забезпечують правильне функціонування

Цоколь - нижня частина стіни над фундаментом, що захищає її від атмосферної вологи та механічних пошкоджень.

Карниз - горизонтальний виступ для відведення дощової води від поверхні стіни. Вінчальний карниз завершує стіну зверху.

Парапет - невисока суцільна стінка, що огорожує дах по периметру.

Прорізи - отвори в стінах для встановлення вікон і дверей.

Перемички - конструкції, що перекривають проріз зверху і сприймають навантаження від вищерозташованої кладки.

Простінки - ділянки стіни між прорізами.

Пілястри - вертикальні вузькі виступи для надання стійкості стінам великої висоти та протяжності.

Контрфорси - вертикальні виступи з похилою зовнішньою гранню для посилення стіни та сприйняття горизонтальних зусиль.

Деформаційні шви

Деформаційні шви — це спеціальні розрізи в конструкції будівлі, призначені для запобігання утворенню тріщин через температурні деформації, усадку матеріалів або нерівномірну осадку фундаментів. Вони забезпечують можливість вільних зміщень окремих частин споруди.

Температурно-усадочні шви: Компенсують лінійні зміни розмірів наземної частини будівлі, викликані коливаннями температури та усадкою матеріалів. Такі шви розрізають будівлю від покрівлі до верху фундаменту .

Осадочні шви I типу: Влаштовуються при різкому перепаді поверховості будівлі. Вони компенсують різницю вертикальних деформацій надземних конструкцій і, подібно до температурних, не розрізають фундамент .

Осадочні шви II типу: Застосовуються на неоднорідних ґрунтах основи, де очікується нерівномірна осадка. Ці шви розрізають будівлю на всю її висоту, включаючи фундамент , дозволяючи окремим блокам осідати незалежно один від одного.

Антисейсмічні шви: Розділяють будівлю на окремі стійкі блоки в сейсмічно активних районах. Конструктивно вони подібні до осадочних швів II типу і також розрізають всю конструкцію, включаючи фундамент. Від правильного проектування цих елементів залежить довговічність та надійність усієї конструктивної системи, яка зводиться за різними технологіями.

5.6 Технології зведення стін

Вибір технології зведення стін залежить від матеріалу, вимог до несучої здатності, теплоізоляції, архітектурних особливостей проєкту та економічних факторів.

Стіни з цегли та дрібних блоків

Стіни ручної кладки зводяться з цегли або керамічних/бетонних блоків, які укладаються на будівельному розчині з обов'язковою перев'язкою швів для забезпечення монолітності конструкції.

Суцільна кладка: Основний недолік звичайної повнотілої цегли — висока теплопровідність. Це призводить до необхідності зводити дуже товсті стіни (640 мм і більше) для досягнення нормативних показників теплоопору, що є економічно не вигідним.

Полегшена (колодязна) кладка: Для зменшення маси стіни та покращення її теплоізоляційних властивостей застосовують полегшену кладку. Вона складається з двох паралельних цегляних стінок (внутрішньої та зовнішньої), які з'єднуються між собою горизонтальними цегляними діафрагмами або металевими зв'язками. Утворені таким чином порожнини («колодязі») заповнюються ефективним утеплювачем: легким бетоном, мінераловатною засипкою або плитними утеплювачами.

Монолітні стіни в незнімній опалубці

Ця технологія передбачає зведення монолітної залізобетонної стіни з використанням опалубки, яка після завершення бетонування не демонтується, а залишається частиною фінальної конструкції, виконуючи додаткові функції.

Незнімна опалубка з пінополістиролу: Блоки або панелі з пінополістиролу збираються в єдину конструкцію, армуються та заповнюються бетоном. Головна перевага полягає в тому, що опалубка одночасно є двостороннім утеплювачем стіни, що значно скорочує час та етапи будівництва.

Незнімна опалубка з щепоцементних блоків: Альтернативна система, де використовуються пустотілі блоки з пресованої деревної щепи, обробленої цементним розчином. Ці блоки також утворюють порожнину, яка армується та заповнюється бетоном. Сучасні технології дозволяють створювати міцні, довговічні та енергоефективні стіни, оптимізуючи при цьому процеси будівництва та зменшуючи навантаження на фундаменти.

5.7 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Порівняйте несучу, самонесучу та навісну стіни за характером роботи та розподілом навантажень. Наведіть приклади будівель, де доцільно використовувати кожен тип.
2. Поясніть, чому розташування утеплювача із зовнішньої сторони стіни є теплотехнічно більш правильним рішенням, ніж з внутрішньої. Які фізичні процеси це зумовлюють?
3. У чому принципова конструктивна відмінність між системою утеплення "мокрого" типу (Клас «А») та вентильованим фасадом (Клас «Б»)? Які переваги та недоліки має кожна з них?
4. Для будівництва 16-поверхового житлового будинку в м. Київ (І температурна зона) необхідно запроектувати зовнішню стіну. Яким має бути її мінімально допустимий опір теплопередачі $R_{q \min}$? Які системи утеплення дозволять досягти цього показника?
5. У будівлі довжиною 120 метрів з цегляними стінами виникли вертикальні тріщини. Який конструктивний елемент, ймовірно, був відсутній або неправильно запроектований? Поясніть його призначення.

6. Порівняйте технологію полегшеної цегляної кладки та монолітної стіни в незнімній опалубці з пінополістиролу. Які основні переваги кожної з технологій з точки зору теплоефективності та швидкості зведення?
7. Поясніть різницю між температурно-усадочним та осадочним деформаційним швом. Чому один з них розрізає фундамент, а інший — ні?

6 Конструктивні рішення перекриттів та підлог у будівлях

Перекриття є фундаментальними конструктивними елементами будівлі, що виконують функцію горизонтального диску жорсткості. Окрім забезпечення поперхової ізоляції та захисту від зовнішнього середовища, вони формують єдину просторову систему, що сприймає та перерозподіляє статичні й динамічні навантаження на вертикальні опори — стіни або колони. Належне конструктивне рішення перекриття є запорукою стійкості всієї споруди та її енергоефективності.

Мета лекції: Вивчення класифікації та конструктивних особливостей перекриттів і підлог, аналіз нормативних вимог до їхнього проектування та розгляд сучасних технологічних рішень згідно з чинними стандартами.

План лекції:

1. Загальна характеристика та нормативні вимоги до перекриттів.
2. Конструктивні рішення дерев'яних балкових систем.
3. Залізобетонні перекриття: збірні та збірно-монолітні системи.
4. Монолітні залізобетонні перекриття та спеціальні рішення для реконструкції.
5. Особливості надпідвальних, горищних перекриттів та конструкції підлог.

6.1 Загальна характеристика та вимоги до перекриттів

Вибір типу перекриття базується на комплексному аналізі експлуатаційних впливів. Крім забезпечення несучої здатності, конструкція має відповідати жорстким критеріям деформативності та вогнестійкості.

Загальні та спеціальні вимоги до перекриттів

Параметр	Характеристика та технічні вимоги
Міцність	Здатність витримувати власну вагу та корисні навантаження без руйнування.
Жорсткість	Обмеження відносного прогину для забезпечення нормальних умов експлуатації.
Звукоізоляція	Захист від ударного та повітряного шуму між суміжними поверхами.
Теплоізоляція	Обов'язкова вимога для горищних та надпідвальних перекриттів.
Індустріальність	Можливість застосування великорозмірних настилів, панелей-щитів та заводських елементів.
Економічність	Використання місцевих матеріалів та зменшення висоти перекриття, що знижує загальну кубатуру будівлі.

Спеціальні вимоги	Водонепроникність (для санвузлів), вогнетривкість, хімічна стійкість тощо.
-------------------	--

Одним із головних розрахункових параметрів є жорсткість, що виражається через відносний прогину f залежно від прольоту L .

6.2 Конструкції дерев'яних перекриттів

Дерев'яні перекриття застосовуються переважно в малоповерховому та садибному будівництві завдяки доступності матеріалу та відносній легкості монтажу.

При закладенні в кам'яні стіни глибина обпирання становить 180 мм. Торці балок антисептують 3%-ним розчином фтористого натрію на довжину 750 мм та обклеюють двома шарами толю. Між торцем балки та стіною обов'язково залишають зазор ≥ 30 мм для випаровування вологи.

Елементи міжбалкового заповнення:

Черепні бруски (40х50 мм).

Накат (щитовий або дощатий).

Глиняне змащення (товщина 20–30 мм) для герметизації.

Засипка (прожарений пісок або шлак, 60–80 мм) для звукоізоляції.

Для об'єктів з підвищеними вимогами до вогнестійкості переходять до залізобетонних рішень.

6.3 Залізобетонні перекриття: збірні та збірно-монолітні системи

Залізобетон є домінуючим матеріалом завдяки довговічності та здатності формувати жорсткий горизонтальний диск будівлі через анкерування та замонолічування швів.

Класифікація залізобетонних плит перекриття

Тип плити	Характеристика	Сфера застосування
Суцільні (1П, 2П)	Товщина 120 мм (1П, прольоти до 3.6 м) та 160 мм (2П, до 6.0 м).	Житлові будинки, де потрібна готова під фарбування стеля.
Багатопустотні (1ПК–7ПК)	Товщина 160, 220, 260, 300 мм. Отвори діаметром від 114 до 203 мм.	Універсальне застосування. Прольоти до 9.0 м.
Грушоподібні (ПГ)	Товщина 260 мм, специфічна форма пустот.	Спеціальні навантаження, спирання по двох сторонах.
Екструзійні (ПБ)	Виготовляються методом безперервного формування.	Сучасне будівництво, висока точність геометрії.

Ребристі (ТТ)	Висота ребра 400 мм (плити ТТ-12, ТТ-15).	Громадські будівлі, прольоти 9, 12, 15 м.
---------------	---	---

Маркування та монтаж на прикладі 1ПК63.15-6Ат-VЛ

1ПК: тип плити (220 мм завтовшки, пустоти 159 мм, спираючі по 2-х сторонах).

63.15: довжина ~63 дм (6280 мм), ширина ~15 дм (1490 мм).

6: розрахункове рівномірно розподілене навантаження 6 кПа.

Ат-V: клас ненапруженої арматури (згідно з прикладом опису для даної марки).

Л: легкий бетон.

Важливо: Для плит прольотом $L \geq 4.8$ м обов'язковим є використання попередньо напруженого армування.

Мінімальне спираючі на цегляні стіни — 120 мм, на бетонні панелі — 90 мм.

6.4 Монолітні залізобетонні перекриття

Монолітні конструкції забезпечують ідеальну геометричну точність та вільне планування без прив'язки до заводських модулів.

Основні типи монолітних систем

Гладка плита: товщина 60–100 мм (прольоти до 3 м). Для плит, обпертих по контуру, товщина становить 50–140 мм, але не менше 1/50 меншого прольоту L.

Ребристе перекриття: система головних балок (прольоти до 9 м) та другорядних балок (до 6 м), об'єднаних плитою.

Кесонне перекриття: балки однакової висоти перетинаються, утворюючи сітку з кроком плит 1.5–2 м. Використовується для великих залів.

Безбалкове перекриття: плита товщиною 150–200 мм спирається на капітелі колон (крок колон 5–6 м).

Збірні та монолітні перекриття

Характеристика	Збірні перекриття	Монолітні перекриття
Швидкість	Висока (монтаж з коліс).	Нижча (технологічні перерви на твердіння).
Геометрія	Шви між плитами, можливі перепади.	Ідеально рівна стеля, відсутність швів.
Сезонність	Цілорічно.	Додаткові витрати на прогрів бетону взимку.
Логістика	Потребує важкої техніки (крани).	Можливо без заїзду важкої техніки.

Спеціальні рішення для реконструкції

6.5 Особливості надпідвальних, горищних перекриттів та конструкції підлог

Ці конструкції є елементами теплового контуру будівлі. У надпідвальних перекриттях утеплювач може розташовуватися зверху (схема "тепла підлога" під стяжку) або знизу (закріплення жорстких плит анкерами до плити), що актуально для проїздів.

Класифікація та структура підлог

Підлоги поділяються на "теплі" (для приміщень з тривалим перебуванням людей) та "холодні" (бетонні, плитні).

Визначення основних елементів:

Покриття — верхній шар ("чиста підлога"), що безпосередньо сприймає експлуатаційні впливи (паркет, дошка, лінолеум, плитка).

Прошарок — проміжний сполучний шар між покриттям та нижчими елементами конструкції.

Стяжка — шар, що слугує для вирівнювання поверхні або створення заданого нахилу.

Лага — брусок перерізом 80x40 мм (або пластина з підтоварника 140/2), що вкладається з кроком 400–700 мм для влаштування дощатого покриття.

В "мокрих" зонах (ванни, душові) обов'язковим є влаштування гідроізоляційного шару з виведенням його на стіну на 150–200 мм.

6.6 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Наведіть нормативну формулу відносного прогину для горищного перекриття.
2. Які стандартні розміри висоти та товщини передбачені для дерев'яних балок?
3. Розкодуйте маркування 1ПК63.15-6Ат-VЛ. Чому дорівнює навантаження?
4. Назвіть типи багатопустотних плит, призначених для спирання по трьох (ПКТ) та чотирьох (ПКК) сторонах.
5. Яка мінімальна товщина монолітної плити, обпертої по контуру, відносно її прольоту?
6. Визначте поняття "лага" та вкажіть її типовий переріз за стандартами.
7. Яка довжина антисептування кінців дерев'яних балок є обов'язковою?

7 Проектування та конструктивні рішення вертикальних комунікацій

Вертикальні комунікації в архітектурі виконують не лише функцію сполучення між рівнями, а є стратегічним хребтом системи безпеки будівлі. У разі надзвичайних ситуацій, коли ліфтове господарство блокується, саме сходи та пандуси залишаються єдиними розрахунковими шляхами евакуації. Проектування цих вузлів вимагає від інженера та архітектора безкомпромісного дотримання Державних будівельних норм (ДБН) щодо вогнестійкості, пропускнуої здатності та ергономіки.

План лекції:

1. Класифікація та функціональне призначення сходів.
2. Протипожежні вимоги: типи евакуаційних сходів та кліток.
3. Анатомія та конструктивна морфологія сходів.
4. Геометричні параметри та антропометричне обґрунтування розрахунку.
5. Конструктивні рішення: від дрібнорозмірних елементів до заводських маршів.
6. Пандуси як елементи інклюзивності та логістики.

Зв'язок: Системне проектування сходів розпочинається з аналізу їхньої ролі в структурі будівлі та відповідної функціональної класифікації.

7.1 Класифікація та функціональне призначення сходів

Сходи — це інженерна конструкція, чиї параметри (міцність, вогнестійкість, ширина) диктуються інтенсивністю експлуатації та вимогами безпеки.

Сходи — основний засіб вертикального зв'язку між рівнями будівлі, що забезпечує переміщення людей і вантажів, а також виконує роль критично важливого евакуаційного шляху.

Класифікація сходів безпосередньо впливає на вибір матеріалів та конструктивну схему ("So What?" фактор): призначення визначає необхідну межу вогнестійкості стін та маршів.

Критерій класифікації	Види сходів	Функціональне навантаження
За призначенням	Основні (головні)	Для постійного використання та основних потоків евакуації.
	Допоміжні	Службове сполучення, доступ до підвалів або горищ.
	Аварійні Пожежні	/ Спеціалізовані зовнішні конструкції для рятувальних робіт.
За розташуванням	Внутрішні закриті	Розміщені в захищених сходових клітках.
	Внутрішні відкриті	Без огорожувальних стін (наприклад, парадні сходи холів).

	Зовнішні	Вхідні групи або відкриті евакуаційні траси.
--	----------	--

7.2 Протипожежні вимоги та типи евакуаційних конструкцій

Згідно з нормами проектування, евакуаційні шляхи поділяються за ступенем захисту від задимлення та вогню.

Класифікація евакуаційних сходів: Типи звичайних сходових кліток:

По розташуванню в середині будівель і типом природного освітлення розрізняють евакуаційні сходи типу С-1, що примикають до зовнішньої стіни і освітлювані боковим природним світлом на кожному поверсі через прорізи в цій стіні, і сходи С-2, розміщені у внутрішньому об'ємі будівлі, з верхнім природним освітленням через засклені або відкриті прорізи в покритті, та евакуаційні сходи можуть бути зовнішньої - С-3.

Для житлових та громадських будинків висотою понад 30 метрів (або 10 поверхів і більше) обов'язковим є влаштування незадимлюваних сходових кліток (переважно типу Н1). Такі заходи гарантують живучість будівлі під час пожежі, забезпечуючи безпечний шлях до виходу навіть при сильному задимленні поверхів.

Незадимлювані сходові клітки у будинках 10 поверхів і більше:

Н1- 3 входом в сходову клітку з поверху через відкритий перехід (балкон або лоджію),

Н2- з підпором повітря в сходову клітку під час пожежі,

Н3- 3 входом в сходову клітку з поверху через тамбур шлюз;

7.3 Анатомія та конструктивні елементи сходів

Морфологія сходів базується на взаємодії несучих балок та площин для крокування.

Марш: Безперервний ряд ступенів, що з'єднує два майданчики.

Сходова площадка: Горизонтальна ділянка. Поділяється на поверхову (на рівні підлоги) та міжповерхову (проміжну). Важливо: майданчики зазвичай спираються на бічні стіни сходової клітки.

Косоур: Похила балка, розташована під ступенями.

Тятива: Похила балка, до якої ступені примикають збоку (вставляються в пази).

Критичні технічні вимоги:

1. Огородження: Висота поручнів має бути рівно 0,9 м.
2. Протипожежний проміжок: Між маршами в плані обов'язковий зазор не менше 100 мм. Це необхідно для вільного пропуску пожежних шлангів та запобігання їх перегинанню, а також для вертикального візуального контролю та доступу спецобладнання.
3. Висота проходу: Відстань по вертикалі від проступу до низу будь-якого елемента вище — не менше 2,0 м.

7.4 Геометричні параметри та ергономіка

Проектування ідеального ступеня базується на антропометрії. Довжина нормального кроку людини по горизонталі становить ~600 мм, проте при русі вгору по похилій площині цей ритм природним чином скорочується до ~450 мм. Саме цей показник є основою розрахункових формул.

Ширина майданчиків повинна бути не менше ширини маршу (з умови забезпечення однакової пропускної спроможності), причому ширина сходових майданчиків основних сходів призначається не менше ніж 1200 мм.

Висота і ширина сходів призначається таким чином, щоб була забезпечена зручність руху людей. При цьому сприймають, що нормальний крок людини дорівнює приблизно 600 мм при ходьбі по горизонтальній поверхні та 450 мм при русі сходами. Тому ширина і висота сходинки в сумі повинні становити 450 мм. Звідси встановлено, що ширина ступеня (проступ) має бути 300 мм, але не менше 250 мм (довжина ступні людини). Висота ступеня (підступок) призначається найчастіше 150 мм, але не більше 180 мм.

Для того щоб визначити розміри сходів та сходової клітки, в якій вони будуть розміщені, необхідно знати висоту поверху та розміри щаблів.

7.5 Конструктивні рішення

За технологією зведення сходи поділяються на збірні та монолітні.

1. Збірні залізобетонні сходи:

Дрібнорозмірні елементи: Використовуються в індивідуальному проектуванні. Комплект включає: *сходинки, косоури, підкосурна балка* (служить опорою для косоурів), *майданчикові балки та плити.*

Великорозмірні елементи: Заводські марші та площадки. Монтуються кранами, з'єднуються зварюванням закладних деталей.

2. Сходи за морфологією ступенів:

Фризіві сходинки (верхня та нижня): Спеціальні елементи маршу, що безпосередньо примикають до сходових площадок та мають специфічну форму для фіксації.

Рядові сходинки: Стандартні елементи між фризівими.

3. Дерев'яні сходи: З'єднання ступенів із тягами виконується через пази глибиною 15-20 мм у бічних гранях балок.

4. Сталеві конструкції (Пожежні сходи):

Встановлюються зовні. При висоті будівлі понад 30 м пожежні сходи обов'язково повинні мати проміжні майданчики для відпочинку рятувальників.

Сходи на дах роблять вертикальними (прямими), не доводячи їх до землі на 2,5 м для запобігання несанкціонованому доступу.

7.6 Пандуси як альтернативні шляхи вертикальної комунікації

Пандус — це гладкий похилий шлях без ступенів, що забезпечує сполучення рівнів.

Технічні характеристики:

Конфігурація: Можуть бути одномаршеві, двомаршеві, прямолінійні або криволінійні в плані.

Ухил: Від 5° до 12° (співвідношення від 1/12 до 1/5).

Покриття: Поверхня має бути виключно неслизькою (асфальт, бетон із насічкою, спеціальні гумові покриття/релін).

Огородження: Аналогічно сходам — поручні на висоті 0,9 м.

7.7 Контрольні запитання для самоперевірки

1. У чому полягає конструктивна різниця між спиранням на косоур та врізанням у тятиву?
2. Розрахуйте ширину проступу за "формулою зручності", якщо висота підступка дорівнює 150 мм.
3. Яка принципова відмінність у способі забезпечення безпеки між сходовими клітками Н1 та Н2?
4. Яку роль виконують фризіві сходишки при монтажі маршу?
5. Чому для будівель вище 30 м встановлено вимогу щодо майданчиків на зовнішніх пожежних сходах?
6. Чому антропометричний "крок" на сходах (450 мм) менший за горизонтальний крок (600 мм)?

8 Конструктивні рішення дахів та покриттів будівель

Мета заняття: вивчення класифікації, конструктивної морфології та технологічних особливостей сучасних систем покриттів. Формування у студентів навичок обґрунтованого вибору матеріалів та схем водовідведення залежно від кліматичних та експлуатаційних умов.

План лекції:

1. Класифікація за геометричними параметрами (ухилом).
2. Технологічні особливості плоских покрівель: традиційні та інверсійні рішення.
3. Архітектурна та конструктивна різноманітність скатних дахів.
4. Інженерні параметри.
5. Контрольні запитання.

8.1 Класифікація за геометричними параметрами

Дах (покриття) — це верхня конструкція будівлі, яка служить для захисту від атмосферних опадів, дощової та талої води.

Класифікація дахів за ухилом

Тип даху

Плоскі, до 3%, Мінімальний нахил; ухилоутворення зазвичай досягається за рахунок стяжки.

З малим ухилом, 3% – 10%, Вимагають підвищеної герметизації швів; перехідний тип.

Скатні, > 10% (понад 6°), Ефективне природне водовідведення; опади не затримуються на поверхні.

Фізичний зміст ухилу полягає у створенні вектора сили для гравітаційного відведення опадів. Для плоских конструкцій навіть мінімальний поріг у 3% є критичним: порушення цього параметра призводить до утворення калюж, що провокує прискорену деградацію бітумних або полімерних матеріалів під впливом сонячної радіації та циклів замерзання.

8.2 Технологічні особливості плоских покрівель

Сучасний урбанізм у стилях Хай-Тек та Мінімалізм дедалі частіше віддає перевагу плоским покриттям, оскільки вони дозволяють трансформувати «мертву» площу даху в експлуатований простір. Переваги:

Економічність: Менша площа поверхні порівняно зі скатними варіантами суттєво знижує матеріаломісткість.

Функціональність: Можливість облаштування садів, терас, зон відпочинку та навіть паркувальних майданчиків.

Технологічність: Спрощений монтаж інженерного обладнання (чилерів, сонячних панелей).

Термічний фактор: Відсутність горища дозволяє внутрішньому теплу будівлі сприяти таненню снігу («тепла покрівля»). Недоліки:

Високі вимоги до якості виконання гідроізоляції через ризик протікання при таненні великих мас снігу.

Ризик засмічення внутрішніх водостоків.

Матеріальне обмеження: Категорична неможливість застосування листових та штучних матеріалів. Конструктивний «покрівельний пиріг» (Традиційний):

Несуча залізобетонна плита.

Нахилоутворююча бетонна стяжка.

Пароізоляційний шар.

Теплоізоляція (мінеральна вата або ЕППЗ).

Гідроізоляційна мембрана (зовнішній фінішний шар).

Інверсійна покрівля: Технологічна логіка

Інверсійною називається покрівля, в якій послідовність шарів «перевернута» (інвертована) порівняно з традиційною. Це робиться для того, щоб утеплювач захищав гідроізоляцію від ультрафіолету та циклічних температурних деформацій.

Порядок монтажу	Шар конструкції	Роль та особливості
1	Несуча плита	Силова основа.
2	Гідроізоляція	Знаходиться під утеплювачем, захищена від зносу.
3	Утеплювач	Екструдований пінополістирол (не боїться вологи).
4	Дренажний шар	Відведення води, що просочилася крізь фініш.
5	Геотекстиль	Фільтрація, захист утеплювача від засмічення.
6	Зовнішній шар	Тротуарна плитка або ґравій (допускає автопаркування).

8.3 Архітектурна та конструктивна різноманітність скатних дахів

Скатні дахи залишаються еталоном для житлового сектору завдяки їхній здатності формувати додатковий об'єм — мансарди. Кути нахилу варіюються в межах 15° – 60° залежно від вітрових та снігових навантажень регіону. Типологія скатних конструкцій:

Односхилий: Спирається на стіни різних рівнів. Сфера застосування: прибудови, склади, веранди.

Двосхилий (щипцевий): Класичне рішення. Розрізняють схеми з висячими крокви (опора лише на стіни) та насувними (наслонними) кроквами (наявність внутрішньої опори).

Вальмовий (чотирисхилий): Має два трапецієподібні скати та два трикутні (вальми). Варіанти: напіввальмовий (для захисту фронтонів від вітру) та датський (гібрид із двосхилим).

Шатровий: Чотири рівнобедрені трикутники, що сходяться в одній точці. Ідеальний для квадратних у плані будівель.

Багатощипцевий: Найскладніша форма для будівель зі складною конфігурацією.

Особливість: Велика кількість внутрішніх кутів (єндов/valleys), що вимагають професійного монтажу та значних витрат матеріалів.

8.4 Інженерні параметри

Вибір покрівельного матеріалу жорстко регламентується типом конструкції та кліматичними чинниками.

Класифікація покрівельних матеріалів

Категорія	Типи матеріалів за джерелом
Листові	Металочерепиця, профнастил, ондулін, шифер, сталева фальцева покрівля.
Штучні	Гнучка (бітумна) черепиця, керамічна черепиця.
Рулонні/Мембранні	Наплавлювані бітумні матеріали, ПВХ/ТПО-мембрани.
Наливні	Полімерні мастики.

Кліматична адаптація:

Горищні дахи: Класика для холодного клімату. Повітряний прошарок горища дозволяє ефективно утеплити перекриття та проводити моніторинг стану конструкцій.

Безгорищні дахи (суміщені): Стеля нижнього поверху є частиною конструкції покриття. Це рішення є оптимальним для теплого клімату, де тепловтрати не є критичними.

8.5 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Який фізичний поріг ухилу відділяє плоску покрівлю від скатної?
2. Чому інверсійна покрівля вважається довговічнішою за традиційну при високих механічних навантаженнях?
3. Назвіть основні типи кроквяних систем для двосхилих дахів та умови їх застосування.
4. Які додаткові навантаження, крім снігових, враховуються при розрахунку високих скатних дахів?

5. У чому полягає складність монтажу та обслуговування багатошарових конструкцій?
6. Яку роль виконує геотекстиль у структурі інверсійного «покрівельного пирога»?

9 Житлові будинки

Проектування житлового середовища — це комплексне завдання, що поєднує архітектурно-художні рішення з жорсткими ергономічними вимогами. Стратегічна важливість ергономічного проектування полягає у забезпеченні оптимальних умов для життєдіяльності людини: від фізіологічного відпочинку до соціальної взаємодії. Раціональне планування безпосередньо впливає на психологічний клімат у родині та енергоефективність будівлі.

План лекції:

1. Демографічні основи та методи розрахунку складу квартири.
2. Проектування загальної житлової кімнати як центру спілкування.
3. Геометричні та функціональні параметри спальних кімнат.
4. Ергономіка кухонного простору та технологічне зонування.
5. Організація санітарно-гігієнічних приміщень та внутрішніх комунікацій.
6. Класифікація літніх приміщень.

9.1 Демографічні основи та функціональний склад квартири

При розробці планувального рішення архітектор зобов'язаний виходити з потреб конкретних демографічних груп. Для стандартної сім'ї з двох поколінь необхідно передбачити функціональний набір приміщень, що включає загальну кімнату та індивідуальні спальні.

Формула заселення — це науково обґрунтоване співвідношення між кількістю членів родини (N) та кількістю житлових кімнат (K) у квартирі, що визначає рівень її соціального та комерційного комфорту.

Нормативні формули розрахунку житлової площі:

1. Базова модель ($K=N$): застосовується для родин із дітьми різної статі, де кожна особа потребує окремого простору.

2. Модель раціонального використання ($K=N-1$): використовується для багатодітних сімей або дітей однієї статі. Дане рішення дозволяє замість двох малометражних спалень запроектувати одну кімнату збільшеної площі, що забезпечує кращу просторову утилітарність.

3. Модель підвищеного комфорту ($K=N+1$ та $K=N+2$): характерна для житла І (комерційної) категорії. Вона передбачає наявність додаткових приміщень: кабінетів, бібліотек або ігрових кімнат.

Кількісний склад кімнат диктує стратегію функціонального зонування, де ядром виступає загальна кімната.

3. Проектування загальної житлової кімнати

Загальна кімната є комунікаційним центром оселі, призначеним для спільного відпочинку, прийому гостей та виконання домашніх

справ. Нормативною вимогою є відсутність у цій кімнаті стаціонарних спальних місць. Для підвищення гнучкості простору рекомендується використання трансформації через розсувні перегородки, що дозволяють об'єднувати вітальню з кухнею або холлом.

Нормативні показники загальної кімнати

Тип квартири	Мінімальна площа	Функціональний зв'язок
Однокімнатна	15 м ²	Універсальне використання (відпочинок/сон)
Багатокімнатна	17 м ²	Комунікаційне ядро, вільне від ліжок

9.2 Параметри проектування спальних кімнат

Спальні кімнати проектується з урахуванням потреб різних груп мешканців (батьки, діти, одна особа). Крім зони відпочинку, у спальні обов'язково виділяється робоча зона (для навчання чи творчості) та місце для вбудованих гардеробів.

Технічні вимоги до геометрії:

Нормативні пропорції плану: від 1:1,15 до 1:2.

Ширина в осях: не менше 2700 мм.

Глибина приміщення: не більше 6000 мм — дане обмеження зумовлене необхідністю забезпечення нормативного рівня природного освітлення.

Енергоефективність: спальні зазвичай орієнтують короткою стороною вздовж фасаду для мінімізації теплових втрат.

Мінімальні площі спальних кімнат

Кількість осіб	Мінімальна площа
Одна особа	10 м ²
Дві особи (батьки або діти однієї статі)	14 м ²

9.3 Кухні та кухонне обладнання: Ергономіка та зонування

Кухня є підсобним приміщенням з найвищою інтенсивністю експлуатації. Наявність природного освітлення та примусової вентиляції є обов'язковою технічною умовою.

Правила «Робочого трикутника»: Технологічний процес приготування їжі базується на взаємозв'язку трьох вершин: холодильника, мийки та плити. Для забезпечення ергономіки відстань між ними повинна бути не менше 1,2 м та не більше 2,7 м.

Архітектори розрізняють однорядне (для вузьких планів), кутове (L-подібне), П-подібне та острівне планування. У кухнях-їдальнях великої площі острів може мати габарити 1200×1200 мм.

Типи кухонь за площею та функціоналом

Тип кухні	Мінімальна площа	Умови застосування
Кухня-ніша	—	Лише 1-кімнатні квартири; обов'язкова електроплита та витяжка.
Стандартна (1-кімнатна)	7 м ²	Компактне обладнання.
Стандартна (2+ кімнатні)	8 м ²	Повнорозмірне обладнання, зона прийому їжі.
Кухня-їдальня	>12 м ²	Житло I категорії; потребує посиленої вентиляції.

Промисловим стандартом висоти робочої поверхні, що мінімізує навантаження на хребет людини середнього зросту, є параметр 85 см.

9.4 Санітарно-гігієнічні приміщення та комунікаційні вузли

Санітарні приміщення потребують суворої ізоляції. У житловому будівництві застосовуються чотири типи вузлів: суміщений, ванна кімната, вбиральня з умивальником та вбиральня без нього.

Нормативні вимоги до розміщення:

- У 1-кімнатних квартирах допускається суміщений санвузол.
- У 2-3-кімнатних квартирах обов'язкове розділення на ванну кімнату та вбиральню.
- У 4-кімнатних квартирах і більше проектується не менше двох санвузлів: один — вбиральня з унітазом, умивальником та душовою кабіною, інший — ванна кімната з ванною, умивальником та унітазом.

Габарити сантехнічного обладнання та приміщень

Тип приміщення	Мін. площа	Габарити (мм)	Обладнання
Суміщений вузол	3,8 м ²	1800×2100	Ванна, унітаз, умивальник, пральна машина
Ванна кімната	3,3 м ²	1800×1800	Ванна, умивальник, пральна машина
Туалет з умивальником	1,5 м ²	1000×1500	Унітаз, умивальник
Туалет (вбиральня)	1,2 м ²	900×1300	Унітаз

Довідково: існують варіанти глибини санвузлів 1200, 1500, 1730 та 1980 мм залежно від набору обладнання (біде, душ).

9.5 Внутрішні комунікації та літні приміщення:

Мінімальна нормативна ширина коридору становить 1100 мм.

Допускається зниження висоти коридорів до 2,1 м для влаштування антресолей.

Балкон — консольна площадка з поручнями, що виступає за межі фасаду.

Лоджія — перекрите і огорожене з трьох боків приміщення.

Засклена лоджія не є верандою (це критична технічна відмінність).

Тераса — відкрита прибудова до будівлі.

7. Висновки та самоконтроль

9.6 Контрольні запитання для самоперевірки

1. У яких випадках при проектуванні доцільно використовувати формулу заселення $K=N-1$?

2. Які особливості проектування загальної кімнати у квартирах I та II категорій комфорту щодо їх «прохідності»?

3. Чим обґрунтовано обмеження глибини спальної кімнати параметром у 6000 мм?

4. Яка різниця у мінімальних площах кухонь для однокімнатних та багатокімнатних квартир?

5. Опишіть нормативний склад обладнання двох санвузлів у 4-кімнатній квартирі.

6. Чому засклена лоджія не може вважатися верандою згідно з технічними нормами?

7. Які геометричні пропорції плану спальні вважаються оптимальними для розстановки меблів?

10 Принципи безбар'єрності, універсального дизайну та нормативне регулювання доступності

10.1 Загальні питання безбар'єрності

Реалізація зобов'язань за Конвенцією ООН про права осіб з інвалідністю та виконання Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні вимагають системного підходу до проєктування.

Безбар'єрність — це філософія суспільства без обмежень, де забезпечуються рівні права на самореалізацію та вільне пересування.

Національна стратегія безбар'єрності визначає шість основних напрямків:

1. Фізична доступність: безперешкодний доступ до будівель, споруд та транспорту.
2. Інформаційна доступність: можливість отримувати інформацію у зручних форматах (шрифт Брайля, жестова мова, легке читання).
3. Цифрова доступність: доступ до вебпростору та технологічних пристроїв для всіх користувачів.
4. Суспільна та громадянська безбар'єрність: рівна участь у житті громади та відсутність дискримінації.
5. Освітня безбар'єрність: доступ до всіх рівнів освіти протягом життя.
6. Економічна безбар'єрність: рівні умови праці та можливості для кар'єрного розвитку.

10.2 Нормативно-правове регулювання інклюзивності в Україні

Українська нормативна база у сфері містобудування перейшла від рекомендаційного до імперативного характеру. Створення фізичних бар'єрів сьогодні кваліфікується як порушення прав людини та тягне за собою юридичну відповідальність згідно із ЗУ «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності».

Основні принципи Конвенції ООН як базис проєктування:

- a) Повага до гідності та особистої самостійності (свобода вибору);
- b) недискримінація;
- c) повне залучення до суспільства;
- d) прийняття осіб з інвалідністю як частини людського різноманіття;
- e) рівність можливостей;
- f) доступність;
- g) рівність чоловіків і жінок;
- h) повага до прав дітей з інвалідністю зберігати свою індивідуальність.

Законодавча та нормативна база інклюзивного будівництва

Категорія	Нормативні акти та коди ДБН/ДСТУ
-----------	----------------------------------

Закони України	«Про регулювання містобудівної діяльності», «Про будівельні норми», «Про архітектурну діяльність», «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні».
Базовий стандарт	ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»
Громадські житлові об'єкти	та ДБН В.2.2-9 (Громадські будинки), ДБН В.2.2-15 (Житлові будинки), ДБН В.2.2-24 (Висотні будівлі).
Спеціалізовані заклади	ДБН В.2.2-3 (Навчальні заклади), ДБН В.2.2-10 (Охорона здоров'я), ДБН В.2.2-13 (Спорт), ДБН В.2.2-16 (Культура).
Інфраструктура транспорт	та ДБН В.2.3-5 (Вулиці та дороги), ДБН В.2.3-4 (Автодороги), ДБН В.2.3-7 (Метрополітени).
Засоби орієнтації	ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011 (Настанова щодо елементів доступності для осіб з вадами зору та слуху).

10.3 Концептуальні підходи: Універсальний дизайн проти Адаптації

Вибір стратегії проєктування має критичне економічне обґрунтування. Впровадження Універсального дизайну на стадії нового будівництва виключає потребу в коштовному переобладнанні об'єкта в майбутньому.

Універсальний дизайн (UD) — стратегія проєктування, що робить простір максимально зручним для кожного незалежно від віку чи фізичних станів. Мета: уможливити використання простору природним шляхом без спеціальних засобів.

Розумне пристосування — індивідуальне архітектурне рішення для забезпечення мінімального стандарту доступності в умовах неможливості реалізації UD (реконструкція, реставрація).

Адаптація — вимушене пристосування існуючого середовища до потреб МГН. Це локальне рішення, що не гарантує створення повноцінного безбар'єрного маршруту.

Спеціалізований дизайн — проєктування для конкретної групи (наприклад, реабілітаційні центри).

Порівняння проєктних рішень

Елемент	Універсальне рішення (Нове будівництво)	Адаптаційне рішення (Реконструкція)
Вхід	Вхід в один рівень з тротуаром	Наявний ганок + зовнішній пандус/підйомник
Двері	Автоматичні розсувні двері	Механічні двері + доводчик з малим зусиллям
Санвузол	Універсальна кабіна для всіх груп	Додаткові поручні в існуючій кабіні
Сервіс	Рецепція з дворівневою стійкою	Приставна сходинка або окремий столик

10.4 7 принципів Універсального дизайну:

1. Рівноправне використання: дизайн для всіх (зниження бордюру).
2. Гнучкість: вибір способів використання (дублювання сходів пандусом).

3. Простота: інтуїтивне розуміння (піктограми).
4. Сприйняття інформації: дублювання каналів (візуальний + тактильний).
5. Припустимість помилок: мінімізація ризиків (контрастне маркування сходів).
6. Низькі фізичні зусилля: зручність без напруження (сенсорне обладнання).
7. Розміри для доступу: достатній простір для маневрування.

10.5 Антропометрія та класифікація маломобільних груп населення (МГН)

Антропометрія встановлює стандарти об'ємно-просторового середовища на основі розмірів людського тіла та його кінематики з допоміжними засобами.

Склад МГН (30–40% населення):

Особи з інвалідністю (ураження ОРА, зору, слуху, ментальні порушення).

Люди похилого віку та діти до 7 років.

Вагітні жінки та особи з дитячими візками.

Особи з нестандартними розмірами тіла.

Тимчасово маломобільні: люди з великим багажем, на милицях або у стані сильного стресу.

10.6 Основні структурно-функціональні зони та технічні вимоги

Безбар'єрний маршрут має бути безперервним: від зупинки транспорту до цільової зони обслуговування.

Критичні вимоги до елементів доступності (згідно з ДБН В.2.2-40:2018):

Зона/ Елемент	Технічні вимоги
Ганки та входи	Рівний пологий вхід. Якщо є пандус: ухил 8%, обов'язкові поручні з обох боків, неслизьке покриття.
Вхідні двері	Ширина «у світлі» 0.9 м. Матеріал: ударноміцний. Відсутність порогів (max 2 см). Рекомендовано розсувні системи.
Прозорі двері	Обов'язкове контрастне маркування на рівні 1.2 м та 1.5 м (смуги або круги).
Сходи	Контрастне маркування першої та останньої сходинки по всій ширині маршруту. Неслизька фактура.
Ліфти	Глибина кабіни 1.4 м ширина 1.1 м. Панель керування на доступній висоті.
Інформація	Тактильні таблички (Брайль) праворуч від дверей на висоті 1.2 - 1.5 м.

10.7 Склад проєктної документації щодо забезпечення доступу МГН

Розділ щодо доступу МГН є обов'язковою частиною проєкту на всіх стадіях (ЕП, П, РД).

1. Текстова частина:

- Опис конструктивних рішень для МГН.
- Обґрунтування шляхів евакуації МГН (враховуючи пожежну безпеку).
- Параметри спеціалізованого обладнання та робочих місць.

2. Графічна частина:

- Генплан: шляхи руху МГН територією, місця паркування (мін. 10% місць — для осіб з інвалідністю).
- Плани поверхів: чітко позначені безбар'єрні маршрути, зони розвороту крісел колісних, доступні санвузли та шляхи евакуації.

10.8 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які шість напрямків безбар'єрності визначає Національна стратегія України?
2. Чому Універсальний дизайн вважається економічно ефективнішим за адаптацію існуючих будівель?
3. Які групи населення, крім осіб з інвалідністю, відносяться до МГН і як їхні потреби впливають на архітектурний масштаб?
4. Які специфічні вимоги висуваються до скляних дверей та першої/останньої сходинок маршу?
5. Як використання двох милиць (замість однієї палиці) впливає на нормативну ширину W розрахункової смуги руху в коридорах?
6. Які саме графічні матеріали у складі проєкту підтверджують безпеку МГН у разі виникнення надзвичайних ситуацій?

11 Технічне обстеження, реконструкція та відновлення будівель і споруд

В умовах сучасного будівництва стратегічна важливість реконструкції та відновлення будівель обумовлена не лише природним фізичним зношенням фондів, а й критичною необхідністю відбудови об'єктів, пошкоджених внаслідок бойових дій. Сучасний підхід до реконструкції базується на поєднанні класичних методів обстеження з новітніми технологіями, такими як BIM (Building Information Modeling). Використання цифрових двійників та лазерного сканування дозволяє точно зафіксувати геометрію дефектів і змодельовати поведінку пошкодженої будівлі під час відновлювальних робіт.

Мета лекції: Сформувати системні знання щодо методології технічної діагностики об'єктів (зокрема в умовах воєнного стану) та вивчити інженерні технології відновлення несучої здатності основ і конструктивних елементів.

11.1 Причини ремонту та реконструкції будівель

Необхідність втручання зумовлена як природним старінням, так і функціональною модернізацією. Зміна призначення будівлі або встановлення важкого технологічного обладнання (ліфти, верстати) потребує перевірки надійності всієї конструктивної схеми.

Зношення конструкцій — це процес втрати первинних експлуатаційних якостей внаслідок фізико-хімічних впливів, що призводить до деградації матеріалів та зниження надійності.

Всі чинники впливу на об'єкт класифікують за джерелом та характером дії:

Тип впливу	Фізико-хімічні дії	Механічні (силові) дії
Зовнішні	Опади (кислоти), температурні коливання, агресивні гази, біологічні шкідники.	Вібрації, тиск ґрунту, сейсмохвилі, блукаючі струми, повітряні потоки.
Внутрішні	Вологість, агресивні середовища (пара, газ), технологічне старіння матеріалів.	Навантаження від обладнання, динамічні удари, зміна напруженого стану.

Статистика причин виникнення пошкоджень: Згідно з аналізом експертних даних, людський фактор відіграє вирішальну роль у життєвому циклі об'єкта:

- 42% — низька якість монтажу та будівельних робіт;
- 18% — недоліки при виробництві конструкцій і матеріалів;
- 18% — порушення правил експлуатації та несвоєчасний ремонт;
- 8% — помилки при інженерних вишукуваннях та проектуванні;
- 14% — інші фактори (зокрема форс-мажорні обставини).

11.2 Методологія та види технічного обстеження

Технічне обстеження є юридичним та інженерним фундаментом для прийняття рішень про експлуатацію, реконструкцію чи демонтаж.

Типологія обстежень:

1. Планове: проводиться згідно з проектом, але не рідше одного разу на 10 років.
2. Позапланове: зумовлене позапроектними впливами — пожежами, стихійним лихом, аваріями або наслідками бойових дій.
3. Передпроектне: обов'язкове для розробки документації на капітальний ремонт чи реконструкцію.

Етапи робіт та BIM-інтеграція: Сучасна методика передбачає використання 3D-сканування на етапі підготовки. Отримані хмари точок інтегруються в BIM-модель для подальших розрахунків підсилення.

Технічне завдання (ТЗ): Згідно з формою, ТЗ на обстеження повинно містити чотири обов'язкові блоки:

1. Інформація про замовника обстеження.
2. Джерело фінансування робіт.
3. Інформація щодо власника або управителя об'єкта (дані фізичної особи або реквізити юридичної особи/ЄДРПОУ).
4. Інформація щодо об'єкта обстеження (визначається замовником за результатами підготовчого етапу).

Звіт про результати обстеження є єдиною юридичною підставою для прийняття рішення про можливість відновлення пошкодженого об'єкта або його ліквідацію.

11.3 Категорії технічного стану конструкцій та споруд

Оцінка базується на мірі втрати несучої здатності та функціональної придатності.

Категорія стану	Характеристика несучої здатності	Наявність дефектів та заходи
I Нормальна	Фактичні зусилля не перевищують допустимі.	Дефекти відсутні; нормальна експлуатація без обмежень.
II Задовільна	Відповідає нормам несучої здатності.	Наявні дрібні дефекти, що знижують довговічність. Потрібен захист конструкцій.
III Непридатна	Несуча здатність знижена; елементи перевантажені.	Потребує підсилення. Перевірні розрахунки мають підтвердити можливість безпечного проведення робіт.
IV Аварійна	Критичне зниження несучої здатності.	Ризик крихкого руйнування. Розрахунки не гарантують цілісність конструкції на період підсилення.

Роль перевірочних розрахунків: Для категорій III та IV розрахунки є "містком" між діагностикою та рішенням. У стані III вони визначають запас

міцності для монтажу підсилення, а у стані IV часто стають юридичним доказом неможливості відновлення через ризик раптового обвалення.

11.4 Діагностика дефектів та пошкоджень конструкцій

Морфологія пошкоджень залежить від матеріалу та характеру навантаження.

Типові пошкодження залізобетону:

- Раковини та пустоти: виникають через недоущільнення суміші в зонах густого армування.
- Сколи та оголення арматури: наслідок корозії або механічних ударів. Кородована арматура збільшується в об'ємі, "розклинюючи" бетон ізсередини.
- Вплив вогню: бетон змінює колір, втрачає міцність, з'являються лещадки (відшарування шарів товщиною 10–20 мм).

Специфіка цегляних будівель. На відміну від залізобетону, де тріщини часто мають усадочний характер, у цегляних будівлях тріщини в стінах і склепіннях здебільшого викликані нерівномірним осіданням фундаментів. Такі тріщини зазвичай є наскрізними та проходять через усю висоту фасаду.

11.5 Технології підсилення основ та фундаментів

Вибір методу залежить від типу ґрунту та причин деформації (зволоження, підкопи, перевантаження).

Методи підсилення фундаментів неглибокого закладання:

1. Цементация: нагнітання розчину в порожнини існуючої кам'яної кладки через ін'єктори.
2. Залізобетонні обойми: створення "сорочки" навколо фундаменту з можливим розширенням підшви.
3. Підведення нових конструкцій: встановлення бетонних стовпів або плит під підшву в шаховому порядку.

Пальові методи та захист схилів:

Палі: застосовуються буроін'єкційні (проходять крізь тіло фундаменту), вдавнені (металеві або ЗБ складені) та набивні палі.

Нестійкі рельєфи: для закріплення зсувних схилів використовують контрбанкети (грунтові відсипки для збільшення утримуючих сил) та контрфорси.

11.6 Підсилення залізобетонних колон

Для колон найбільш раціональним є використання обойм, які дозволяють значно підвищити несучу здатність при відносній гнучкості елемента.

Типи обойм:

- Залізобетонні: традиційний метод збільшення перерізу.
- Металеві: використовуються для мінімізації збільшення габаритів колони, складаються з кутиків та з'єднувальних планок.

Технічні параметри ЗБ обойми:

- Діаметр поздовжньої арматури: 12 мм.
- Діаметр поперечної арматури: 6 мм; крок 200 мм.
- Товщина обойми: 60-100 мм.

Для забезпечення спільної роботи "старого" та "нового" бетону обов'язковим є виконання насічки на поверхні існуючої колони, її промивання та використання полімербетонів для покращення адгезії.

11.7 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які основні чинники впливу на будівлю відносять до механічних зовнішніх дій?
2. Які чотири блоки інформації обов'язково має містити Технічне завдання на обстеження?
3. У чому полягає роль перевірних розрахунків при присвоєнні конструкції III категорії стану?
4. Яка принципова відмінність між причинами появи тріщин у залізобетонних конструкціях та цегляних стінах?
5. Які методи підсилення фундаментів доцільно використовувати при великій товщі слабких ґрунтів?
6. Яких конструктивних вимог слід дотримуватися при армуванні залізобетонної обойми для підсилення колон?

12 Особливості проектування та типологія громадських будівель.

Громадські будівлі виступають стратегічними вузловими точками міської інфраструктури, що забезпечують безперервність соціальних, адміністративних та культурних процесів. Їхня архітектурна форма є вторинною щодо функціонально-технологічного процесу, який диктує логіку просторової організації та вимоги до безпеки.

Дана лекція спрямована на систематизацію знань про класифікацію об'єктів згідно з чинними нормами та аналіз технічних параметрів, що забезпечують їхню експлуатаційну ефективність.

План лекції:

1. Класифікація та функціональна типологія.
2. Об'ємно-планувальні схеми.
3. Функціональне зонування та групи приміщень.
4. Технічні вимоги до входних груп та комунікаційних шляхів (з урахуванням інклюзивності).

12.1 Класифікація та функціональна типологія

Проектування громадських споруд вимагає суворого дотримання системного підходу до їх ідентифікації в структурі поселення. Це визначає не лише архітектурний масштаб, а й нормативні вимоги до капітальності та радіусів обслуговування.

Громадські будівлі та споруди — об'єкти, призначені для розміщення установ управління, освіти, культури, охорони здоров'я, торгівлі та інших видів обслуговування. Основними характеристиками є тимчасове перебування значних мас людей та специфічна організація функціональних процесів (згідно з джерелом).

Класифікація за функціональними ознаками здійснюється за чотириступеневою системою:

Група: визначає напрям людської діяльності (наприклад, "Освіта").

Тип: конкретизує установу (наприклад, "Заклад загальної середньої освіти").

Підтип: уточнює спеціалізацію (наприклад, "Гімназія").

Вид: фіксує конкретні параметри об'єкта.

12.2 Ранжування за рівнем обслуговування та структурою міста

Урбаністична ефективність об'єкта залежить від його розміщення згідно з нормативними радіусами доступності:

Установи первинного обслуговування: Пральні, аптеки, перукарні. Розміщуються у межах житлової групи (кварталу).

Установи повсякденного користування. Школи, дитячі садки, продуктові магазини. Формують ядро мікрорайону.

Установи періодичного користування. Кафе, торгові центри, поліклініки, будинки культури. Проектуються на рівні житлового чи планувального району.

Установи епізодичного користування. Театри, музеї, вокзали, адміністративні центри, лікарні. Мають загальноміське значення.

Перехід від зовнішньої класифікації до внутрішньої логіки будівлі базується на первинності функціонально-технологічного процесу.

12.3 Об'ємно-планувальні рішення та функціональне зонування

Функціонально-технологічний процес є детермінантою простору. Усі громадські будівлі за структурою можна розділити на два великі класи: осередкові (процес у малих приміщеннях) та зальні (процес у великому єдиному просторі).

Типологія планувальних схем

Для архітектурного проектування виділяють 10 базових схем, кожна з яких має свій психологічний та потоковий вплив:

1. Коридорна. Осередки вздовж комунікації. Найбільш раціональна для лікарень та офісів через чітке розмежування зон.
2. Анфіладна. Наскрізний рух через приміщення. Створює урочистий ритм, ідеальна для музеїв та великих магазинів.
3. Безкоридорна. Прямий зв'язок приміщень у малих об'єктах (виставкові зали).
4. Зальна. Центрична структура навколо головного залу (кінотеатри, цирки).
5. Центрично компактна. Усі блоки навколо ядра (атріумні будівлі).
6. Лінійна. Розвиток структури вздовж однієї осі.
7. Блокова. Поєднання функціонально різних блоків (наприклад, школа з окремим спортивним блоком).
8. Павільйонна. Розподіл функцій по окремих об'ємах у природному середовищі (дитячі табори, бази відпочинку).
9. Симетрична. Класична рівновага, характерна для адміністративних споруд.
10. Асиметрична. Вільне групування мас, часто обумовлене рельєфом.

12.4 Проектування вхідної групи та комунікацій

Вхідна група — це організуючий вузол, що забезпечує розподіл потоків та тепловий захист будівлі.

Вестибюльна група та інклюзивність

Площа вестибюля розраховується відповідно до динаміки потоків:

- Для об'єктів одночасного заповнення (театри): $0,25-0,30 \text{ м}^2$ на особу.
- Для об'єктів рівномірного потоку (музеї): $0,18-0,20 \text{ м}^2$ на особу.
- Вимога МГН: Кількість людей з інвалідністю приймається як 5\% від загальної місткості. Для супроводжуваних осіб необхідно передбачити додаткову площу не менше $0,5 \text{ м}^2$ на кожного.

Комунікаційні параметри

Горизонтальні комунікації (Коридори):

Тупикові: Максимальна довжина — 24 м (при освітленні з одного торця).

Наскрізнi: Максимальна довжина — 48 м.

Світлові кишені: Необхідні при великій довжині. Відстань між вікнами 24 м, а між торцевим вікном та кишенею — не більше 30 м.

Ширина: Для одностороннього руху — 1,5 м; для зустрічного — 1,8 м. У лікарнях та школах — не менше 2,2 м.

Вертикальні комунікації (Сходи):

Ухил: Головні сходи — не більше 1:2; технічні/підвальні — до 1:1,5.

Сходинок: Від 3 до 16 у марші (до 18 підйомів на 1-му поверсі).

Ширина: Максимальна для маршу — 2,5 м (понад це — потрібні проміжні поручні). Для приміщень з кількістю відвідувачів до 5 осіб допускається ширина 0,9 м.

12.5 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення чотирьом ступеням класифікації за функціональними ознаками.
2. Обґрунтуйте вибір анфіладної схеми для великих музеїв з точки зору управління потоками відвідувачів.
3. Які розрахункові площі вестибюля на одну особу застосовуються для театрів та музеїв? Чим зумовлена ця різниця?
4. Поясніть необхідність влаштування світлових кишень у коридорах та вкажіть нормативну відстань від торцевого вікна до кишені.
5. Які вимоги висуваються до сходових маршів, що ведуть у приміщення з мінімальною кількістю людей (<5 осіб)?
6. Сформулюйте переваги змішаної схеми планування для багатофункціональних об'єктів (наприклад, Палаців культури).

13 Основи формування генерального плану, зонування та нормативні обмеження забудови.

Генеральний план є стратегічним документом, який визначає архітектурно-планувальну структуру та «життєвий простір» громади на десятиліття вперед. У практиці архітектора-проектувальника ігнорування містобудівних норм на етапі ескізних намірів є фатальною помилкою: будь-яке порушення червоних ліній або розривів безпеки призводить до юридичної неможливості введення об'єкта в експлуатацію. Метою цієї лекції є опанування методикою роботи з планами територій, вивчення системи критичних обмежень та формування навичок розрахунку основних показників забудови.

13.1 Поняття та види містобудівної документації

Процес проектування інтегрований у багаторівневу систему планування територій. Кожен рівень документації уточнює попередній, створюючи цілісну структуру обмежень та можливостей для забудовника.

Генеральний план — головний вид містобудівної документації населеного пункту, що визначає стратегію розвитку, умови безпеки мешкання, екологічні вимоги та межі функціональних зон.

План зонування (зонінг) — документація, що встановлює конкретні регламенти (умови та обмеження) використання території в межах визначених зон (житлової, промислової, рекреаційної тощо).

Детальний план території (ДПТ) — документ, що уточнює положення генплану на рівні окремих кварталів, визначаючи планувальну організацію, параметри забудови та мереж.

13.2 Порівняльна характеристика містобудівної документації

Критерій	Генеральний план	План зонування (Зонінг)	Детальний план (ДПТ)
Масштабність	Весь населений пункт	Конкретні зони міста	Частина території (квартал)
Функціональне призначення	Визначає стратегічні напрямки та зони	Встановлює регламенти та режими забудови зон	Деталізує розташування споруд, доріг та мереж
Юридичне значення	База для стратегічного планування	Основа для визначення цільового призначення ділянки	Підстава для отримання МУО та відведення землі

Ключовим практичним документом є викопіювання з генплану. Це графічний фрагмент, що відображає фактичний стан ділянки та перспективи її розвитку (межі, інженерні мережі, червоні лінії). Викопіювання є обов'язковим для розробки проектів землеустрою та отримання містобудівних умов і обмежень.

13.3 Система обмежувальних ліній у містобудуванні

«Кольорові лінії» — це правовий каркас проекту, що забезпечує публічну безпеку, евакуаційні шляхи та збереження культурної спадщини.

Класифікація обмежувальних ліній забудови

Лінія	Що обмежує/відокремлює	Головна мета	Наслідки порушення
Червона	Межа між вулицею та територією забудови	Пропускна здатність вулиць, прокладання магістралей	Неможливість приватизації, знесення споруд
Жовта	Межі розповсюдження завалів будівель	Безпека людей, безперешкодна евакуація	Блокування проїздів для рятувальних служб
Зелена	Межі озеленених територій та ландшафтів	Збереження рекреаційних зон та екосистем	Заборона капітального будівництва
Блакитна	Висотність забудови кварталу/ділянки	Збереження історичних панорам та силуету міста	Юридичні санкції, порушення архітектурного вигляду

Нормативні вимоги до розміщення щодо червоних ліній:

- Відступ від червоних ліній магістральних вулиць — не менше 6~м.
- Відступ від червоних ліній житлових вулиць — не менше 3~м.

Специфіка відступів від меж ділянки:

- Нова забудова: Відстань від межі суміжної ділянки — не менше 3~м.
- Сформована забудова (реконструкція): Для обслуговування стін дозволяється відступ 1.0~м від найбільш виступаючої конструкції, за умови влаштування водовідведення, що запобігає попаданню опадів на сусідню ділянку.
- Місцеві вимоги: Органи архітектури часто вимагають відступ 4~м, якщо суміжна ділянка ще не забудована, для забезпечення майбутніх протипожежних розривів.

13.4 Нормативні відстані та безпека

Сучасні норми мінімізують ризики поширення вогню та конфлікти землекористувачів. Важливо: ДБН 2019 року скасував норму ДБН 360-92, яка дозволяла зберігати існуючі відстані при реконструкції за погодженням. Тепер будь-яка реконструкція вимагає повного дотримання чинних норм.

Протипожежні розриви між об'єктами (м)

Ступінь вогнестійкості	I, II (Бетон, цегла)	III (Дерев'яне покриття)	IV, V (Горючі матеріали)
I, II	6	8	10
III	8	8	12
IV, V	10	12	15

Відстані до лісових масивів та насаджень

Протипожежна безпека вимагає розривів від меж ділянки до лісу:

- Хвойний ліс — 100~м; Мішаний — 50~м; Листяний — 20~м.
- У межах міст/селищ для садибної забудови допускається зменшення до 15~м.

Норми благоустрою (озеленення):

- Від межі до стовбурів дерев: 4-6~м (залежно від крони).
- Від межі до кущів: 1~м.

13.5 Охоронні зони мереж та санітарні відстані

- ЛЕП (повітряні): до 1~кВ — 2~м; 20~кВ — 10~м; 35~кВ — 15~м; 110~кВ — 20~м.
- Інженерні мережі (від фундаменту): Водопровід — 5~м; Каналізація (самопливна) — 3~м; Газопровід — 2-10~м (залежно від тиску).
- Санітарні об'єкти: Септики — 5-10~м від будинку; споруди для худоби (до 50~м²) — 15~м; сміттєзбірники/вбиральні — 20~м від житла та колодязів.

Будівництво в охоронних зонах ЛЕП категорично заборонено без письмового погодження з власником мереж.

13.6 Ергономіка та інсоляція: Розміщення будинку за сторонами світу

Орієнтація приміщень визначає не лише психологічний комфорт, а й енергоефективність будівлі.

Інсоляція — опромінення внутрішніх поверхонь приміщень прямим сонячним світлом.

Нормативні режими:

- Безперервна: не менше 2.5 години на день для однієї житлової кімнати.
- Перервна: якщо вікна виходять на різні сторони, допускається сумарна інсоляція 1+1 година (двічі на день).

Рекомендації щодо орієнтації приміщень:

- Кухня (Схід): Оптимальне ранкове світло; запобігання перегріву від сонця в обід та ввечері.
- Спальня (Захід / Північний захід): Рекомендовано для тих, хто прокидається пізніше, щоб уникнути засліплення ранковим сонцем.
- Вітальня (Захід / Південний захід): Оптимально для вечірнього перебування родини.
- Технічні зони (Північ): Санвузли, сходи, гаражі, комори. Створюють «тепловий щит» від холодних північних вітрів.

13.7 Склад проекту генерального плану та ескізу намірів

Документація ГП є юридичним підтвердженням дотримання всіх містобудівних та безпекових розрахунків.

Склад робочої документації ГП:

1. План розпланування (розташування споруд).
2. План організації рельєфу (вертикальне планування).
3. План земляних мас (баланс ґрунту).
4. Зведений план інженерних мереж.
5. План благоустрою та озеленення.

Склад Ескізу намірів забудови: Пояснювальна записка, схема ГП, плани поверхів, фасади, розрізи.

Техніко-економічні показники (ТЕП) ділянки (зразок)

Показник	Одиниця виміру	Значення
Площа ділянки проектування ($S_{\text{діл}}$)	м ²	2000
Площа забудови ($S_{\text{заб}}$)	м ²	242
Площа твердого покриття (ФЕМ, асфальт)	м ²	607
Площа озеленення	м ²	1151

13.8 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Як розраховується мінімальний протипожежний розрив між кам'яним будинком (II ступінь) та дерев'яною лазнею (V ступінь)?
2. У яких випадках при реконструкції у сформованій забудові допускається відступ від межі в 1.0~м і які технічні вимоги при цьому висуваються?
3. Як впливає наявність лісового масиву (хвойного) за межею ділянки на пляму забудови житлового будинку?
4. Які особливості розрахунку інсоляції при перервному режимі сонячного освітлення?
5. Чому архітектор більше не може посилається на «існуюче положення» при реконструкції об'єкта, що не відповідає розривам ДБН Б.2.2-12:2019?
6. Опишіть наслідки виявлення підземного газопроводу середнього тиску на відстані 1~м від проектного фундаменту.

14 Основи технології інформаційного моделювання будівель (BIM)

Сучасний етап розвитку архітектурно-будівельної галузі вимагає радикальної трансформації підходів до проектування та управління об'єктами. Традиційні методи, що базуються на розрізних 2D-кресленнях, стають стримуючим фактором у контексті зростаючої складності проектів та вимог до їхньої рентабельності. Перехід до технології інформаційного моделювання (BIM) є ключовим вектором цифровізації, що дозволяє перейти від «малювання» до створення інтелектуального цифрового активу. Цей актив забезпечує цілісність даних на всіх етапах — від першої інвестиційної ідеї до виведення будівлі з експлуатації.

Мета лекції: опанувати фундаментальну термінологію BIM, вивчити структуру життєвого циклу об'єкта в цифровому середовищі, класифікацію вимірів моделювання (3D-7D) та рівні деталізації (LOD), а також проаналізувати економічну ефективність впровадження технології на основі світового досвіду.

План лекції:

1. Фундаментальні складові BIM.
2. Порівняльний аналіз: BIM проти традиційного 2D-проектування (CAD).
3. Життєвий цикл об'єкта та виміри BIM (3D-7D).
4. Рівні деталізації моделі (LOD): від концепту до експлуатації.
5. Стратегічні переваги та міжнародний досвід впровадження.
6. Екосистема програмних рішень для BIM-менеджменту.

14.1 Фундаментальні складові BIM

Еволюція терміна BIM відображає перехід галузі від простого візуального моделювання («віртуального дизайну») до системного управління даними. Сучасний підхід розглядає BIM не лише як тривимірну форму, а як глибоко структуроване інформаційне середовище.

Для фахової дискусії необхідно розрізняти три складові концепції:

Building Information Modeling (Інформаційне моделювання) — це процес віртуального проектування (virtual design process), який забезпечує створення, збір та управління всією інформацією про об'єкт протягом його створення.

Building Information Model (Інформаційна модель) — це цифровий двійник об'єкта, що являє собою набір узгоджених файлів та даних, які включають 3D-геометрію та відповідну атрибутивну (неграфічну) інформацію.

Building Information Management (Інформаційне управління) — це стратегічне управління даними про будівлю протягом усього її життєвого циклу (lifecycle use of building data), що забезпечує доступність актуальної інформації для всіх стейкхолдерів.

Основні характеристики інтегрованої моделі:

- Параметричність: усі елементи (стіни, вікна, колони) є інтелектуальними об'єктами з набором параметрів; зміна одного елемента автоматично оновлює пов'язані специфікації та види.
- Спільне середовище: єдина цифрова платформа для взаємодії архітекторів, конструкторів та інженерів.
- Геометричні та атрибутивні дані: поєднання візуальної точності з технічними характеристиками (матеріал, опір теплопередачі, вартість, термін служби).

Резюмуючи, слід зазначити, що BIM — це передусім процес і набір технологій, а не просто ПЗ. Це усвідомлення дозволяє перейти від обговорення «інструментів» до аналізу «ефективності процесів».

14.2 Порівняльний аналіз: BIM проти традиційного 2D-проектування (CAD)

Технологія CAD (Computer-Aided Design), хоча й автоматизувала креслення, наразі вичерпала свій потенціал. Головним недоліком 2D-проектування є розрізненість даних: плани, розрізи та фасади існують як окремі вектори, що потребують ручної синхронізації «інтелектуальним центром» (ГАПом/ГППом), що критично підвищує ризик помилок.

Порівняльна таблиця "CAD vs. BIM"

Параметр порівняння	CAD (2D-проектування)	BIM (Інформаційне моделювання)
Об'єкт моделювання	Векторні лінії, набір розрізнених аркушів	Цифровий двійник, інтегрована модель
Координація фахівців	Ручна перевірка; високий ризик колізій	Автоматизована в єдиному середовищі
Внесення змін	Ручне корегування кожного окремого виду	Оперативне, автоматичне оновлення видів
Облік ресурсів	Вручну; ймовірність помилок у специфікаціях	Автоматичне видалення даних з моделі
Ефективність матеріалів	До 37% відходів будматеріалів	Оптимізація та мінімізація втрат

Аналіз часових витрат показує, що при BIM-проектуванні 50-80% часу інвестується у ранні стадії (концепт та ескіз). Це дозволяє приймати ключові рішення, коли вартість внесення змін є мінімальною. У CAD-методі основні зусилля припадають на стадію робочої документації, де виправлення помилок, виявлених на будмайданчику, призводить до значних фінансових втрат (до 57% витрат — це невиробничі втрати).

Оцінивши технічні недоліки традиційного методу, розглянемо, як BIM структурує дані протягом усього існування об'єкта.

14.3 Життєвий цикл об'єкта та виміри BIM (3D-7D)

Стратегічна перевага BIM полягає у безперервності потоку даних. Модель стає «єдиним джерелом істини» від ідеї до демонтажу.

Етапи життєвого циклу об'єкта в BIM:

1. Технічне завдання (ТЗ): збір вимог замовника.
2. Аналіз: оцінка ділянки та оточення.
3. Концепт: визначення об'ємно-просторового рішення.
4. ТЕО (Ескізний проект / Передпроектні рішення): обґрунтування інвестицій.
5. Проект та Робоча документація: детальне моделювання та випуск креслень.
6. Виробництво та Логістика: планування поставок матеріалів.
7. Будівництво: координація робіт та контроль якості.
8. Експлуатація та Ремонт (Facility Management): сервісне обслуговування.
9. Реконструкція або Демонтаж: оновлення або екологічна утилізація.

Виміри інформаційного моделювання

Вимір	Додатковий параметр / Опис
3D	Геометрія, інженерно-геологічні роботи, безпека, матеріально-технічне забезпечення
4D	Час (Scheduling): планування послідовності та графіків робіт
5D	Вартість (Estimating): фінансові витрати, кошториси, фінансовий моніторинг
6D	Екологічність (Sustainability): енергоефективність, аналіз споживання ресурсів
7D	Експлуатація (Facility Management): технічне обслуговування та ремонт (TOiP)

14.4 Рівні деталізації моделі (LOD)

Концепція LOD (Level of Development) — це інструмент управління обсягом роботи та очікуваннями замовника. Вона визначає, наскільки «зрілим» є елемент моделі в конкретний момент часу.

Рівень деталізації визначається за формулою:

$$LOD = LOD\ G + LOI$$

Де *LOD G* — рівень геометричної деталізації (графічний контент);
LOI — рівень деталізації інформації (атрибути).

Класифікація рівнів LOD за стадіями проекту:

Рівень LOD	Стадія проекту	Опис та ступінь точності
LOD 100	Концепт	Об'ємні маси, приблизні розміри, форма та орієнтація

LOD 200	Передпроектні рішення	Орієнтовні розміри, положення та основна неграфічна інформація
LOD 300	Проект (Стадія П)	Точна геометрія, розміри, положення, зв'язки між системами
LOD 350	Робоча документація (РД)	Деталізація вузлів, необхідна для координації суміжних розділів
LOD 400	Будівництво	Дані для виготовлення та монтажу, чіткі інструкції для підрядників
LOD 500	Експлуатація	Фактичний стан («як побудовано»), дані для сервісного обслуговування

14.5 Стратегічні переваги та міжнародний досвід впровадження

Статистика Stanford University CIFE та дані «Будівництва в цифрах» підтверджують колосальний вплив BIM на економіку проектів:

- Економія на виявленні колізій — 10% вартості проекту.
- Скорочення термінів реалізації — 7-15%.
- Скорочення часу на розробку кошторисів — 80% (при точності розрахунків до 3%).
- Зниження відходів та шлюбу матеріалів — 30%.
- Зменшення сумарної вартості реалізації проекту — до 30%.
- Мінімізація невиробничих втрат, які при традиційному методі сягають 57%.

Світова практика впровадження BIM на державному рівні

Країна	Рік / Умови впровадження	Ключові особливості
США	2006 (GSA)	Обов'язково для всіх держпроектів на стадії дизайну
Фінляндія	2007	Вимога використання IFC-стандартів у держзамовленнях
Сінгапур	2008	Перша у світі система e-submission (електронна експертиза моделі)
Норвегія	2010	Обов'язково для всіх будівельних проектів з участю держави
Велика Британія	2016	Обов'язковий Level 2 BIM для всіх державних проектів

14.6 Екосистема програмних рішень для BIM-менеджменту

Для забезпечення спільної роботи (CDE) та управління даними використовується комплекс взаємопов'язаних рішень:

- Revit: флагманське рішення для інтегрованого проектування архітектури, конструкцій та інженерних систем.
- Navisworks (Manage/Simulate): інструмент для зведення моделей з різних джерел, автоматизованого пошуку колізій та 4D-моделювання.

- Robot Structural Analysis Professional: розширені інструменти для лінійного та нелінійного аналізу складних структур.
- Civil 3D / InfraWorks: проектування інфраструктури, генпланів та захоплення реальності.
- AutoCAD Architecture / MEP: спеціалізовані інструменти з потужними функціями для архітектурного проектування та креслення інженерних мереж.

Ключовою фігурою в цій екосистемі є BIM-координатор, який вирішує наступні завдання:

1. Розробка єдиного BIM-стандарту організації.
2. Організація спільної роботи відділів та технічна підтримка користувачів.
3. Автоматизований контроль якості моделей та усунення колізій.
4. Створення та оновлення бібліотек параметричних елементів.

14.7 Контрольні запитання для самоперевірки

1. У чому полягає принципова різниця між термінами Building Information Model та Building Information Management?
2. Які основні недоліки 2D-проектування спричиняють втрати бюджету на етапі будівництва? (Згадайте про відсоток відходів та невиробничих втрат).
3. Опишіть різницю між 4D та 5D вимірами BIM.
4. Чому рівень LOD не може суворо відповідати певній стадії проекту для всієї моделі одночасно?
5. Які економічні переваги дає використання BIM на етапі експлуатації будівлі (7D)?
6. У якій країні вперше було запроваджено електронну систему експертизи на основі BIM (e-submission)?

15 Правила виконання архітектурно-будівельних креслень та технологія інформаційного моделювання

15.1 Еволюція інструментарію та методології проектування

Процес створення архітектурного об'єкта пройшов масштабну трансформацію: від ручної графіки олівцем на кульмані до систем автоматизованого проектування (AutoCAD) та сучасного інформаційного моделювання (BIM). Ця еволюція — не просто зміна інструменту, а стратегічний перехід до вищої точності та інтеграції даних. Проте важливо розуміти: сучасні BIM-системи не скасовують державні стандарти, а навпаки — стають інструментом їх суворого дотримання.

Аналіз етапів розвитку Традиційне проектування (ручне та CAD) базувалося на оперуванні "лініями та штрихами", де креслення було лише набором графічних примітивів. Перехід до інформаційного моделювання означає створення цифрового двійника будівлі. Кожна "лінія" в Revit є частиною інтелектуального об'єкта, що автоматично оновлює всі пов'язані проєкції та специфікації.

Визначення ключового поняття

Інформаційна модель — це цифрова репрезентація фізичних та функціональних характеристик об'єкта, що забезпечує автоматизацію генерації специфікацій та відомостей (наприклад, у середовищі Revit).

Попри автоматизацію, базові правила оформлення згідно з ДСТУ залишаються фундаментом професійної комунікації. Без знання стандартів неможливо коректно налаштувати програмне середовище для випуску якісної документації.

15.2 Координаційні осі та система прив'язок

Координаційні осі є єдиною системою відліку для всіх учасників будівництва. Будь-яка похибка в їх маркуванні або прив'язці конструкцій призводить до критичних помилок при винесенні проєкту в натуру.

Правила маркування (ДСТУ Б А.2.4-4:2009) Осі наносять тонкими штрихпунктирними лініями з довгими штрихами. Маркувальні позначення вписують у кружечки діаметром 6–12 мм. Послідовність цифр та літер приймають за планом зліва направо та знизу вгору.

Класифікація позначень

Тип осі	Порядок позначення	Допустимі символи	Винятки (не використовувати)
Цифрові	По стороні з найбільшою кількістю осей (зліва направо)	Арабські цифри	—

Літерні	Знизу вгору	Великі літери українського алфавіту	З, І, Ї, О, Х, Щ, Ъ
---------	-------------	-------------------------------------	---------------------

Складні випадки: якщо літер алфавіту недостатньо, використовують подвійні літерні позначення (наприклад, АА, ББ, ВВ).

Аналіз видів прив'язок: Для координації несучих елементів застосовують такі типи прив'язок:

1. Одностороння нульова (зовнішня грань стіни співпадає з віссю).
2. Двостороння.
3. Центральна (вісь збігається з геометричною віссю елемента).
4. Одностороння із зазором.

15.3 Графічне оформлення: лінії, масштаби та матеріали

Візуальна ієрархія ліній дозволяє відокремити конструктивну основу будівлі від другорядних деталей та текстур.

Система ліній (ДСТУ ISO 128-23:2005) На кресленнях використовується три типи ліній: тонка, товста та надтовста. Їхнє співвідношення за товщиною має складати 1:2:4 (або S/4 : S/2 : S).

Важливо для BIM-координаторів: у середовищі Revit це співвідношення має бути чітко налаштоване через меню «Стилі об'єктів» (Object Styles) та «Товщини ліній» (Lineweights), щоб забезпечити відповідність ДСТУ при друці.

Таблиця застосування ліній

Назва лінії	Графічне відображення	Сфера застосування (згідно з ДСТУ)
Суцільна товста (S/2)		Видимий контур деталей у розрізі (якщо використана штриховка), видимий контур предмета на виді
Суцільна тонка (S/4)		Границі матеріалів, штриховка, розмірні та виносні лінії, лінії-виноски, схематичні вікна/двері
Суцільна тонка із зигзагами		Обмеження частинних або переривчастих видів та розрізів

Регламент масштабів

- Житлові будівлі: Плани/фасади — 1:100, 1:200; Розрізи — 1:50, 1:100.
- Промислові будівлі: Плани/розрізи — 1:200, 1:400.
- Вузли: 1:2, 1:5, 1:10, 1:20.

Якщо зображення на одному аркуші мають різні масштаби, відповідний масштаб вказується безпосередньо над назвою кожного зображення.

15.4 Нанесення розмірів, рівнів та уклонів

Розмірні ланцюжки Розмірна лінія обмежується засічками завдовжки 2–4 мм під кутом 45° вправо.

Виступ розмірної лінії за виносну: 1–3 мм.

Відстань від першої лінії до контуру стін: 10–15 мм.

Відстань між паралельними розмірними лініями: не менше 7 мм.

Критичне правило: Маркувальні кружечки осей мають бути віддалені від останньої розмірної лінії рівно на 4 мм.

Відмітки рівнів Числовий параметр, що вказує висоту відносно "нульової" позначки (0,000).

Значення вказуються в метрах.

Обов'язкова наявність трьох десяткових знаків.

Важливо: Десяткові знаки відокремлюються від цілого числа комою (наприклад, +3,150; -0,900).

15.5 Основний комплект робочих креслень

архітектурних рішень (АР)

Комплект АР є базовим для зведення будівлі та включає:

- Загальні дані.
- Плани поверхів (включаючи підвали та горища).
- Розрізи та фасади.
- Плани підлог та покрівлі.
- Схеми заповнення віконних та дверних прорізів.
- Виносні елементи (вузли, фрагменти).
- Специфікації.
- Паспорт опорядження фасадів (обов'язковий компонент).

Методика виконання креслень:

Плани: Уявна січна площина проходить на рівні віконних прорізів або на $1/3$ висоти поверху.

Розрізи: Вертикальний переріз. Напрямок погляду — знизу вгору та справа наліво.

Фасади: Ортогональні проекції. Найменування — за крайніми осями (наприклад, "Фасад 1-12").

Вузли та фрагменти: Для деталізації окремих частин проекту використовують виносні елементи. Місце вузла на основному кресленні обводять замкнутою тонкою лінією (колом або овалом). На поличці лінії-виноски вказують номер вузла. Позначення самого вузла виконується у кружечку діаметром 12–14 мм, де у верхній частині вказують номер вузла, а в нижній (якщо вузол на іншому аркуші) — номер аркуша.

15.6 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Яка нормативна відстань має бути між маркувальним кружечком осі та останньою розмірною лінією?
2. Які літери українського алфавіту заборонено використовувати для маркування осей?
3. Як правильно записати нульову відмітку рівня згідно з правилом про розділовий знак?
4. Де саме вказується масштаб, якщо на одному аркуші розміщено декілька зображень з різними масштабами?
5. На якій висоті проводиться уявна січна площина для побудови плану поверху?
6. Опишіть графічне позначення залізобетону в перерізі.
7. За якими правилами визначається напрямок погляду для архітектурного розрізу?
8. Як маркуються вузли, якщо вони розташовані на тому ж аркуші, що і основне креслення?

16 Основна навчальна література

1. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд : навч. посіб. / В. О. Плоский, Г. В. Гетун, В. І. Віроцький та ін. ; за ред. В. О. Плоского. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Київ : Либідь, 2016. – 680 с.
2. Архітектурні конструкції : підручник / [З. Я. Бліхарський, Б. С. Любченко, В. О. Пахут та ін.] ; за ред. З. Я. Бліхарського. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 372 с.
3. Кузьменко Т. В. Архітектурні конструкції. Висотні будинки і споруди : навч. посіб. / Т. В. Кузьменко. – Київ : НАУ, 2018. – 188 с.
4. Сидоренко Ю. В. Інженерна та комп'ютерна графіка. Практикум в Autodesk Revit : навч. посіб. / Ю. В. Сидоренко. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 112 с.
5. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers / R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, P. Teicholz. – 3rd ed. – Hoboken : Wiley, 2018. – 688 p.
6. Білицька Н. В. Комп'ютерне проектування в середовищі AutoCAD: навч. посіб. Київ: КПІ, 2019. 210 с.
Ел. ресурс: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi83/0063446.pdf>
7. Джеймс Вандезанд. Autodesk Revit Architecture. Начальний курс. Офіційний курс Autodesk/ Джеймс Вандезанд , Фил Рид , Эдди Кригел.- ДИА-пресс, 2020. – 350с.

8. Посібник з впровадження інформаційного моделювання в будівництві, створений Європейським державним сектором. Стратегічні дії щодо роботи будівельного сектору: рушійна цінність, інновації та зростання. — [Електронний ресурс]. — Європейська Комісія, 2017. — 162 с. — Режим доступу: https://eubim.eu/wp-content/uploads/2020/12/2017_EU-BIM-Handbook_ua.pdf

9. Матеріали доповідей Першої всеукраїнської науково-практичної конференції «BIMТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ: ДОСВІД ТА ІННОВАЦІЇ» / за заг. редакцією доктора технічних наук, професора Гончаренко Д. Ф. — Х. : ФОП Бровін О.В., 2021. — 292 с.

17 Нормативні документи та додаткова література

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. — Київ : Мінрегіон України, 2019. — 185 с. — (Державні будівельні норми України).

2. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. — Київ : Мінрегіон України, 2014. — 110 с. — (Державні будівельні норми України).

3. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. — Київ : Мінрегіон України, 2018. — 64 с. — (Державні будівельні норми України).

4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. — Київ : Мінрегіон України, 2022. — 47 с. — (Державні будівельні норми України).

5. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. — Київ : Мінрегіон України, 2018. — 25 с. — (Державні будівельні норми України).

6. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. — Київ : Мінрегіон України, 2014. — 199 с. — (Державні будівельні норми України).

7. ДСТУ ISO 19650-1:2020. Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією за допомогою будівельного інформаційного моделювання. Частина 1. Концепції та принципи (ISO 19650-1:2018, IDT). — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. — 38 с.

8. ДСТУ ISO 19650-2:2020. Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією за допомогою будівельного інформаційного моделювання. Частина 2. Етап виконання активів (ISO 19650-2:2018, IDT). — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. — 42 с.

18 Корисні інтернет-ресурси

Офіційні та освітні портали:

1. Освітні ресурси Autodesk (UA):
<https://www.autodesk.com.ua/education/home>
2. BIM-спільнота України: <https://bim.org.ua>
Бібліотеки та репозитарії:
3. Національний репозитарій академічних текстів (NRAT):
<https://nrat.ukrintei.ua> (основним ресурс для пошуку електронних видань)
4. Інформаційно-довідкова система «БУДСТАНДАРТ»:
<https://online.budstandart.com/ua>