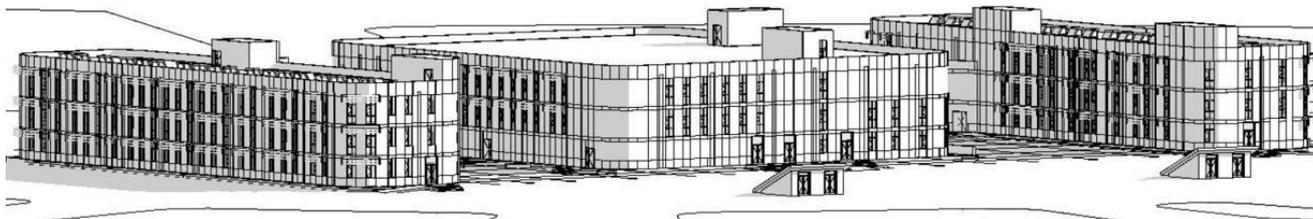


НАСТАНОВИ З ПРОЄКТУВАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ З ПОЛПШЕНИМИ ЕКОЛОГІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

(Практичний посібник)



Розроблено за підтримки проекту GIZ "Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС з енергоефективності в Україні", що виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) та співфінансуванням Державного секретаріату Швейцарії з економічних питань (SECO)

Київ – 2025

Видавець

Проект «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується GIZ за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ).

Юридична адреса

01004, м. Київ,
вул. Антоновича (Горького), 16Б
+38 044 594 07 60
+38 044 594 07 64
www.giz.de/ukraine-ua

Автори

Світлана Берзіна (ВГО «Жива планета»),
д.т.н., проф. Володимир Скочко (КНУБА),
к.т.н. Сергій Кожедуб (КНУБА),
к.т.н. Олександр Погосов (КНУБА),
Євген Кулінко, (КНУБА),
Андрій Посікера (КНУБА)
Олег Картавцев (Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування);
Світлана Перминова (Центр екологічної сертифікації та маркування ВГО Жива планета).

Редакторська колегія

к.т.н. Наталія Дюжилова

Дизайн

Владислав Паламарчук

Фото

ВГО «Жива планета»; творча платформа SmartArt.Space; відкриті джерела

Настанови з проектування сучасних енергоефективних будівель загальноосвітніх

шкіл з поліпшеними екологічними характеристиками: Методичний посібник / [...],

К., 2025. ___ с.

ISBN _____

Цей посібник висвітлює ключові підходи та рішення при розробці проєктів сучасних енергоефективних будівель загальноосвітніх шкіл з поліпшеними екологічними характеристиками, що передбачає застосування проєктів повторного використання, розроблених за підтримки проєкту GIZ "Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС з енергоефективності в Україні", що виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) та співфінансуванням Державного секретаріату Швейцарії з економічних питань (SECO).

Методичний посібник призначено для підвищення поінформованості, підвищення рівня професійних знань і обміну досвідом проектування, для державних службовців центральних та місцевих органів влади, посадових осіб органів місцевого самоврядування, до компетенції яких належать питання енергетичної ефективності в будівництві, раціонального природокористування, прийняття управлінських рішень, а також фахівців у сфері архітектури та будівництва.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНА БАЗА ПРОЄКТУВАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ	6
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗАБУДОВИ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК, НА ЯКИХ ПРОЄКТУЮТЬСЯ ЗАГАЛЬНООСВІТНІ ШКОЛИ	20
РОЗДІЛ 3. БЛАГОУСТРІЙ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ	24
РОЗДІЛ 4. АРХІТЕКТУРНІ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ТА ВИМОГИ ДО ПРИМІЩЕНЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ	34
4.1.	34
4.2.	35
4.3. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	46
4.3.1. Навчальні приміщення	47
4.3.2. Навчально-виробничі приміщення	48
4.3.3. Фізкультурно-спортивні зали	49
4.3.4. Клубно-видовищні приміщення	51
4.3.5. Бібліотеки	54
4.3.6. Адміністративно-службові приміщення	55
4.3.7. Приміщення медичного обслуговування	56
4.3.8. Приміщення харчування	57
4.3.9. Допоміжні та підсобні приміщення	59
4.4. ЗРАЗОК АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ПРОЄКТУ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	61
РОЗДІЛ 5. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНО-ОСВІТНІХ ШКІЛ Й ВИМОГИ ДО НИХ В РАМКАХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЧНОГО ОПОРУ ТА СТІЙКОСТІ	79
5.1. Основи проєктування конструктивних елементів	79
5.2. Вимоги механічного опору та стійкості	80
СХЕМИ	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 6. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ	123
6.1. Системи опалення та вентиляції	123
6.2. Системи постачання холодної та гарячої води, каналізації і водостоків	128

6.3. СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ	130
6.4. СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ, СИГНАЛІЗАЦІЇ, КОНТРОЛЮ ТА МОНІТОРИНГУ БЕЗПЕКИ	133
6.5. Ліфти	136
6.6. СМІТТЄПРОВІД СХЕМИ	138
	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 7. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, РЕСУРСО-ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКОЛАХ	149
7.1. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ШКІЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ	150
7.1.1. Конструкції зовнішніх стін	156
7.1.2. Цокольні та зовнішні заглиблені стінові конструкції	158
7.1.3. Горизонтальні елементи огорожувальної конструкції	159
7.1.4. Зовнішні двері	159
7.1.5. Світлопрозорі огорожувальні конструкції	160
7.1.6. Огорожувальні конструкції покрівлі	160
7.2. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ.	161
7.2.1. Основні вимоги до інженерних систем будівель шкіл:	162
7.2.2. Енергоефективні заходи щодо систем опалення.	163
7.2.3. Енергоефективні заходи щодо систем вентиляції.	163
7.2.4. Енергоефективні заходи щодо систем гарячого водопостачання.	164
7.2.5. Рекомендації щодо освітлення.	166
7.2.6. Рекомендації по впровадженню альтернативних та відновлювальних джерел енергії у шкільних будівлях.	167
7.3. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ	168
7.4. ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД ПРОЄКТУВАННЯ. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ БУДІВЛІ	168
РОЗДІЛ 8. ОСНОВИ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ: СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД	189
8.1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ СУЧАСНОЇ ШКОЛИ.	190
8.2. СКЛАДОВІ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ.	193
8.2.1. Конструкція та оздоблення внутрішніх стін	193
8.2.2. Конструкція та дизайн підлоги	194
8.2.3. Конструкція та дизайн підлоги стелі	195
8.2.4. Травмобезпечні сходи.	196
8.2.5. Меблювання	196
РОЗДІЛ 9. ВИМОГИ ДО БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	198
9.1. Декларація показників згідно законодавству	200
9.2. Технічні специфікації та екологічні характеристики	202
9.3. Електронний каталог будівельної продукції рекомендованої для відбудови України	205

9.4. ВИМОГИ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ПРОДУКЦІЇ ЗГІДНО З ДСТУ ISO 14024	208
9.4.1. Приклад застосування.	210
9.4.2. Підтвердження відповідності	211
9.4.3. Метод оцінювання та перевіряння окремих екологічних характеристик згідно з ДСТУ ISO 14021.	216
РОЗДІЛ 10. ВИМОГИ ЩОДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ	228
10.1. Основні принципи забезпечення пожежної безпеки	229
10.2. Евакуаційні шляхи та виходи	231
СХЕМИ	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 11. БЕЗПЕКА І ДОСТУПНІСТЬ (ІНКЛЮЗИВНІСТЬ) ПРИ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНО-ОСВІТНІХ ШКІЛ	239
11.1. Організація споруд для укриття учнів та учасників освітнього процесу	239
11.2. Створення безбар'єрного середовища	244
СХЕМИ	Помилка! Закладку не визначено.
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	254

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНА БАЗА ПРОЄКТУВАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ

Проектування сучасних енергоефективних загальноосвітніх шкіл є важливою складовою сталого розвитку та енергетичної безпеки. Енергоефективні школи сприяють зменшенню витрат енергії, підвищенню комфорту учнів та вчителів, а також зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Водночас вони стають моделями для впровадження інноваційних технологій та підтримки сталого розвитку в освітньому секторі.

На момент видання посібника в Україні триває війна та продовжується оборона від повномасштабного вторгнення РФ. Війна сильно позначилася на будівництві. Це стосується як відновлення будівель та інфраструктури, так і будівельної галузі в цілому. Варто зазначити, що серед постраждалих під час обстрілів громадських будівель значний відсоток припадає саме на заклади освіти й зокрема загальноосвітні школи. За даними Міністерства освіти і науки України, станом на травень 2024 року в нашій державі повністю знищено 365 закладів освіти, і ще 3 433 отримали пошкодження різних ступенів та характеру. На превеликий жаль кількість руйнацій зростає. Питання відновлення громадської інфраструктури є актуальним і потребує рішень вже сьогодні.

Згідно з дослідженням Державної служби якості освіти, проведеним у 2022 році, панівна форма навчання школярів відрізняється від регіону до регіону. Так, на Сході України – це переважно дистанційна, на Заході – очна форма навчання. Проте головний спільний бар'єр – це регулярні повітряні тривоги. При цьому на перший план вже виходять не забезпечення належного рівня освіти, а елементарна безпека. А це питання, в свою чергу, вже тісно пов'язане із потребою у функціонуючих належним чином спорудах цивільного захисту, що передбачає у свою чергу дотримання оновлених у кінці 2023 року державних нормативних вимог. Такі споруди цивільного захисту повинні передбачати можливості вміщення достатньої кількості людей під час повітряної тривоги, відповідність вимогам безпеки, інклюзивності та доступності для людей із обмеженими фізичними можливостями. Тобто, проєкти сучасних шкіл априорі повинні мати надійні укриття, при цьому слід передбачати можливість їх подвійного призначення (служуючи водночас укриттям під час виникнення загроз та громадським простором у мирні часи). Як наслідок, відповідні захисні споруди мають бути не лише надійними, перебувати у належному технічному

стані, але й бути пристосованими до реалізації навчального процесу, навіть під час виникнення загроз.

Додатковим фактором, який не можна ігнорувати є розробка об'ємно-планувальних рішень щодо врахування потреб інклюзивності та безбар'єрної доступності приміщень для дітей з особливими освітніми потребами. В основі забезпечення безбар'єрності лежить облаштування комфортного навчального простору, що передбачає влаштування пандусів, ліфтів, санітарних вузлів, спеціального обладнання тощо.

Іншим фактором викликаного війною є негативний вплив на психічне здоров'я як дітей, так і вчителів. Відповідно необхідне створення умов психоемоційного розвантаження та відновлення. Це може бути забезпечено за рахунок влаштування відповідних кабінетів для роботи з психотерапевтом, кімнат та просторів для релаксації, спілкування, ігрової терапії тощо.

Відновлення зруйнованої війною інфраструктури та громадських будівель повинно відбуватися вже на нових принципах із урахуванням «зеленої» складової, принципів сталого розвитку та життєвого циклу створюваних об'єктів.

Проект GIZ "Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС з енергоефективності в Україні", що виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) та співфінансуванням Державного секретаріату Швейцарії з економічних питань (SECO) надає підтримку практичних кроків енергоефективності в публічних закупівлях та програмних діях для відновлення України за принципом Build Back Better and Greener якій відповідає цілям Європейського Зеленої угоди та цифрової трансформації ЄС. Окрім цього вже зроблені перші вагомні кроки до вирішення вищезгаданих завдань, зокрема, розроблені дієві підходи та рішення проектування сучасних енергоефективних будівель з поліпшеними екологічними характеристиками закладів дошкільної освіти й закладів загальної освіти (на разі ведуться розробки проектів інших типів громадських будівель), що передбачає їх застосування у проектах повторного використання (далі – *проекти повторного використання*).

В контексті будівництва це означає проектувати та будувати за принципами сталого будівництва із застосуванням сучасних енерго- та ресурсоефективних технологій, методів управління, екологічних будівельних матеріалів.

Наявність готових проектів, що відповідають стандартам енергоефективного зеленого будівництва дозволять зекономити час і гроші на

будівництво сучасних, комфортних і безпечних закладів для дітей та громад в цілому.

У цьому посібнику висвітлені основні положення, нормативно-технічна база та принципи проектування будівель шкіл, враховуючи новітні досягнення в галузі архітектури та інженерії, а також наведено готові рішення (зразки) проекту повторного використання, який був розроблений на замовлення Міністерства розвитку громад та територій України й успішно пройшов експертну оцінку.

Проектна документація розроблена з врахуванням рекомендацій наведених в посібнику «Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів загальної середньої освіти з поліпшеними екологічними характеристиками» (2024 р.), викладеному у вільному доступі для потреб громад в новому будівництві або для відбудови зруйнованих закладів.

Над проектом повторного використання, працювала проектна група, до якої увійшли фахівці кафедри архітектурних конструкцій, кафедри теплотехніки, Науково-освітнього центру проектування та дослідження будівель з близьким до нульового енергоспоживанням (коротка назва центру – NZEB Hub) Київського національного університету будівництва і архітектури, Інституту екологічного управління та збалансованого природокористування та ВГО «Жива планета».



1. Загальні положення

Види закладів освіти та зокрема закладів загальної середньої освіти.

Згідно з ДБН В.2.2-3 існують наступні типи закладів освіти

1. Заклади загальної середньої освіти (у тому числі з організацією інклюзивного навчання, шкіл-інтернатів, спеціалізованих шкіл: гімназій, ліцеїв та інших середніх закладів освіти).

2. Заклади професійної (професійно-технічної) освіти, навчальних закладів професійного навчання та перепідготовки робітничих кадрів та спеціалістів на виробництві (далі - навчальні комбінати).

3. Заклади вищої освіти (університети, академії, інститути, коледжі).

4. Заклади післядипломної освіти, у тому числі підрозділів перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів (далі – інститути післядипломної освіти).

5. Навчальні комплекси (центри), що включають декілька закладів одного або різних рівнів освіти, міжшкільних ресурсних центрів (міжшкільних навчально-виробничих комбінатів).

Розрізняють наступні заклади освіти 1-го типу, що забезпечують здобуття загальної середньої освіти, а саме:

1. Початкова школа – заклад освіти I ступеня (або структурний підрозділ іншого закладу освіти), що забезпечує початкову освіту.

2. Гімназія – заклад середньої освіти II ступеня (або структурний підрозділ іншого закладу освіти), що забезпечує базову середню освіту.

3. Ліцей – заклад середньої освіти III ступеня (або структурний підрозділ іншого закладу освіти), що забезпечує профільну середню освіту.

Склад проєктів будівництва нових шкіл

Проєктна документація на будівництво будівель нових шкільних закладів освіти повинна розроблятися у відповідності до положень законодавства, вимог містобудівної документації, вимог державних будівельних норм, стандартів та правил. Проєктна документація повинна містити наступні розділи:

1. Архітектурно-будівельний розділ з підрозділами:

- Архітектурний підрозділ, що містить архітектурно-будівельні креслення, із зазначенням точних геометричних параметрів і розмірів будівлі, його

конструкцій і їх елементів: фасади, плани поверхів з експлікацією приміщень, плани і експлікації підлог, розрізи, плани розміщення і специфікації перемичок, специфікації елементів заповнення прорізів, архітектурні вузли конструкцій.

- Конструктивний підрозділ, що містить загальнобудівельні дані і вказівки, конструктивні рішення фундаментів, несучих огорожувальних та внутрішніх конструкцій, елементів перекриттів, несучих конструкцій покрівлі, креслення окремих вузлів і деталей, специфікації виробів і елементів, а також відомості витрати матеріалів.

- Пояснювальна записка, що містить опис архітектурних, конструктивних, інженерних та організаційно-технологічних рішень й рекомендацій, перелік нормативних посилань, вказівки до виконання техніки безпеки, розрахунок класу відповідальності, основні техніко-економічні показники, спеціальні розділи проектної документації (ОВНС, «Енергоефективність» тощо).

2. Інженерний розділ з підрозділами:

- Системи водопостачання та каналізації, що містить схеми прокладання систем водопостачання та схеми розводки каналізаційних каналів, специфікації матеріалів і устаткування.

- Системи опалення та вентиляції, що містить схеми розводки опалення та схеми розміщення вентиляційних каналів, специфікації матеріалів і устаткування.

- Системи електропостачання, що містить схеми розводки електромереж, схеми розводки освітлення, схему ввідно-розподільного пристрою, схеми систем заземлення, схеми систем рівняння потенціалів, а також специфікації матеріалів і необхідних приладів. Слід зазначити, що інженерний розділ може бути створений за бажанням замовника.

3. Кошторисна документація:

- Включає усі розрахунки, пов'язані з обсягами та вартістю робіт, будівельних матеріалів, супутніх й загальновиробничих витрат, а також необхідного для здійснення процесу будівництва устаткування і підйомно-транспортних засобів.

Виконанню проектної документації може передувати здійснення передпроектних робіт, які можуть виконуватись для визначення принципових об'ємно-просторових та містобудівних рішень.

Складовими вихідних даних є: містобудівні умови і обмеження забудови земельної ділянки; технічні умови; завдання на проектування; інші вихідні дані.

Згідно з ДБН А.2.2-3 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво» розробка проєктно кошторисної документації може мати наступні стадії:

1. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО).
2. Техніко-економічний розрахунок (ТЕР).
3. Ескізний проєкт (ЕП).
4. Проєкт (П).
5. Робочий проєкт (РП).
6. Робоча документація (Р).

Для об'єктів шкільних закладів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), проєктування може здійснюватися:

1. В одну стадію:

- Стадія РП.

2. У дві стадії:

- Стадія ЕП
- Стадія РП.

Для об'єктів шкільних закладів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми наслідками (СС2 або у випадку, якщо така будівля є у складі комплексу (будови), до складу яких входить хоча б один об'єкт, що за класом наслідків (відповідальності) належить до об'єктів із середніми наслідками (СС2), проєктування може здійснюватися в дві або три стадії:

1. При двостадійному проєктуванні:

- Стадія П.
- Стадія Р.

2. При трістадійному проєктуванні:

- Стадія ЕП або стадія ТЕО.
- Стадія П.
- Стадія Р.

Для будівель шкільних закладів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів зі значними наслідками (СС3) або у випадку якщо така

будівля є у складі комплексу (будови), до складу яких входить хоча б один об'єкт, що за класом наслідків (відповідальності) належить до об'єктів із значними наслідками (ССЗ), проектування виконується:

1. В три стадії:

- Стадія ЕП або стадія ТЕО.
- Стадія П.
- Стадія Р.

Допускається зміна кількості стадій або стадійності проектування, що передбачає відповідне обґрунтування та прийняття узгодженого рішення між Замовником та проєктувальником.

За необхідності виконання підготовчих робіт замовник може в завданні на проєктування передбачати розроблення окремого розділу проєктної документації – проєкт підготовчих робіт. Склад та зміст підготовчих робіт визначається ДБН А.3.1-5.

Виконанню проєктної документації може передувати здійснення передпроєктних робіт, які можуть виконуватись для визначення принципових об'ємно-просторових та містобудівних рішень.

Оформлення проєктної документації здійснюється згідно з нормативними документами комплексу А.2.4 «Система проєктної документації для будівництва».

Спеціальні розділи проєктної документації.

Підвищення вимог до показників енергоефективності та екологічності шкіл під час їх проєктування й будівництва виконується при обов'язковому обґрунтуванні передбачених заходів, спрямованих на скорочення ресурсо- та енергоспоживання, а також забруднення навколишнього середовища.

Проєктно-кошторисна документація повинна включати додаткові спеціальні розділи: «Енергоефективність» (ЕЕ) та «Оцінка впливу на навколишнє середовище» (ОВНС). Розділ «Енергоефективність» є складовою проєктної документації, в якому висвітлюються та узагальнюються рішення проєкту з реалізації вимог щодо енергозбереження та енергетичної ефективності будівель згідно з загальними принципами ДБН В.1.2-11. Даний розділ виконується згідно з ДБН В.2.6-31. До розділу «Енергоефективність» додаються зведені характеристики будівлі, за формами додатка В ДБН В.2.6-31.

Розділ «Оцінка впливу на навколишнє середовище» (ОВНС) розробляється у складі проєктної документації на нове будівництво, розширення,

реконструкцію та технічне переоснащення об'єктів цивільного призначення. Основні вимоги до складу й змісту матеріалів даного розділу наведено в ДБН А.2.2-1.

Матеріали ОВНС надаються у складі проектної документації уповноваженим державним органам для експертної оцінки і повинні всебічно характеризувати результати оцінки впливів на природне, соціальне, включаючи життєдіяльність населення, і техногенне середовище та обґрунтувати допустимість планованої діяльності. В розділі ОВНС повинні бути вирішені наступні основні завдання:

1. Загальна характеристика існуючого стану території району і майданчика (траси) будівництва або їх варіантів, де планується здійснити плановану діяльність.

2. Розгляд і оцінка екологічних, соціальних і техногенних факторів, санітарно-епідемічної ситуації конкурентно-можливих альтернатив (у тому числі технологічних і територіальних) планованої діяльності та обґрунтування переваг обраної альтернативи та варіанта розміщення; визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів (далі - впливів) і зон впливів планованої діяльності на навколишнє середовище за варіантами розміщення (якщо рекомендується подальший розгляд декількох) визначення масштабів та рівнів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище.

3. Прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів.

4. Визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного та санітарного законодавств і інших законодавчих та нормативних документів, які стосуються безпеки навколишнього середовища.

5. Визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище, що можуть бути за умови реалізації всіх передбачених заходів.

6. Складання Заяви про екологічні наслідки планованої діяльності.

Проектування енергоефективних шкіл базується на принципах раціонального використання енергоресурсів, екологічної безпеки та забезпечення комфортних умов для навчання. До ключових цілей проектування належать:

1.1. Енергозбереження: зменшення споживання енергії на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, освітлення та інші потреби шляхом

впровадження сучасних технологій і матеріалів. Це включає використання ефективної теплової ізоляції, засобів регулювання надходження сонячної теплової радіації, застосування теплових насосів та інших джерел відновлюваної енергії.

1.2. Комфорт: забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях, належної якості повітря, освітлення та акустики. Комфортні умови є важливими не лише для підвищення продуктивності учнів, але й для забезпечення здорового навчального середовища.

1.3. Екологічність: мінімізація впливу на довкілля через зменшення викидів парникових газів та використання екологічно безпечних матеріалів. Енергоефективні школи також сприяють зменшенню використання природних ресурсів завдяки інтеграції систем водо- та енергозбереження та управління відходами.

1.4. Інклюзивність: створення умов для доступності школи маломобільними групами населення. Це включає проектування безбар'єрного середовища, що забезпечує рівні можливості для всіх.

1.5. Безпека: впровадження систем пожежної безпеки, контролю загазованості, блискавкозахисту та інших заходів. Інноваційні рішення дозволяють забезпечити високу надійність і оперативність реагування у випадках надзвичайних ситуацій.

1.6. Стійкість: забезпечення довговічності будівлі, адаптації до кліматичних умов і змін у демографічній ситуації. Будівлі повинні бути готовими до модернізації, враховуючи зміни у технологіях та освітніх вимогах.

Стадії життєвого циклу, які проходить проєкт (як нового будівництва, так і ремонту або реконструкції), характеризуються зростанням вартості внесення змін до нього із плином часу і переходом на нові етапи реалізації. Попри те, що інформація про проєкт невинно зростає, збільшується і невизначеність щодо реалізованих рішень (наприклад, прихованих робіт), а можливість вплинути на параметри проєкту і внести зміни стрімко зменшується. Відтак, при розробці проєктів нових шкіл слід намагатися вдаватися до застосування BIM технологій, від самого початку створюючи та постійно доповнюючи інформаційну модель будівлі та маючи можливість від самого початку проєкту накопичити максимально можливу кількість інформації про усі етапи проектування та зведення.

Сучасний ефективний підхід до проектування нових шкіл повинен приділяти найбільшу увагу етапу планування і попереднього проектування, переходячи від традиційного до колаборативного підходу, коли команди

проектування та постачання взаємодіють з початку проєкту для осмислення та оцінки основних функціональних блоків та параметрів будівлі ще на ранній стадії.

При проектуванні будівель нових шкіл необхідно вдаватися до методів зниження фінансових витрат на їх утримання протягом життєвого циклу за розрахунковими формулами викладеними в ДСТУ 9171 «Настанова щодо забезпечення збалансованого використання природних ресурсів при проектуванні споруд», а саме:

- обґрунтування ефективного (оптимального) життєвого циклу будівлі (споруди) і зниження ймовірності відмов протягом життєвого циклу;
- забезпечення ремонтпридатності споруди та її елементів, спроможність відновлювати нормальний їхній стан при виникненні відмов;
- забезпечення технічного обслуговування і моніторингу стану будівлі;
- реалізація сукупності технічних і адміністративних дій в період терміну служби об'єкта, спрямованих на забезпечення відповідного стану будівлі або будівельної конструкції для виконання ними встановлених функцій.

Також необхідно забезпечувати адаптивність проєктних рішень для можливості їх повторного застосування на інших локаціях, а також для інтенсифікації провадження наукоємних інновацій у будівництві та проектуванні.

Окрім того, проєктами нових шкіл повинні бути передбачені надійні та економічно обґрунтовані споруди цивільного захисту, які мають розроблятися як споруди подвійного призначення, що можуть використовуватися не лише як сховища або протирадіаційні укриття у разі виникнення загрози, але й мати цивільне призначення, в тому числі у мирний час.

Нормативно-технічна база проектування

Проектування сучасних шкіл в Україні здійснюється відповідно до вимог державних будівельних норм (ДБН), стандартів (ДСТУ, СОУ), а також міжнародних рекомендацій. Основні нормативні документи, які регулюють проектування енергоефективних шкіл, включають:

2.1. Законодавчі акти:

- Закон України «Про освіту»;
-

-
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»;
 - Закон України «Про архітектурну діяльність»;
 - Закон України «Про будівельні норми»;
 - Закон України «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності»;
 - Закон України «Про енергетичну ефективність»;
 - Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»;
 - Закон України «Про охорону навколишнього середовища»;
 - Закон України «Про оцінку впливу на довкілля»;
 - Закон України «Про публічні закупівлі»;
 - Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації».

2.2. Державні будівельні норми та стандарти України:

- ДБН Б.2.2-12 «Планування і забудова територій»;
 - ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів»;
 - ДБН В.2.2-3 «Заклади освіти»;
 - ДБН В.2.1-10 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення»;
 - ДБН В.1.1-12 «Будівництво в сейсмічних районах України»;
 - ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
 - ДБН В.1.2-2 «Навантаження і впливи. Норми проектування»;
 - ДБН В.1.2-7 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека»;
 - ДБН В.1.2-8 «Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля»;
 - ДБН В.1.2-14 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»;
 - ДБН В.2.6-98 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення»;
 - ДБН В.2.6-161 «Дерев'яні конструкції. Основні положення»;
-

- ДБН В.2.6-162 «Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення»;
 - ДБН В.2.6-198 «Сталеві конструкції. Норми проектування»;
 - ДБН В.2.6-220 «Покриття будівель і споруд»;
 - ДБН В.1.1-24 «Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування»;
 - ДБН В.1.1-45 «Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення»;
 - ДБН В.1.1-46 «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення»;
 - ДБН В.1.2-6 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість»;
 - ДБН В.2.2-9 «Громадські будинки та споруди. Основні положення»;
 - ДБН В.2.2-40 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»;
 - ДБН В.2.6-33 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування»;
 - ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;
 - ДБН В.1.2-11 «Енергозбереження та енергоефективність»;
 - ДБН В.2.5-28 «Природне і штучне освітлення»;
 - ДБН В.1.1-31 «Захист територій, будинків і споруд від шуму»;
 - ДБН В.1.2-9 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації»;
 - ДБН В.1.2-10 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації»;
 - ДБН В.2.5-56 «Системи протипожежного захисту»;
 - ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво»;
 - ДБН В.2.5-67 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
 - ДБН В.2.5-39 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Зі Зміною № 1»;
 - ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»;
-

- ДБН В.2.5-75 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»;
- ДБН А.3.1-5 «Організація будівельного виробництва»;
- ДСТУ Б В.1.2-3 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія»;
- ДСТУ-Н Б В.1.2-13 «Основи проектування конструкцій»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-214 «Настанова з улаштування та експлуатації дахів будинків, будівель і споруд»;
- ДСТУ Б В.2.5-82 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом»;
- EN 15232 – «Енергетична ефективність будівель—вплив автоматизації»;
- ISO 50001 – «Системи енергетичного менеджменту».

Рішення, що застосовуються при проектуванні, будівництві, а також реконструкції, капітальному ремонті будівель та споруд закладів загальної середньої освіти, повинні забезпечувати виконання вимог діючих державних будівельних норм та стандартів, відповідати найкращим практикам енергоефективного та більш екологічно кращого (зеленого) будівництва.

Особливості проектування енергоефективних шкіл

Проектування та будівництво сучасних енергоефективних будівель загальноосвітніх шкіл з поліпшеними екологічними характеристиками є також платформою для впровадження інноваційних рішень (що поступово стають звичними, стандартними рішеннями), наприклад:

- Використання сенсорів для вимірювання витрат енергії в реальному часі. Системи моніторингу дозволяють оперативно реагувати на перевитрати.
- Аналіз поточних даних для оптимізації енергоспоживання допомагає покращити ефективність управління мікроклімату будівлі.
- Використання рослинності для теплоізоляції та зменшення шуму. Зелені дахи створюють додаткову ізоляцію та покращують естетику.
- Створення додаткових зон для відпочинку. Це сприяє покращенню психоемоційного стану учнів та персоналу.

- Застосування збірних конструкцій для скорочення термінів будівництва та зменшення витрат. Модульні системи дозволяють швидко реагувати на зміни у потребах.

- Використання BIM-технології (Building Information Modeling) для оптимізації проєктування. BIM-технології дозволяють зменшити помилки на етапі проєктування та подальшого будівництва.

- Інтеграція систем автоматизації та управління будівлею. На штат, систем "розумного дому", які забезпечують високу ефективність управління ресурсами.

Проєктування сучасних енергоефективних загальноосвітніх шкіл є багатогранним процесом, що базується на поєднанні інженерних, архітектурних і екологічних рішень. Дотримання нормативно-технічної бази, застосування інноваційних технологій та інтеграція принципів сталого розвитку сприяють створенню комфортного, безпечного й екологічно чистого середовища для навчання та розвитку дітей. Розвиток таких шкіл є важливим кроком у досягненні глобальних цілей сталого розвитку.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗАБУДОВИ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК, НА ЯКИХ ПРОЄКТУЮТЬСЯ ЗАГАЛЬНООСВІТНІ ШКОЛИ

Проектування та забудова земельних ділянок для загальноосвітніх шкіл вимагає дотримання ряду нормативних, технічних і екологічних вимог. Основна мета – створення безпечного, комфортного та функціонального простору, який відповідає потребам учнів, педагогів і суспільства. Важливо враховувати особливості території, екологічні вимоги, а також інтеграцію сучасних технологій для забезпечення сталого розвитку. Цей розділ висвітлює ключові аспекти забудови земельних ділянок, враховуючи нормативно-технічні вимоги, особливості місцевих умов та інноваційні підходи до планування.

При виборі земельної ділянки під будівництво шкіл доцільно використовувати забудовані території і за можливості уникати використання раніше не забудованих територій, особливо сільськогосподарських угідь, зелених насаджень тощо. Зокрема, слід вносити в проєкт рішення, що передбачають повторне використання або переробку наявних на ділянці відходів будівництва та знесення, відновлення матеріалів тощо, або ж їх безпечне видалення, в разі, якщо вони непридатні з технологічних чи економічних причин до рециклінгу чи інших операцій з відновлення відходів.

Земельна ділянка для школи має бути розташована в зоні із врахуванням транспортної інфраструктури, екологічної безпеки та віддаленості від промислових зон. Ідеальне розташування – у житлових масивах або поблизу громадських просторів, що сприяє соціальній інтеграції та зручності для громади. Об'єкт будівництва повинен бути розташований згідно з вимогами ДБН Б.2.2-12 на відстані пішохідного підходу не більш ніж 500 м від існуючих зупинок всіх видів громадського транспорту (міського пасажирського транспорту) та не більш ніж 700 м від станцій метрополітену, швидкісного трамваю, залізниці або монорейкової дороги, а також зупинок експрес-автобусу.

Площа ділянки, що відводиться під будівництво, залежить від проєктної потужності школи (кількості учнівських місць) і визначається відповідно до ДБН В.2.2-3. Для школи на 900-950 учнів рекомендована мінімальна площа становить 2-3 гектари. Водночас важливо враховувати можливість розширення ділянки в майбутньому для додаткових потреб.

Перш ніж перейти до етапу проєктування необхідно попередньо отримати містобудівні умови та обмеження, які враховують такі аспекти:

- Генеральний план населеного пункту;
- Санітарно-захисні зони;
- Вимоги до зелених зон;
- Зонування території відповідно до соціально-економічних потреб громади.

Також є обов'язковим проведення досліджень для оцінки геологічних і гідрологічних умов ділянки. Це включає аналіз ґрунтів, рівня ґрунтових вод і можливих природних ризиків (зсувів, повеней). Наявність таких даних допомагає уникнути додаткових витрат у майбутньому та забезпечити надійність забудови.

Особливу увагу слід приділити оцінці екологічного стану території, включаючи наявність шкідливих викидів у повітря, рівень шумового забруднення та можливу наявність радіаційного фону.

Функціональне зонування земельної ділянки

Функціональне зонування дозволяє оптимально розподілити територію відповідно до призначення та потреб користувачів.

1. Навчальна зона включає будівлі школи, які найоптимальніше розташовувати у центральній частині ділянки з урахуванням наступних вимог:

- відсутність перешкод для природного освітлення;
- забезпечення безпеки (вільний доступ до шляхів евакуації);
- можливість розширення або модернізації будівель у майбутньому;
- можливість застосування сучасних технічних рішень, які забезпечують енергоефективність (встановлення сонячних панелей, колекторів, теплових насосів тощо).

2. Зона для відпочинку та спорту

- майданчики для ігор (футбол, волейбол, баскетбол), які відповідають віковим групам учнів;
 - бігові доріжки та спортивні майданчики із сучасними покриттями;
 - озеленені території для відпочинку, що створюють затінок і поліпшують мікроклімат.
-

- спеціальні зони для інклюзивного відпочинку та занять спортом, обладнані відповідними елементами.

3. Господарська зона розташовується в периферійній частині ділянки, що дозволяє мінімізувати вплив на навчальну зону. Основні елементи:

- господарські будівлі (склади, майстерні);
- системи збору та утилізації відходів;
- підземні резервуари для технічної води.

4. Зелені зони є невід'ємною частиною ділянки, що забезпечують естетичний вигляд, поліпшують мікроклімат і зменшують рівень шуму. Мінімальний відсоток озеленення становить 30% від загальної площі ділянки. Додатково слід передбачити інтеграцію декоративних водойм або живих огорож.

Місце та розміри земельних ділянок навчальних закладів визначаються за ДБН Б.1.1-15, ДБН В.2.2-3 та ДБН Б.2.2-5.

Загальноосвітні будівлі слід розташовувати на відстані не менше 25 м від червоної лінії. У разі розташування шкільних будівель у центрі населеного пункту, ця відстань може бути зменшена до 10 м за умови дотримання відповідних санітарно-гігієнічних вимог.

Склад та площа зон земельних ділянок закладів загальної середньої освіти наведено у таблиці Б.1 в ДБН В.2.2-3.

Відстань від межі території навчальних закладів до стін житлових будинків повинна становити не менше 10 м, враховуючи входи та вікна. Відстань до інших житлових, громадських будівель та споруд визначається згідно з вимогами інсоляції, природного освітлення та шумозахисту.

При реконструкції або відновленні садово-паркових об'єктів можливе зменшення відстані від проїзної частини вулиць за умови використання шумозахисних екранів. Рекомендується створювати захисні зелені зони (дерева, кущі, газони) по периметру земельної ділянки навчального закладу розміром не менше 1,5 м, а вздовж вулиць - не менше 3 м.

Важливо відзначити, що земельні ділянки загальноосвітніх шкіл повинні бути огорожені огороженням висотою не менше ніж 1,2 м. У разі розташування будівель шкіл всередині житлових кварталів можливе використання живої огорожі з чагарників висотою не менше 1,0 м.

Необхідно планувати включення в земельні ділянки шкільних територій проїздів для пожежних машин, можливість об'їзду навколо будівлі та відкриті майданчики для паркування легкового транспорту. Важливо також урахувати

наявність місць для спеціалізованого транспорту учнів-інвалідів відповідно до чинних нормативів. Під'їзди до приміщень мають мати якісне, міцне покриття.

Пішохідні і автомобільні дороги мають бути відокремлені спеціальним типом покриття. Територію навчального закладу розглядають як сукупність функціональних зон: навчальна, навчально-виробнича, науково-дослідна, фізкультурно-спортивна, зона відпочинку, господарська та житлова. Навчальні будівлі та їх прилеглі території входять до складу навчальної зони. Навчально-виробнича зона містить навчально-виробничі майстерні, лабораторії, навчальні полігони, дослідні ділянки та інше. Будівлі виробничого та обслуговуючого призначення розташовують з дотриманням відповідних нормативів та вимог для відповідних типів будівель.

РОЗДІЛ 3. БЛАГОУСТРІЙ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ

Благоустрій та озеленення території загальноосвітніх шкіл є важливою складовою їх проектування та будівництва з дотриманням принципів «зеленого будівництва». Добре організований простір навколо навчального закладу сприяє створенню комфортного, безпечного й естетично привабливого середовища для учнів, педагогів і місцевої громади. Крім того, озеленення та благоустрій мають екологічну цінність, покращуючи мікроклімат, знижуючи рівень шуму та очищуючи повітря. Успішне озеленення території також сприяє естетичному вихованню учнів, формуванню відповідального ставлення до природи та навколишнього середовища. Цей розділ розглядає основні принципи, підходи та практичні рішення для благоустрою та озеленення територій загальноосвітніх шкіл, враховуючи найкращі практики сталого розвитку.

Озеленення та благоустрою пришкольніх територій потребує особливого відношення. Сучасні школи виконують не лише функції навчальних закладів, але й відіграють важливу роль у вихованні, включаючи екологічне виховання. За для збереження біорозмаїття активно досліджуються різноманітні варіанти озеленення пришкольніх територій, розглядається асортимент рослин, які можна використати, методи їх вирощування та догляду. Розглядаючи питання благоустрою закладів середньої освіти потрібно керуватися насамперед нормативними документами: ДБН Б.2.2-5 та ДБН В.2.2-3.

Основними принципами благоустрою територій є:

1) Функціональність

- Територія має бути спроектована так, щоб забезпечити зручність переміщення для всіх користувачів, включаючи учнів, педагогів і відвідувачів.
- Організація зонування: окремі зони для навчання, відпочинку, спорту та господарських потреб.
- Забезпечення оптимальної доступності кожної зони через продумані маршрути та розміщення інфраструктури.

2) Екологічна стійкість

- Використання місцевих і невибагливих рослин для зниження витрат на догляд.
- Інтеграція систем збору дощової води для поливу рослин.

- Максимізація використання природних матеріалів та впровадження технологій збереження ресурсів.

3) Інклюзивність

- Забезпечення доступності всіх зон для людей з обмеженими фізичними можливостями.

- Встановлення тактильних елементів на доріжках, а також спеціальних лавок і навігаційних табличок.

- Розробка додаткових зон для інклюзивного навчання та відпочинку.

4) Естетика

- Гармонійне поєднання архітектури будівель і ландшафтного дизайну.

- Використання елементів ландшафтного мистецтва, таких як клумби, скульптури та фонтани.

- Створення візуальних акцентів через використання декоративного освітлення та кольорових композицій.



Рис. 3.1. Приклад можливого рішення благоустрою території зі сторони головного входу закладу загальноосвітньої школи (розроблено для проекту повторного використання)

Територія шкільного закладу умовно поділяється на кілька основних зон:

- 1) Зона входу. Головний вхід до школи має бути естетично оформленим, із зручними підходами та під'їздами. Встановлюються інформаційних стенди, навіси і лавки для очікування. Застосовується озеленення з використанням декоративних дерев і кущів, які підкреслюють статус закладу.

2) Навчальна зона на відкритому повітрі. Створення відкритих класів для проведення занять на свіжому повітрі, що сприяє інтерактивному навчанню. Для цього використовують перголи, навіси і лавки для зручності учнів. Доцільним є висадження дерев для створення тіні та зменшення перегрівання території. У якості осередка живої природи можуть бути інтегровані навчальні сади для проведення практичних уроків з природознавства та біології.

3) Зона дозвілля та відпочинку. Передбачається встановлення лав, альтанок і зон для спілкування, забезпечених додатковим освітленням. Розміщується біля зеленої зони із газонами, квітниками та декоративними водоймами, які сприяють релаксації. Використання екологічно чистих матеріалів для покриттів доріжок і майданчиків.

4) Спортивна зона. Облаштовуються майданчики для різних видів спорту: футболу, волейболу, баскетболу, бігу, а також тренажерні зони. За можливості, облаштовуються велодоріжки та місця для зберігання велосипедів. Доцільним є озеленення навколо спортивних майданчиків для зменшення пилу та створення комфортного мікроклімату.

5) Господарська зона. В цій зоні облаштовують місця для збору та сортування сміття з інтеграцією системи роздільного збору відходів. З метою ізоляції господарської зони від інших частин території можуть бути використані зелені насадження.

Розташування окремих зон повинно бути обґрунтованим і бути доцільним. На території пришкільних ділянок слід розмежовувати майданчики для активного та тихого відпочинку. Майданчики активного відпочинку облаштовуються поруч з фізкультурно-спортивною зоною або в районі входів і виходів. Майданчики для тихого відпочинку найкраще поєднують з озелененням території. Площа зелених насаджень має становити 45-50% від загальної площі ділянки з місцями відпочинку, садовими культурами, захисними смугами та посадкою чагарників.

У випадку складного рельєфу або гірничо-геологічних умов можна розглядати розміщення фізкультурно-спортивної зони на окремій ділянці, але в межах 500 м від основної території навчального закладу. Якщо земельна ділянка межує з зеленими масивами або потребує реконструкції зелених насаджень, можливо скорочення площі до 30%, зберігаючи дерева на відстані 10 м від стін з вікнами навчальних приміщень і чагарники на відстані 5 м.



Рис. 3.2. Приклад можливого рішення благоустрою та озеленення території загальноосвітньої школи (розроблено для проекту повторного використання)

Озеленення прибудинкової території повинно бути застосовано для розв'язання задач таких спрямувань:

а) технічні задачі (затінення, подолання перегріву територій охолоджувальним ефектом, шумозахисту, поліпшення температурного та вологісного режиму, використання покращеного повітря для систем вентиляції та кондиціонування повітря будівель (наприклад, забір повітря з зон озеленення);

б) екологічні задачі (збереження та розширення біорізноманіття флори, особливо видів рослин під загрозою вимирання та аборигенних видів, при цьому рекомендована інтродукція та реінтродукція видів рослин, що не є інвазійними «чужорідними» видами, підтримання та розширення біорізноманіття фауни, зокрема участь у міграції біоти вглиб щільно забудованих районів (тільки для таких районів), створення додаткових місць харчування біоти, секвестрація вуглекислого газу та поглинання поллютантів);

в) соціальні задачі (підвищення якості повітря (затримання летких органічних сполук, пилу), санації повітря, застосування відеоєкологічного підходу для покращення візуального оточення, тобто створення середовища, максимально наближеного до природного, створення гармонійних композицій, зокрема покращення виду з вікон, тощо, використання для міського сільського господарства).

Озеленення території шкільного закладу варто робити різноманітним і привабливим естетично, оскільки це сприятиме створенню приємного візуального середовища. Крім берез та тополь, рекомендується використовувати інші види дерев, такі як липа, горобина, верба, каштан, дуб і т. д. Якщо шкільна територія велика, то можна розглянути можливість створення невеликого хвойного лісу з ялин, сосен, ялиць, що будуть корисні для оздоровлення та мають пізнавальну цінність. Хвойні насадження виділяють фітонциди, які знищують хвороботворні бактерії, що особливо важливо для дитячого середовища.

На пришкільних територіях важливо мати достатню кількість квіткового оформлення, яке краще розміщувати біля входу на територію перед фасадом будівлі та в місцях очікування батьків учнів. Квітники, клумби чи квіткові грядки з однорічних та багаторічних рослин слід розміщувати вздовж доріжок, щоб діти мали можливість доглядати за ними. Багаторічні насадження краще розташовувати подалі від дорожнього покриття на газонах у вигляді різноманітних груп. Площа квіткових насаджень може становити до 3% від загальної площі території.

У якості інноваційних рішень, що будуть підвищувати екологічні критерії, можуть бути застосовані наступні:

- Використання вертикального озеленення для стін будівель.
- Інтеграція "зелених дахів" для додаткової теплоізоляції.
- Впровадження автоматичних систем поливу для ефективного використання водних ресурсів.
- Використання розумних систем моніторингу стану рослин.

Можливі варіанти розташування насаджень:

- Створення зелених коридорів уздовж доріжок і алей для затишної атмосфери.
- Висадження дерев навколо спортивних і дитячих майданчиків для створення тіні.
- Організація квітників біля входу на території навчального закладу та поруч навчальних корпусів.
- Використання декоративних водойм із водними рослинами для естетики.

Під час проектування та озеленення території шкільного закладу слід враховувати гармонійне співвідношення краси та користі, а також забезпечувати безпеку та сприятливе середовище для учнів. Необхідно використовувати малі архітектурні форми, елементи геопластики, візуальну комунікацію та інші засоби для створення затишної та комфортної атмосфери.



Рис. 3.3. Приклад можливого рішення благоустрою території загальноосвітньої школи (розроблено для проекту повторного використання)

При проектуванні спортивних, фізкультурно-оздоровчих та дитячих ігрових майданчиків необхідно забезпечити:

- а) вільний доступ;
- б) захист будівлі від впливу шуму на майданчиках;
- в) доступність для людей з інвалідністю, зокрема їх безперешкодне і зручне пересування, згідно з вимогами ДБН В.2.2-40;
- г) екологічну цінність земельної ділянки, зокрема, завдяки озелененню ділянки.

Майданчики на пришкільній території слід розміщувати в залежності від віку дітей. При цьому, важливо забезпечити хороше освітлення сонячними променями та захист від пекучих променів. Крім того, внутрішній та зовнішній простір повинні мати гармонійний зв'язок, а організація зовнішнього простору повинна бути продовженням внутрішнього. Рекомендується створювати групові майданчики та зони для занять на свіжому повітрі чи у зимовому саду, що сприяє пізнавальному та фізичному розвитку учнів.

На дитячому ігровому майданчику мають бути різноманітні ігрові зони для різних вікових груп дітей. Наприклад, гойдалки, спуски і гірки, елементи лазіння, акробатики, канати, батути, необхідні кріплення тощо.

Конструкції дитячого ігрового майданчика мають містити багатофункціональні елементи різноманітних форм і кольорів для розвитку

різних навичок та здібностей дітей. Рекомендовано застосовувати екологічно сертифіковані ігрові конструкції.

Усі матеріали, які використовують для облаштування майданчиків, знаряддя, елементи та конструкції, повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-4.

Фізкультурно-спортивна зона включає у себе як криті, так і відкриті спортивні споруди та майданчики. Кількість та типи спортивних споруд визначаються в проєктних завданнях з урахуванням відповідних нормативних вимог. Зазвичай цю зону розташовують поруч з навчальною зоною, уникнувши розміщення її поблизу вікон приміщень.



Рис. 3.4. Приклад можливого рішення благоустрою фізкультурно-спортивної зони загальноосвітньої школи (розроблено для проєкту повторного використання)

Для покриття спортивних, фізкультурно-оздоровчих та дитячих ігрових майданчиків рекомендовано застосовувати гумову плитку, яка поглинає удари та не ковзає, гумову крихту або пісок. Заборонено застосування мінеральних, зокрема гравію, та бітумних матеріалів. Сумарна питома активність природних радіонуклідів піску має становити не більш ніж 150 Бк/кг згідно з ДГН 6.6.1.- 6.5.061.

Для освітлення та енергозабезпечення майданчиків треба застосовувати відновлювальні джерела енергії згідно з ДБН В.2.2-3, ДБН В.2.2-4, ДБН В.2.2-13.



Рис. 3.5. Приклад можливого рішення благоустрою зони відпочинку загальноосвітньої школи (розроблено для проєкту повторного використання)

На земельній ділянці школи рекомендовано проєктувати зони для якісного та комфортного відпочинку та можливості навчальної роботи на зовнішньому повітрі. Біля зон відпочинку та роботи на повітрі слід застосовувати рослини з властивостями знищувати мікроорганізми в повітрі.

Необхідно передбачати місця для відходів задля уникнення засмічення території та можливості роздільного збирання відходів для максимального відновлення відходів відповідно.

На шкільній території повинно бути забезпечено вільне переміщення відвідувачів, серед яких маломобільні групи населення. Для цього повинна бути наявна система засобів інформації згідно з вимогами ДБН В.2.2-40.

На різнорівневій ділянці території школи повинно бути передбачено переміщення осіб з інвалідністю на колісному кріслі шляхом забезпечення усіх сходів пандусами. Рекомендовано передбачати вільний одночасний рух двох колісних крісел на пандусах у протилежному напрямку.

Задля забезпечення вільного пересування осіб з інвалідністю на колісному кріслі на ділянках складної геометричної форми рекомендовано моделювати відповідні рухи колісного крісла на геометричній моделі або на місцевості.

При розробці рішень благоустрою слід також враховувати можливість облаштування необхідного інженерного оснащення задля підтримки гігієнічних

умов, зменшенню ризиків пошкодження будівель і споруд, а також сприянню сталому розвитку.

Організація систем водовідведення для запобігання підтоплення території є невід'ємною частиною інженерного облаштування, які запобігають накопиченню дощової води на території школи. Це дозволяє уникнути підтоплень, що можуть призвести до пошкодження будівель школи, доріжок та інших елементів інфраструктури.

Варто використовувати дренажні системи із фільтрацією для очищення стічних вод. Такі системи додатково очищують стічні води, що запобігає забрудненню навколишнього середовища та забезпечує безпеку здоров'я учнів та персоналу школи.

Впровадження рішень щодо накопичення дощової води для повторного використання дозволяє зберігати та використовувати зібрану воду для поливу газонів, клумб, та інших зелених зон на території школи. Це не тільки сприяє економії водних ресурсів, але й допомагає підтримувати здоровий та приємний вигляд шкільної території.

Благоустрій та озеленення території загальноосвітніх шкіл є важливим аспектом створення сучасного, комфортного й екологічно безпечного освітнього середовища. Впровадження інноваційних рішень, дотримання нормативних вимог і інтеграція екологічних підходів сприяють покращенню якості життя учнів і громади, забезпечуючи довгострокову сталу цінність. Розробка таких територій є інвестицією у здоров'я, екологічну свідомість і добробут майбутніх поколінь.

Дотримання загальної концепції розробки проєктів благоустрою та озеленення території загальноосвітніх шкіл є важливим фактором для створення комфортного та привабливого навчального середовища. Естетичне оформлення будівель школи також відіграє важливу роль. Привабливий зовнішній вигляд шкільної будівлі створює позитивне враження як для учнів, так і для батьків та співробітників школи. Будівля школи повинна мати гармонійний архітектурний стиль, який би відповідав загальному вигляду навколишнього оточення. Рекомендовано проєктувати будівлі нових шкіл ергономічними (простої обтічної) форми. Також перевага може надаватись стилістиці біонічної архітектури. Слід зауважити, що включення декоративних елементів, таких як мозаїки, барельєфи або малюнки, з одного боку можуть додати унікальності та естетичної привабливості будівлі, а з іншого може мати вплив на підвищення енергоспоживання будівлі через додаткові тепловтрати. Тому улаштування

додаткових виступів, карнизів, звисів, колон тощо на фасадах має бути обґрунтованим.

Рекомендовано використовувати кольорове оформлення фасадів, у тому числі нанесення мотиваційних настінних зображень з використанням техніки муралів. Основний акцент зображень рекомендовано робити на важливості здобуття знань або спеціалізації. Подібні арт-перетворення повинні заспокоювати, надихати, налаштовувати на позитивний лад школярів та відвідувачів. Окрім цього кольорове забарвлення слід застосовувати із урахуванням вимог енергоефективності з метою акумуляції або відбиття теплового спектру сонячних променів.

Кольорова гама фасадів у поєднанні із заходами із сонцезахисту будівлі має бути розроблена таким чином, щоб приймати максимальну кількість сонячної радіації в зимовий період року та запобігати потраплянню зайвого сонячного тепла у літню пору року (запобігаючи перегріванню).

Елементи сонцезахисту повинні бути спроектовані таким чином, щоб не утворювати значні за довжиною консолі, а, натомість, є компактними та мають як горизонтальні фрагменти (перголи, розміщені у горизонтальних площинах), так і вертикальні (перголи, розміщені у вертикальних площинах). Це дозволяє мінімізувати згинальні моменти у місцях кріплення відповідних елементів сонцезахисту й, як наслідок, зменшити глибину акнерування. А це, в свою чергу, веде до зменшення теплових включень в огорожувальних конструкціях і скороченню тепловтрат, спричинених кондуктивним теплообміном між зовнішнім середовищем та приміщеннями нових шкіл.

РОЗДІЛ 4. АРХІТЕКТУРНІ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ТА ВИМОГИ ДО ПРИМІЩЕНЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ

Архітектурні об'ємно-планувальні рішення загальноосвітніх шкіл відіграють ключову роль у створенні комфортного, безпечного та функціонального навчального середовища. Сучасні підходи до проектування громадських будівель, зокрема шкіл, повинні відповідати не лише базовим діючим нормативним вимогам, а і передбачати певні очікувані зміни нормативної бази внаслідок послідовного впровадження цілей сталого розвитку, інтеграції України з ЄС, застосування досвіду отриманого під час пандемії коронавірусу (COVID-19) та реалій повномасштабної війни. Архітектурні об'ємно-планувальні рішення мають підтримувати розвиток учнів, забезпечувати адаптованість до сучасних освітніх стандартів школи, в той же час мають бути просторими, зручними, доступними, енергоефективними, включати можливість імплементації нових освітніх технологій. Цей розділ висвітлює основні вимоги до архітектурних об'ємно-планувальних рішень, враховуючи сучасні тенденції в проектуванні шкільних закладів.

4.1. Загальні принципи розробки об'ємно-планувальних рішень.

Проекти нових шкіл повинні розроблятися із урахуванням функціонального зонування згідно вікових груп учнів, освітнього спрямування шкіл, їх місткості, регіональних особливостей, забезпечення санітарно-гігієнічних вимог, доступності та безбар'єрності, а також безпеки перебування усіх учасників навчального процесу у шкільній будівлі.

Слід зазначити, що при розробці архітектурних об'ємно-планувальних рішень будівель нових шкіл необхідно вдаватися до принципів оптимізаційного проектування та формоутворення як контурів будівлі у плані, так і форми її огорожувальних конструкцій. При цьому можна застосовувати не лише стандартні інструменти архітектурного просторового планування, але й інструментарій прикладної геометрії. Такий підхід повинен мати на меті максимально раціональне використання відведеної під забудову території, а також передбачати можливість корегування розроблених проектів, насамперед проектів повторного використання під конкретні вихідні характеристики: місткість, район будівництва, специфіку рельєфу ділянки, а також враховуючи містобудівні умови та обмеження тощо.

4.2. Методологія розробки об'ємно-планувальних рішень.

1. Виконання «посадки» будівлі школи у межах наявної земельної ділянки слід виконувати у наступній послідовності:

1.1. Виходячи з потреби громади (міста, населеного пункту тощо), на території якої(го) проєктується або реконструюється школа, визначити площі принципів функціональних зон майбутньої шкільної будівлі. У разі, якщо повного розуміння принципів відповідного розрахунку немає і є бажання використати існуючий успішний проєкт повторного застосування, який уже розроблений під необхідну кількість учнів, учителів та іншого персоналу, можна вдатися до декомпозиційного підходу. Для цього слід підрахувати площі принципів функціональних зон існуючого проєкту та ввести відповідне позначення для кожної з цих зон (або блоків). До відповідних зон повинні відноситися щонайменше наступні:

- Навчальні блоки старших класів.
- Навчальні блоки середніх класів.
- Навчальні блоки молодших класів.
- Сходово-ліфтові блоки.
- Адміністративні та додаткові приміщення.
- Їдальня та кухня.
- Актова зала.
- Спортивний зал.
- Споруда цивільного захисту.

Можливе додавання й інших функціональних зон (як то санвузлів, медичних кімнат, гардеробних приміщень тощо), однак це може бути зроблено на більш пізніх етапах під час детального проєктування шкільної будівлі. Якщо деякі частини будівлі мають два і більше поверхів (в тому числі підземних у разі наявності, наприклад, споруди цивільного захисту у цьому місці) деякі блоки можуть знаходитися один над одним (в такому разі їх слід позначати як концентричні кола, позначені різними кольорами) і включати інші функціональні блоки.

Для прикладу розглянуто утворення елементарного інтерпретаційної графічної моделі (графа) шляхом початкової декомпозиції класичної Н-подібної в плані школи радянських часів забудови Рис. 4.1.

Декомпозиція плану поверху за функціональними зонами, що подаються окремими вузлами інтерпретаційної моделі:

Рис. 4.1. Складання інтерпретаційного графа будівлі школи, вузли якого відповідають її функціональним зонам (для одного поверху)

1.2. На основі отриманої кількості та параметрів (площ) необхідних функціональних зон (блоків) потрібно скласти графічну інтерпретаційну модель школи у вигляді вузлової топологічної схеми (рис. 4.2). Кожну функціональну зону слід вводити, як вершину графа. Порядок з'єднання вершин виконується ланками, що визначатимуть розміщення сполучних приміщень (коридорів, галерей тощо) та інших приміщень загального користування. У випадках, якщо будівлі школи має два і більше поверхів, на топологічних схемах вищі поверхи задаються у вигляді обведених кіл більшого радіусу (розмір кіл слід задавати однаковим для всіх вузлів поверху); окрім цього кожному колу привласнюється колір відповідного цільового призначення блоку (або приміщення) на різних поверхах (рис. 4.3).

Умовні позначення:
- коло – відображення різних поверхів
(чим більше радіус кола, тим вище
поверх);
- колір – позначення цільового
призначення відповідного блоку на
різних поверхах.

Рис. 4.2. План будівлі школи приведений до вигляду вузлової топологічної схеми (інтерпретаційного графа)

Рис. 4.3. Вузол топологічної схеми, що інтерпретує окремі функціональні зони на різних поверхах

Оскільки блоки будівель шкіл можуть мати доволі складну структуру, то вершини їх топологічних схем (вершини графів) можуть бути представлені у вигляді кіл, що містять свої внутрішні підмножини (рис. 4.4). Тобто, у такий спосіб деталізується структура окремої функціональної зони.

Рис. 4.4. Вузол топологічної схеми, що містить власні внутрішні підмножини функціональних зон (сукупності приміщень та переходів між ними)

На рисунках 4.5 та 4.6 наведено приклади побудови Ш-подібної топологічної схеми будівлі школи, що лягла в основу проекту повторного використання.

Рис. 4.5. Результат опрацювання Ш- подібної схеми

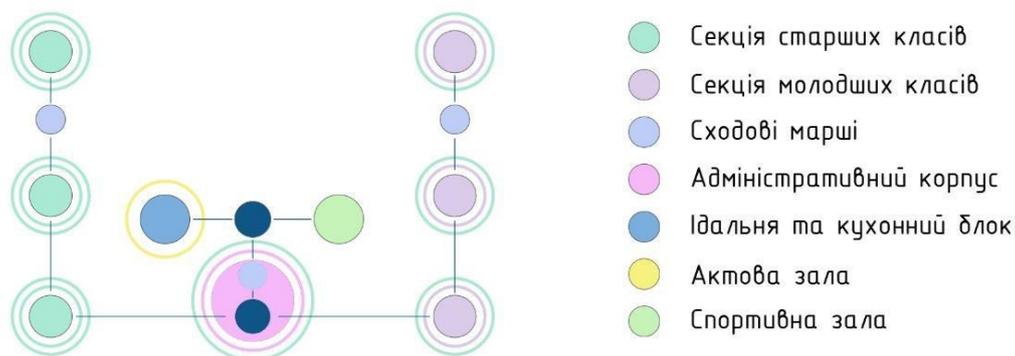


Рис.4.6. Інтерпретаційний граф будівлі школи Ш-подібної топологічної схеми

1.3. Отриману спрощену графічну модель слід розмістити на території будівлі, враховуючи форму земельної ділянки. Якщо мова йде про реконструкцію будівлі або корегування проєкту повторного використання, то функціональні блоки існуючої частини шкільної будівлі слід розміщувати саме там, де вони вже знаходяться. Якщо вимагається розширення певних функціональних зон, то на графічній моделі такої будівлі відповідні зони мають бути «дорощені» у вигляді приєднаних у допустимих місцях вершин утвореного графа. У подальшому, положення вершин утвореного графа може бути відкориговане в процесі уточнення площ приміщень функціональних зон та при додаванні нових приміщень, які не були враховані у переліку вище перерахованих базових функціональних зон.

1.4. На основі отриманої графічної моделі необхідно побудувати контури будівлі, враховуючи нормативні вимоги щодо ширини сполучних приміщень, а також площі кожної функціональної зони. При цьому, слід проектувати функціональні зони таким чином, щоб уникнути утворення галерей або великої кількості світлових розширень («карманів»), оскільки такий підхід призводить до потреби надмірного опалення сполучних приміщень, таких як коридори. Натомість зовнішні огорожувальні конструкції приміщень основних функціональних зон, повинні мати такий коефіцієнт скління, щоб не допускати надмірних тепловтрат через світлопрозорі конструкції світлопрозорих конструкцій (розрахунок ведеться згідно вимог ДБН В.2.5-28 Природне і штучне освітлення).

1.5. Отриманий контур будівлі необхідно оптимізувати та при потребі змістити будівлю від усіх обмежувальних нормативних ліній (які вказуються на генеральному плані). Цей процес може бути ітераційним, оскільки передбачає поступову зміну меж контуру будівлі та компенсацію необхідних площ функціональних зон за рахунок багаторазового корегування геометрії ліній периметра.

Відтак, наведений вище графоаналітичний підхід дозволяє вже на початковому етапі архітектурного планування максимально раціонально використовувати наявну територію та максимально точно враховувати усі можливі містобудівні умови та обмеження на етапі адаптації проєктних рішень до конкретної ділянки забудови у майбутньому, за рахунок вибору оптимальної конфігурації розгалуженості окремих відсіків шкільних будівель (рис. 4.7). Запропонована концепція дозволяє також створювати схеми з ланцюговим розміщенням блоків будівлі школи (рис. 4.8).

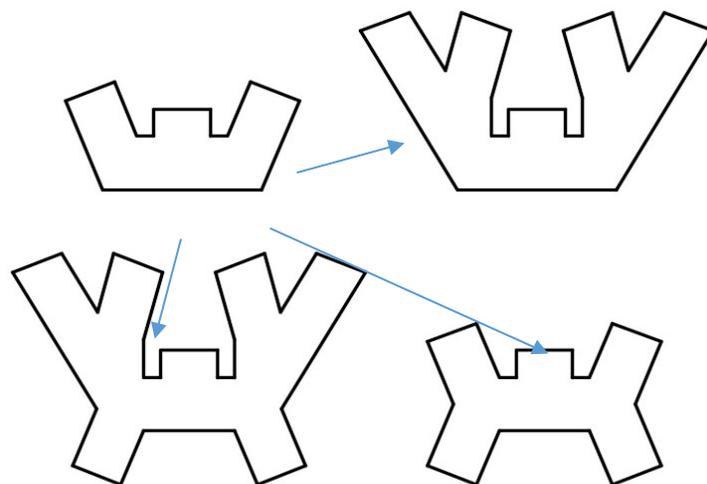


Рис.4.7. Можливі напрями просторового розгалуження корпусів будівлі школи з Ш-подібною топологічною схемою

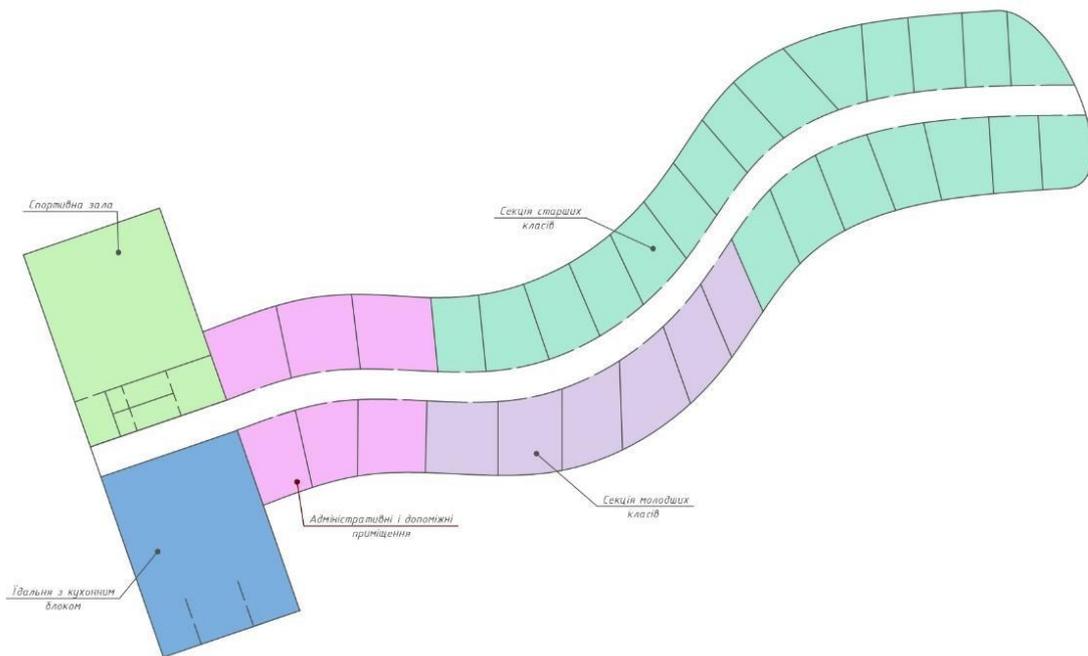


Рис.4.8. Схема з ланцюговим розміщенням блоків будівлі школи

2. Застосування модульної координації розмірів для можливості підвищення рівня варіативності та адаптивності архітектурних і, як наслідок, конструктивних рішень. Зокрема, рекомендується застосовувати укрупнений модуль 3М (вимоги до модульної координації встановлюються ДСТУ Б В.1.3-3), що передбачає кратність міжосьових розмірів 300 мм. Таке рішення продиктоване гнучкістю даного підходу по відношенню до подальшого вибору конструктивних рішень, а також зручністю застосування відповідних проєктних рішень при використанні як збірних залізобетонних перекриттів разом із несучими стіновими конструкціями, так і монолітного залізобетонного або металевого балкового перекриття при каркасному будівництві.

3. Підвищення рівня енергоефективності повинно досягатися в першу чергу шляхом застосування комплексу раціоналізованих архітектурно-планувальних рішень (зокрема, завдяки блоковому сполученню основних функціональних зон будівель), при цьому просторова форма будівлі повинна одержуватися шляхом геометричного моделювання (іншими словами – формоутворенням) таким чином, щоб мінімізувати співвідношення площі стін до опалювальної площі та, як наслідок, мінімізувати додаткові тепловтрати. Раціональність форми будівлі оцінюють за показником компактності, порівнюючи зі значенням для кулі такого самого об'єму згідно з ДБН В.2.6-31. В ідеалі, форма будівлі мала б наближатись

до напівсферичної або наближеної до кубу із заокругленими кутами. На практиці ж досягти раціонального формоутворення можливо засобами дискретного або параметричного моделювання прикладної геометрії, однак ці засоби потребують високих знань у області чисельного моделювання й тепломасообміну, а тому залишаються прерогативою фахівців відповідної галузі знань.

У якості ефективного рішення зниження кількості містків холоду при проектуванні огорожувальних конструкцій будівлі є використання плавних форм, для чого рекомендується замінити усі вертикальні кути зовнішніх стін спеціальними фрагментами криволінійних поверхонь (у найпростішому і найбільш практичному випадку – циліндричних), які забезпечуватимуть плавні сполучення. Таке «скруглення» усіх кутів будівлі в плані дозволяє покращити її формфактор та значно зменшити трансмісійні тепловтрати крізь огорожувальні конструкції. Такий підхід веде до зменшення кількості тепловтрат і скорочення споживання теплової енергії на потреби опалення при експлуатації будівлі, дозволяє покращити параметри мікроклімату та рівня комфорту в приміщеннях, спричиняє зниження опосередкованого впливу на навколишнє середовище (за рахунок скорочення вуглецевого сліду при меншому споживанні природних енергоресурсів), а також призводить до збільшення терміну експлуатації будівлі й, як наслідок, оптимізації її життєвого циклу в цілому.

Можливість застосування принципів ефективного «скруглення», наприклад, коли необхідно плавно сполучати огорожувальні конструкції з існуючими блокованими будівлями або розміщувати («вписувати») додаткові будівлі між декількома існуючими об'єктами архітектури, показана у науковій статті [Посікера та ін., 2024], присвяченій питанням геометричного моделювання гладкого сполучення фрагментів дискретно представлених поверхонь. На рис. 4.9 наведено приклад змодельованої поверхні архітектурної оболонки, заданої у вигляді сітчастої структури (рис. 4.9, а) та апроксимованої стандартними програмними засобами (рис. 4.9, б).

Проте у випадках моделювання складних архітектурних форм із довільною топологією (послідовністю сполучення вузлів), коли частина ділянки проєктованої конструкції невідома (або вирізана для гладкого стикування), вирішення задачі моделювання стандартними засобами є неефективним. Процес формоутворення бракуючих гладких фрагментів (рис. 4.10) для зшивання може бути виконаний на основі побудови рівнянь рівноваги, отриманих шляхом зв'язування параметрів зовнішнього формоутворюючого навантаження у суміжних вузлах моделі [Посікера та ін., 2024].

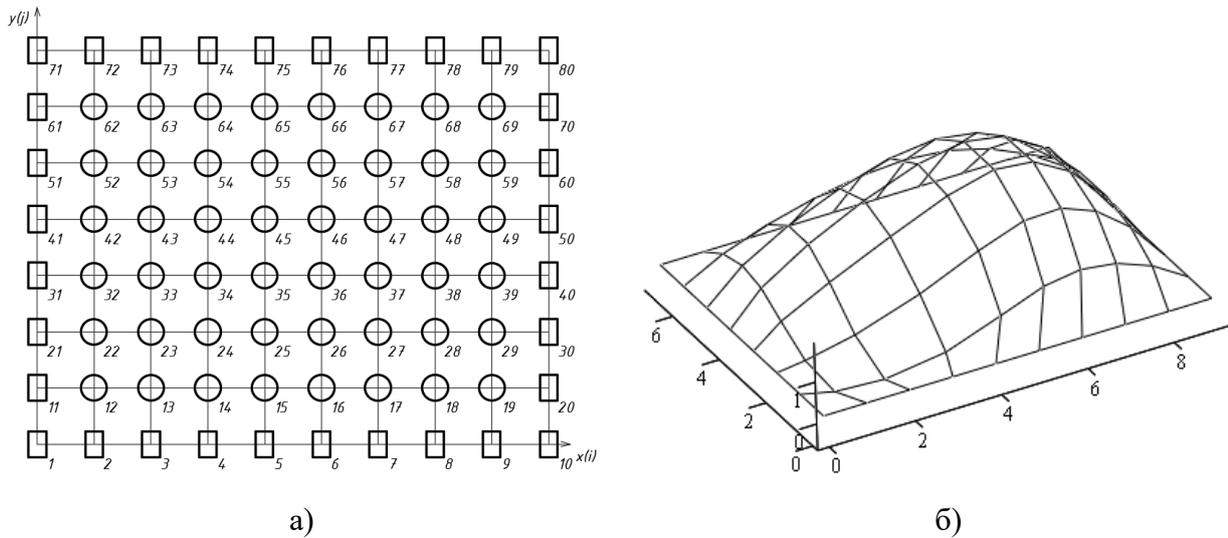


Рис. 4.9. Змодельована поверхня архітектурної оболонки

а) задана прямокутною сіткою 10 на 8 вузлів. Умовні позначення: \circ – вільний вузол регулярної сітки; \square – граничний вузол регулярної сітки.

б) побудована стандартними засобами комп'ютерного моделювання

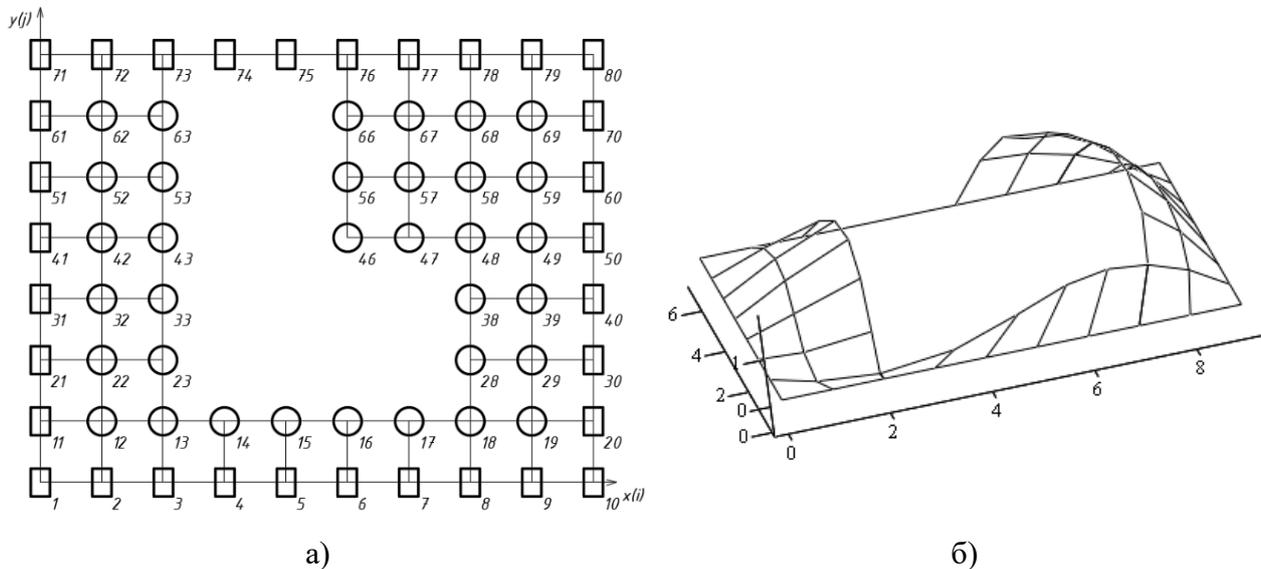


Рис. 4.10. Змодельована поверхня архітектурної оболонки з «вирізом»

а) прямокутна регулярна сітка з «вирізом»;

б) побудована засобами комп'ютерного моделювання

Таким чином, за допомогою одержаних рівнянь рівноваги забезпечується імітація ефекту зшивання криволінійною пружною тонкостінною оболонкою, що додає реалістичності результатам моделювання (рис. 4.11).

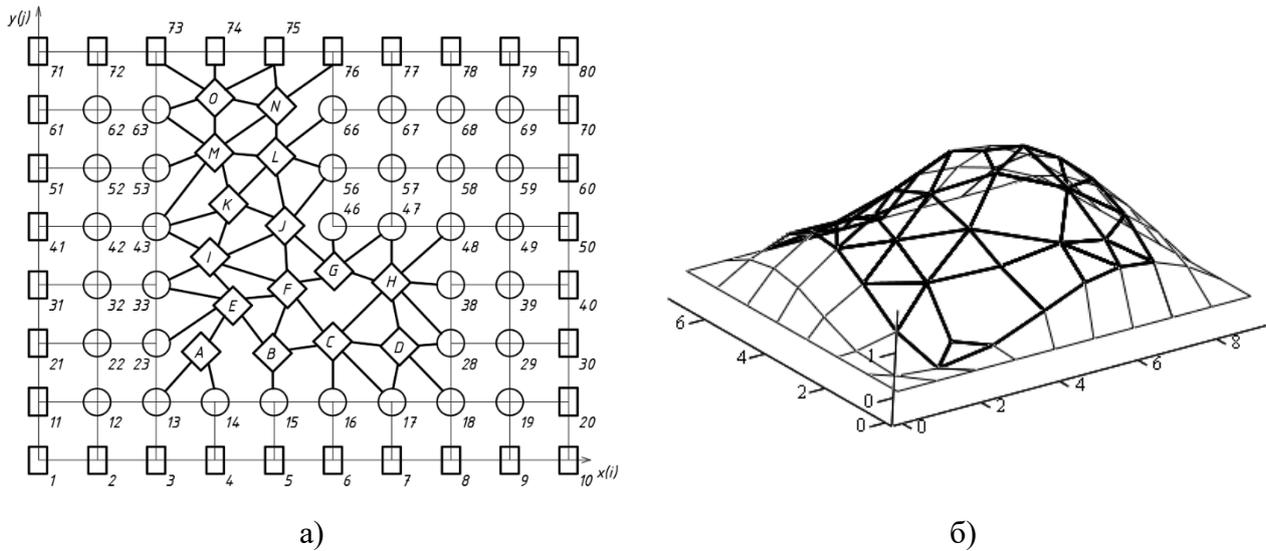


Рис. 4.11. Змодельована поверхня «зшитої» архітектурної оболонки

а) відображення зшитої сітки;

б) візуалізація гладкого зшивання нерегулярною сіткою.

Загальна архітектурно-планувальна концепція будівлі повинна бути спрямована на досягнення низьких потреб в її енергозабезпеченні за рахунок оптимальної геометрії огорожувальних конструкцій. Рекомендовано проєктувати будівлі нових шкіл ергономічними (простої обтічної) форми, без розбиття форми (згрупованої форми), з меншою кількістю кутів і порізаністю будівельних об'ємів.

Отримані результати відображають високий потенціал запропонованого підходу для реалізації гладкого зшивання в прямокутних сітчастих структурах нерегулярними вклейками і вказують на можливість успішного використання такого підходу в широкому спектрі практичних застосувань.

4. Застосування правил раціональної орієнтації будівлі у просторі з із урахуванням природно-кліматичних особливостей району будівництва, рельєфу, наявної міської забудови (рис. 4.12).

Слід дотримуватись наступних основних рекомендацій для визначення оптимальної орієнтації будівлі:

- ✓ Орієнтація фасадів будівлі має забезпечувати максимальне надходження сонячної радіації до її опалювальної площі (об'єму) з урахуванням кліматичних умов згідно з ДСТУ-Н Б В.2.2-27. Орієнтація світлопрозорих огорожувальних конструкцій на південь підвищує рівень пасивного опалення в холодну пору року. Відповідно вплив на енергоефективність

будівлі зростає у разі збільшення коефіцієнта скління фасадів, що виходять на південь.

- ✓ Розміщення (по можливості) на північній стороні будівлі підсобних, технічних та сполучних приміщень, оскільки для таких приміщень знижені вимоги до забезпечення природним освітленням (встановлює ДБН В.2.5-28), що дозволяє зробити площу вікон при орієнтації на північ мінімально можливою і як наслідок максимально знизити тепловтрати через них.
- ✓ Розміщення будівлі школи слід виконувати з менш вітряної сторони згідно рози вітрів, зі сторони напрямку вітру рекомендується забезпечити зелені насадження, з метою зменшити втрати теплової енергії.

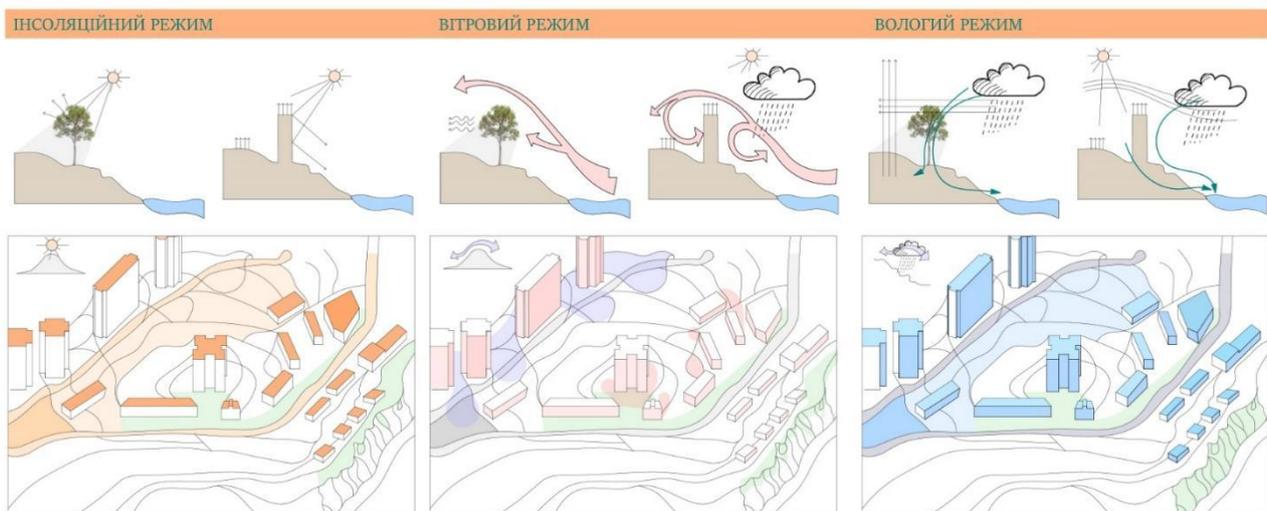


Рис.4.12. Приклади врахування умов місця будівництва

5. Розробка архітектурного стилю повинна спрямовуватись на мінімалізм з елементами органічної архітектури задля скорочення витрат на різноманітні архітектурні надлишки, забезпечення подальшої варіативності конструктивних рішень, а також прискорення темпів будівництва нових шкіл.

6. Зменшення площ віконних проємів задля додаткового скорочення тепловтрат крізь світлопрозорі огорожувальні конструкції шляхом їх звуження. При цьому самі вікна розміщуються на кожному поверсі від підвіконня й до стелі (перекриття) таким чином, щоб не використовувати перемички (які утворюють додаткові теплопровідні включення та інтенсифікують втрати теплової енергії). При цьому за рахунок підвищеної висоти віконних прорізів можливо компенсувати частку природного освітлення.

7. Проектування заходів з сонцезахисту. Світлопрозорі огорожувальні конструкції повинні бути обладнані системами затінення (рис. 4.13) для мінімізації витрат на кондиціонування в теплу пору року з урахуванням кутів і траєкторій руху сонця по небосхилу в різні періоди року, що дозволять як зменшити рівень споживання електричної енергії на потреби охолодження приміщень влітку, так і скоротити витрати теплової енергії на потреби опалення взимку шляхом регулювання кількості надходження сонячної радіаційної енергії. При цьому варто перевіряти чи забезпечуються вимоги до мінімально необхідної тривалості інсоляції згідно ДБН В.2.2-3. Елементами затінення для перших поверхів можуть виступати зелені насадження.



Проектування зовнішніх стаціонарних або таких, що трансформуються, сонцезахисних пристроїв на вікнах при їх орієнтації на сектор горизонту:

- 130°-290° – для I кліматичного району і IIIБ кліматичного підрайону,
- 200°-290° – для IIIА кліматичного підрайону і V кліматичного району,
- 90°-290° – для II і IV кліматичних районів.

Рис.4.13. Рекомендовані види сонцезахисних пристроїв в залежності від орієнтації фасаду та кліматичного районування місця будівництва згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27

8. Використання внутрішніх світловодів задля додаткового забезпечення належного рівня природної освітленості приміщень, що дозволяє забезпечити більш комфортний світловий режим у зв'язку з вищою рівномірністю розподілу значень природної освітленості на рівні робочої поверхні приміщень. Даний захід дозволяє скоротити споживання електричної енергії за рахунок зменшення часу роботи штучних джерел світла. При цьому якість природного денного світла (від сонця) навіть у хмарну погоду значно вища, ніж штучна.

9. Застосування принципу мінімізації світлових карманів у сполучних приміщеннях (коридорах). Разом із цим усюди, де це можливо, використовуються принципи наскрізного проходження денного світла через коридорні приміщення для забезпечення їх максимального освітлення без застосування штучних джерел світла у світлий час доби.

10. Використання попереднього досвіду. При проектуванні будівель нових шкіл слід приймати за основу найбільш раціональні з точки зору планування, а також найбільш успішні з точки зору експлуатації аналогічні проекти і рішення. Слід зазначити, що запропоновані архітекторами й інженерами з країн Європейського Союзу, США або інших розвинутих країн потребують обов'язкової перевірки та узгодження щодо дотримання вимог національної нормативної бази. Відповідні рішення мають зазнавати декомпозиції з метою їх використання отриманих окремих модулів при подальшому проектуванні шкіл на нових локаціях. Ефективним рішенням є застосування готових проектів повторного використання, що потребують мінімального доопрацювання під наявні вихідні дані.

11. Застосування комплексного підходу до проектування. Усі архітектурні об'ємно-просторові рішення повинні бути прийняті із урахуванням найкращих світових практик проектування та будівництва шкіл із дотриманням високих вимог до рівнів енергоефективності, екологічності, інклюзивності та безпеки перебування в приміщеннях будівель у випадку виникнення надзвичайних ситуацій та у особливий період (зокрема під час воєнного стану).

4.3. Об'ємно-планувальні рішення

При розробленні об'ємно-планувальних рішень будівель закладів освіти для будівництва в різних природно-кліматичних районах необхідно враховувати їх особливості згідно з ДБН Б.2.2-12 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

Перелік та площі приміщень визначаються завданням на проектування з урахуванням контингенту учнів, персоналу, особливостей планованої організації освітнього процесу.

Згідно вимог ДБН В.2.2-3 будівлі закладів загальної середньої освіти необхідно проектувати з урахуванням таких функціональних вимог:

а) навчальні приміщення групуються в навчальні секції за віковими і навчально-технологічними ознаками:

- навчальні секції для перших класів (шести-, семирічок), які об'єднують приміщення не більше двох паралельних класів, з рекреаціями, гардеробними та санітарними вузлами;

- навчальні секції других-четвертих класів у складі не більше шести класних приміщень, майстерні для трудового навчання, універсального приміщення для

груп подовженого дня, гардеробних, рекреаційних приміщень і санітарних вузлів;

- навчальні секції п'ятих-дванадцятих класів, до складу яких входять універсальні та спеціалізовані навчальні кабінети, кабінети-лабораторії, рекреаційні приміщення;

- санітарні вузли допускається розміщувати поза навчальними секціями (у двоповерхових будівлях санітарні вузли можна розташовувати тільки на одному з поверхів);

б) навчальні секції перших, других-четвертих класів повинні бути відокремленими і непрохідними для учнів інших вікових груп;

в) навчальні секції і загальношкільні групи приміщень можуть розташовуватись у загальній компактній будівлі централізованого типу або у взаємозв'язаних функціональних блоках.

У спеціалізованих школах з індивідуальною навчальною технологією допускається інша побудова функціонально-планувальної структури будівлі, яка встановлюється завданням на проєктування.

4.3.1. Навчальні приміщення

Площі навчальних приміщень визначаються за розрахунком, виходячи з призначення приміщень, наповнюваності груп при різних видах навчальних занять та питомих показників розрахункової площі на одного учня. Питомі показники площ основних навчальних приміщень слід приймати з урахуванням вимог ДБН В.2.2-3 із розрахунку наповнюваності навчальної групи 24 учнів (табл. 4.1). При іншій наповнюваності навчальної групи питомі показники встановлюються завданням на проєктування.

Навчальні приміщення повинні бути спроектовані з урахуванням направленості проведення уроків з різних предметів.

Для учнів перших класів загальної середньої освіти розрахункові площі для спальних і ігрових приміщень (зон) встановлюються завданням на проєктування з урахуванням Санітарного регламенту 2205, затвердженого Міністерством охорони здоров'я України.

Таблиця 4.1.

Призначення приміщення	Площа на одного учня (не менше ніж), м ²
Класні приміщення: – при фронтальних формах занять (не менше ніж) – при змішаних формах навчання (фронтальних, групових та індивідуальних формах занять)	2,5 3,5
Універсальні навчальні кабінети і спеціалізовані кабінети загальноосвітнього циклу (літератури, історії і суспільствознавства, географії, математики): ✓ при фронтальних формах занять ✓ при змішаних формах навчання (фронтальних, групових та індивідуальних формах занять)	2,5 3,0
Лабораторії з природничих наук (фізики, хімії, біології), навчальні кабінети загальнотехнічного профілю	3,0
Лінгафонні кабінети	3,0
Кабінети інформатики та обчислювальної техніки	4,5-5,0
Кабінети креслення	3,0

Залежно від спеціалізації освітнього закладу, можна зменшувати площі навчальних та навчально-виробничих майстерень на 20%. При цьому, площі допоміжних приміщень, що обслуговують навчально-виробничі майстерні, залишаються згідно з завданням на проектування.

4.3.2. Навчально-виробничі приміщення

Залежно від профілю школи у її складі повинні бути запроєктовані базові та спеціалізовані навчальні та навчально-виробничі майстерні. При проектуванні навчально-виробничих приміщень майстерень, навчальних теплиць, необхідно дотримуватись вимог відповідних нормативних документів з технологічного проектування виробничих будівель із урахуванням вимог освітнього процесу та Санітарного регламенту 2205. Площі навчальних та навчально-виробничих приміщень слід приймати з урахуванням вимог ДБН В.2.2-3 (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

Вид майстерні	Кількість учнів (не більше)	Площа на одного учня (не менше ніж), м ²
Ручної праці для учнів перших-четвертих класів	25	3,6
Для учнів п'ятих-дев'ятих класів:		
- з обробки металу	15	6
- з обробки деревини	15	6
- комбінована (з обробки металу та деревини)	15	7
- електротехнічних робіт	15	6
З обслуговуючих видів праці:		
- з обробки тканин	15	5
- з кулінарії	15	4,5

Залежно від профілю закладу освіти площі навчальних та навчально-виробничих майстерень допускається зменшувати на 20%. Площі допоміжних приміщень при навчально-виробничих майстернях приймаються згідно із завданням на проєктування.

4.3.3. Фізкультурно-спортивні зали

Типи та розміри фізкультурно-спортивних залів та допоміжних приміщень при залах слід приймати за завданням на проєктування згідно з нормативними вимогами ДБН В.2.2-3 та ДБН В.2.2-13.

Загальна площа без урахування допоміжних приміщень та басейну відповідно до вимог ДБН В.2.2-3 повинна складати не менше ніж 1,0 м² на одного учня.

У випадку, коли у навчальному закладі планується облаштувати лише один фізкультурно-спортивний зал, його розміри повинні становити не менше 24 м у довжину та 12 м у ширину, незалежно від загальної кількості учнів. Орієнтований склад приміщень при розрахунковій наповнюваності класної групи 24 учні наведено у таблиці 4.3 відповідно до додатку Д в ДБН В.2.2-3. За інших типів, їх місткості й кількості паралелей класів у закладі, число та габарити приміщень для фізкультурно-спортивних занять приймаються за завданням на проєктування.

Таблиці 4.3.

Найменування приміщень з габаритами в плані, м, та площею, м ² (в дужках) [у квадратних дужках значення при розрахунковій наповнюваності класної групи менше 24, в тому числі у сільських населених пунктах]	Гімназії з підрозділами початкової школи			Лицеї з підрозділами початкової школи та гімназії	
	Число приміщень при кількості паралелей класів				
	2	3	4	2	3
1. Фізкультурно-спортивні зали:					
- універсальні (загальнофізичної підготовки і спортивних ігор):					
27 × 15 (405)	1				
30 × 18 (540)		1	1	1	
36 × 18 (648)					1
- тренажерно-гімнастичні:					
15 × 12 (180) [18 × 9 (162)]	1			1	
24 × 12 (288) [18 × 12 (216)]		1	1		1
- універсальні зали для молодших школярів:					
15 × 12 (180) або 18 × 12 (216), [18 × 9 (162)] або [12 × 12 (144)]				1	1
2. Снарядні:					
(18)	1		1	2	2
(32)		1	2		1

При проєктуванні фізкультурно-спортивних залів у навчальних закладах необхідно враховувати різноманітні приміщення та їхні розміри, щоб забезпечити комфортні умови для користувачів. Наприклад, передбачаються снарядні площі, які повинні бути не менше 16 м², кабінети інструкторів фізичного виховання з площею не менше 2,5 м² на працівника, але не менше 9 м² кожен, роздягальні з розрахунку не менше двох на кожен навчальну групу з площею не менше 1,2 м² на одне місце для переодягання та 0,27 м² для зберігання домашнього одягу. До того ж, площі роздягальних, душових та туалетів розраховуються на подвійну кількість осіб, які можуть вмістити зал. У разі

окремого розташування корпусів фізкультурно-спортивних залів та басейнів, передбачається вестибюль з гардеробом та кабінет медичного обслуговування.

У роздягальнях при фізкультурно-спортивних залах, універсальних залах для молодших школярів і плавальних басейнах обладнання для дітей з особливими освітніми потребами повинно мати відповідні розміри. Наприклад, шафи - не менше 0,4 м × 0,6 м, лави - не менше 0,6 м × 0,8 м, кабінети туалетів - не менше 1,8 м × 1,65 м, кабінети душових - не менше 1,8 м × 1,8 м. При цьому мінімум дві роздягальні для хлопчиків та дівчаток мають мати площу не менше 15 м² на 10 учнів, у тому числі для класу з інклюзивним навчанням, де до двох дітей можуть використовувати крісла колісні або інші спеціальні засоби пересування.

Необхідність будівництва навчального тирю, плавального басейну, легкоатлетичного манежу або інших спортивних споруд визначається завданням на проектування. Наприклад, плавальні басейни повинні мати ванну розмірами не менше 25 м × 8,5 м, а для навчальних закладів загальної середньої освіти може бути передбачений додатковий басейн розмірами 10 м × 6 м.

У деяких районах може бути доцільним проектування відкритих навчальних басейнів з підігрівом води.

Необхідність будівництва додаткових фізкультурно-спортивних споруд у житловій зоні закладів освіти також визначається завданням на проектування.

Слід передбачити комплекс фізкультурно-спортивних приміщень, який включає фізкультурно-спортивний зал для загальної фізичної підготовки та спортивних ігор, тренажерно-гімнастичний зал і універсальний зал для учнів перших-четвертих класів.

Тренажерно-гімнастичний зал та універсальний зал можуть використовуватися для реабілітаційних занять осіб з інвалідністю або осіб з особливими освітніми потребами, якщо в закладі відсутні медичні приміщення для цієї цілі.

4.3.4. Клубно-видовищні приміщення

Проектування клубно-видовищних приміщень передбачає створення комфортних та функціональних просторів для різноманітних заходів та заходів розвитку учнів, а також співробітників. Вимоги проектування клубно-видовищних приміщень шкіл встановлюються ДБН В.2.2-3 та ДБН В.2.2-16.

До складу клубно-видовищних приміщень входять:

- Актівий зал з естрадою, де проводяться урочисті заходи, концерти, презентації та інші масові події.
- Артистичні та конференц-зали, які використовуються для проведення виставок, лекцій, дебатів та інших заходів.
- Фойє-танцювальний зал, де можна організувати відпочинок та танцювальні заходи.
- Клубні приміщення, які створюють можливості для творчої діяльності та спілкування.
- Студії естетичного виховання та їхні підсобні приміщення, включаючи кіноапарати, складські приміщення та туалети.

Місткість актових залів у закладах освіти повинна відповідати наступним нормам:

- у початкових школах (перший-четвертий класи) - не менше 1/2 контингенту учнів;

- у гімназіях, ліцеях, спеціальних школах, навчально-реабілітаційних центрах - не менше 1/3 контингенту учнів (у сільських населених пунктах - не менше 1/2 контингенту учнів).

В освітніх комплексах місткість актового залу визначається умовами кооперованого використання і повинна бути не меншою місткості, необхідної за розрахунком для найбільшого закладу освіти, що входить до комплексу.

Площу актових залів з допоміжними приміщеннями слід приймати за таблицею 4.4, що відповідає ДБН В.2.2-3.

Планування та обладнання приміщень актової зали повинні бути розроблені таким чином, щоб забезпечити можливість проведення різноманітних заходів, таких як конференції, збори, концерти, демонстрації фільмів та інші форми культурно-просвітницької та клубної роботи. Необхідність влаштування кабін синхронного перекладу визначається завданням на проектування.

Глибина естради (від стаціонарно встановленого кіноекрана або задньої стіни естради) повинна бути не менше 6 м, за винятком однокомплектних закладів загальної середньої освіти у сільських районах, де вона може становити не менше ніж 4 м.

Таблиця 4.4.

Приміщення	Площа на одне місце в залі (не менше ніж), м ²
Актова зала	0,7
Актова зала – лекційна аудиторія	1,0
Фойє (кулуари)	0,3
Естрада	0,3
Радіовузол, дикторська, кінопроекційна (технічний центр)	0,08
Комора меблів	0,02

Перевищення рівня підлоги естради над рівнем підлоги зали повинно відповідати таким критеріям: для початкових шкіл - не більше ніж 0,6 м; для інших закладів освіти - від 0,75 до 0,9 м.

При естраді передбачаються артистичні (не менше двох приміщень площею не менше ніж по 12 м²), костюмерні (для зберігання і видачі костюмів - не менше ніж 12 м²), санітарні вузли, інвентарна.

Склад та площі клубних приміщень визначаються завданням на проєктування. У таблиці 4.5 наведено рекомендований перелік приміщень для студійно-гурткових занять.

Для розміщення місць для осіб з інвалідністю та осіб з особливими освітніми потребами в актовій залі закладу загальної середньої освіти, площу на одне місце слід приймати із розрахунку не менше 1,0 м². Для дітей, які користуються кріслами-колясками, ця площа має бути не менше 1,8 м². Місця для осіб з інвалідністю та осіб з особливими освітніми потребами, які можуть користуватися кріслами-колясками або пересуваються на милицях, слід розміщувати у першому ряду, який виходить на окремий шлях евакуації, що не перетинається зі шляхами евакуації інших учнів. При цьому забезпечується відповідний простір для розвороту крісла-коляски (не менше ніж 1,5 м × 1,5 м).

Для підйому осіб з інвалідністю та осіб з особливими освітніми потребами на естраду в актовій залі передбачається пандус з уклоном не більше ніж 8% (1:12).

Таблиця 4.5.

Приміщення	Кількість учнів	Площа на одного учня (не менше ніж), м ²
Ігрова для груп продовженого дня (з ігротекою)	25	2,4
Клас-студія музики та співу	25-30	2,4
Студії танцювальні (з роздягальнями)	15-20	4-5
Студія драматична та художнього слова	15-20	4-4,5
Студія хорова	25-30	1,8
Студія оркестрів	15-30	3,8
Студія музичних ансамблів, вокально-інструментальних ансамблів	10-15	2,4
Студія образотворчих та декоративно-оформлювальних мистецтв	10-15	3,6
Майстерні народних ремесл, прикладних мистецтв	10-15	4,5-5
Підсобні приміщення для випалювання керамічних виробів (на кожную майстерню)	-	18
Майстерні технічного моделювання	10-15	4-5
Лабораторії (або клуби) юннатів	10-15	3,6-4
Фотокіностудія	10-15	3,6-4
Універсальні гурткові, клуби (для об'єднань туристів, краєзнавців, шахматистів тощо)	15-20	2
Комора для туристичного спорядження (на кожне приміщення)	-	18
Комори, інвентарні (на кожне приміщення) при приміщеннях гурткових, студій, клубів	-	12-18 на кожне гурткове приміщення

4.3.5. Бібліотеки

Бібліотеки закладів загальної середньої освіти повинні включати:

- приміщення абонементу з каталогом;
- читальну залу із зоною індивідуальної роботи, аудіо- і відеоматеріалами (медіотека) з розрахунку не менше ніж 2,4 м² на одне читацьке місце;

- фонд відкритого доступу з розрахунку не менше 5 м² на одну тисячу одиниць книжкового фонду;

- книгосховище з розрахунку не менше ніж 2,5 м² на одну тисячу одиниць зберігання;

- кімнату зберігання відеоматеріалів;

- робочу кімнату з розрахунку не менше ніж 6 м² на одне робоче місце.

Обсяг книжкового фонду, кількість читацьких місць приймається за завданням на проєктування.

Сумарну площу приміщень бібліотеки приймають згідно ДБН В.2.2-3 (табл. 4.6).

Таблиця 4.6.

Заклади освіти	Площа бібліотеки на одного учня, студента, слухача (не менше ніж), м ²
Заклади загальної середньої освіти	0,3
Спеціалізовані школи (ліцеї, гімназії тощо)	1,0

Також важливим є належне організування вхідних груп та зон безпеки. Службові входи до бібліотеки гарантують ефективну роботу персоналу і запобігають змішанню потоків відвідувачів із вхідними потоками інших користувачів навчального закладу.

Антресолі в читальних залах мають відповідати вимогам безпеки і повинні мати не менше двох евакуаційних виходів. Це забезпечує безпеку користувачів у випадку надзвичайних ситуацій і дозволяє оперативно та безпечно евакуювати присутніх.

4.3.6. Адміністративно-службові приміщення

Склад адміністративно-службових приміщень визначається завданням на проєктування на підставі штатного розпису. Площі адміністративно-службових приміщень слід приймати за вимогами ДБН В.2.2-3 (табл. 4.7).

Таблиця 4.7.

Приміщення	Площа (не менше ніж), м ²
Кабінети:	
- директора (ректора)	24
- заступника директора (проректора)	18
- завідуючого відділенням (кафедрою)	16
Приймальна	16
Навчальна частина	18
Зала вченої ради	100
Викладацькі (вчительська)	36
Методичний кабінет	36
Кімната відпочинку та психофізіологічного розвантаження викладачів	24
Канцелярія	12
Бухгалтерія з касою	18
Архів	24
Ротаторна	18
Експедиція	12

4.3.7. Приміщення медичного обслуговування

Для забезпечення належних умов надання медичної допомоги учням у школах передбачається проєктування медичних кабінетів, при цьому враховуються різноманітні аспекти, що включають в себе потреби шкільного медичного персоналу, вимоги до обладнання та забезпечення безпеки.

Згідно ДБН В.2.2-3 мінімальні площі для приміщень медичного обслуговування, що необхідно влаштовувати в усіх закладах освіти повинні відповідати показникам наведеним у таблиці 4.8.

Склад та площі додаткових приміщень оздоровчого пункту визначаються завданням на проєктування. Зокрема, можуть передбачатися фізіотерапевтичний кабінет площею не менше ніж 18 м² та стоматологічний кабінет площею не менше ніж 16 м² та інші кабінети відповідно до потреб при організації інклюзивного навчання.

Таблиця 4.8.

Приміщення	Площа (не менше ніж), м ²
Терапевтичний кабінет (для перевірки зору одна зі сторін приміщення повинна бути не менше ніж 5,8 м)	16
Процедурна	10+8
Кімната психологічного розвантаження	18

У якості зали лікувальної фізкультури для осіб з особливими освітніми потребами допускається використовувати тренажерно-гімнастичну фізкультурно-спортивну залу або універсальну залу для учнів перших-четвертих класів, не менше ніж 60 м² (із розрахунку 6,0 м² на одного учня).

Для проведення корекційно-розвиткових занять з особами з інвалідністю та особами з особливими освітніми потребами слід передбачати кабінет учителя-дефектолога (тифлопедагога, сурдопедагога, олігофренопедагога, ортопедагога), а також кабінет практичного психолога і соціального педагога, площа яких повинна складати не менше ніж 12 м², відповідно до ДСанПіН 144.

Створення сприятливих умов для надання медичної та психологічної допомоги учням є одним з головних пріоритетів, що відповідає сучасним вимогам освітнього середовища.

4.3.8. Приміщення харчування

В усіх закладах освіти повинні передбачатися їдальні та буфети. Необхідність інших типів підприємств харчування (закладів ресторанного господарства) і вимоги щодо їх проектування визначаються завданням на проектування з урахуванням вимог ДБН В.2.2-25.

Кількість місць у обідніх залах їдалень визначається за умови одне місце на кожних трьох учнів.

Площа обіднього залу (без роздавальної) повинна бути прийнята такою, що дорівнює або перевищує певну кількість метрів квадратних на одне місце:

- у їдальнях шкіл загальної середньої освіти - не менше 1,0 м².
- у кафе-автоматах, буфетах та інших підприємствах швидкого обслуговування - від 1,2 до 1,4 м² на одне місце.

Місткість, продуктивність та основний склад приміщень харчоблоку зазначається у завданні на проектування.

Харчоблок повинен бути розташований з урахуванням принципу функціонального розподілу різних груп приміщень, таких як виробничі, складські та приміщення допоміжного призначення.

Групи службових та побутових приміщень слід розміщувати в єдиних зонах (блоках), функціонально пов'язаних з групами інших виробничих приміщень.

Облаштування виробничих приміщень харчоблоку слід передбачати з матеріалів, що забезпечують зниження рівнів шуму до санітарно-допустимих рівнів.

При їдальнях та буфетах передбачаються умивальники, кількість яких визначається з розрахунку не менше ніж один умивальник на:

- 40 місць в обідній залі закладів загальної середньої освіти;
- 30 місць в обідній залі професійних училищ та закладів вищої освіти.

Також враховується установка електрорушників у співвідношенні один до трьох до кількості умивальників.

В їдальнях кооперованих та зблокованих освітніх комплексів визначаються автономні обідні зали або окремі зони залежно від кількості закладів освіти, які утворюють комплекс.

Типи підприємств харчування (закладів ресторанного господарства) в житловій зоні закладу освіти визначаються завданням на проектування.

Щодо розміщення зон харчування в укриттях та захисних спорудах цивільного призначення на території шкіл або у їх складі, основні принципи залишаються схожими, але додатково враховуються такі особливості:

– Безпека в разі надзвичайних ситуацій: Облаштування таких зон повинно забезпечувати безпеку учасників освітнього процесу в разі надзвичайних ситуацій, включаючи забезпечення достатнього захисту від небезпеки та можливість швидкої евакуації.

– Стійкість та надійність конструкцій: Зони харчування в укриттях та захисних спорудах повинні мати стійкі та надійні конструкції, щоб забезпечити безпеку учасників навчального процесу в умовах небезпеки.

– Доступ до ресурсів: Забезпечення доступу до необхідних ресурсів, таких як вода, електроенергія та інші комунікації, навіть у разі перебоїв в постачанні.

– Ефективність та мобільність: Можливість швидкої мобілізації та розгортання зон харчування у разі потреби.

Загалом, облаштування зон харчування в укриттях та захисних спорудах цивільного призначення вимагає комплексного підходу з урахуванням специфічних умов та вимог безпеки.

4.3.9. Допоміжні та підсобні приміщення

При проектуванні допоміжних приміщень для закладів освіти необхідно враховувати загальну кількість учнів, а також адміністративно-педагогічний службовий персонал, які перебувають у будівлі. Габарити допоміжних приміщень, до яких відносяться вестибюль, гардероб, санітарні вузли, рекреаційні приміщення, вхідні групи, повинні відповідати проєктній кількості відвідувачів. При цьому, співвідношення чоловіків та жінок встановлюється згідно завдання на проектування, враховуючи специфіку конкретного закладу освіти.

У шкільних закладах загальної середньої освіти може передбачатися окремий вхід в будівлю з вестибюлем та гардеробом для учнів перших-четвертих класів. Також може бути встановлений відокремлений вестибюль з гардеробом спеціально для перших класів. Верхній одяг учнів може зберігатися у прикласних вбудованих шафових секціях в рекреаційних зонах згідно з вимогами щодо кількості гачків на один погонний метр вішалки. При цьому слід дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог та нормативних площ приміщень.

Гардероби для учнів та для викладачів та персоналу розміщуються окремо, забезпечуючи комфорт та зручність користування для обох категорій осіб.

Шляхи евакуації у будівлі закладу загальної середньої освіти із організацією інклюзивного навчання слід передбачати згідно з вимогами ДБН В.2.2-40, ДБН В.2.2-9, ДБН В.1.1-7.

Основний та допоміжні входи до будівлі, а також евакуаційні виходи з будівлі назовні слід облаштовувати пандусом з ухилом не більше ніж 1:12 або 8 % (1:10 або 10 % при перепаді рівнів підлоги до 0,2 м) згідно з ДБН В.2.2-40, а за необхідності влаштовувати також і сходи з ухилом 1:3.

Ширина у просвіті вхідного тамбуру має бути не менше 2,2 м, вхідних дверей - не менше ніж 1,2 м.

Для забезпечення доступності будівлі необхідно встановлювати ліфти, які відповідають вимогам ДБН В.2.2-9 та ДБН В.2.2-40 і призначені для перевезення крісел-колясок для осіб з інвалідністю та осіб з особливими освітніми потребами.

Як альтернатива, можна встановлювати піднімальні платформи, які можуть переміщуватися вертикально, похило або вздовж сходового маршруту. Ці платформи повинні відповідати вимогам стандартів ДСТУ EN 81-40 та ДСТУ EN 81-41.

Площі вестибюлів, гардеробів, рекреаційних приміщень слід приймати за ДБН В.2.2-3 (табл. 4.9).

Таблиця 4.9.

Приміщення	Одиниця виміру	Площа (не менше ніж), м ²
Вестибюль	одне місце	0,25
Гардероб (площа за бар'єром):		
- у закладах загальної середньої освіти	одне місце	0,2
- у профтехучилищах і закладах вищої освіти	одне місце	0,15
Рекреаційні приміщення:		
- у закладах загальної середньої освіти для учнів	одне місце	0,2
перших-четвертих класів	один учень	2,0
п'ятих-дев'ятих класів	один учень	1,5
десятих-дванадцятих класів	один учень	1,0
Санітарні вузли в закладах загальної середньої освіти для учнів:		
- перших класів	один учень	0,75
- других-дванадцятих класів	один учень	0,3
- туалети та душові для персоналу їдальні	один санітарний вузол, одна душова	
Складські приміщення, комори, приміщення прибирального інвентаря:		
- у закладах загальної середньої і професійної освіти	один учень	0,12
Приміщення для зберігання домашнього та робочого одягу в блоці навчально-виробничих майстерень	одне робоче місце	0,5
Душові в блоці навчально-виробничих майстерень	-	-
Побутова кімната-роздягальня технічного персоналу з душовою кабіною	приміщення	18

Важливо, щоб входи в туалети та умивальні для учнів не розташовувалися на сходових клітках і не знаходилися безпосередньо навпроти входів до навчальних приміщень, їдальні та медичного пункту. У туалетах для учнів одну з кабін слід зробити універсальною, щоб вона відповідала потребам осіб з особливими освітніми потребами чи інвалідністю. Розміри універсальної kabіни повинні бути не менше: ширина – 1,65 м, довжина – 1,8 м.

У шкільних закладах загальної середньої освіти необхідно ретельно розглядати організацію санітарних вузлів. Кожен санітарний вузол має включати туалет для викладачів, обладнаний одним унітазом, пісуаром та умивальником. Крім того, при будівництві кожного жіночого туалету слід передбачати кабінку особистої гігієни з гігієнічним душем, одним унітазом та одним умивальником.

Унітази в туалетах для учнів перших-четвертих класів мають бути відокремлені перегородками-екранами висотою не менше 1,75 м від підлоги, і вони повинні не досягати підлоги на 0,1 м. Розмір кабін приймається 0,8 м × 1 м, кожна кабіна має бути обладнана дверима. Прохід між кабінами туалетів і протилежною стіною слід приймати не менше, ніж 1,1 м за відсутності пісуарів та 1,8 м за їх наявності.

Висота встановлення раковин умивальників над підлогою повинна відповідати віку учнів: для перших класів - 0,5 м, других-четвертих класів - 0,6 м, п'ятих-дванадцятих класів - 0,7 м. Прохід між умивальниками та стіною, а також між двома рядами умивальників, повинен бути не менше 1,6 м.

У санітарних вузлах потрібно передбачати вбудовані шафи для прибирального інвентаря. Також необхідно у кожній будівлі (блоці, корпусі) забезпечити господарські комори та приміщення для прибирального інвентаря.

У спальнях для денного відпочинку дітей перших класів з інклюзивним навчанням слід передбачити спальні місця для осіб з інвалідністю та осіб з особливими освітніми потребами. За необхідності денного відпочинку осіб з інвалідністю та осіб з особливими освітніми потребами більш старшого віку, допускається передбачати окремі спальні на 2-4 місця. У закладах для організації інклюзивного навчання повинна бути ресурсна кімната площею не менше 24 м², яка поділяється на зони з відповідним обладнанням.

Рекомендовано передбачати зони для самостійної роботи та відпочинку, інтегровані у коридори та рекреаційні приміщення.

4.4. Зразок архітектурних рішень проєкту повторного використання для закладів загальної середньої освіти

Нижче наведені архітектурні рішення проєкту повторного використання будівлі закладу загальної середньої освіти I-III ступеню, що було виконано за підтримки проєкту GIZ "Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС з енергоефективності в Україні", що виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням

Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) та співфінансуванням Державного секретаріату Швейцарії з економічних питань (SECO), Проект виконано із урахуванням сучасної нормативної бази, застосування найкращих практик та технологій енергоефективної будівлі загальноосвітньої школи з поліпшеними екологічними характеристиками, що передбачає його застосування у якості проєкту повторного використання (далі в межах пункту 4.4. – *проєкт*).

Опис архітектурних рішень проєкту:

Запроєктована у рамках проєкту будівля закладу загальної середньої освіти (далі – *школи*), має розрахункову місткість 900-950 місць.

Габаритні розміри по зовнішньому контуру становлять 113,1 м x 58,9 м.

Будівля школи має три поверхи та підвальне приміщення, що відіграє роль захисного укриття і може використовуватися у мирний час, як споруда подвійного призначення.

Площа будівлі складає:

- I. Підвал -3 137,91 м.кв.
 - II. 1-й поверх -4 078,1 м.кв.
 - III. 2-поверх -3 591,75 м.кв.
 - IV. 3-й поверх -2 450,14 м.кв.
- Разом: 12 711,86 м.кв.

Будівля триповерхової школи має Ш–подібну форму в плані та умовно поділена на 3 об’єми. Ш-подібна конструкція створює привабливий центральний внутрішній двір або відкритий простір, який може служити фокусом для будівлі. Загалом, просторове вирішення для Ш-подібної школи передбачає збалансування різних факторів (у тому числі можливість гнучкого корегування проєкту залежно від місткості) для створення функціонального, ефективного та естетично привабливого простору, який відповідає потребам учнів, персоналу та громади.

Проектні рішення школи передбачають застосування модульної координації розмірів. Зокрема застосовано укрупнений модуль (мультимодуль) 3М, що передбачає кратність міжосьових розмірів 300 мм. Таке рішення продиктоване зручністю застосування відповідних проєктних рішень при використанні як збірних залізобетонних перекриттів разом із несучими стіновими конструкціями, так і монолітного залізобетонного перекриття при каркасному будівництві.

Проектом передбачено об'ємно-планувальне рішення, яке стосується визначення розміру будівлі, планування та просторової організації її різних компонентів.

Навчальні приміщення середньої та старшої школи компонуються у самостійні функціональні блоки чи єдиний. Застосовується зонування і по вертикалі (1-і класи розміщуються на 1 поверсі, приміщення середньої та старшої школи – вище.). Тут допускається організація освітнього процесу за класно-кабінетною системою. Кабінети спеціального призначення при розподілі I та II вікових груп раціонально виділяти в загальну зону, щоб уникнути дублювання приміщень одного призначення та забезпечити доступність для користувачів обох вікових груп. Зони середньої та старшої шкіл безпосередньо пов'язані з усіма крупнозальними об'ємними осередками, тому що школярі вікових груп II та III ступенів освіти виступають як найактивніші користувачі загальношкільних просторів.

Вхідна група включає в себе хол, гардероб, кімнату охорони та підсобні приміщення.

Для учнів організовано освітній процес за класно-кабінетною системою. Навчальні приміщення включають: робочу зону (розміщення навчальних столів для учнів), робочу зону вчителя, додатковий простір розміщення навчально-наочних посібників, технічних засобів навчання (ТСО). Площа кабінетів прийнято з розрахунку 2,5 кв. на 1 учня при фронтальних формах занять при наповнюваності 24 людина.

При навчальних кабінетах передбачено лаборантські.

Для виробничого навчання учнів передбачається:

- для дівчаток – кабінет кулінарії та обробки тканин,
- для хлопчиків – універсальна майстерня з обробки металу та деревини.

Для вивчення предмета «Основи безпеки життєдіяльності» (ОБЖ) передбачено кабінет, для практичних занять використовується спортивна зала. Навчальні майстерні (кабінет кулінарії та обробки тканини та майстерня з обробки металу та деревини) розташовуються в будівлі школи та повинні використовуватись за призначенням. За погодженням з територіальним центром Держсанепіднагляду вони можуть бути надалі переобладнані відповідно до профілю загальноосвітньої установи, а також допускається їх використання для позакласних занять з технічної творчості та для роботи у позаурочний час.

У лабораторіях, навчальних кабінетах, майстернях, приміщеннях медичного призначення, учительській, кімнаті технічного персоналу передбачено встановлення умивальників.

Спортивна зала розміщена на 1 поверсі в окремому блоці. Її розміри 18х30 м із висотою 6м. Спортивна зала передбачає виконання повної програми з фізичного виховання та можливість позаурочних спортивних занять. При спортивній залі передбачено: інвентарну та роздягальні з душовими для хлопчиків площею 29 м². та дівчаток, площею 29 м².

Харчування учнів організовано у їдальні, що розташована на 1 поверсі. Їдальня розрахована на учнів всієї школи, тобто. на 500 осіб. Зал їдальні вміщує 252 посадочні місця. Харчування учнів організовано у дві черги. Їдальня, що працює на сировину, має наступний набір приміщень: гарячий, холодний, м'ясо-рибний, цех первинної обробки овочів; цех вторинної обробки овочів; мийні для столового та кухонного посуду; комори для сухих продуктів, овочів, продуктів, що швидко псуються.

Медичний пункт школи розміщено на першому поверсі та включає наступні приміщення: кабінет терапевта, процедурний кабінет, кабінет психолога, кабінет стоматолога. При медпункті обладнується самостійний санвузол. Кабінет логопеда розташований поблизу блоку навчальних приміщень.

Актова зала розташована на 2 поверсі на 300 місць, визначена кількістю посадкових місць із розрахунку 0,65 кв. м. на одне місце та 60% від загальної кількості учнів. При актовій залі передбачаються артистичні вбиральні, склад декорацій та бутафорії, музичних інструментів. У актовій залі розміщується також клас співу.

На кожному поверсі розміщені санітарні вузли для хлопчиків та дівчаток, обладнані кабінами із дверима без заборів. Кількість санітарних приладів визначено з розрахунку 1 унітаз на 20 дівчаток, 1 умивальник на 30 дівчаток, 1 унітаз, 0,5 лоткового пісуару та 1 умивальник на 30 хлопчиків. Площа санітарних вузлів для хлопчиків та дівчаток слід приймати з розрахунку не менше ніж 0,1 кв.м. на одного учня. На другому та третьому поверхах запроектовано кімнати особистої гігієни для дівчаток. Для персоналу на кожному поверсі виділено окремі санвузли, дві кімнати особистої гігієни жінок. Входи до санвузлів не розташовані навпроти входу до навчальних приміщень або у безпосередній близькості від них. На кожному поверсі передбачені приміщення, обладнані піддонами та підведенням до них холодної та гарячої води, для зберігання та обробки збирального інвентарю, приготування дезінфекційних розчинів.

Підвальний поверх запроектовано на відмітці – 4,020 та виконує функцію укриття, яке забезпечує можливість безперервного перебування в ньому упродовж не менше 48 годин.

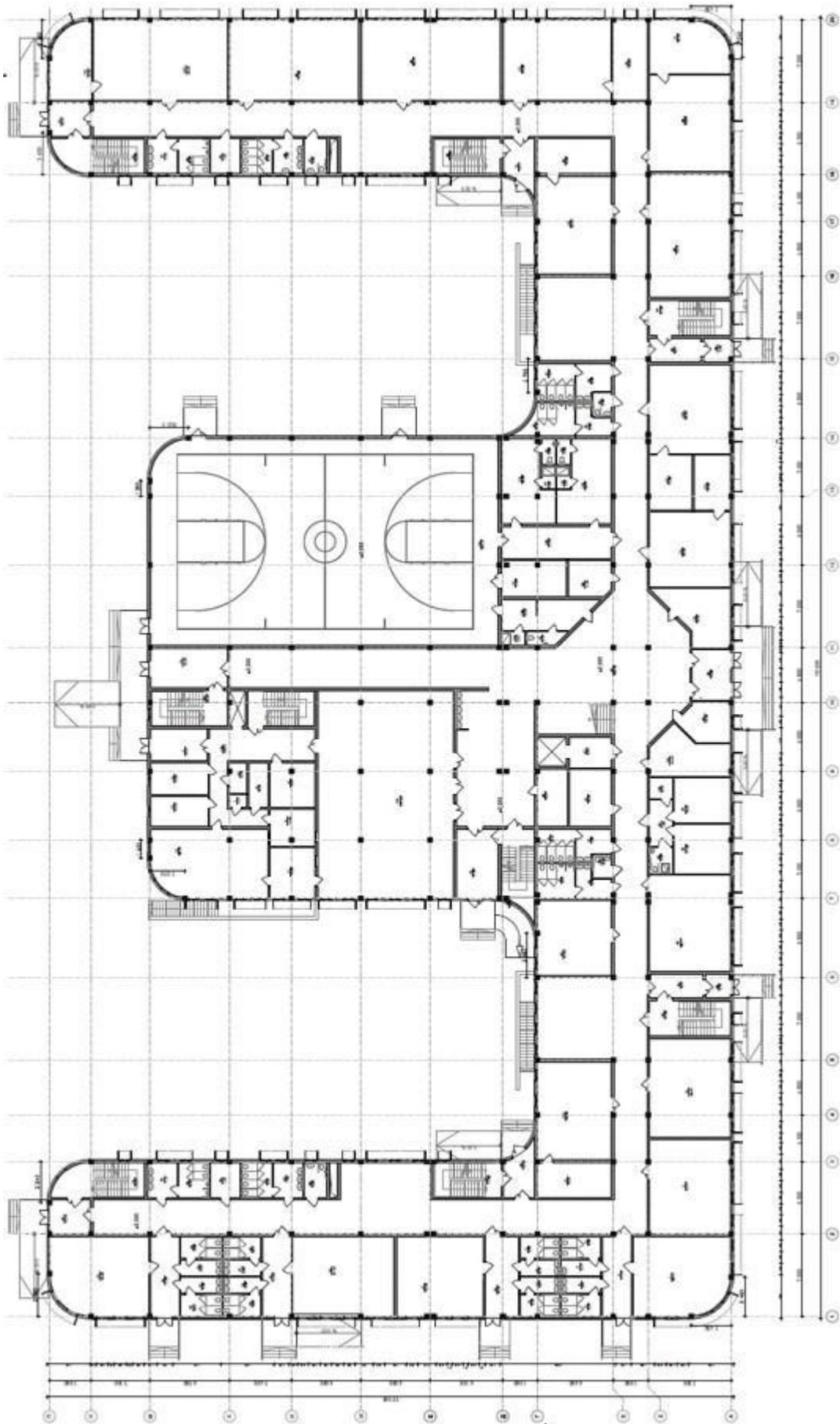
Підвал має входи безпосередньо з вулиці та з будівлі школи, які забезпечують вільний доступ усередину. Входи облаштовані пандусами для осіб з інвалідністю та маломобільних груп.

В укрітті передбачено основні та допоміжні приміщення. До основних відносяться приміщення для населення, яке переховується, пункти керування, медпункти для надання екстреної медичної допомоги з ізолятором та кухонний блок – кухонний цех, складські приміщення, інвентарні та комори та їдальню.

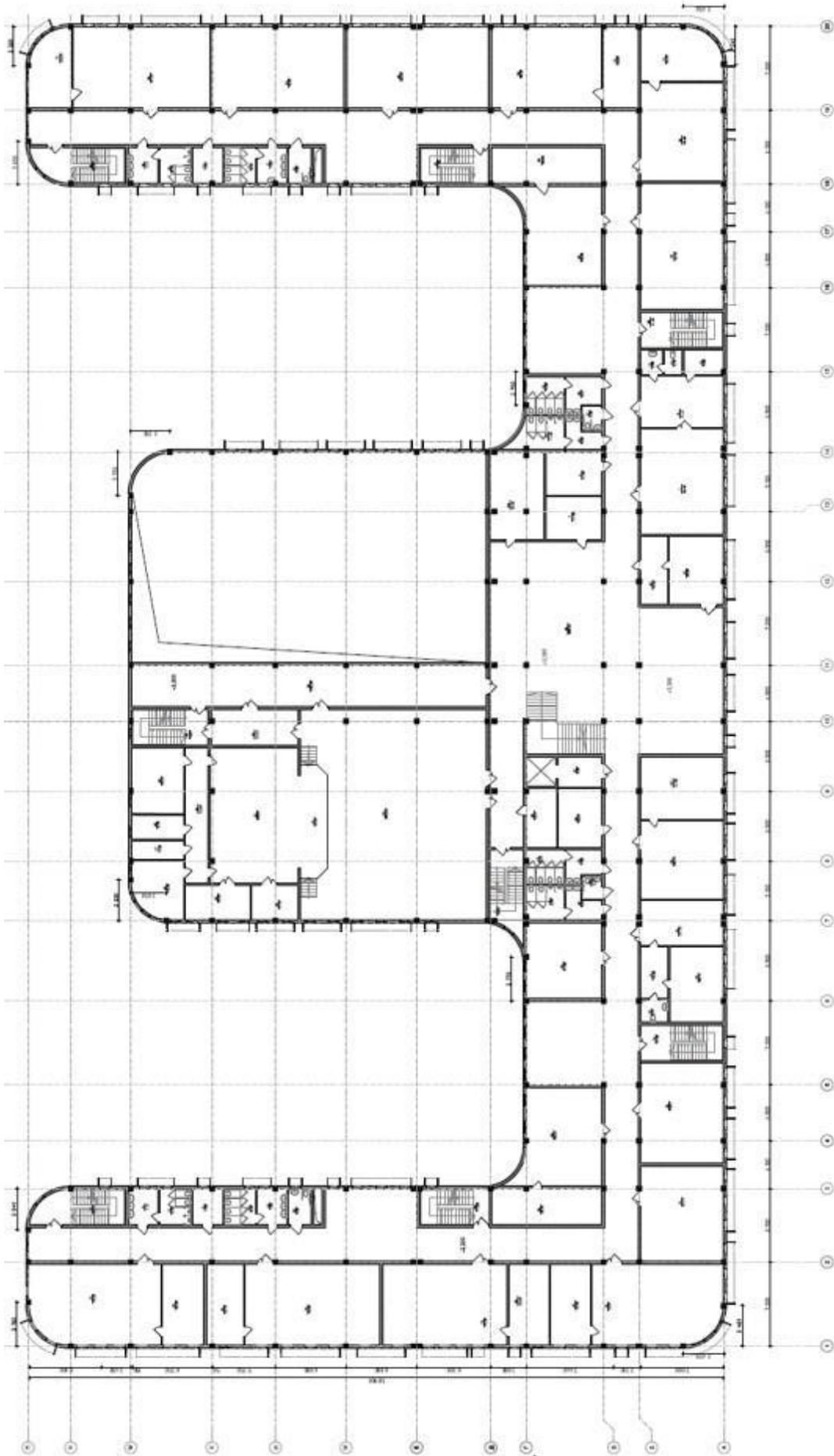
Запроєктовані допоміжні приміщення: технічні приміщення, санітарні вузли, електрощитова, приміщення для зберігання продовольства, тамбур-шлюз, тамбури.

Норму площі підлоги основного приміщення на одного переховуваного було прийнято рівною 0,5 м².

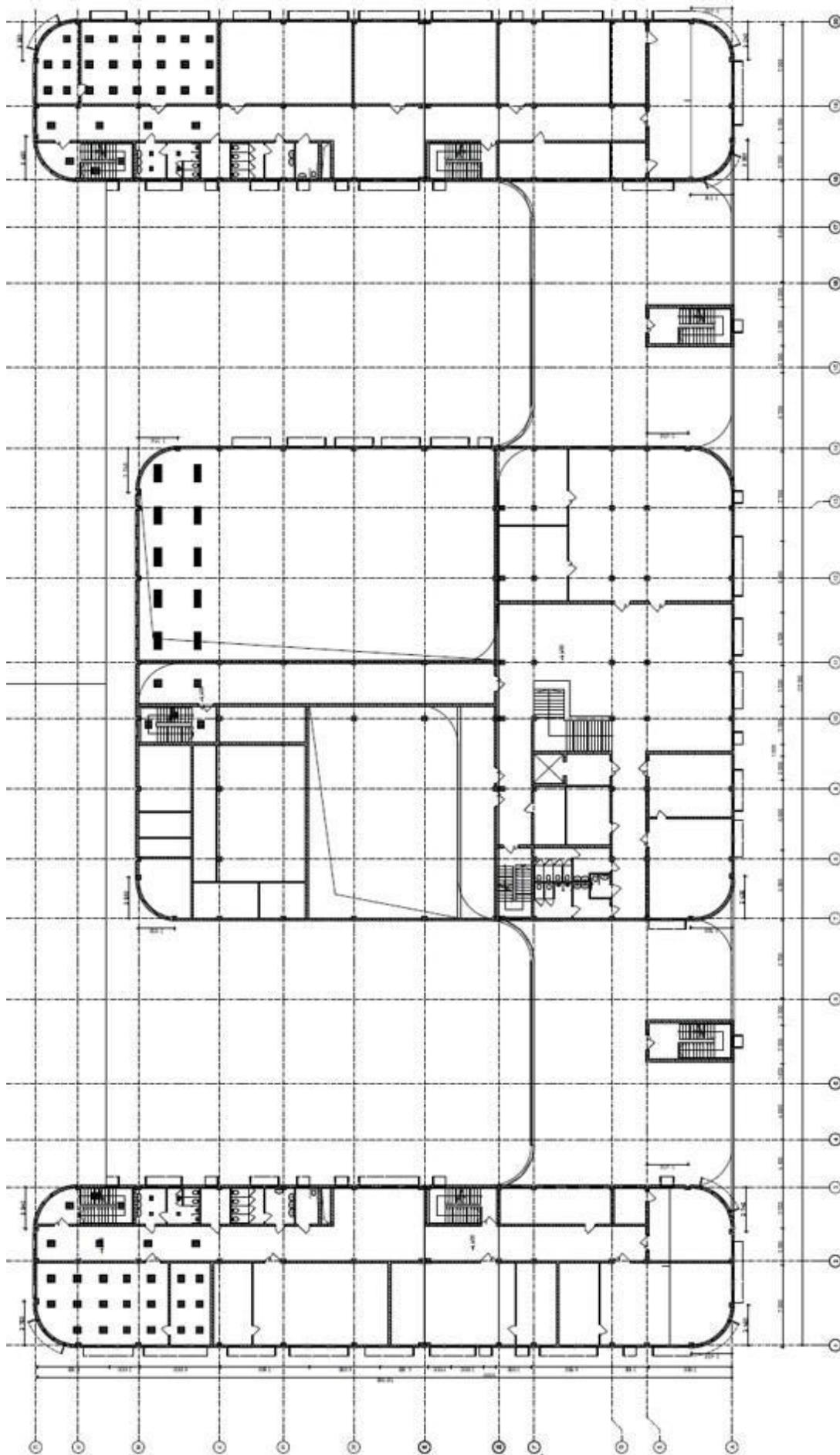
На рис. 4.14 - 4.26 наведено зразки проєктних креслень розділу Архітектурні рішення (АР) проєкту повторного використання енергоефективної будівлі загальноосвітньої школи з поліпшеними екологічними характеристиками.



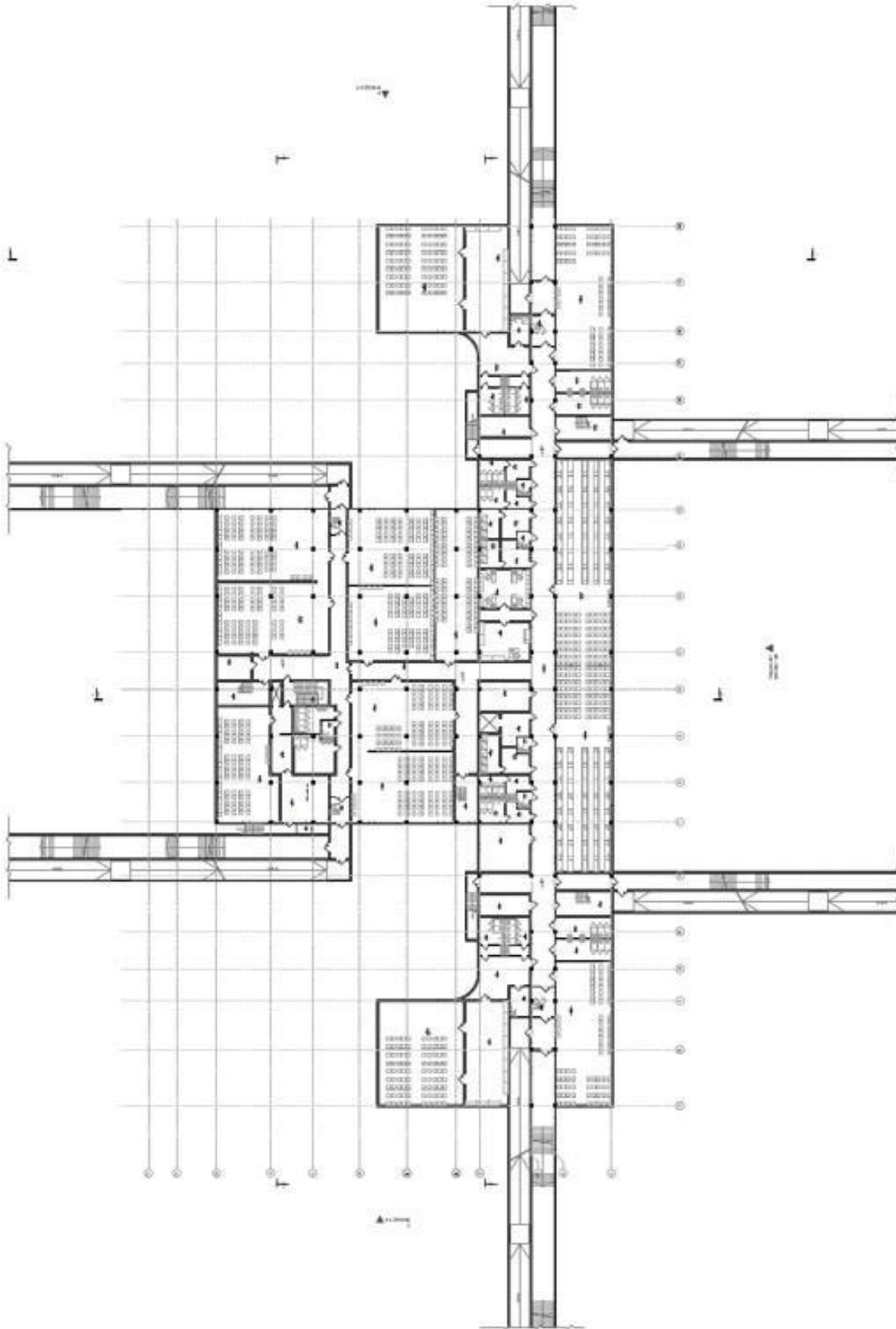
Р и с . 4 . 1 4 . П л а н 1 - Г о п о в е р х у



Р и с . 4 . 1 5 . П л а н 2 - Г о п о в е р х у



Р и с . 4 . 1 6 . П л а н 3 - г о п о в е р х у



Р и с . 4 . 1 7 . П л а н п і д в а л ь н о г о п о в е р х у

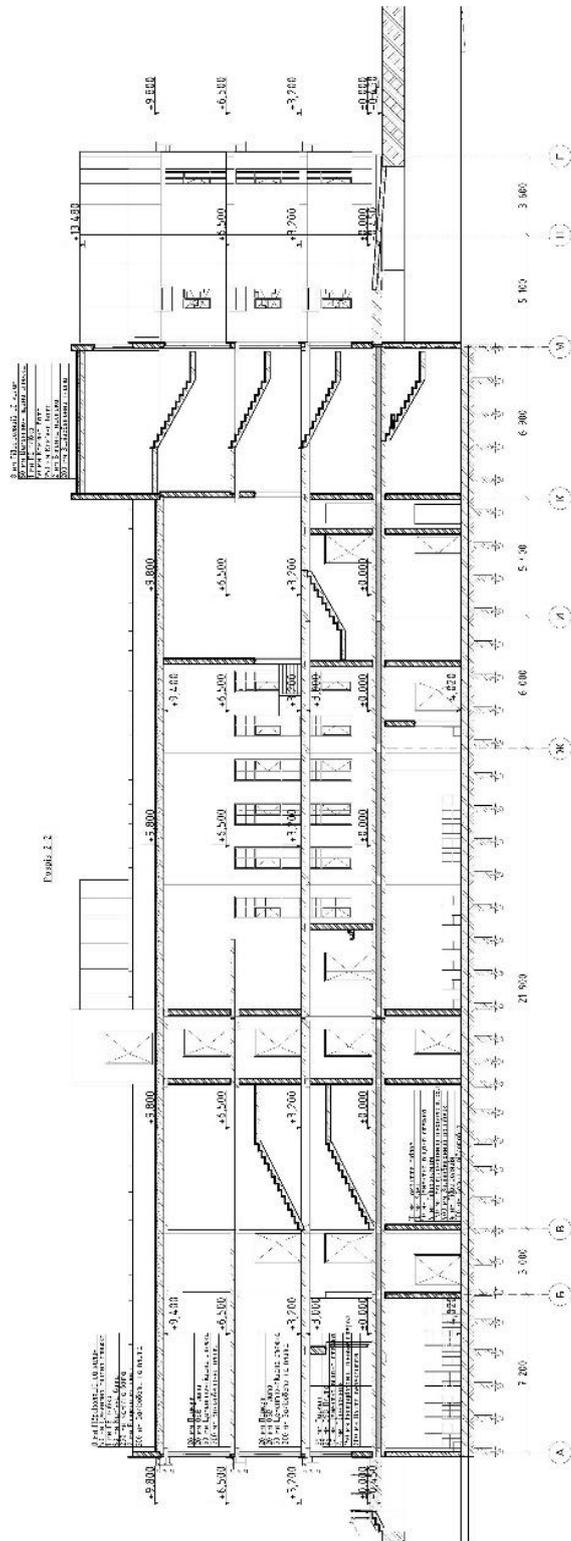
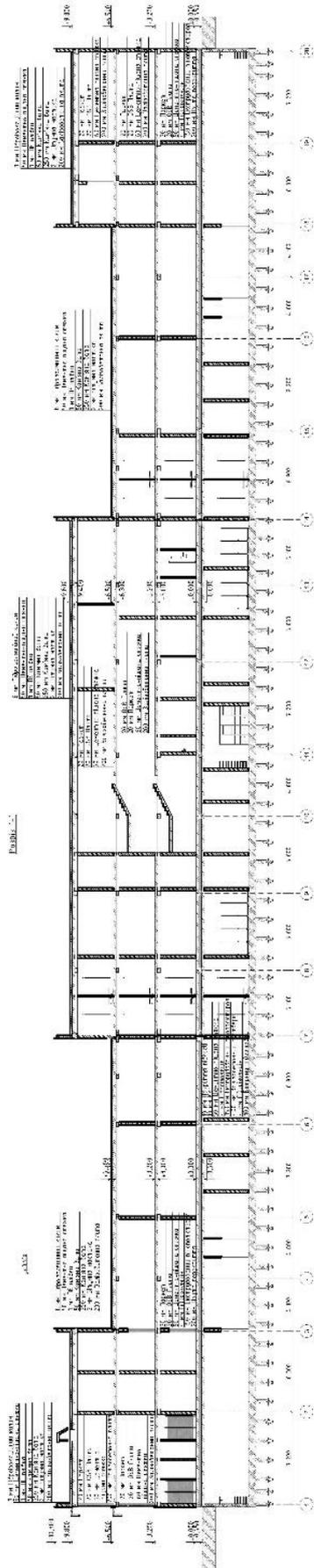
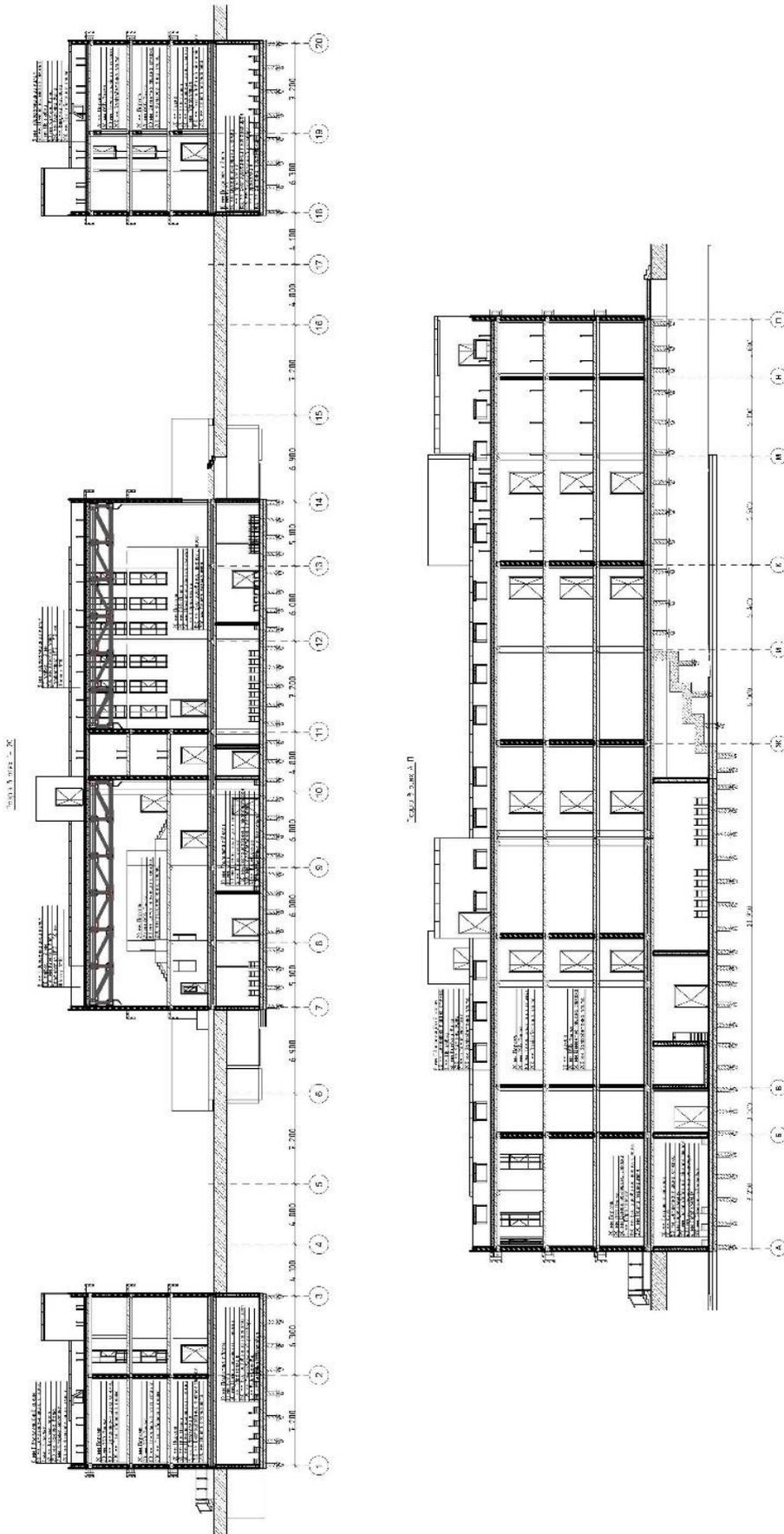
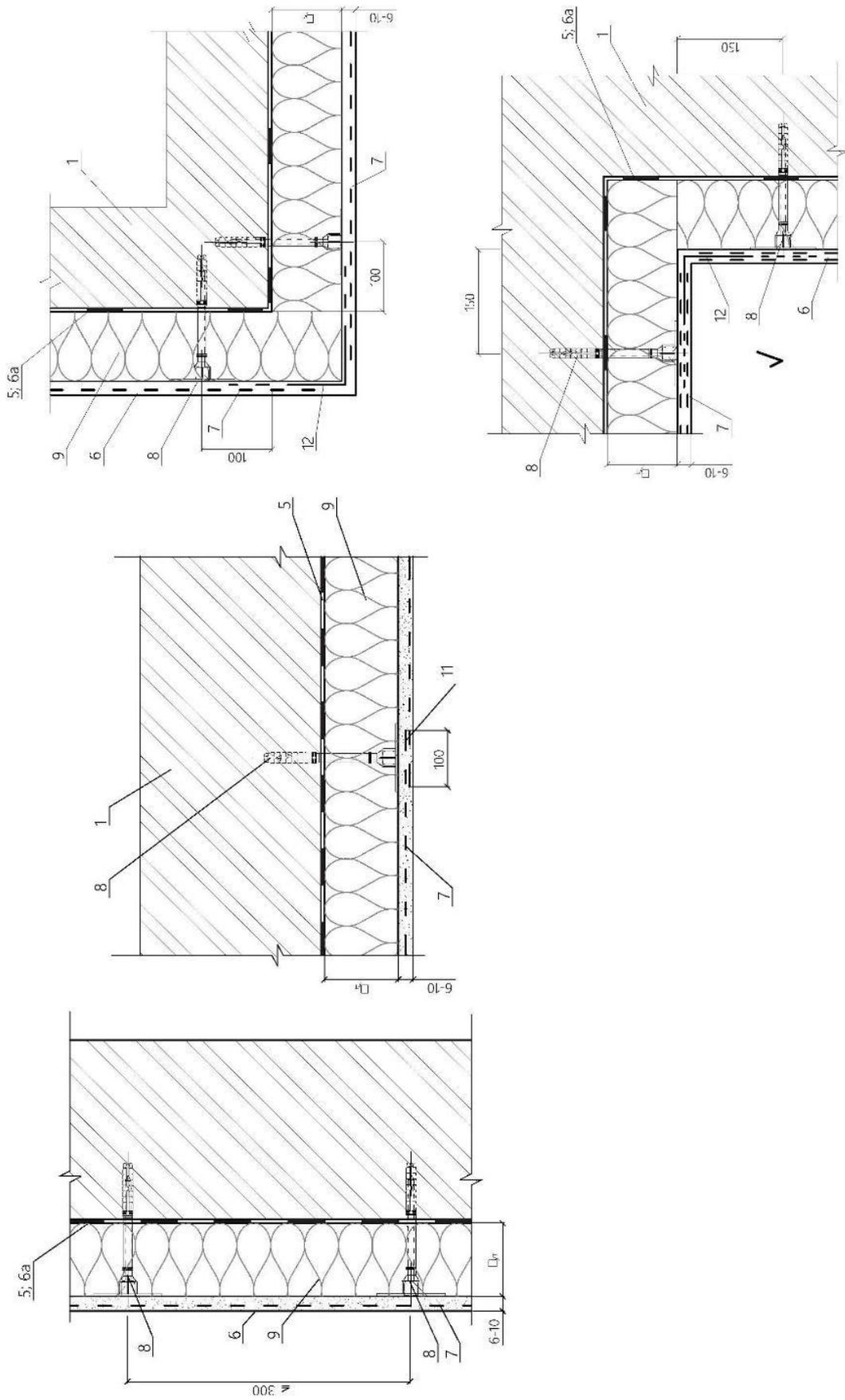


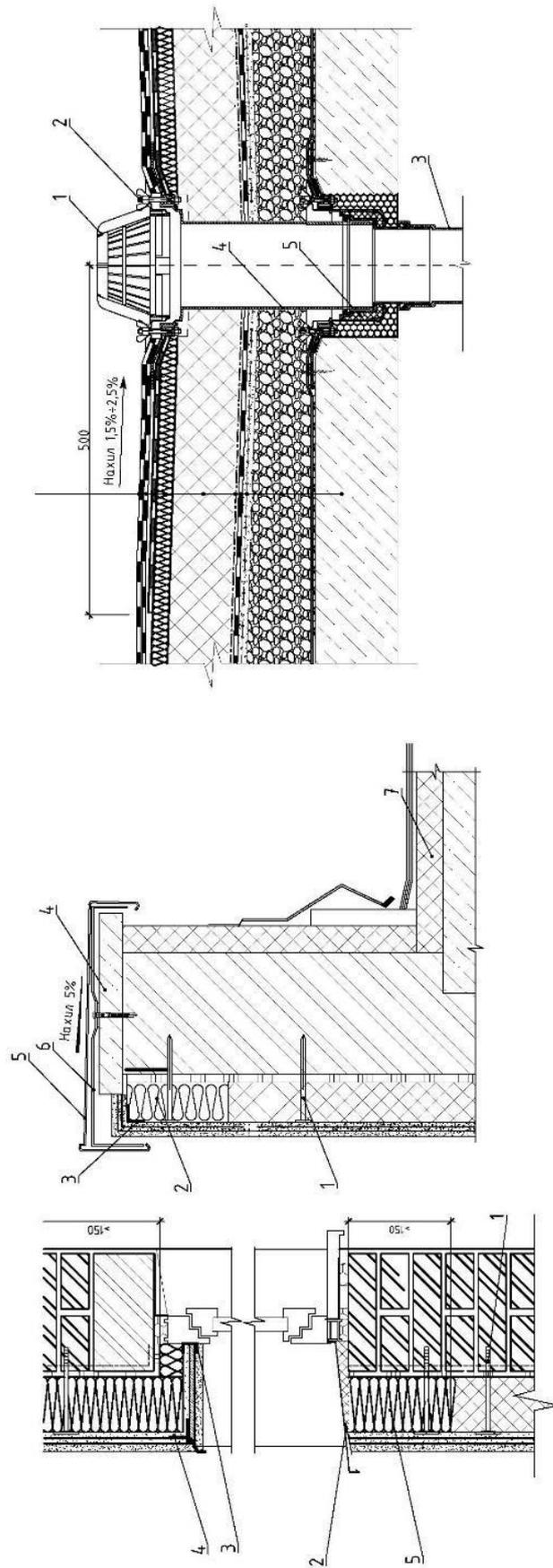
Рис. 1.1 - 1.2



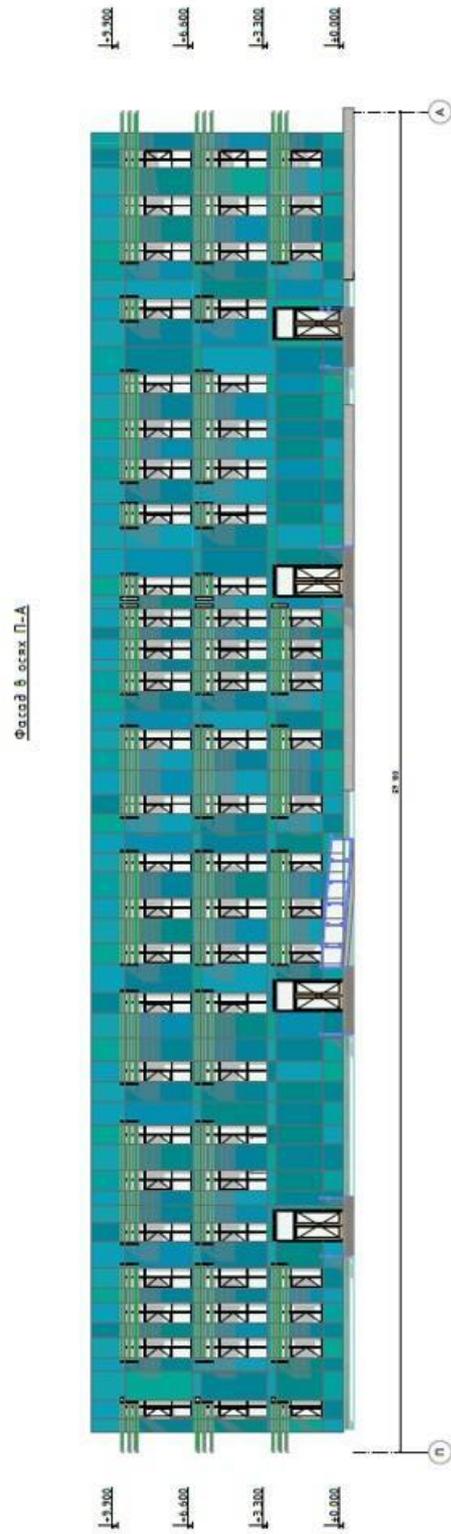
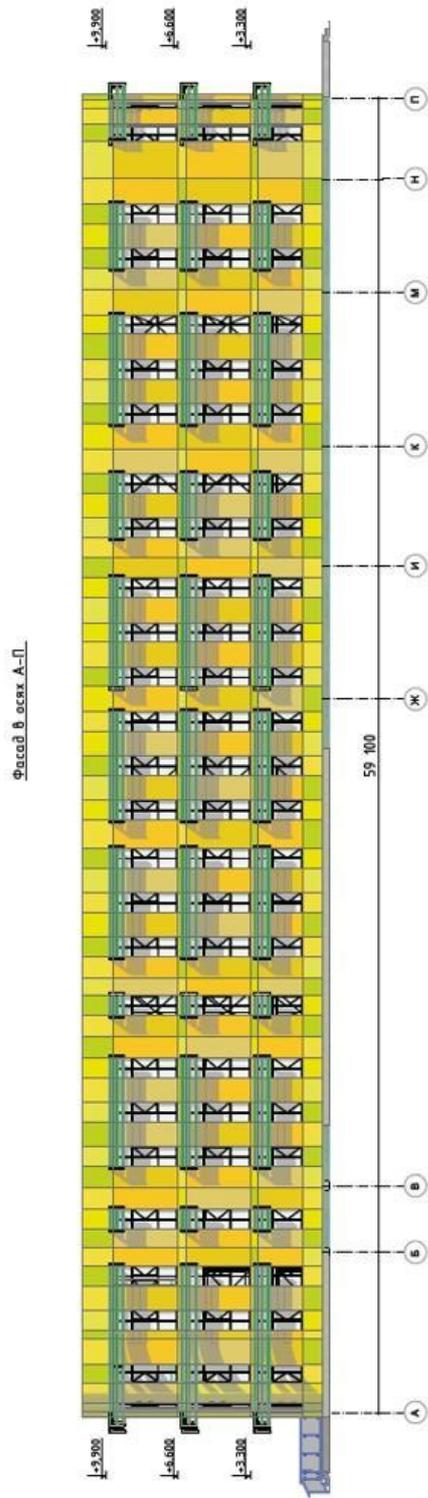
Р и с . 4 . 1 9 . Р о з р і з и 3 - 3 , 4 - 4



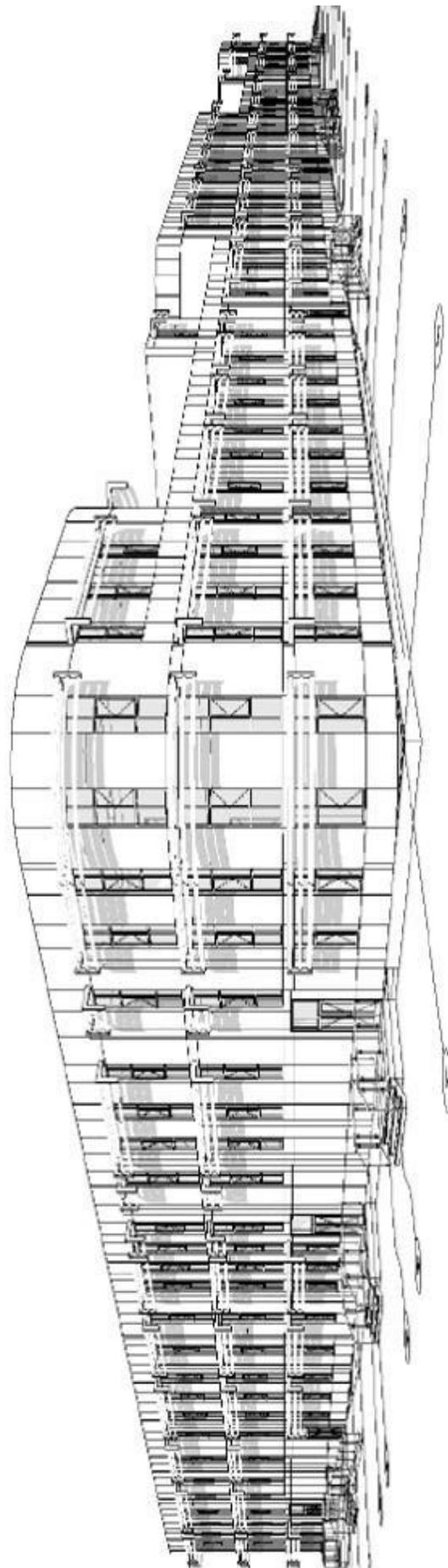
Р и с . 4 . 2 0 . В у з л и к о н с т р у к ц і й ,



Р и с . 4 . 2 1 . В у з л и к о н с т р у к ц і й ,

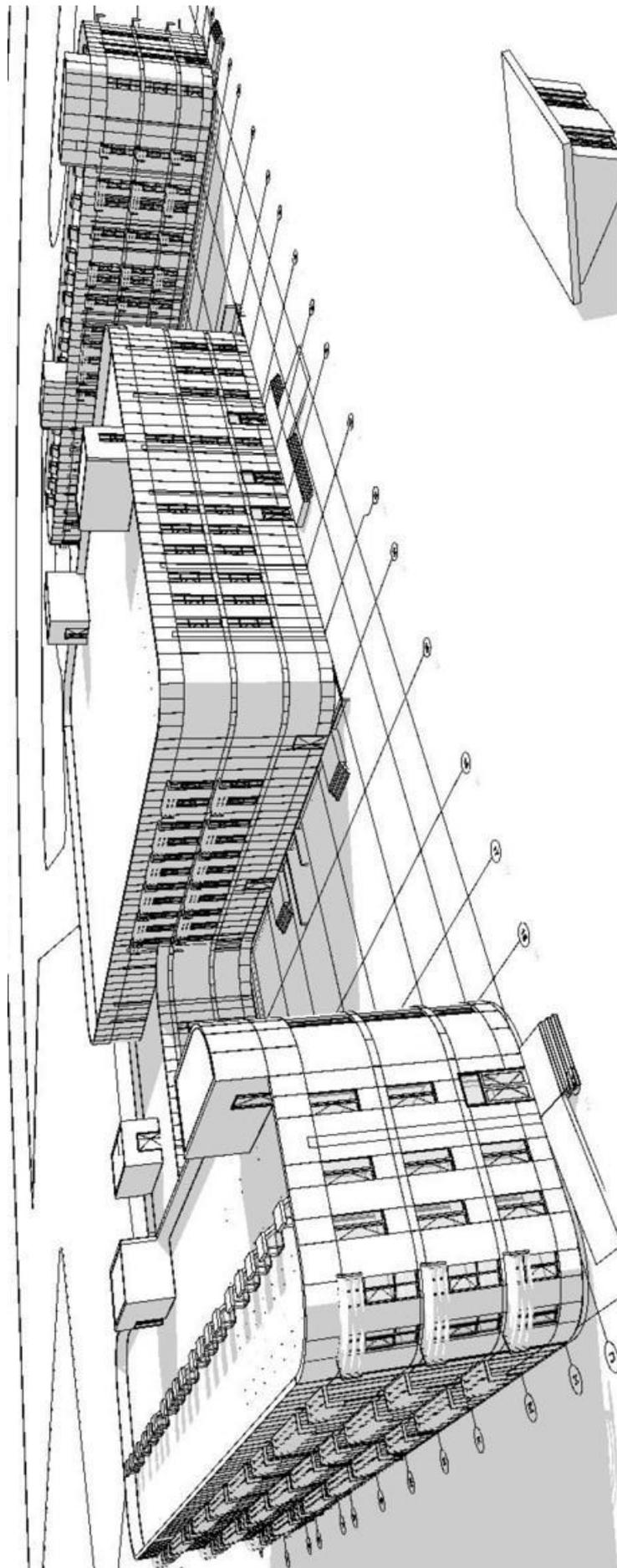


Р и с . 4 . 2 3 . Ф а с а д А - П , П - А .



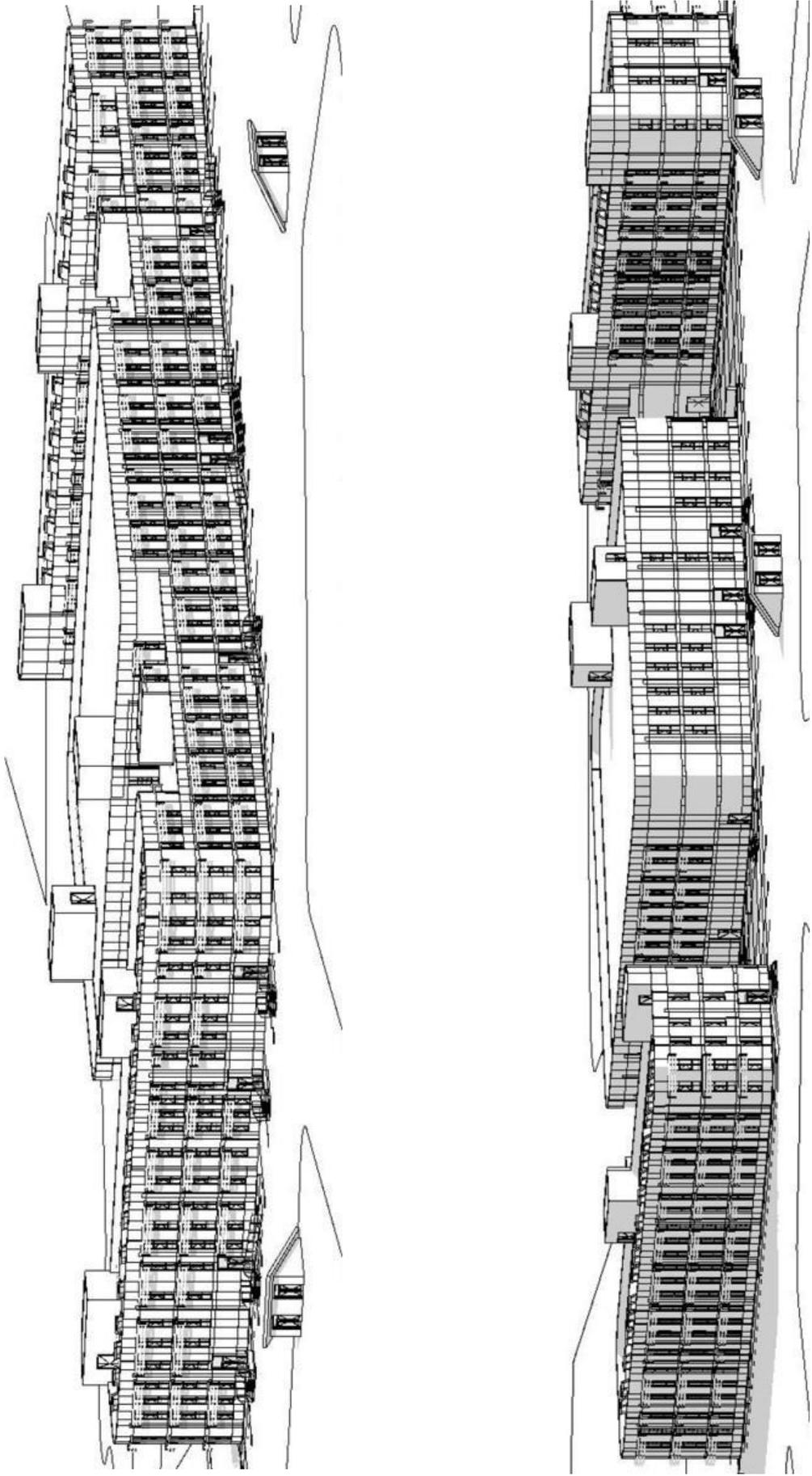
Р
и
с
·
4
·
2
4
·
П
е
р
с
п
е
к
т
и
в
н
е
з
о
б
р
а
ж
е
н
н
я
з
і
с
т
о
р
о
н
и
Г
о
л
о
в

Н
О
Г
О
В
Х
О
Д
У
.



Р и с . 4 . 2 5 . П е р с п е к т и в н е з о б р а ж е н н я з і с т о р о н и в н у т р

і
ш
н
ь
о
г
о
д
в
о
р
у
.



Р и с . 4 . 2 6 . З а г а л ь н і п е р с п е к т и в н і в и г л я д и б у д і в л і з о

РОЗДІЛ 5. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНО-ОСВІТНІХ ШКІЛ Й ВИМОГИ ДО НИХ В РАМКАХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЧНОГО ОПОРУ ТА СТІЙКОСТІ

Конструктивні рішення мають критичне значення для забезпечення безпеки, довговічності та функціональності навчальних закладів. Основними критеріями є забезпечення механічного опору, стійкості до зовнішніх впливів і відповідність сучасним нормативним вимогам. Шкільні будівлі повинні бути адаптованими до кліматичних, геологічних і соціальних умов, забезпечуючи максимальну ефективність використання ресурсів та довговічність експлуатації. Цей розділ зосереджується на аналізі ключових конструктивних підходів у проектуванні шкіл, описує сучасні технології та матеріали, з урахуванням національних та міжнародних стандартів.

5.1. Основи проектування конструктивних елементів

При сучасному проектуванні будівель шкіл необхідно застосовувати принципи оптимізаційного конструювання, що передбачають мінімізацію витрат усіх будівельних матеріалів на етапі будівництва, а також скорочення витрат на усіх інших етапах життєвого циклу будівель (в тому числі на експлуатацію, ремонт, реконструкцію, відновлення, демонтаж та утилізацію конструктивних елементів будівель). Мінімізація будівельних матеріалів здійснюється на основі мультिवаріантного чисельного моделювання конструктивної моделі будівлі, виходячи із найбільш несприятливих умов впливу зовнішніх чинників, що діятимуть на неї.

Досвід будівництва і експлуатації будівель (у тому числі з урахуванням наслідків війни) різних конструктивних систем будівель закладів освіти свідчить про перевагу каркасного типу на основі матеріалів підвищеної міцності: монолітний залізобетон, метал.

Каркаси будівель мають передбачати можливість витримувати підвищені динамічні навантаження та запобігати прогресуючому обваленню (в тому числі у разі значних термічних навантажень).

Для підвищення рівня варіативності та адаптивності конструктивних рішень слід застосовувати принципи модульної координації розмірів. Зокрема, рекомендується застосовувати укрупнений модуль 3М (вимоги до модульної

координації встановлюються ДСТУ Б В.1.3-3), що передбачає кратність міжосьових розмірів – 300 мм. Таке рішення продиктоване гнучкістю даного підходу по відношенню до подальшого вибору конструктивних рішень, а також зручністю застосування відповідних проектних рішень при використанні як збірних залізобетонних перекриттів разом із несучими стіновими конструкціями, так і монолітного залізобетонного або металевого балкового перекриття при каркасному будівництві.

Підвальні приміщення шкільного закладу повинні передбачати можливість їх використання у якості захисної споруди цивільного призначення й можливістю розміщення не лише учнів, але й інших осіб (включаючи учителів/вихователів, адміністративний персонал, допоміжний персонал, відвідувачів тощо).

Підвальні приміщення слід проектувати як споруди подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційних укриттів або сховищ.

Усі проектні рішення мають бути розроблені із дотриманням принципів безбар'єрності та доступності приміщень. В тому числі, евакуаційні виходи із захисної споруди подвійного призначення (у підвальних приміщеннях) мають бути обладнані пандусами та/або спеціальними підйомними механізмами для людей із обмеженими фізичними можливостями згідно вимог ДБН В.2.2-40, ДБН В.2.2-9, ДБН В.1.1-7.

Вибір типу конструктивного вирішення, матеріалів, характеристик несучих конструкцій повинні бути уточнені у завданні на проектування та відповідати архітектурному й інженерному задумам, місцю будівництва, кліматичним умовам, вимогам безпеки.

5.2. Вимоги механічного опору та стійкості

При розробленні конструктивних рішень будівель шкіл слід дотримуватись вимог діючої нормативної бази, зокрема, ДБН В.1.1-7, ДБН В.1.2-2, ДБН В.1.2-6, ДБН В.1.2-7, ДБН В.1.2-14, ДБН В.2.1-10, ДБН В.2.6-98, ДБН В.2.6-161, ДБН В.2.6-162, ДБН В.2.6-198, ДБН В.2.6-220, ДСТУ-Н Б В.1.1-27, ДСТУ Б В.1.2-3, ДСТУ-Н Б В.1.2-13, ДСТУ-Н Б В.2.6-214. А у разі особливих умов будівництва таких, як просідаючі ґрунти, підроблювані території, сейсмічні райони, то необхідно додатково керуватися ДБН В.1.1-24, ДБН В.1.1-45, ДБН В.1.1-46, ДБН В.1.1-12.

Проектні рішення основ та несучих конструкцій будівлі повинні бути розроблені з усією відповідальністю і виключати можливість, що в процесі будівництва й у розрахункових умовах експлуатації будівлі можуть відбуватися руйнування або пошкодження її конструкцій (таких, що призведе до необхідності припинення експлуатації), а також що відбудеться неприпустиме погіршення експлуатаційних властивостей конструкцій або будівлі в цілому через деформації або виникнення тріщин. Такі ж вимоги висуваються і на етапі будівництва.

В свою чергу конструкції та основи будівлі повинні бути розраховані на сприйняття навантажень та впливів, а саме:

- постійних навантажень від власної ваги несучих та огорожувальних конструкцій;
- тимчасових рівномірно розподілених і зосереджених навантажень на перекриття;
- снігових і вітрових навантажень для даного кліматичного району будівництва.

Конструктивна система будівель шкіл повинна бути запроєктована згідно з вимогами ДБН В.1.2-6 та забезпечувати міцність, жорсткість і стійкість будівлі при дії всіх розрахункових навантажень і впливів як на стадії будівництва, так і в період експлуатації. Основною вимогою при цьому є необхідність забезпечити її надійну експлуатацію, в тому числі загальну стійкість запроєктованої конструктивної системи при аварійних ненормованих локальних руйнівних навантаженнях на окремі несучі конструкції, як мінімум на час, необхідний для евакуації людей (вибухи різного типу, пожежі, падіння важких предметів, наїзди важкого транспорту).

Фундаменти будівлі слід проектувати з урахуванням відповідних даних будівлі школи вихідних даних: фізико-механічних характеристик ґрунтів, характеристик гідрогеологічного режиму на площадці забудови, а також ступеня агресивності ґрунтів і підземних вод по відношенню до фундаментів та підземних інженерних мереж. Запроєктовані фундаменти будівлі повинні забезпечувати необхідну рівномірність осідання під елементами будівлі.

Для забезпечення надійності конструкцій та елементів протягом строку експлуатації будівлі слід застосовувати матеріали, які мають необхідну довговічність і відповідають вимогам ремонтпридатності, при цьому всі з'єднання та вузли конструкцій повинні мати строк служби, який відповідає строку експлуатації будівлі.

Отже, конструктивні рішення будівель загальноосвітніх шкіл повинні відповідати високим стандартам безпеки, забезпечувати міцність, жорсткість і стійкість будівлі при дії всіх розрахункових навантажень і впливів як на стадії будівництва, так і в період експлуатації. Інтеграція сучасних матеріалів і технологій у процес проектування та будівництва дозволяє створювати стійкі та функціональні будівлі, які забезпечують комфорт і безпеку для учнів і персоналу. Особливу увагу слід приділяти адаптації конструкцій до локальних умов будівництва, застосуванню екологічних матеріалів, а також ресурсоощадних технологій, що відповідають принципам оптимізаційного конструювання.

5.3. Підтримка експлуатаційної придатності будівель

Можливість експлуатації об'єкта за призначенням забезпечують шляхом догляду за ним для підтримування його експлуатаційної придатності, а у разі зміни умов експлуатації – шляхом адаптації об'єкта до нових умов. Склад, обсяги і терміни заходів із підтримання експлуатаційної придатності об'єкта з усуненням виявлених невідповідностей проектним та нормативним вимогам визначають на підставі даних нагляду за його технічним станом.

Підтримування (та поліпшення) експлуатаційної придатності об'єкта здійснюється за двома основними напрямками:

- збереження експлуатаційних характеристик об'єкта протягом встановленого терміну експлуатації;
- відновлення експлуатаційної придатності об'єкта через капітальні ремонти або реставрацію.

Засобами збереження експлуатаційної придатності є заходи з технічного обслуговування об'єкта, його конструкцій, інженерних систем. За необхідності слід виконувати захист від негативного впливу прилеглої забудови та/або оточуючого середовища на експлуатаційну придатність та безпеку об'єкта. Технічне обслуговування включає:

- а) поточні заходи з утримання об'єкта;
- б) поточні ремонтні роботи із забезпечення експлуатаційної придатності об'єкта.

Поточні заходи з утримання підтримують експлуатаційну придатність об'єкта, запобігають передчасному зношенню конструктивних елементів та інженерних систем. Поточні ремонтні роботи виконують для своєчасного

захисту конструкцій та інженерних систем шляхом виконання запобіжних заходів і усунення дрібних пошкоджень.

Відновлення (поліпшення) експлуатаційної придатності об'єкта через капітальний ремонт слід здійснювати у випадках значної фізичної зношеності, пошкоджень або руйнування конструкцій та/або інженерних систем, ліквідації наслідків пожежі, аварії.

У разі зміни умов експлуатації або функціонального призначення об'єкта його пристосування до нових умов здійснюють через реконструкцію (шляхом перебудови) або технічне переоснащення.

У разі неможливості або недоцільності відновлення експлуатаційних властивостей об'єкта, необхідних для його експлуатації за призначенням, або за необхідності припинення його експлуатації здійснюють консервацію або ліквідацію об'єкта з урахуванням законодавчих, містобудівних, технічних, економічних та інших вимог.

Експлуатацію об'єкта (або його частини), технічний стан якого за результатами обстеження визнано аварійним, слід зупинити до відновлення експлуатаційної придатності або до ліквідації.

Заходи з підтримання експлуатаційної придатності об'єкта відображають у технічному журналі з експлуатації, де мають бути зафіксовані:

а) результати поточних спостережень за об'єктом та його конструктивними елементами;

б) факти настання нестандартних або надзвичайних ситуацій;

в) висновки щодо результатів періодичних технічних оглядів та обстежень об'єкта, моніторингу окремих частин або конструкцій – з посиланням на відповідні звітні документи;

г) дані щодо виконаних робіт з технічного обслуговування об'єкта – усунення виявлених наглядом несправностей, дефектів та пошкоджень конструкцій, підтримування нормального стану об'єкта і належного рівня його експлуатаційних характеристик;

д) дані щодо капітальних ремонтів, реставрації, реконструкції, консервації, якщо такі проводилися.

Обстеження об'єктів для визначення їх технічного стану проводять шляхом обстежень об'єкта визначаючи поточні якісні та кількісні показники його експлуатаційних властивостей.

За потреби у тривалому відстеженні цих показників по об'єкту, окремих його частинах, конструкціях або системах проводиться їх інструментальний моніторинг. Ці дані мають використовуватись як підстава для визначення змісту, обсягів і термінів виконання заходів з догляду за об'єктом для підтримання чи відновлення його експлуатаційної придатності або припинення експлуатації.

Плановими обстеженнями оцінюють поточний технічний стан об'єкта, встановлюють можливість його подальшої безаварійної експлуатації або необхідність відновлення експлуатаційних властивостей.

Позапланове обстеження об'єкта проводять у разі необхідності відновити його експлуатаційні властивості, змінити умови використання або припинити експлуатацію.

Мета обстеження та оцінки технічного стану об'єкта, склад інформації щодо його результатів, склад і обсяги робіт з його проведення мають бути визначені в технічному завданні.

При наявності результатів науково-технічного супроводу їх слід враховувати у технічному завданні.

Планові обстеження слід здійснювати на відповідність основним вимогам законодавства, чинних будівельних норм та національних стандартів залежно від типу, призначення і класу наслідків (відповідальності) об'єкта.

В межах встановленого терміну експлуатації об'єкта термін його наступного планового обстеження має призначатись під час чергового обстеження з умови, що до наступного обстеження експлуатаційна придатність об'єкта може бути підтримана.

Після закінчення встановленого проектною документацією терміну експлуатації об'єкт питання щодо його подальшої експлуатації вирішують за результатами обстеження.

Позапланове обстеження об'єкта слід проводити після екстремальних явищ стихійного або техногенного характеру та/або у разі:

- а) якщо черговим технічним оглядом виявлено, що технічний стан об'єкта погіршився порівняно з попереднім оглядом до рівня, який не відповідає вимогам експлуатаційної придатності;
- б) виявлення нових значних дефектів і пошкоджень конструкцій, руйнування об'єкта або його частини;

в) виникнення або прогнозування небезпечних змін в умовах експлуатації, які загрожують змінити проектні навантаження, впливи, інженерно-геологічну, гідрогеологічну або іншу ситуацію чи конструктивну систему об'єкта;

г) планування заходів з відновлення експлуатаційної придатності об'єкта або його пристосування до зміни умов експлуатації;

д) планування консервації, розконсервації або ліквідації об'єкта.

При обстеженні об'єкта має перевірятись відповідність його експлуатаційних властивостей умовам використання за призначенням та відповідність об'єкта основним вимогам.

В процесі експлуатації конструкцій не допускається змінювати конструктивну схему будівлі.

Будівельні конструкції необхідно оберегати від перевантаження, у тому числі що носить короткочасний характер. Необхідно забезпечити умови експлуатації, при яких несучі конструкції не знижують своїх первинних властивостей, передбачених при їх проектуванні. При оцінці технічного стану несучих конструкцій гранично допустимі переміщення елементів конструкцій (незалежно від прийнятих матеріалів) слід приймати по ДБН В.1.2-2:2006.

Залізобетонні конструкції слід оберегати від дії проточної води, кислот, лугів, олій, емульсій нафтопродуктів і інших агресивних по відношенню до бетону або арматурі рідин, а також концентрованих розчинів речовин, що кристалізуються при випарі розчинів.

При оглядах зовнішніх стін найбільшу увагу слід приділяти ділянкам їх сполучення з іншими конструкціями [цоколем, вимощенням, заповненнями отворів, внутрішніми стінами, перекриттями і покриттям будівлі, і сполученням окремих елементів зовнішніх стін між собою (перемичок з простінками, елементам кріплень до стіни пожежних, аварійних сходів і інших пристроїв).

При огляді фасадів особливу увагу слід приділяти безпеці людей, при незадовільному технічному стані конструктивних елементів фасадів (козирків, карнизів, архітектурних деталей та ін.), що виступають. Для усунення загрози можливого обвалення елементів конструкцій слід негайно виконувати охоронно-попереджувальні заходи - встановлення огорожень, сіток, припинення експлуатації балконів, демонтаж частини елемента, що руйнується, і так далі.

Деформації ґрунтів та дефекти фундаментів, як правило, слід встановлювати в процесі оглядів надземних будівельних конструкцій. При цьому необхідно враховувати, що ознаками деформації ґрунтів і дефектів фундаментів є зміщення по вертикалі, тріщини, нахили або перекося конструкцій і елементів

будівлі. При появі ознак нерівномірних осідань фундаментів необхідно виконати огляд будівлі, встановити маяки на тріщини, організувати геодезичний моніторинг, вжити заходи по виявленню причин деформацій і їх усуненню. Якщо після усунення порушень правил утримання будівельних конструкцій (проникнення технологічних або господарських вод в ґрунт, перевантажень будівельних конструкцій або поверхні ґрунту біля стін будівлі, несправності систем дренажу і водопониження і так далі) ушкодження продовжують розвиватися, для визначення причин їх появи і заходів по відвертанню руйнування будівельних конструкцій потрібне проведення технічного обстеження будівлі і ґрунтів його основи спеціалізованою організацією.

Для уникнення надмірного зволоження внутрішніх поверхонь зовнішніх конструкцій конденсаційною вологою необхідно передбачити підтримку в приміщеннях та підвалах необхідного температурно-вологосного режиму.

Для оберігання будівельних конструкцій будівель від дії атмосферних опадів і ґрунтових вод слід:

- тримати в справному стані зовнішні конструкції (в першу чергу вологоізолюючі і інші зовнішні шари конструкцій), що захищають, елементи і пристрої для відведення дощових і талих вод (фартухи, зливи, зовнішні і внутрішні водостоки, мережі зливової каналізації, системи дренажу), вологоізолюючі шари фундаментів;

- підтримувати цілісність, рівність і проєктний ухил доріг, тротуарів і вимощення;

- підтримувати проєктне планування територій;

- забезпечувати своєчасне очищення і видалення бурульок і прибирання, при необхідності снігу з покрівлі;

- організовувати прибирання снігу від стін будівлі на відстані не менше 2 м при настанні відлиги;

- контролювати рівень та, при необхідності, хімічний склад ґрунтових вод.

Очищення покрівлі від снігу слід проводити у разі, якщо фактичне навантаження від снігу рівне або перевищує нормативне, прийняте при проєктуванні, а також у разі потреби термінового ремонту покрівлі. При очищенні покрівель з рулонних матеріалів слід залишати шар снігу завтовшки близько 10 см.

5.4. Конструктивні рішення щодо забезпечення механічного опору та стійкості конструкцій в рамках проєкту повторного використання для закладів загальної середньої освіти

Для проєкту повторного використання закладу загальної середньої освіти (див. розділ 1) застосована каркасна конструктивна система будівлі (вертикальні несучі конструкціями є колони). Основний матеріал несучих конструкцій – залізобетон. Просторова жорсткість та стійкість конструкцій будівлі забезпечується ліфтово-сходовими блоками, балками, колонами, що жорстко з'єднані з плитами перекриття.

Фундаментні конструкції запроектовано у відповідності до вимог ДБН В.2.1-10. З ціллю забезпечення універсальності прийнятих проєктних рішень прийнято конструктивне вирішення, що задовольняє будь-які інженерно-геологічні умови на території країни. Фундамент – пальовий, із прямокутними палями перерізом 300х300мм. Палі об'єднані монолітною плитою ростверку, що має товщину 400мм, із передбаченим заведенням оголовку палі в плиту на 50 мм.

Підземна частина будівлі виконана у відповідності з ДБН В.2.2-5.

По периметру будівлі у підземній частині передбачені монолітні залізобетонні стіни товщиною 300 мм. Армування огорожувальних конструкцій підвалу виконано трьома арматурними сітками з розміром чарунки 150 мм, внутрішнім захисним шаром товщиною 35 мм, зовнішнім – товщиною 35 мм. Зміщення сіток по горизонталі одна відносно одної прийнято 1/3 від розміру чарунки.

Опис конструкцій надземної частини

Стіни ліфтово-сходиноквих блоків виконані монолітними залізобетонними товщиною 250 мм. Матеріал стін бетон С30/35 та арматура періодичного профілю класу А 400С. Колони виконані у розмірах 400х400 мм. Колони запроектовані монолітні з бетону С30/35, з армуванням в'язаними каркасами з арматури А240С.

Сходи та міжповерхові площадки передбачені монолітними, товщина маршів та площадок – 200 мм. Обпирання міжповерхових площадок виконується у нішах у стінах в зоні сходинокво-ліфтового блоку. Бетон сходів прийнятий класу С20/25, арматура А 500С діаметром 12 мм.

Перекрыття запроектовано монолітними зі з/б плит товщиною 200мм, що армуються верхньою та нижньою арматурою з встановленням на опорах розрахункової та конструктивної поперечної арматури. Перекрыття запроектовані з бетону С20/25 з армуванням сітками з арматури А 400С. Прогин плит складає 27,6 мм на 8.1 м, що менше гранично допустимого з естетико-психологічних вимог $1/250=32,4$ мм.

Елементи вхідних груп (площадки та сходові марші) запроектовані монолітні залізобетонні по ущільненому ґрунту з обпиранням по периметру на стрічковий монолітний фундамент. Елементи вхідних груп запроектовані з бетону С20/25 з армуванням сітками з арматури А 500С діаметром 12 мм.

Заповнення каркасу (внутрішні і зовнішні стіни і перегородки) виконуються з кладки цегли 300 мм питомою вагою не більше 1600 кг/м^3 . Максимальна допустима висота перегородок з армованої кладки товщиною 250 мм складає 3,1 м при відстані між поперечними конструкціями до 15 м.

Проектом передбачено кріплення перегородок та зовнішніх стін до елементів каркасу (шляхом постановки у шви перегородок та стін підвісів універсальних для гіпсокартону, що кріпляться до пілонів за допомогою дюбелів) та кріплення зверху до перекрыття за допомогою гнучких в'язей.

У всіх несучих конструкціях робоча арматура стикується в напуск (без зварювання). Стики робочої арматури необхідно влаштовувати зі зміщенням по довжині конструкцій. При цьому площа перерізу робочих стержнів, що стикуються в одному перерізі або на відстані менше довжини напуску, повинна складати не більше 50% загальної площі перерізу робочої арматури.

З метою підвищення надійності та безпеки конструкцій для запобігання потенційним небезпекам передбачено:

- забезпечення потрібної якості матеріалів, конструкцій, виробів і якості проведення робіт шляхом організації вхідного, поопераційного і приймального контролю;
- підтримання у належному стані важливих для безпеки об'єкту елементів, пристроїв і систем шляхом проведення необхідних профілактичних робіт у передбачений нормативними документами період;
- забезпечення необхідного рівня підготовки персоналу.

Довговічність конструктивних елементів забезпечується врахуванням у розрахунку ситуацій, що передбачають вплив прогресивного руйнування конструкцій.

У розрахунках враховані коефіцієнти надійності за відповідальністю згідно ДБН В.1.2-14. Будівлі повинні знаходитися в такому стані, щоб вони могли використовуватися за призначенням протягом усього встановленого терміну експлуатації. Якщо конструкція зазнає фізичного зносу і її стан викликає недопустиме зростання ризику, пов'язаного з подальшою експлуатацією об'єкта, необхідно провести ремонт, який відновлює роботоздатність конструкції, змінити умови її експлуатації або провести повну заміну.

Пошкодження або погіршення стану будівель і споруд, окремих конструкцій та основ виявляються в результаті оглядів і обстежень, що проводяться через певні проміжки часу.

Забезпечення експлуатаційної придатності здійснюється притаманними засобами на стадіях: проєктування, будівництва та експлуатації.

Забезпечення експлуатаційної придатності об'єкта здійснюється шляхом догляду забезпечення основних вимог до будівель і споруд щодо:

- а) механічного опору та стійкості;
- б) пожежної безпеки;
- в) відсутності загрози здоров'ю або безпеці людей та шкідливого впливу на навколишнє природне середовище;
- г) безпеки і доступності у використанні;
- д) захисту від шкідливого впливу шуму та вібрації;
- е) енергетичної ефективності та збереження тепла.

Експлуатаційна придатність об'єкта підтримується заходами догляду за ним протягом періоду експлуатації через своєчасне усунення виявлених невідповідностей проєктним та нормативним вимогам. Безпека об'єкта забезпечується на всіх етапах життєвого циклу:

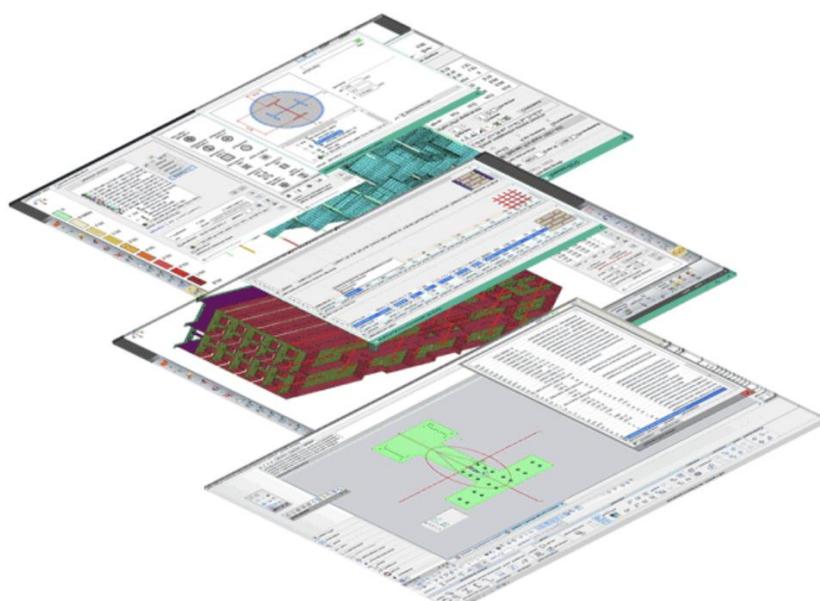
- а) відстежується дотримання правил технічної експлуатації, технічний стан конструктивної системи, окремих конструкцій та інженерних систем;
- б) періодичні планові та позапланові обстеження об'єкта в) інструментальний моніторинг стану об'єкта, окремих елементів або систем (за потреби) – тимчасовий або постійний.

У здійсненні нагляду та догляду за об'єктом потрібно дотримуватись вказівок чинних будівельних норм та національних стандартів, проєктної та експлуатаційної документації. Нагляд і догляд здійснюють з урахуванням класу наслідків (відповідальності) об'єкта та категорії відповідальності окремих конструкцій.

5.5. Приклади розрахункових конструктивних схем в рамках проєкту повторного використання для закладів загальної середньої освіти

5.5.1. Варіант при залізобетонному каркасі будівлі

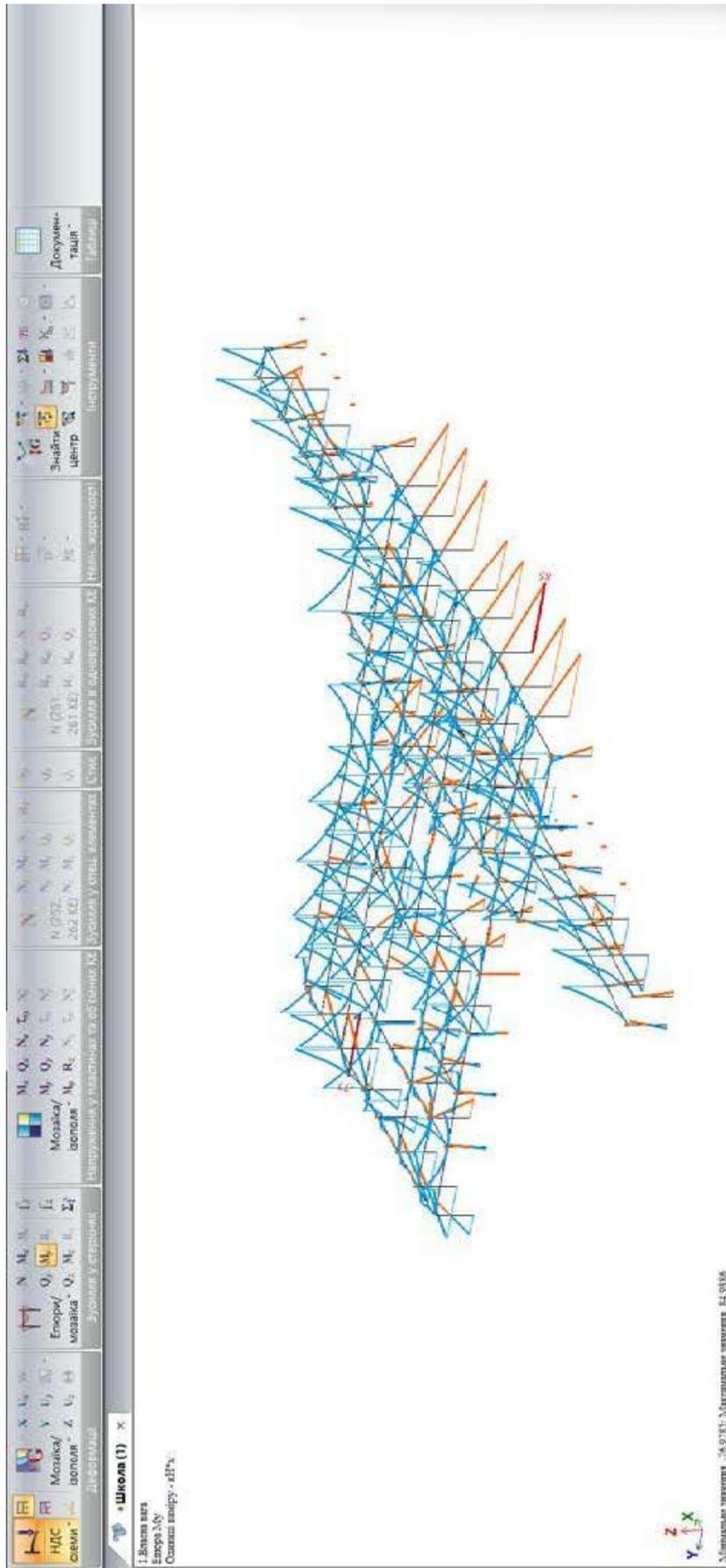
З метою визначення зусиль та деформацій у несучих конструкціях запроєктованої будівлі школи в рамках розробки проєкту повторного використання було виконано числове моделювання в ПК ЛІРА-САПР.



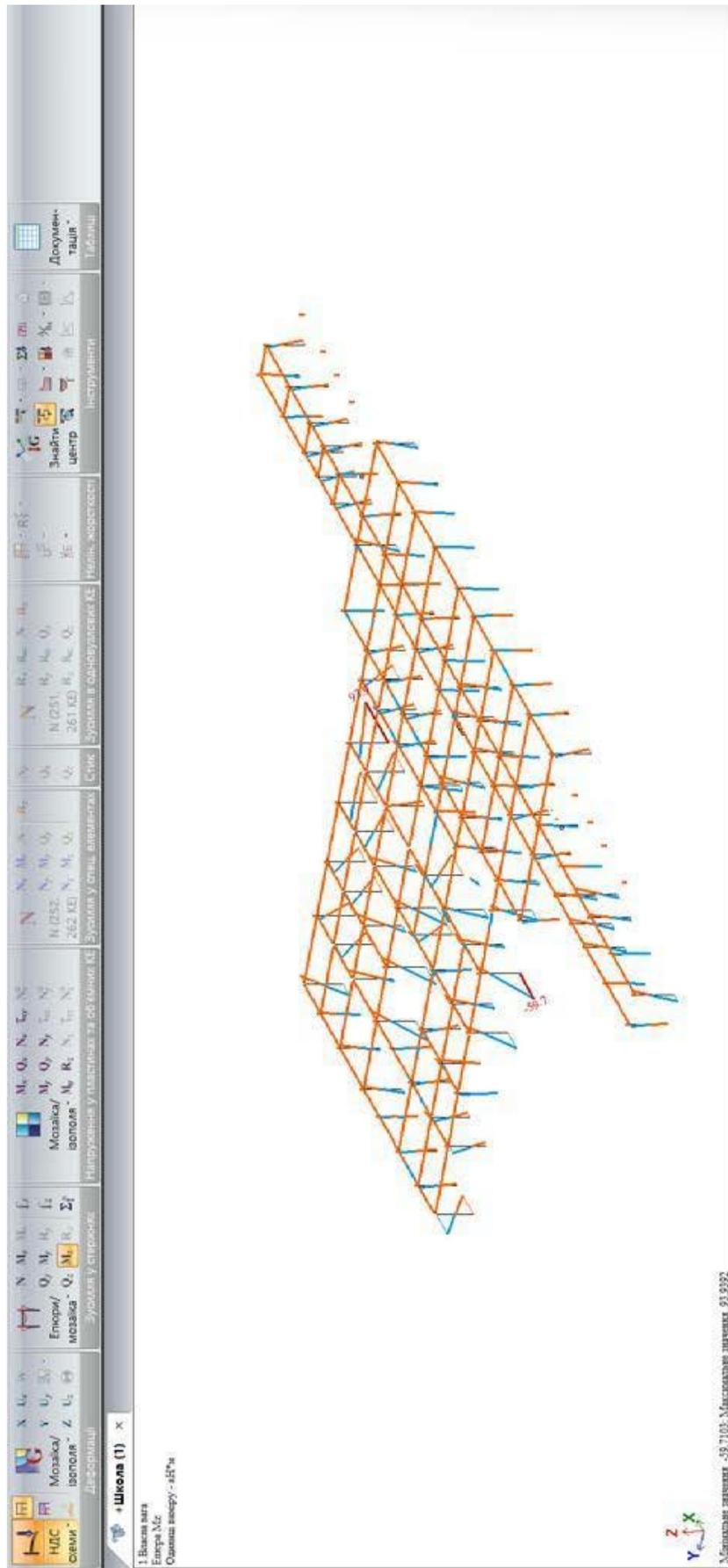
Розрахунок будівлі проведений у дві стадії:

- 1) розрахунок під дією власних навантажень;
- 2) розрахунок при локальній відмові несучого елемента.

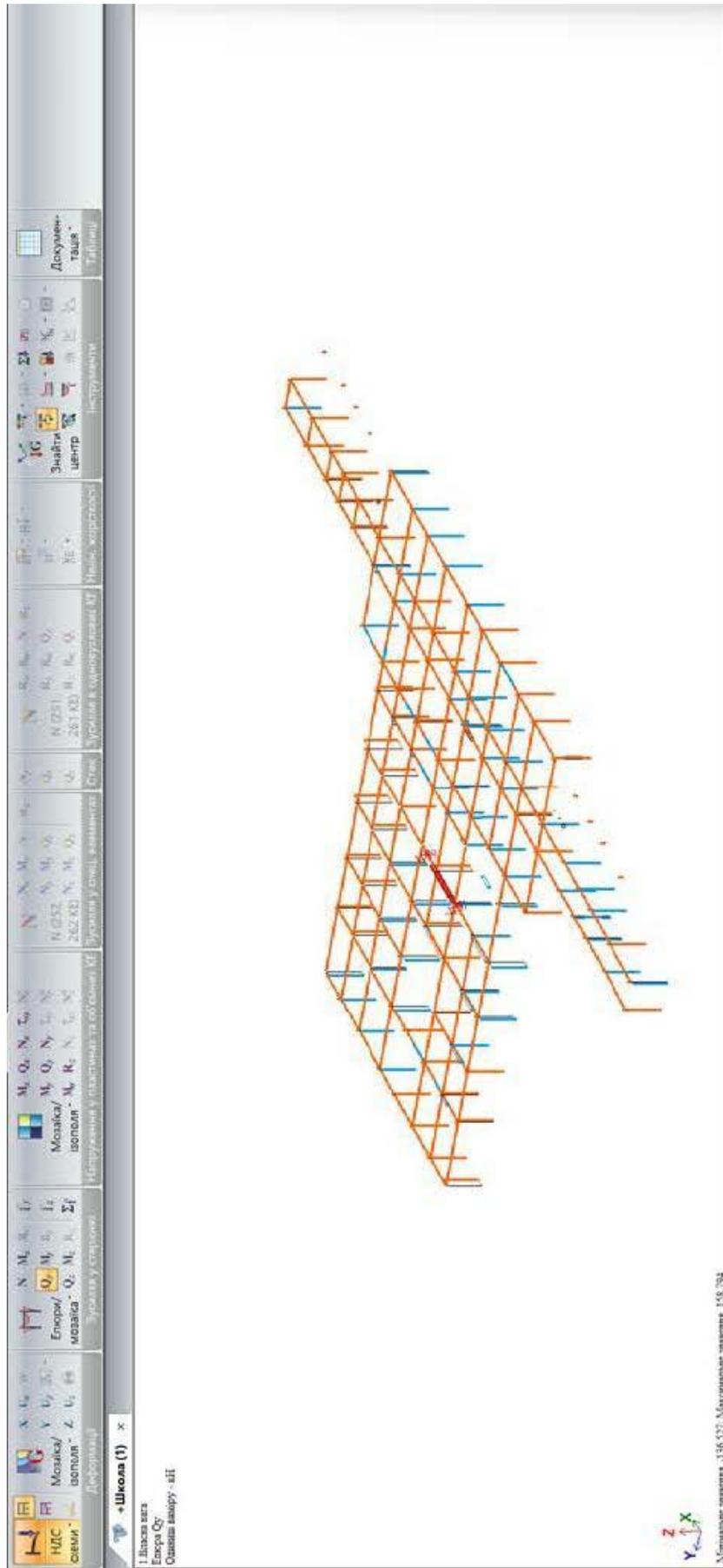
Аналіз результатів розрахунків дозволив зробити висновок, що проєкт будівлі розроблено з врахуванням недопущення виникнення лавиноподібних руйнувань та прогресуючого обвалення внаслідок локальної відмови вертикальних несучих елементів. Стійкість до прогресуючого обвалення означає, що у випадку аварійних впливів допускаються локальні обвалення окремих вертикальних несучих елементів у межах одного поверху або ділянки перекриття одного поверху, але ці початкові обвалення не повинні привести до обвалення або руйнування конструкцій, на які передається навантаження, що раніше сприймалися елементами, ушкодженими аварійним впливом.



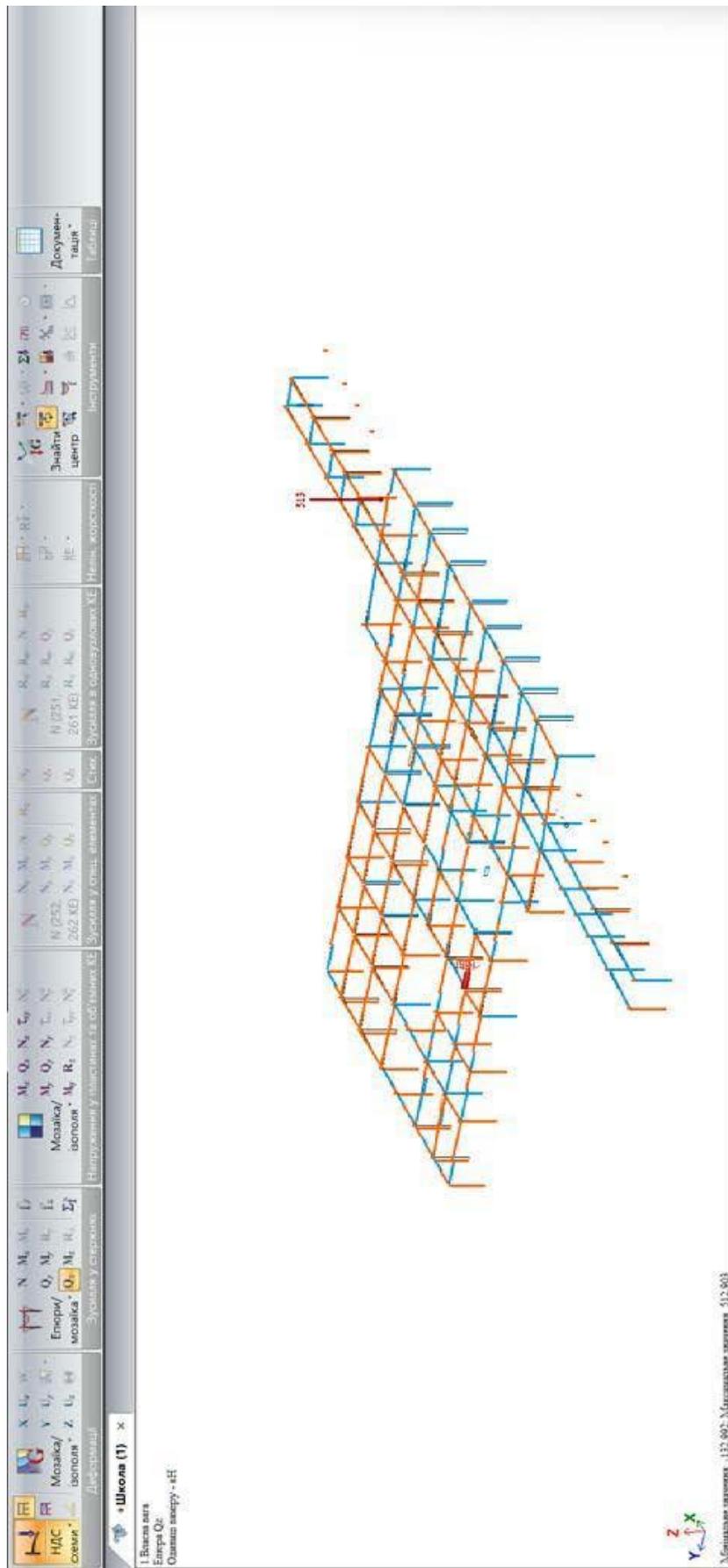
Р и с . 5 . 2 . Е П Ю Р а з Г и н а л ь н и х М о м е н т і в в і Д н о с н о о с і у



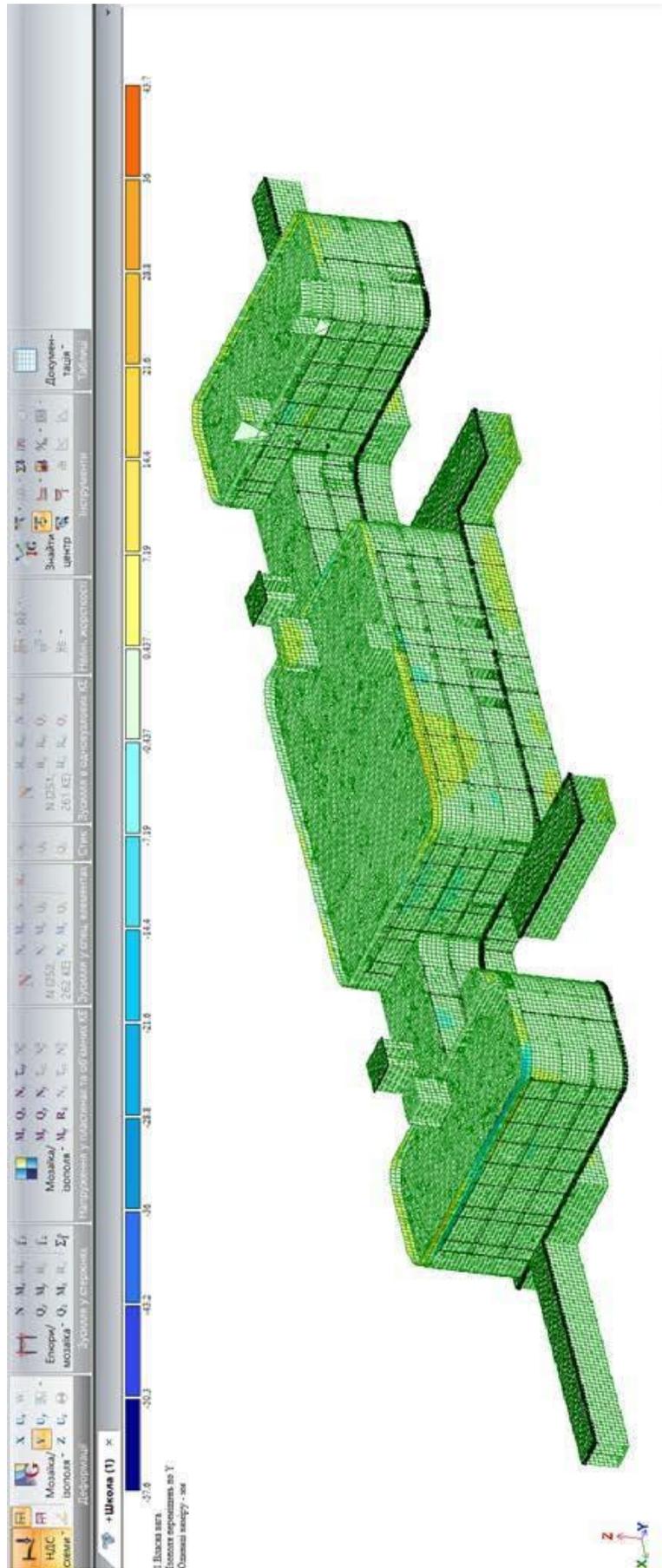
Р и с . 5 . 3 . Е П Ю Р а з Г и н а л ь н и х М о м е н т і в в і Д н о с н о о с і з



Р и с . 5 . 5 . Е п ю р а п о п е р е ч н и х с и л в і д н о с н о о с і у

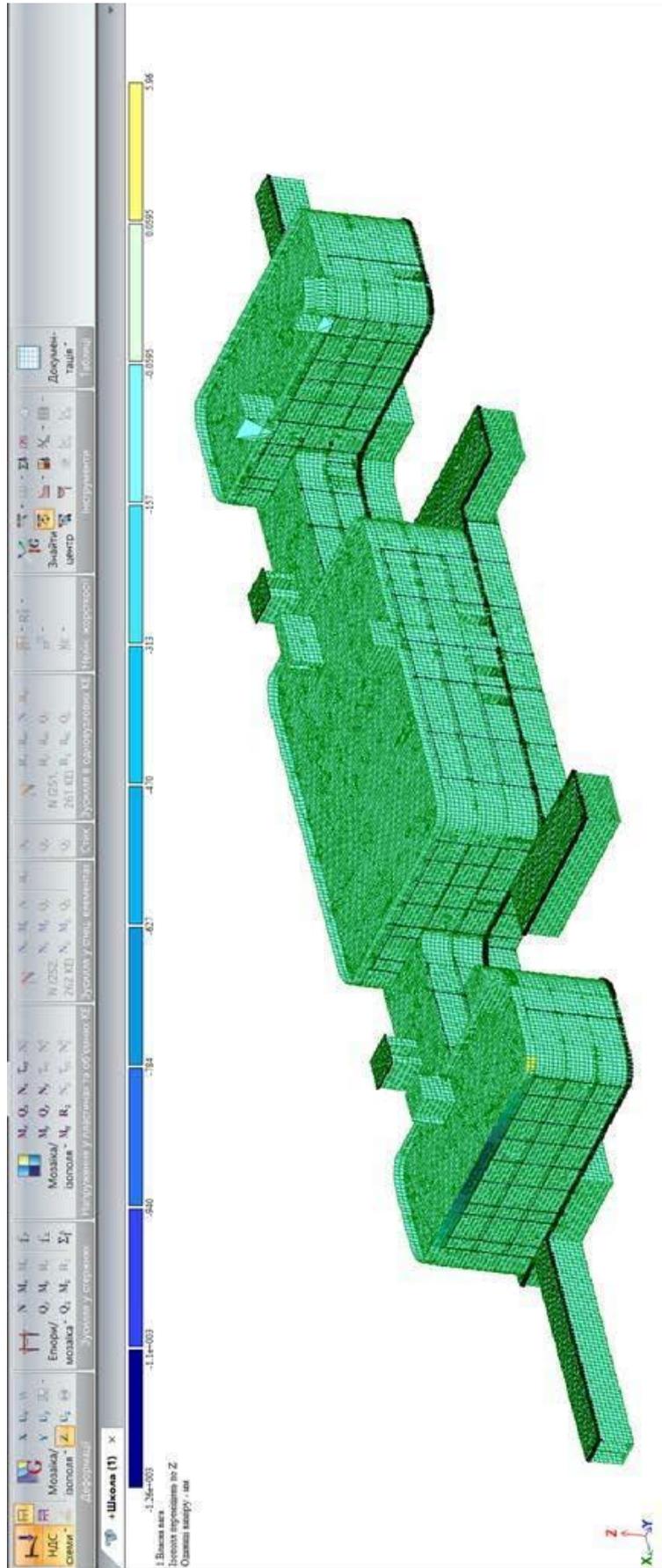


Р и с . 5 . 6 . Е п ю р а п о п е р е ч н и х с и л в і д н о с н о о с і z



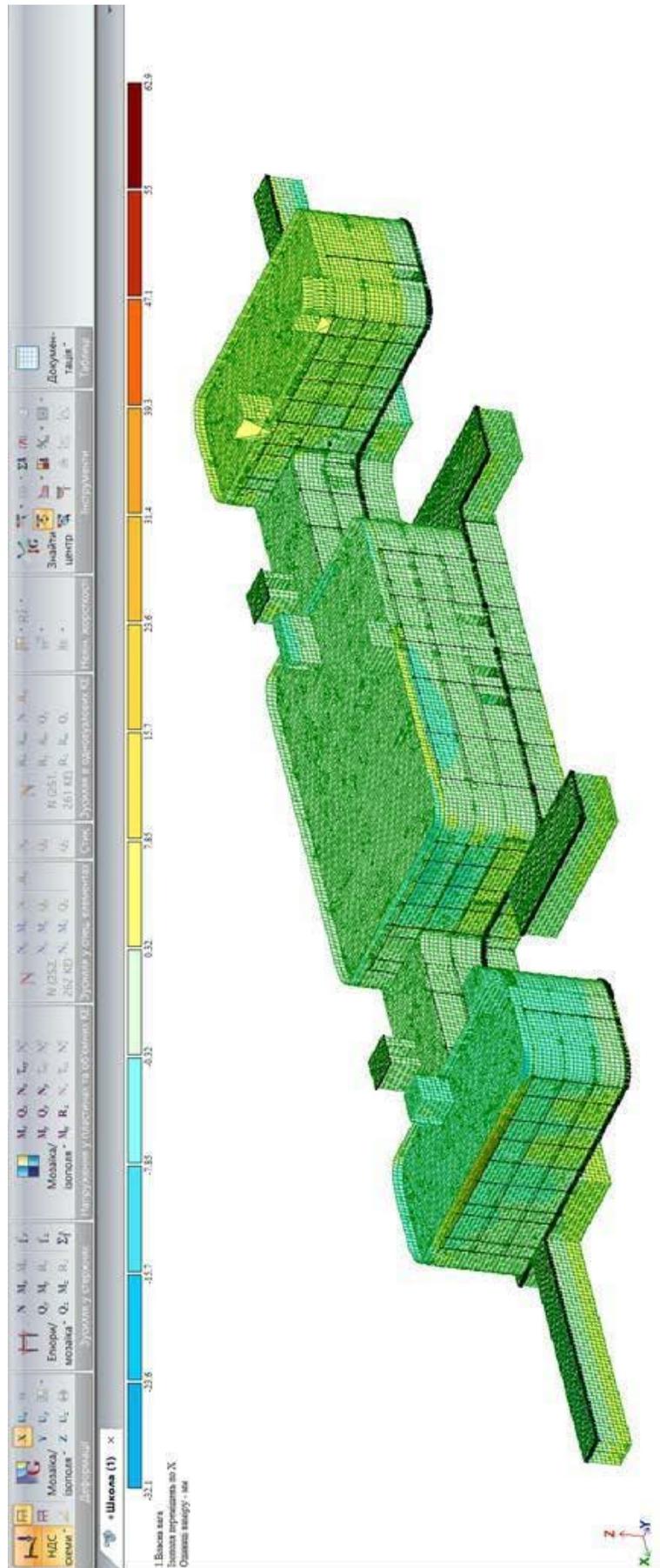
Р и с . 5 . 7 . І з о п о л я п е р е м і щ е н ь в г л о б а л ь н і й с и с т е м і к

О
О
Р
Д
И
Н
А
Т
П
О
О
С
І
У



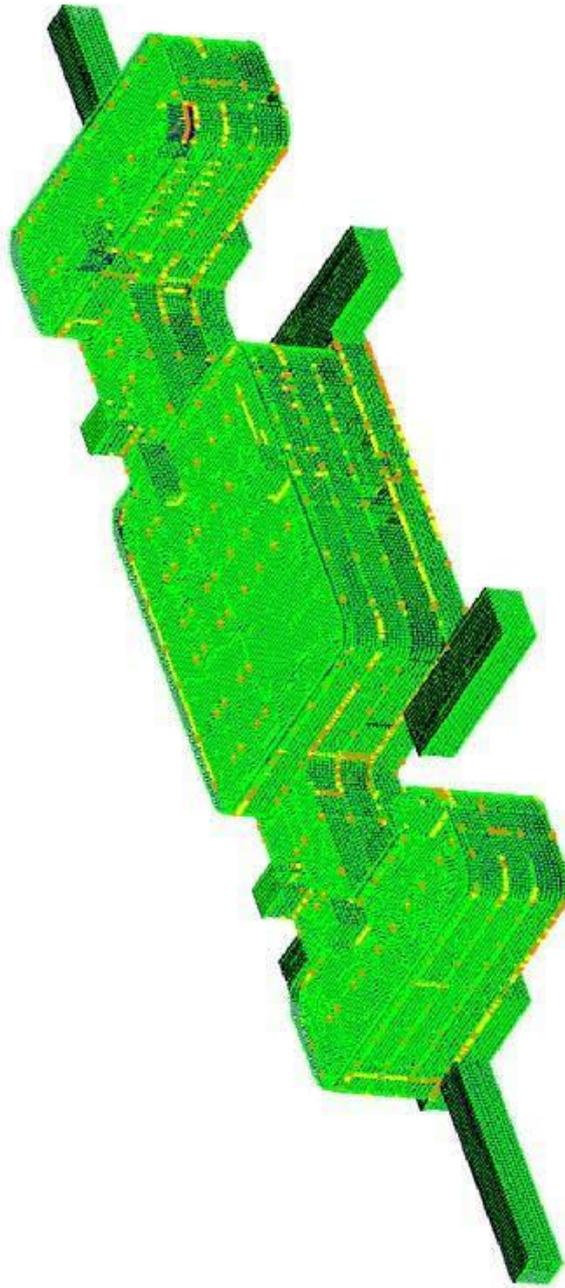
Р и с . 5 . 8 . І з о п о л я п е р е м і щ е н ь в г л о б а л ь н і й с и с т е м і к

О
о
Р
Д
И
Н
а
Т
П
о
о
с
і
Z

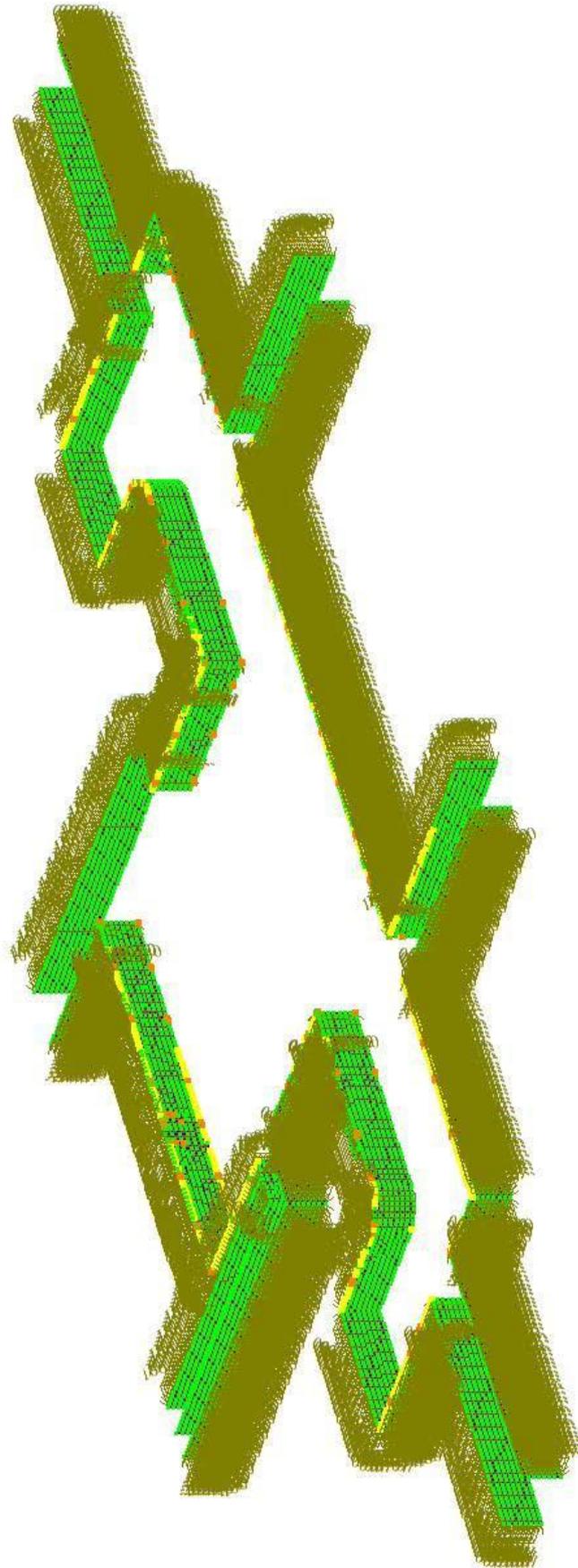


Р и с . 5 . 9 . І з о п о л я п е р е м і щ е н ь в г л о б а л ь н і й с и с т е м і к

О
О
Р
Д
И
Н
А
Т
П
О
О
С
І
Х

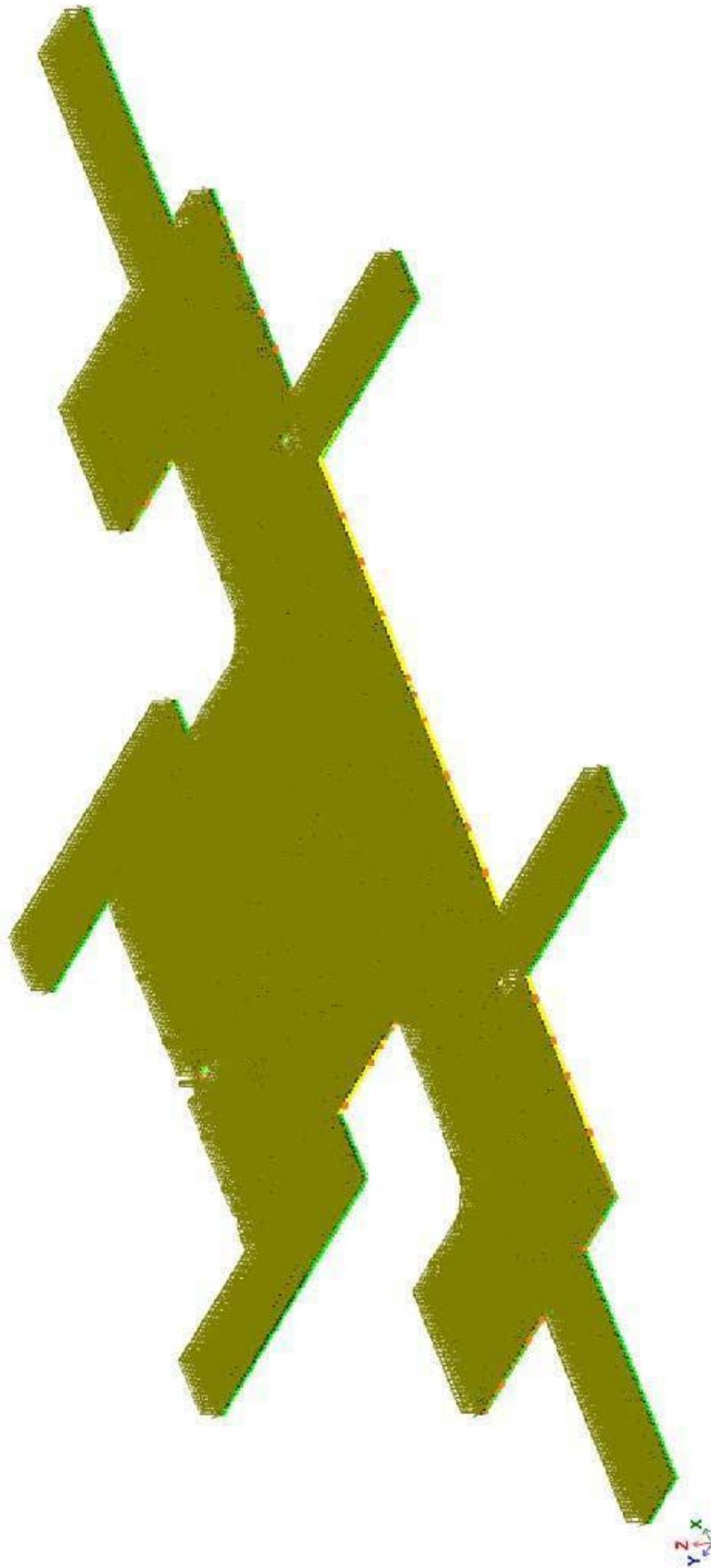


Р
и
с
·
5
·
1
0
·
Р
о
з
р
а
х
у
н
к
о
в
а
с
х
е
м
а
б
у
д
і
в
л
і



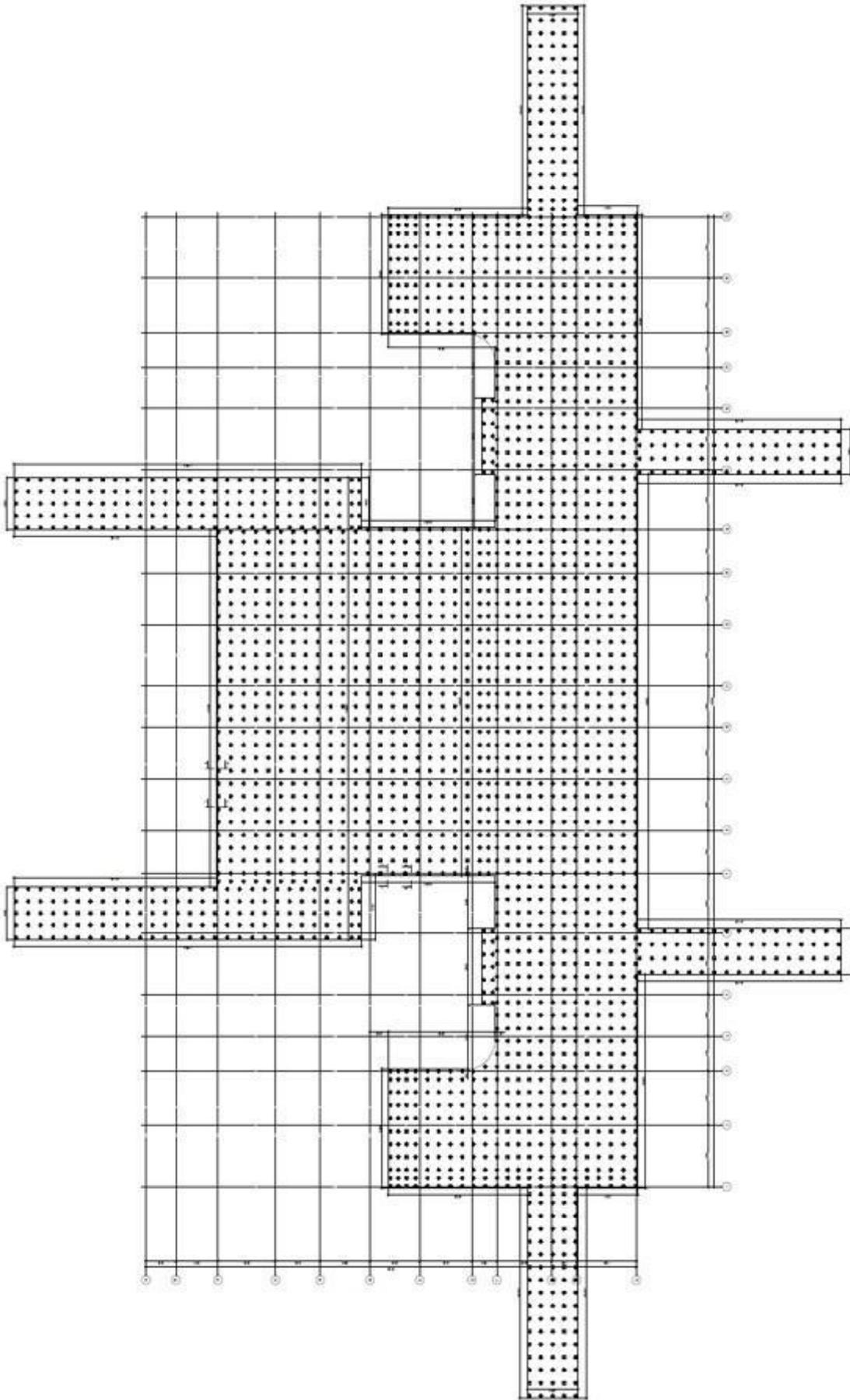
Р
и
с
·
5
·
1
1
·
С
х
е
м
а
П
р
и
к
л
а
д
а
н
н
я
н
а
в
а
н
т
а
ж
е
н
ь
Д
о
о
Г
о
р
о
д

Ж
У
В
А
Л
Ь
Н
И
Х
К
О
Н
С
Т
Р
У
К
Ц
І
Й
П
І
Д
В
А
Л
Ь
Н
О
Г
О
П
О
В
Е
Р
Х
У

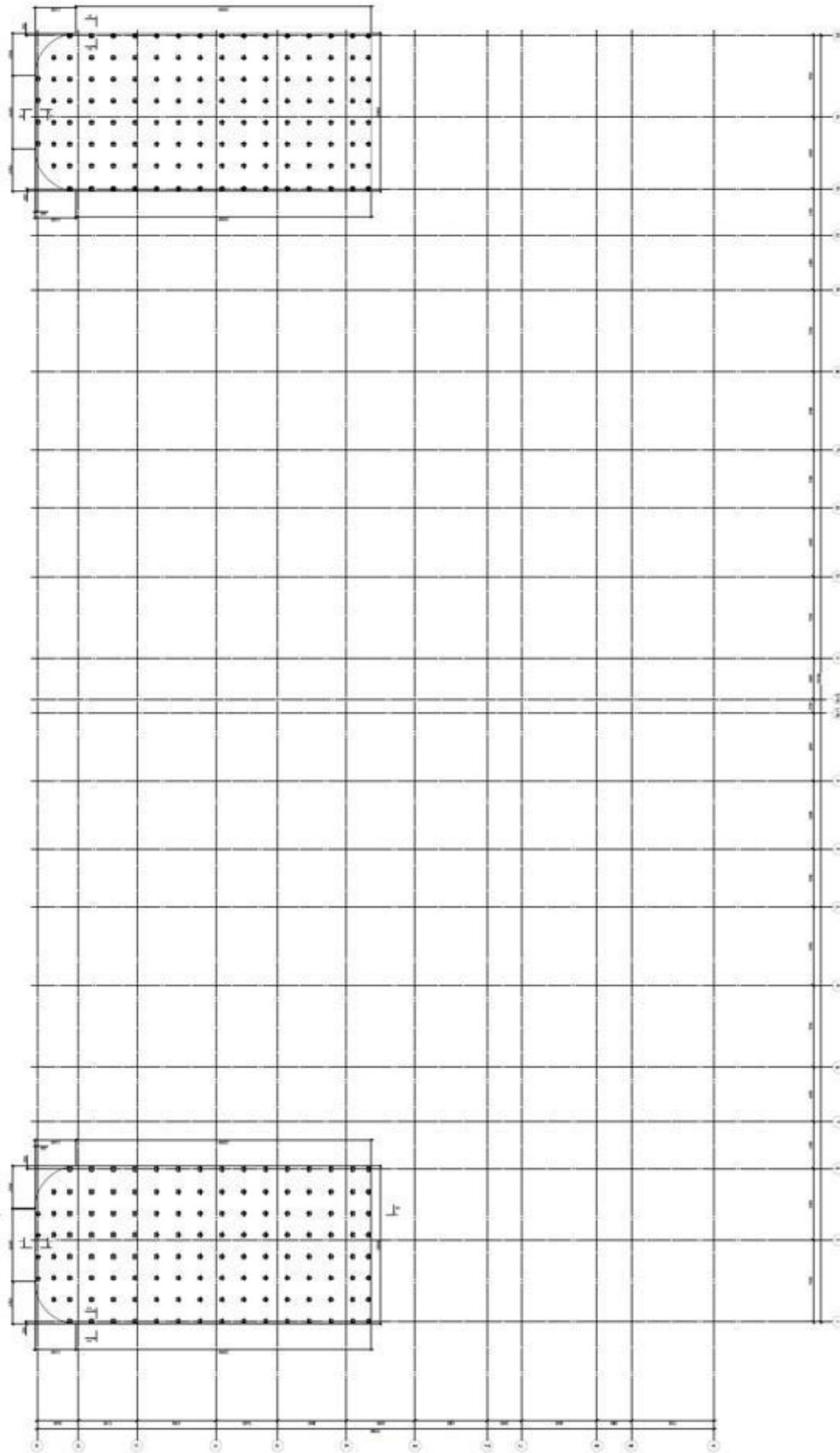


Р
и
с
·
5
·
1
2
·
С
х
е
м
а
П
р
и
к
л
а
д
а
н
н
я
н
а
в
а
н
т
а
ж
е
н
ь
Д
о
П
Л
И
Т
И
М

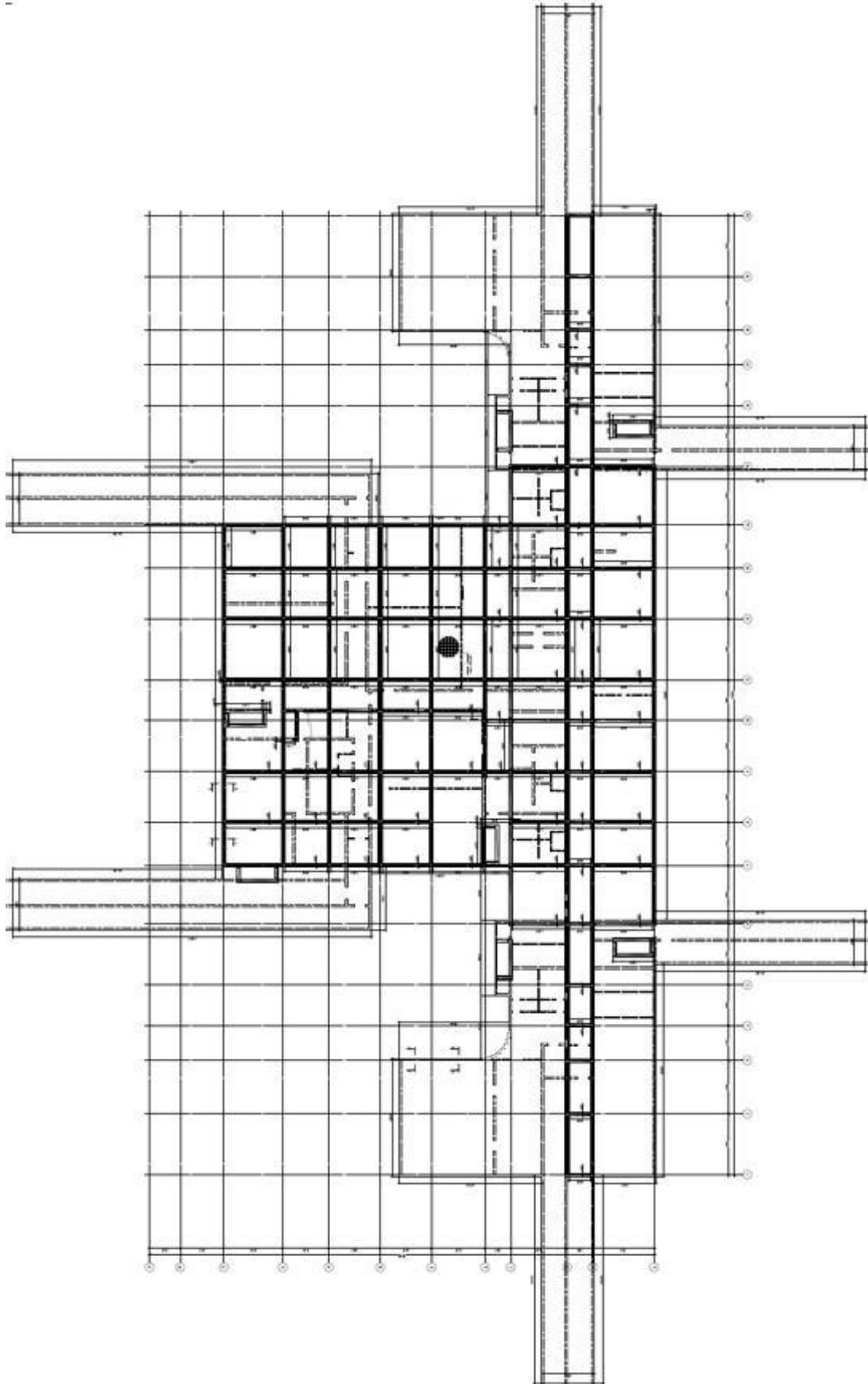
і
ж
п
о
в
е
р
х
о
в
о
г
о
п
е
р
е
к
р
и
т
т
я
н
а
в
і
д
м
і
т
ц
і
±
0
·
0
0
0



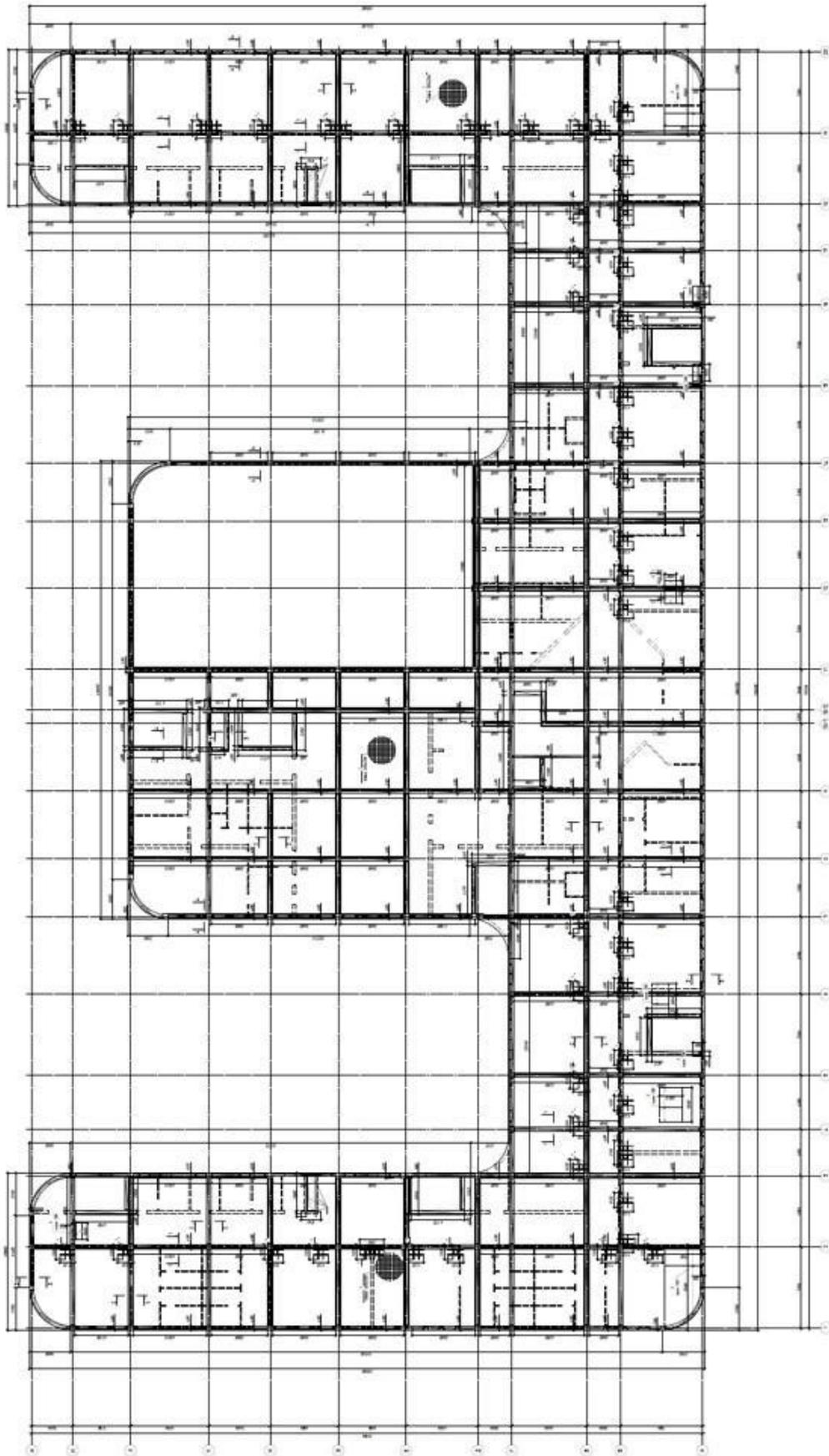
Р
и
с
·
5
·
1
3
·
П
л
а
н
п
а
л
ь
в
о
г
о
п
о
л
я
,
№
1



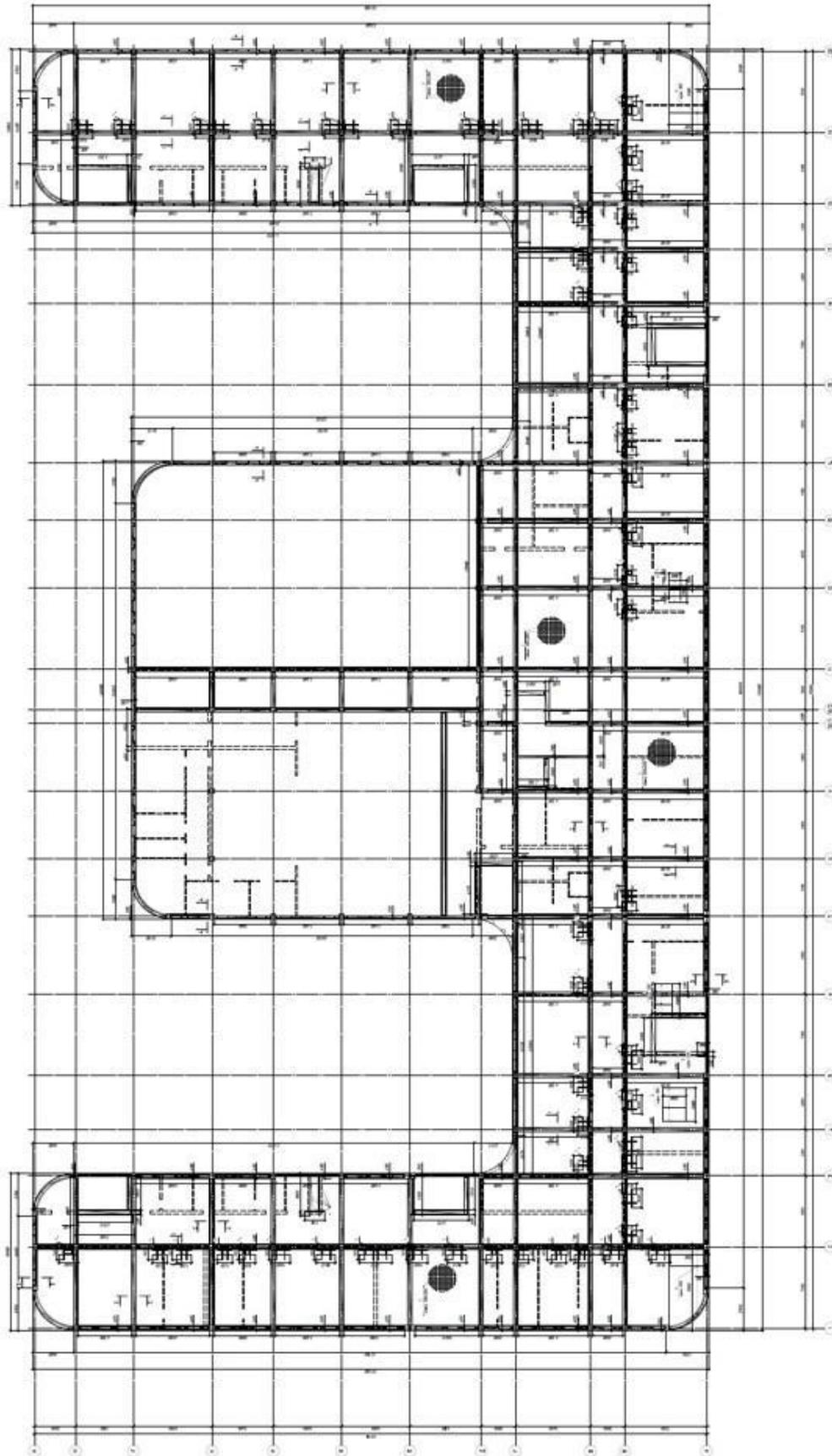
Р
и
с
·
5
·
1
4
·
П
л
а
н
п
а
л
ь
в
о
г
о
п
о
л
я
,
№
2



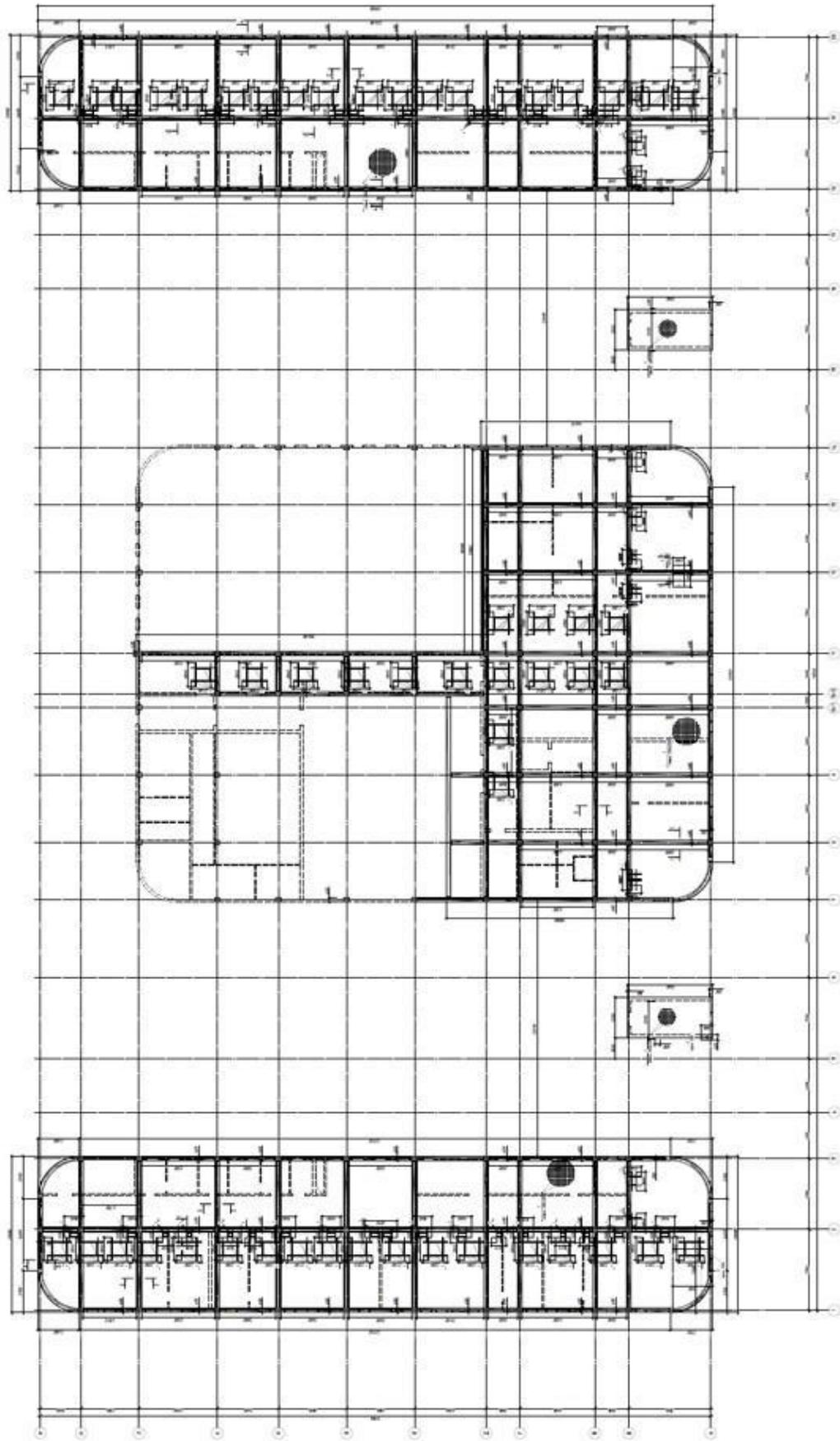
Р
и
с
·
5
·
1
6
·
П
л
а
н
а
р
м
у
в
а
н
н
я
п
л
и
т
и
н
а
д
п
і
д
в
а
л
о
м



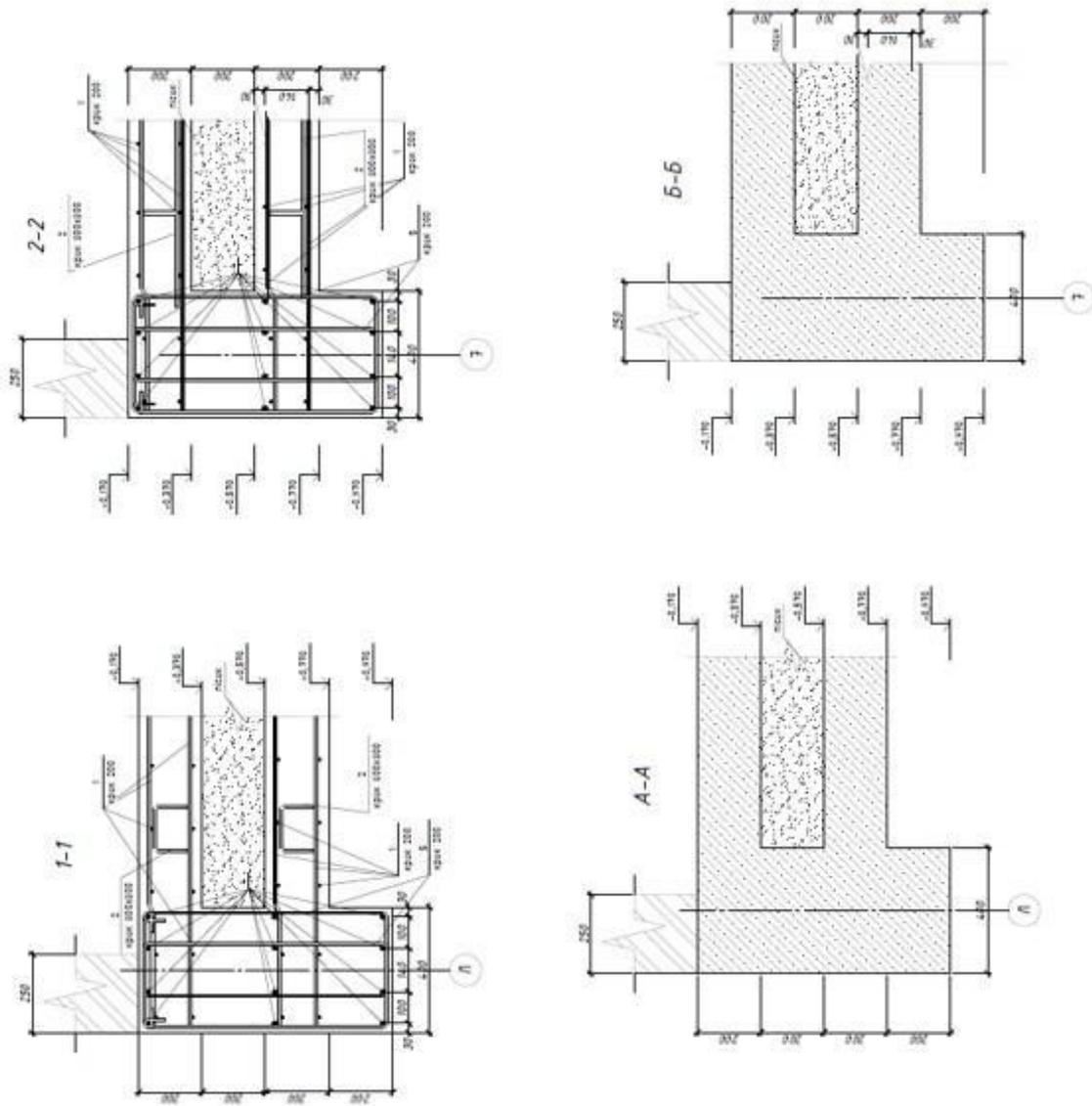
Р
и
с
·
5
·
1
7
·
П
л
а
н
а
р
м
у
в
а
н
н
я
п
л
и
т
и
н
а
д
1
-
м
п
о
в
е
р
х
о
м



Р
и
с
·
5
·
1
8
·
П
л
а
н
а
р
м
у
в
а
н
н
я
п
л
и
т
и
н
а
д
2
-
м
п
о
в
е
р
х
о
м



Р
и
с
·
5
·
1
9
·
П
л
а
н
а
р
м
у
в
а
н
н
я
п
л
и
т
и
н
а
д
з
-
м
п
о
в
е
р
х
о
м



Р и с . 5 . 2 0 . К о н с т р у к т и в н і в у з л и , № 1

5.5.2. Варіант при металевому каркасі будівлі

В рамках проєкту повторного використання закладу загальноосвітньої освіти спільно з Українським центром Сталевого будівництва розроблено конструктивні рішення альтернативного залізобетонному варіанту металевому каркасу будівлі.

Запропоновані рішення в сталевому каркасі мають наступні переваги:

- Повна відповідність архітектурно-планувальним рішенням. Застосування металоконструкцій дає можливість реалізувати будівлю відповідно до вимог замовника.
- Швидкість будівництва - мала вага каркасу (орієнтовно на 40% у порівнянні з залізобетонним каркасом), висока технологічність та точність металоконструкцій. Будівництво може відбуватися в тому числі в зимовий час без додаткових обмежень.
- Екологічність – можливість повторного використання металоконструкцій в майбутньому дає можливість компанії замовнику бути на передовій екологічних ініціатив.

Конструктивні рішення

Прийнята конструктивна схема несучого каркасу – рамно-в'язева. Просторова жорсткість будівлі забезпечується рамним вузлами в поперечному напрямку, залізобетонними ядрами жорсткості, в'язями та диском, що утворюється монолітним залізобетонним перекриттям по профнастилу.

Колони – зварні двотаври зі сталі С355, що мають габарити від 300х340 до 260х260 мм. Другорядні балки мають шарнірне з'єднання до головних. Головні балки мають жорстке з'єднання з колонами.

Плита перекриття – монолітна по профлисту. Профлист висотою 60 мм та товщиною 0,8 використовується у якості незйомної опалубки та вкладається по нерозрізній схемі (рис. 5.24). При цьому габарити елементів перекриття відрізняються в залежності від типу перекриття.

Для перекриття над підвалом:

- Головні балки – зварні двотаври висотою до 420 - 520 мм зі сталі С355.
 - Другорядні – зварні двотаври висотою до 320 - 360 мм зі сталі С355.
-

- Загальна товщина плити перекриття – 250 мм.

Для типового перекриття (2 та 3 поверх):

- Головні балки - зварні двотаври висотою до 300 – 360 мм зі сталі С355.
- Другорядні - прокатні швелери висотою до 220 - 300мм зі сталі С245.
- Загальна товщина плити перекриття – 140 мм.

Розрахункові схеми та креслення будівлі школи в рамках проекту повторного використання у металевому варіанті каркасу наведено на рис. 5.25-5.31 (матеріали надані директором Українського центру Сталевого будівництва Анною Гонтаренко).

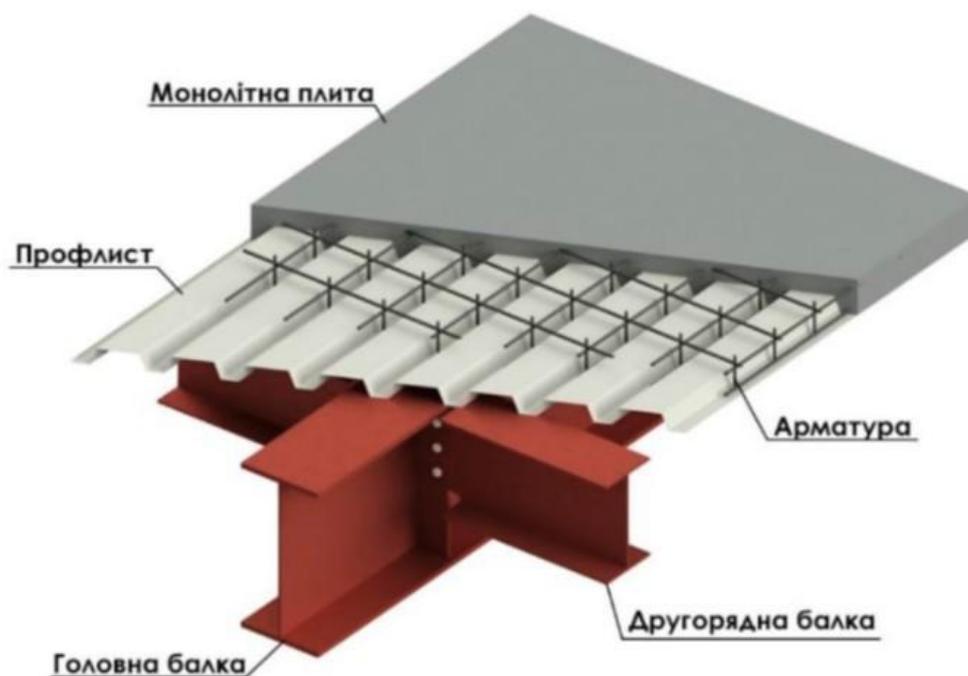
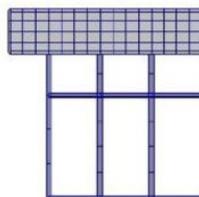
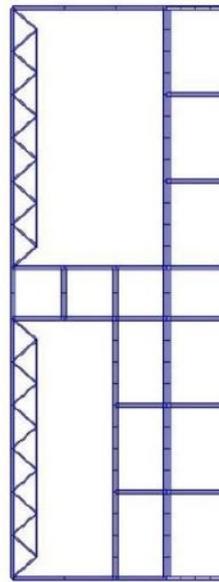
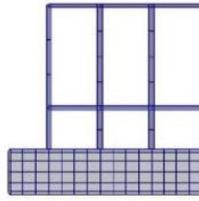


Рис. 5.24. Вузол перекриття металевого каркасу

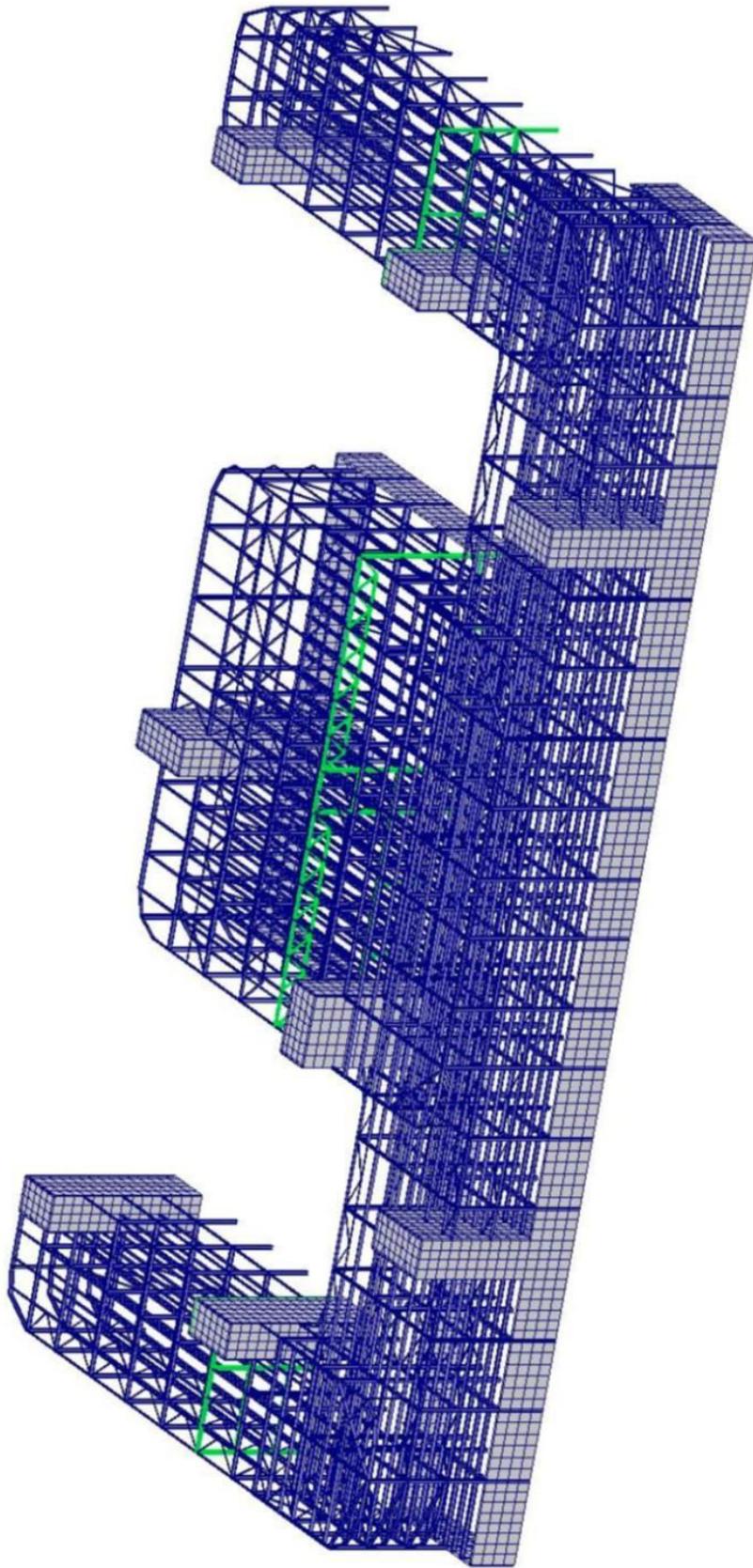
к
а
р
к
а
с
у

**Поперечний розріз в зоні залів
(пвиділено на загальній схемі)**



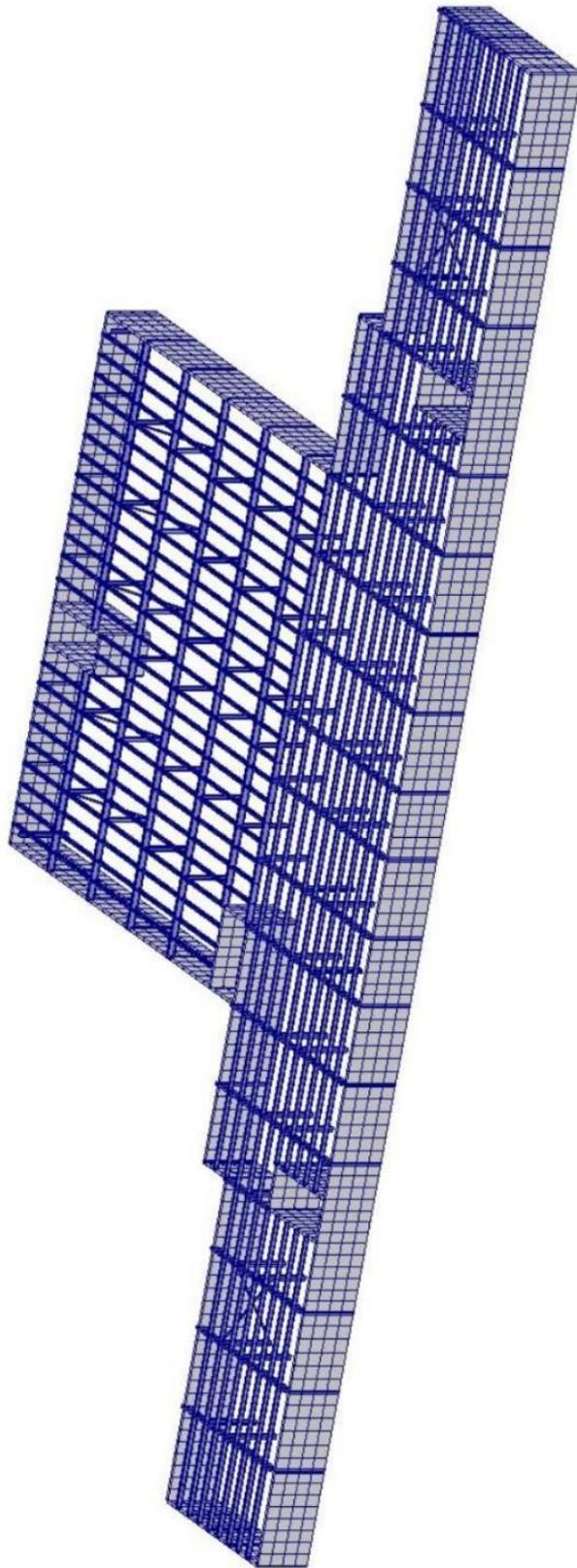
Р
и
с
·
6
·
2
6
·
Р
о
з
р
і
з
м
е
т
а
л
е
в
о
г
о
к
а
р
к
а
с
у

Загальна розрахункова схема каркасу



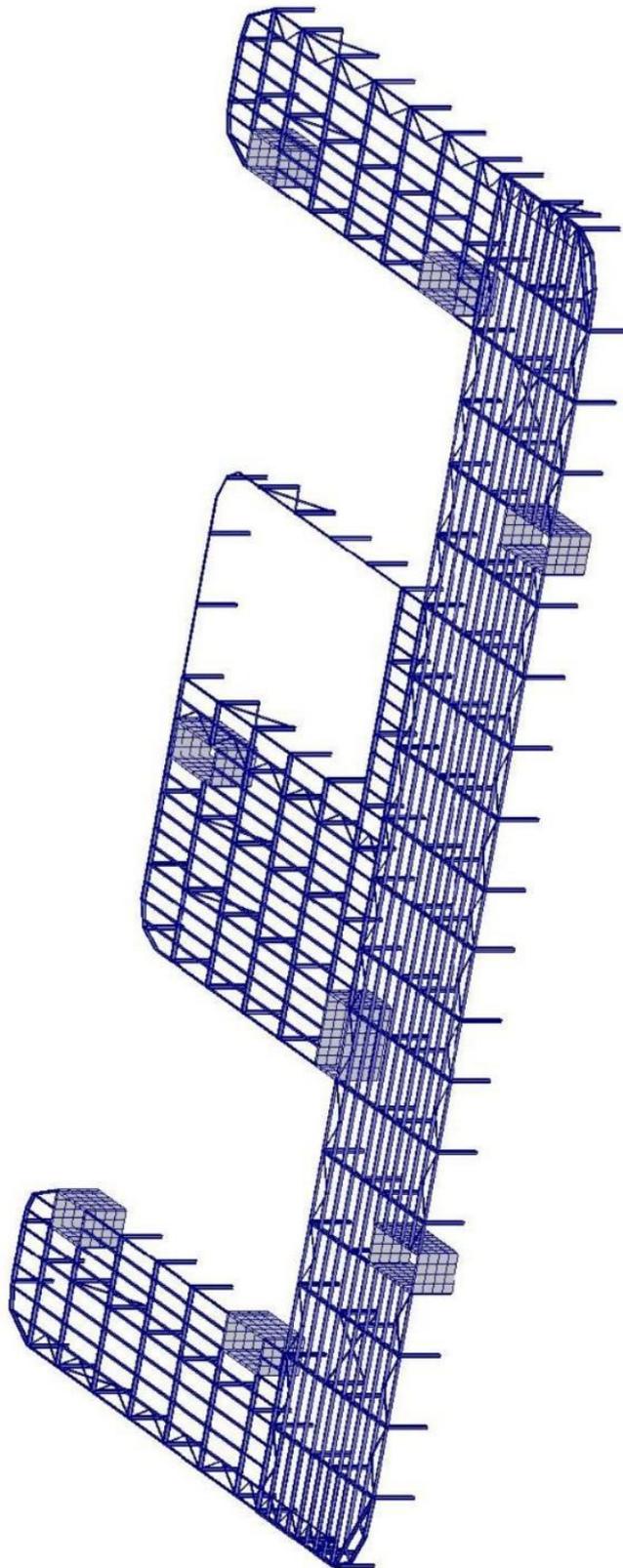
Р
и
с
·
6
·
2
7
·
3
Д
в
и
г
л
я
д
м
е
т
а
л
е
в
о
г
о
к
а
р
к
а
с
у
·
№
1

Фрагмент схеми з перекриттям 1-го поверху



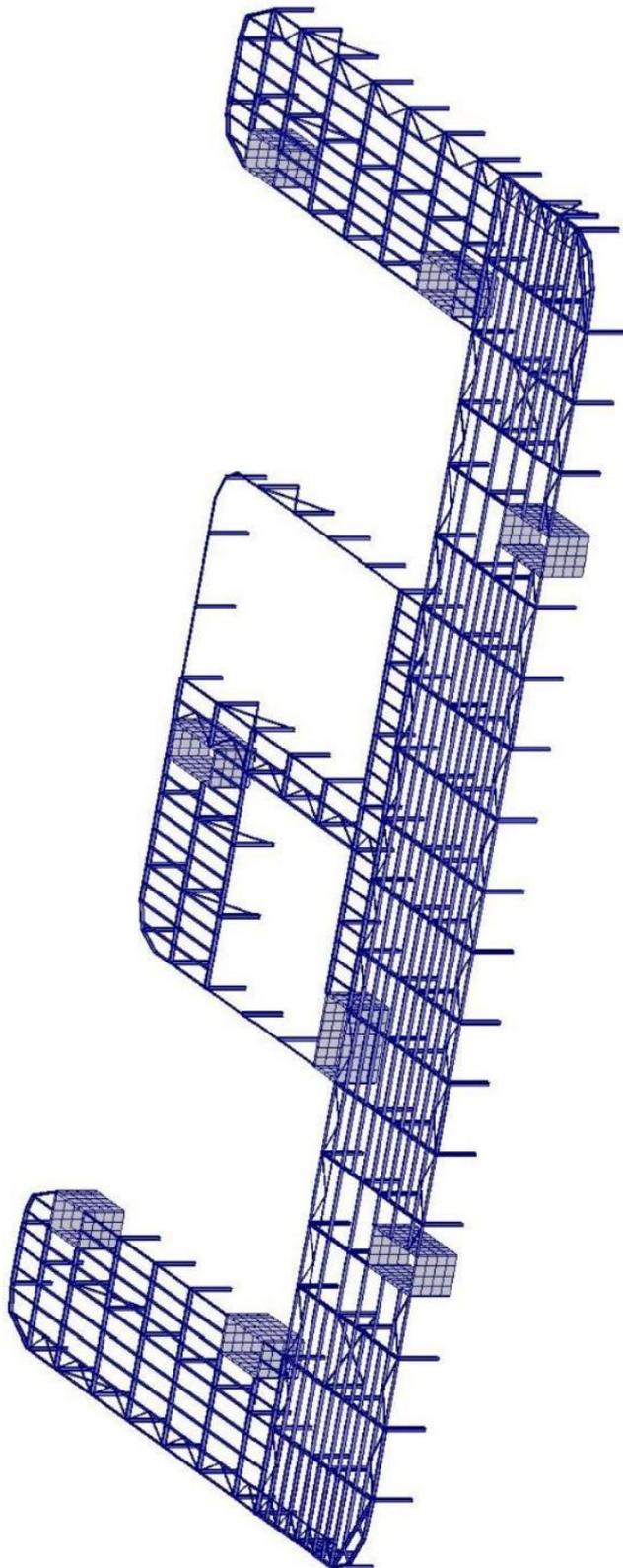
Р
и
с
·
6
·
2
8
·
3
Д
в
и
г
л
я
д
м
е
т
а
л
е
в
о
г
о
к
а
р
к
а
с
у
·
№
2

Фрагмент схеми з перекриттям 2-го поверху

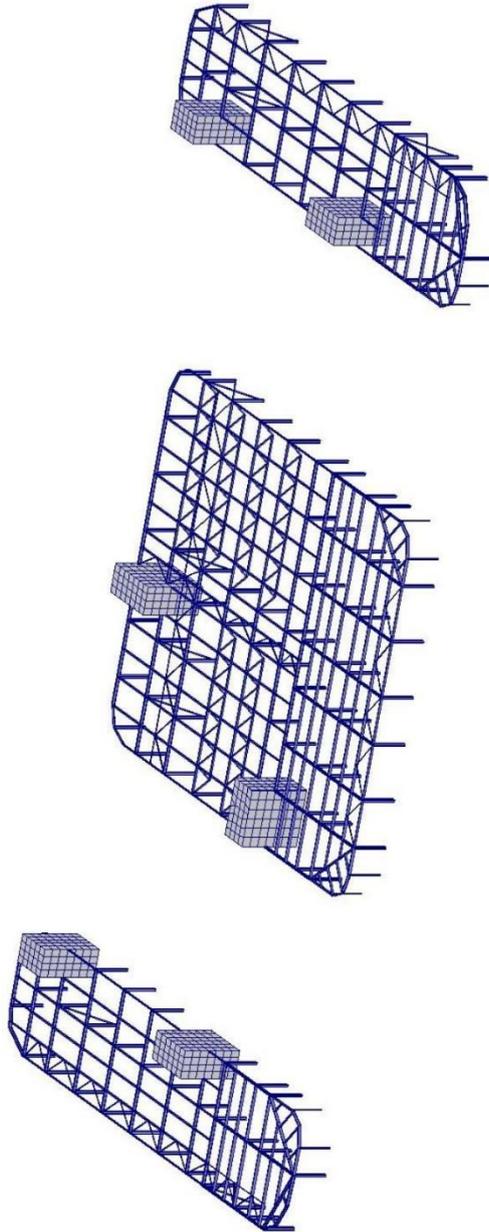


Р
и
с
·
6
·
2
9
·
3
Д
в
и
г
л
я
д
м
е
т
а
л
е
в
о
г
о
к
а
р
к
а
с
у
·
№
3

Фрагмент схеми з перекриттям 3-го поверху



Фрагмент схеми з покриттям



Р
и
с
·
6
·
3
1
·
3
Д
в
и
г
л
я
д
м
е
т
а
л
е
в
о
г
о
к
а
р
к
а
с
у
,
№
5

РОЗДІЛ 6. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ

Інженерні системи сприяють створенню оптимального середовища для навчання, роботи та соціальної взаємодії, забезпечуючи комфорт і функціональність приміщень. Інженерні рішення мають відповідати сучасним стандартам енергоефективності та екологічності на тлі досягнення цілей сталого розвитку.

Під інженерними системами слід розуміти комплекс технічних установок та внутрішніх інженерних мереж будівлі (її відокремлених частин), призначених для опалення, охолодження, кондиціонування, вентиляції, постачання гарячої води, освітлення, автоматизації, управління енергоспоживанням або ж для поєднання цих функцій.

Приміщення шкільного закладу повинні мати належну систему опалення, освітлення, вентиляції та кондиціонування повітря для створення комфортного та здорового середовища для навчання та роботи персоналу. Крім того, наприклад, майстерні ті лабораторії можуть потребувати спеціалізованих інженерних систем, таких як системи контролю за температурою та вологістю, системи вентиляції з відводом шкідливих речовин, системи безпеки для роботи з небезпечними речовинами або ж електромережі низької й високої напруги. Також важливо мати системи оповіщення, аварійного освітлення, пожежогасіння, блискавкозахист, засоби комунікації, на кшталт, мереж інтернет, телефонного зв'язку тощо. .

Цей розділ розглядає основні аспекти проектування та вибору інженерних систем у будівлях шкіл, враховуючи сучасні технології, інноваційні рішення та нормативні вимоги.

6.1. Системи опалення та вентиляції

Будівлі повинні бути обладнані системами опалення та вентиляції, які слід проектувати згідно з вимогами ДБН В.2.5-67.

Згідно ДБН В.2.2-3 рекомендується будівлі закладів освіти проектувати з підключенням до систем централізованого теплопостачання. У випадку

неможливості забезпечення підключення будівлі до систем централізованого теплопостачання необхідно керуватись вимогами ДБН В.2.5-77, що передбачає проектування місцевих теплогенераторів. Рекомендовано виконувати проектування теплогенераторів разом з альтернативними джерелами з обґрунтуванням рішення. Наприклад, у якості альтернативних джерел можуть бути застосовані теплові насоси і сонячні колектори, які можуть застосовуватися в разі активного використання будівлі влітку.

При виконанні техніко-економічного обґрунтування джерел теплопостачання рекомендується розглядати геотермальні, водяні або повітряні теплові насоси з пасивним холодом. Це дає наступні переваги та забезпечує дотримання принципів сталого розвитку:

а) Застосування теплового насосу дозволяє досягти значного рівня енергозбереження за рахунок непрямого перетворення електричної енергії в теплову з високими коефіцієнтами трансформації (особливо в умовах застосування низькотемпературної системи опалення). Середньорічний COP проектного теплового насосу в компресорному режимі взимку може досягати значення 5,6.

б) Застосування безкомпресорного реверсного режиму роботи теплового насосу в перехідні періоди та влітку дозволяють отримувати енергію для систем холодопостачання без застосування компресорних схем, що в свою чергу значно зменшує енергоспоживання.

в) Холодоагент внутрішнього контуру теплового насосу має бути екологічно чистим та не містити хлору.

При підключенні будівлі до централізованої системи теплопостачання повинні бути встановлені лічильники тепла згідно з ДСТУ EN 1434-6. Місце встановлення обирається в окремих частинах будівлі або комплексу, де здійснюється самостійна господарська діяльність.

Теплові мережі, теплові пункти слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-39, електричну кабельну систему опалення – згідно з ДБН В.2.5-24.

Системи опалення слід проектувати із змінним тепловим режимом, в яких необхідно забезпечувати залежне від погодних умов автоматичне регулювання теплового потоку системи опалення з додатковим його коригуванням за усередненою температурою внутрішнього повітря або за температурою повітря у характерному за призначенням будівлі приміщенні, що має найбільш питомі тепловтрати (таке коригування є рекомендованим). За наявності самостійних систем, які обслуговують їдальню, навчальні майстерні та інші групи приміщень,

регулятори теплового потоку за погодними умовами встановлюють безпосередньо на відгалуженнях до цих груп приміщень. Окрім того, опалювальні прилади слід оснащати автоматичним регулятором температури повітря в приміщенні (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).

Вхідну групу слід обладнувати повітряно-тепловими завісами.

Слід приймати згідно з ДБН В.2.5-67 наступні характеристики:

- розрахункові температури і теплоутримання зовнішнього повітря для розрахунку систем опалення (в тому числі повітряного) приміщень та повітряно-теплових завіс;

- розрахункову температуру поверхні східців вхідної групи, площадок і підніжних решіток з приямками, які обігріваються, яка повинна бути не нижче ніж 3 °С.

У таблиці 6.1 наведено розрахункові температури повітря та вимоги щодо повітрообміну окремих приміщень за даними ДБН В.2.2-3, які слід приймати для проектування системи опалення.

У кабінетах, що мають дві зовнішні стіни, та спальних розрахункову температуру повітря слід приймати на 2 °С вище зазначеної в наведеній табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

Приміщення	Розрахункова температура повітря, °С	Вимоги до повітрообміну (кратність за 1 год)	
		приплив	витяжка
Класні приміщення, навчальні кабінети та лабораторії закладів загальної середньої освіти	18	16 м ³ /год на 1 люд.	
Класні приміщення перших-четвертих класів	20	(3)	(3)
Кабінет інформатики та електронно-обчислювальної техніки	20	20 м ³ /год на 1 люд.	
Вчительська, гурткові приміщення	18	(1,5), але не менше 20 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Кабінети адміністрації, кімнати громадських організацій, кімнати відпочинку, кабінети логопеда, психолога, соціолога, бібліотека (крім читального залу)	18	(1), але не менше 20 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	

Завершення таблиці 6.1.

Фізкультурно-спортивні зали, студія хореографії	18	За розрахунком, але не менше 80 м ³ /год на 1 люд.	
Роздягальні:			
а) при фізкультурно-спортивних залах;	22	-	(1,5)
б) при душових	23	В об'ємі витяжки із душових	
Душові	25	-	(5)
Зал басейну для навчання плаванню	30	За розрахунком	
Зал басейну навчально-тренувального плавання	27	За розрахунком	
Кабінет лікаря (медична кімната)	22	(1,5), але не менше 20 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Спальні учнів перших-четвертих класів	19	(1,5), але не менше 16 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Туалети та умивальні	20	-	50м ³ на один унітаз 25м ³ на один пісуар
Їдальня:			
а) гарячий цех;	5 (в н.ч.)	За розрахунком	
б) цехи: холодний, доготівельний, м'ясний, рибний, овочевий;	16	(3)	(4)
в) мийні посуду;	20	(4)	(6)
г) комора овочева;	5	-	(2)
д) комора сухих продуктів;	12	-	(2)
є) завантажувальна та тарна;	16	-	-
ж) обідній зал	16	За розрахунком	
Вестибюлі та рекреації	16	-	-
Гардеробні	16	-	(1,5)
Куточок живої природи, зоокуточок	20	-	(5)

Розрахунок повітрообміну в приміщеннях басейнів має проводитись з урахуванням запобігання випадінню конденсату на поверхні огорож.

Системи вентиляції слід проєктувати з урахуванням:

- метеорологічних умов;
- річного теплового балансу;
- збалансованості припливів і витяжок;
- димо- та тепловидалення у разі пожежі та задимлення у приміщеннях будівлі;
- не перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі.

Метеорологічні параметри повітря і концентрації шкідливих речовин (газів) у місцях забору повітря для вентиляції повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормам. Обладнання приміщень системами моніторингу якості повітря повинно включати датчики рівня CO₂, вологості та температури.

Приплив свіжого повітря в навчальні приміщення і витяжку з них слід передбачати припливно-витяжними установками з використанням теплоти витяжного повітря для підігріву припливного повітря.

Допускається подавання свіжого повітря через верхні фрамуги вікон:

- у навчальні приміщення з кількістю місць до 20 включно;
- у навчальні приміщення з кількістю місць до 30 включно, якщо заклад освіти проєктується для районів, де нормативна температура зовнішнього повітря взимку за параметрами Б становить мінус 18 °С і вище;
- у закладах загальної середньої освіти з кількістю учнів до 150.

У разі подавання в навчальні приміщення свіжого повітря через верхні фрамуги вікон витяжна вентиляція з них повинна проєктуватися з природним спонуканням без дефлекторів з розрахунку однократного обміну за годину.

Окремі системи витяжної вентиляції слід передбачати для таких приміщень (груп приміщень): лабораторій, навчальних майстерень, актових залів, фізкультурно-спортивних залів, басейнів, тирів, їдальні, медпункту, санітарних вузлів.

Витяжні системи від приміщень приготування їжі і загальних туалетів мають проєктуватися з повітропроводів класу "П". Викид повітря від цих приміщень має бути організований вище покрівлі найвищої в радіусі 50 м частини будівлі.

При проектуванні опалення та вентиляції фізкультурно-спортивних та актових залів, а також приміщення їдальні слід відповідно керуватись нормами проектування для спортивних споруд (ДБН В.2.2-13), культурно-видовищних та закладах дозвілля (ДБН В.2.2-16), підприємств харчування, закладів ресторанного господарства (ДБН В.2.2-25), а також нормами з опалення, вентиляції та кондиціонування будівель (ДБН В.2.5-67). Вентиляцію виробничих приміщень слід проектувати також згідно з нормами технологічного проектування.

В актових залах на 150 місць і більше відповідно до завдання на проектування допускається забезпечувати оптимальні параметри внутрішнього повітря відповідно до ДБН В.2.5-67. Для вентиляції приміщень харчоблоку слід передбачати припливні і витяжні системи місцевої вентиляції зі штучним спонуканням.

Більшість систем вентиляції повинні бути оснащені рекуперативними блоками, що дозволяє підвищити енергетичну ефективність на етапі утилізації теплоти витяжного повітря.

Проектними рішеннями інженерних систем має бути передбачена безумовна можливість керування відповідними системами за допомогою АСМУБ. Всі системи автоматизації інженерними системами можуть бути організовані з сукупним рівнем енергоефективності не нижче В (згідно ДСТУ EN 15232-1).

Для розвантаження ОЕС-У в нічний період часу та з урахуванням наявності масивної плити перекриття над спорудою цивільного захисту, як конструктивно-безпекового заходу, доцільно передбачати встановлення електричної кабельної системи акумуляції теплової енергії з наступним її вивільненням в робочий час вільною конвекцією.

6.2. Системи постачання холодної та гарячої води, каналізації і водостоків

Будівлі закладів освіти повинні мати системи постачання холодної та гарячої води, каналізації і водостоків, які відповідають вимогам ДБН В.2.5-64. Необхідно передбачати єдину систему водопроводу, що забезпечує подачу питної води для господарсько-питних і виробничих потреб. Якість питної води у цих будівлях повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171. Наприклад, при підключені до

централізованих систем водопостачання установка багатоступеневих фільтрів для очищення води дозволяє забезпечити її відповідність гігієнічним нормам.

Також рекомендовано за можливості облаштовувати резервні системи водопостачання, включаючи підземні резервуари, у тому числі резервуари для дощової води, які можуть використовуватися для технічних потреб, таких як полив зелених зон, миття доріжок чи наповнення резервуарів протипожежного захисту. Для оптимального водорозподілу ефективним рішенням є встановлення системи автоматичного регулювання тиску.

При підключенні внутрішньої системи гарячого водопостачання до зовнішньої мережі необхідно встановлювати вузол комерційного обліку, а саме:

- при використанні лічильника гарячої води згідно з ДСТУ EN ISO 4064-5;
- при використанні теплолічильника згідно з ДСТУ EN 1434-6

У випадку, якщо підключення внутрішньої системи водопроводу відбувається до зовнішньої мережі з тиском 0,3 МПа і більше, то для зниження тиску у внутрішній системі водопостачання до потрібного рівня слід встановлювати регулятор прямої дії.

На водопровідних відгалуженнях до їдальні, навчальних майстерень, а також інших споживачів усередині будівлі, якщо вони здійснюють самостійну господарську діяльність, також необхідним є встановлення додаткових вузлів розподільного обліку згідно з ДСТУ EN ISO 4064-5.

Забезпечення подачі як холодної, так і гарячої води (температура якої має доходити до змішувачів не вище 60 °С) повинно відбуватись:

- до умивальників, встановлених у наступних приміщеннях: класних кімнатах, навчальних кабінетах, гурткових приміщеннях, медпункті, їдальнях, санвузлах;
- до раковин та мийок, встановлених у навчальних майстернях, лабораторіях, їдальнях, сміттєзбірниках та інших приміщеннях, передбачених технологічними вимогами;
- до змішувачів душових кабін;
- до внутрішніх поливальних кранів.

та лише холодної води:

- до раковин хімічних лабораторних столів,
 - до демонстраційних столів у лабораторіях хімії, фізики та біології,
-

- до зливних бачків у санвузлах,
- до питних фонтанчиків (кранів).

В їдальнях необхідно встановлювати прилади для резервного гарячого водопостачання, використовуючи теплоту конденсації холодильного агента технологічних холодильних установок або електричні водонагрівачі. При їдальнях шкіл з кількістю місць у залах рівною 200 та більше необхідно передбачати жироловлівачі.

Басейни для плавання проєктують згідно вимог ДБН В.2.2-13. У басейнах слід передбачати пристрої вторинного використання тепла води, що скидається, застосовуючи рекуперативні теплообмінники або, за обґрунтування, теплові насоси.

При встановленні в навчальних лабораторіях спеціального обладнання з підведенням води та відведенням стоків розрахункові витрати слід приймати на підставі технологічного завдання.

Додатково варто передбачати встановлення нейтралізаторів. Відпрацьовані реактиви перед спуском у мережу каналізації повинні бути знешкоджені засобами лабораторії з тим, щоб водневий показник (рН) стічних вод був не нижче ніж 6,5 і не вище ніж 8,5.

Для приймання і відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів і кухонного обладнання, в будівлях шкіл повинна бути влаштована система побутової каналізації. У водозбірниках необхідно передбачити встановлення сигналізаторів рівнів. Проєктування місць розташування санітарних приладів і мереж повинно проводитись відповідно до вимог ДБН В.2.5-64 та ДБН В.2.5-75.

Проєктування систем відведення стічних вод повинно відбуватись з урахуванням екологічної безпеки та передбачати інтеграцію систем очищення стічних вод для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. З метою збору забрудненої води із лабораторій чи інших спеціалізованих приміщень слід використовувати герметичні резервуари та сепаратори.

6.3. Системи електропостачання, електрообладнання та електроосвітлення

У приміщеннях закладів загальної середньої освіти важливо передбачати різні види освітлення для забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов навчання, безпеки та зручності експлуатації. Повинні передбачатися наступні види освітлення: робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне.

Забезпечення норм освітленості слід виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.5-28 та ДБН В.2.2-3, у тому числі для навчальних приміщень, спортивних залів, бібліотек та зон відпочинку.

Робоче освітлення має забезпечувати достатнє світло для виконання щоденних навчальних та адміністративних завдань. Освітлення повинно бути достатньо яскравим, рівномірно розподіленим і не створювати відблисків або тіней на робочих поверхнях. Робоче освітлення забезпечується у всіх приміщеннях з використанням люмінесцентних ламп, світлодіодних ламп, світильників, систем з кольоровою температурою 4000 °К, які відповідають ДСТУ ІЕС 60598-1, ДСТУ ІЕС/PAS 62612. Для освітлення приміщень, де за технологічними вимогами неприпустиме застосування люмінесцентних та світлодіодних ламп, допоміжних приміщень, душових допускається застосовувати лампи розжарювання.

Аварійне освітлення необхідне для забезпечення безпеки у разі відключення основного освітлення. Воно повинно автоматично ввімкнутися при аварійній ситуації та забезпечувати достатнє світло для безпечного пересування. Аварійне освітлення має бути забезпечене в електрощитових, вентиляційних камерах, теплових вузлах, насосних, в залах обчислювальних центрів, в гардеробах, машинних відділеннях ліфтів, медпунктах, приміщеннях пожежних постів, місцях установки приймальних станцій АПС (номінальна освітленість на підлозі - не менше ніж 2 лк).

Чергове освітлення використовується у нічний або позакласний час для підтримки мінімального рівня освітленості в коридорах і загальних приміщеннях. Це допомагає забезпечити безпеку у вечірній час і уникнути нещасних випадків. Таке освітлення має бути забезпечене у вестибюлях, коридорах, актових і конференц-залах.

Для вказання шляхів евакуації та аварійних виходів застосовується евакуаційне освітлення. Цей тип освітлення повинен бути чітко видимим і допомагати учням та персоналу швидко й безпечно евакуюватися з будівлі в разі надзвичайної ситуації. Евакуаційне освітлення встановлюється у прохідних приміщеннях, коридорах, холах, вестибюлях, сходових клітках, у фізкультурно-спортивних і актових залах, роздягальнях, їдальнях, басейнах. Світлові покажчики "Вихід" повинні бути приєднані до мережі евакуаційного або аварійного освітлення. Найменша освітленість повинна бути 0,5 лк на підлозі приміщення і 5 лк на дзеркалі басейну.

Ремонтний тип освітлення використовується під час технічного обслуговування та ремонтних робіт для забезпечення достатнього рівня освітленості в робочих зонах. Це допомагає підвищити ефективність робіт та забезпечити безпеку технічного персоналу. Слід встановити освітлення в підпіллі, машинному приміщенні ліфта, вентиляційних камерах, теплових вузлах, електрощитових.

З метою підвищення енергоефективності та комфорту варто передбачити можливість інтеграції автоматизованих систем управління освітленням, що реагують на рівень природного світла, присутність людей у приміщенні чи час доби.

Світлодіодні та люмінесцентні світильники в приміщеннях для занять повинні передбачатися з пускорегулювальними пристроями з особливо низьким рівнем шуму, регламентованими Санітарним регламентом 2205 для закладів освіти.

У приміщеннях для занять та гурткових повинні бути передбачені дві штепсельні розетки: одна - біля дошки, друга - на протилежній від дошки стіні приміщення, що є вимогою діючої на сьогодні нормативної бази. Однак сучасні підходи до навчання вимагають застосування цифрових засобів та інформаційних технологій. Тому варто передбачати додаткові джерела підключенні до електромережі для оснащення класів мультимедійними системами, інтерактивними дошками та інтегрованими рішеннями для онлайн-навчання, а також створення цифрової інфраструктури з бездротовим доступом до мережі Інтернет у всіх приміщеннях.

Електропостачання, електрообладнання, електроосвітлення будівель слід проєктувати згідно з ПУЕ, ДБН В.2.5-23, НПАОП 40.1-1.32, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-24, ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б В.2.5-82. Кабельні лінії і системи електропроводки повинні відповідати вимогам пожежної безпеки згідно з ДБН В.2.5-23.

Під час проєктування системи електропостачання слід передбачити встановлення та підключення до резервних джерел енергії, таких як генератори чи акумуляторні батареї, що забезпечують безперебійну роботу критичних систем; встановлення інтелектуальних систем управління енергоспоживанням для оптимізації роботи освітлення, опалення та вентиляції; використання високоякісного кабельного обладнання з додатковим захистом від механічних пошкоджень і коротких замикань.

Захист від блискавок у будівлях шкіл повинен бути виконаний згідно з вимогами ДСТУ EN 62305-1, ДСТУ EN 62305-2, ДСТУ EN 62305-3, ДСТУ EN 62305-4 з врахуванням наявності телевізійних антен та трубостояків мережі проводового мовлення.

6.4. Системи зв'язку, сигналізації, контролю та моніторингу безпеки

Будівлі та споруди закладів освіти повинні обладнуватися мережами системи зв'язку, телевізійного та проводового мовлення, мережі Інтернет. Слід передбачати улаштування автоматизованої системи моніторингу та інтелектуального управління будівлею.

Для закладів освіти повинно бути передбачено встановлення абонентських кінцевих пристроїв мережі зв'язку у приміщеннях чергового персоналу, в технологічних приміщеннях, у приміщеннях директора, заступників директора, приймальної, завучів, канцелярії, медичній кімнаті (кабінеті медсестри) та кабінеті лікаря, кабінеті психолога, стоматологічному кабінеті, методичному кабінеті, кабінеті інформатики та обчислювальної техніки, завідуючого їдальнею. Розрахунок ємності лінійних споруд мережі зв'язку будівель та споруд закладів освіти слід виконувати згідно з ГБН В.2.2-34620942-002.

Приєднання мережі Інтернет передбачається згідно з завданням на проектування в адміністративно-службових, навчальних та навчально-виробничих приміщеннях.

Абонентські розетки проводового мовлення встановлюються в приміщеннях чергового персоналу, адміністративно-господарських приміщеннях, медичній кімнаті (кабінеті медсестри) та кабінеті лікаря, завідуючого їдальнею.

Абонентські приєднувальні засоби телевізійного мовлення встановлюються в приміщеннях директора, заступників директора, завучів, приймальної, кабінетах іноземної мови, універсальній залі, спеціалізованих навчальних кабінетах, кабінетах інформатики та обчислювальної техніки, кабінетах-лабораторіях, зальних приміщеннях клубно-видовищної групи та бібліотеки.

Антенні пристрої систем ефірного телебачення, супутникового зв'язку і телебачення повинні розташовуватися в тих місцях, де вони не погіршують архітектурного вигляду будинків. Рекомендується розміщувати їх на покрівлі

будівель з урахуванням додаткових механічних навантажень. Розміщення антенних пристроїв на фасадних стінах, балконах не допускається.

При об'ємі приміщень більше 800 м³, або якщо у приміщеннях відстань від первинного джерела звуку до віддаленого слухача складає більше 15 м (наприклад, приміщення клубно-видовищного та фізкультурно-спортивного призначення), необхідно передбачати звукопідсилення. За показників менше зазначених необхідність застосування систем звукопідсилення повинна визначатися завданням на проєктування. Джерела звуку необхідно встановлювати у приміщеннях з постійним та тимчасовим перебуванням людей. Використання систем звукопідсилення на території для проведення спортивних та масових заходів повинно визначатися завданням на проєктування.

Системи звукопідсилення рекомендується суміщати з системами пріоритетного оповіщення та забезпечувати вимоги щодо оповіщення людей про пожежу та управління евакуюванням системами типу СО3-СО5 відповідно до ДБН В.1.1-7. Будівлі та споруди закладів освіти повинні бути обладнані автоматичними системами сигналізації та регламентації часу. Приміщення перших класів закладів загальної середньої освіти повинні виділятися для окремих програм. Допускається використання системи звукопідсилення та оповіщення для передавання (трансляції) сигналів регламентації часу. Вертикальне прокладання мереж зв'язку та сигналізації у будинках та спорудах закладів освіти передбачається приховано в окремих трубах-стояках із влаштуванням у відповідності з окремих поверхових розподільних монтажних шаф систем зв'язку та сигналізації.

Проєктом необхідно передбачати заходи, що захищають від несанкціонованого проникнення в монтажні розподільні шафи і інші споруди, приміщення та обладнання мереж зв'язку і сигналізації. Зокрема, охоронною сигналізацією з виведенням сигналу на пульт чергового диспетчерської сигналізації або пульт централізованого нагляду служби охорони повинні обладнуватися приміщення зберігання навчальної зброї, кабінети інформатики та обчислювальної техніки, управління системами протипожежного захисту, електрощитові, входи до технічних приміщень та виходи на покрівлю будівлі, входи до машинного відділення ліфтів.

Обладнання охоронною сигналізацією інших приміщень будівель та споруд закладів освіти, в яких зосереджені матеріальні цінності, визначається завданням на проєктування.

Організаційно-технічні заходи щодо передавання сигналів охоронної сигналізації службам відомчої або державної охорони визначаються завданням на проєктування.

Рекомендовано передбачати встановлення систем тривожного виклику для швидкого реагування у випадках надзвичайних ситуацій або медичних потреб.

Система контролю в закладах освіти має важливе значення для забезпечення безпеки учнів і персоналу. Для забезпечення громадського порядку, контролю доступу сторонніх осіб, а також запобігання правопорушень у школах залучаються профільні фахівці – офіцери безпеки. Залежно від розташування школи відносно територій, на яких проходили бойові дії можуть встановлюватися різні рівні безпеки та контролю щодо розповсюдження зброї, вибухонебезпечних речовин тощо. Відповідно слід передбачати у проєкті (визначаються завданням на проєктування) додаткові технічні системи та обладнання: турнікети, металодетектори (у школах до ста учнів) та рамки безпеки (у більш чисельних закладах), пристрої для фіксації того, що відбувається впродовж навчального дня (планшети, бодікамери, стаціонарні камери відеоспостереження). У випадку облаштуванні зовнішньої системи відеоспостереження розраховуються ключові ділянки території закладу: входи, коридори, сходові клітини, двори. Камери повинні допомагати службі охорони в режимі реального часу моніторити рух і фіксувати будь-які підозрілі дії, щоб мінімізувати ризики (пронес зброї, вибухових засобів, проникнення сторонніх осіб тощо) та підвищити загальний рівень безпеки.

Не менш важливою складовою є електронні системи контролю доступу, які обмежують доступ до приміщень призначених тільки для уповноважених осіб. Ці системи можуть використовувати карткові ключі, електронні перепустки або біометричні сканери. Такі заходи запобігають проникненню сторонніх осіб до закладу та дозволяють відслідковувати переміщення учнів та працівників між різними частинами будівлі. Системи також можуть бути підключені до загальних баз даних для контролю відвідуваності. Деякі сучасні заклади освіти використовують мобільні додатки для відстеження перебування учнів на території, а також для інформування батьків про їхні переміщення. Такі інновації забезпечують максимальний захист та ефективність системи контролю в освітніх установах.

Системи контролю та моніторингу безпеки варто проєктувати з можливістю інтеграції з іншими системами безпеки, такими як системи пожежної сигналізації та евакуації, що дозволить автоматизувати дії в надзвичайних ситуаціях, а також підвищить оперативність реагування на потенційні загрози та створить безпечне

середовище для навчання. Системи контролю можуть включати функції сповіщення адміністрації та батьків про надзвичайні події, в тому числі рух учнів за межі школи (при наявності відповідних дозволів).

Прокладання мереж зв'язку та сигналізації від поверхових розподільних шаф і вводи їх до приміщень повинно виконуватися приховано. Конструкції вводів повинні мати можливість вільного прокладання, доповнення та заміни кабелів і проводів абонентських мереж.

Вимоги щодо обладнання будівель та споруд закладів освіти автоматичною пожежною сигналізацією та системою оповіщення про пожежу і керування евакуацією людей викладені в ДБН В.2.5-56.

Блискавкозахист стояків ліній мережі проводового мовлення, щогл телеантен (у т.ч. і супутникових) виконується згідно з ДСТУ EN 62305-1, ДСТУ EN 62305-2, ДСТУ EN 62305-3, ДСТУ EN 62305-4. Заходи щодо вирівнювання потенціалів металевих частин обладнання систем зв'язку та сигналізації згідно з НПАОП 40.1-1.32 визначаються комплексно для металевих конструкцій та всього електрообладнання будівель та споруд закладів освіти.

Інженерні системи будівель загальноосвітніх шкіл є ключовим компонентом створення комфортного, безпечного й ефективного освітнього середовища. Інтеграція сучасних технологій, автоматизованих систем управління та екологічно чистих рішень дозволяє підвищити якість навчального процесу, зменшити витрати ресурсів і забезпечити сталий розвиток шкільної інфраструктури. Застосування інноваційних підходів сприяє не лише підвищенню ефективності функціонування шкіл, але й формуванню екологічної свідомості серед учнів.

6.5. Ліфти

Ліфти у навчальних закладах повинні забезпечувати безпеку, доступність і відповідність сучасним нормам і стандартам. Ліфти мають бути оснащені системами аварійної сигналізації, двостороннього зв'язку та захисту від аварійної зупинки. Особлива увага приділяється безбар'єрному доступу, включаючи встановлення кнопок із шрифтом Брайля, звукових повідомлень та широких дверей для людей з обмеженими можливостями. Важливо також використовувати енергоефективні технології для зменшення споживання енергії.

Габарити ліфтів мають забезпечувати комфортне використання та доступність. Рекомендовані мінімальні розміри кабіни складають 1100 мм на 2100 мм із шириною дверей не менше 900 мм, висота кабіни – 2100 мм. Вантажопідйомність ліфтів варіюється від 400 до 1000 кг залежно від потреб закладу.

Відповідно до технологічних вимог у будівлях закладів освіти передбачають пасажирські, вантажопасажирські і службові ліфти, підймальні платформи для учнів з інвалідністю та інші види вертикального транспорту з урахуванням положень, викладених у ДБН В.2.2-9.

Пасажирські ліфти необхідно проєктувати у навчальних корпусах заввишки більше чотирьох поверхів.

Вантажні ліфти слід передбачати у відповідності з технологічними вимогами.

Спеціальні ліфти для користування учнями та викладачами з інвалідністю на кріслах колісних проєктуються в будівлях заввишки в два та більше поверхів.

Ліфти встановлюються згідно з вимогами НПАОП 0.00-1.02, ДСТУ ISO 4190-1, ДСТУ ISO 4190-2, ДСТУ ISO 4190-3, ДСТУ ISO 4190-6, ДСТУ EN 81-20, ДСТУ EN 81-70, ДСТУ EN 81-72, ДСТУ EN 81-82, ДСТУ-Н Б В.2.2-38, а підймальні платформи для осіб з інвалідністю – згідно ДСТУ EN 81-40, ДСТУ EN 81-41.

Передовий досвід передбачає використання системи управління, автономного електропостачання та віддаленого моніторингу ліфтів, а також необхідність забезпечення регулярного технічного обслуговування, використання зносостійких та екологічних матеріалів, а також відповідність стандартам безпеки, що є обов'язковим для забезпечення безперебійної та безпечної роботи ліфтів.

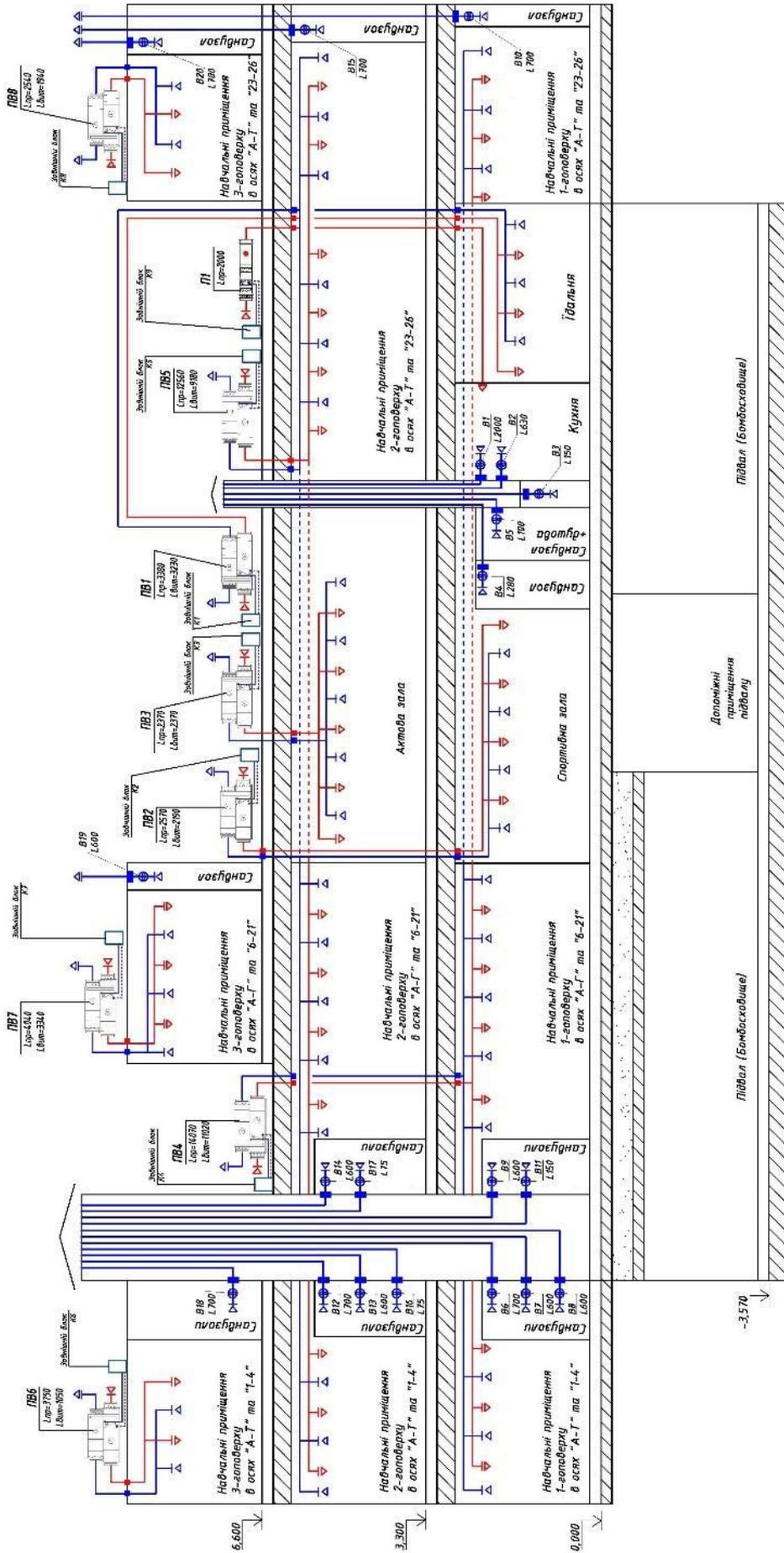
Розташування та кількість ліфтів повинно відповідати вимогам пожежної безпеки та забезпечення вимог щодо часу евакуації з будівлі. У разі проєктування укриттів у будівлі школи слід забезпечити можливість доступу до укриття за допомогою ліфтів.

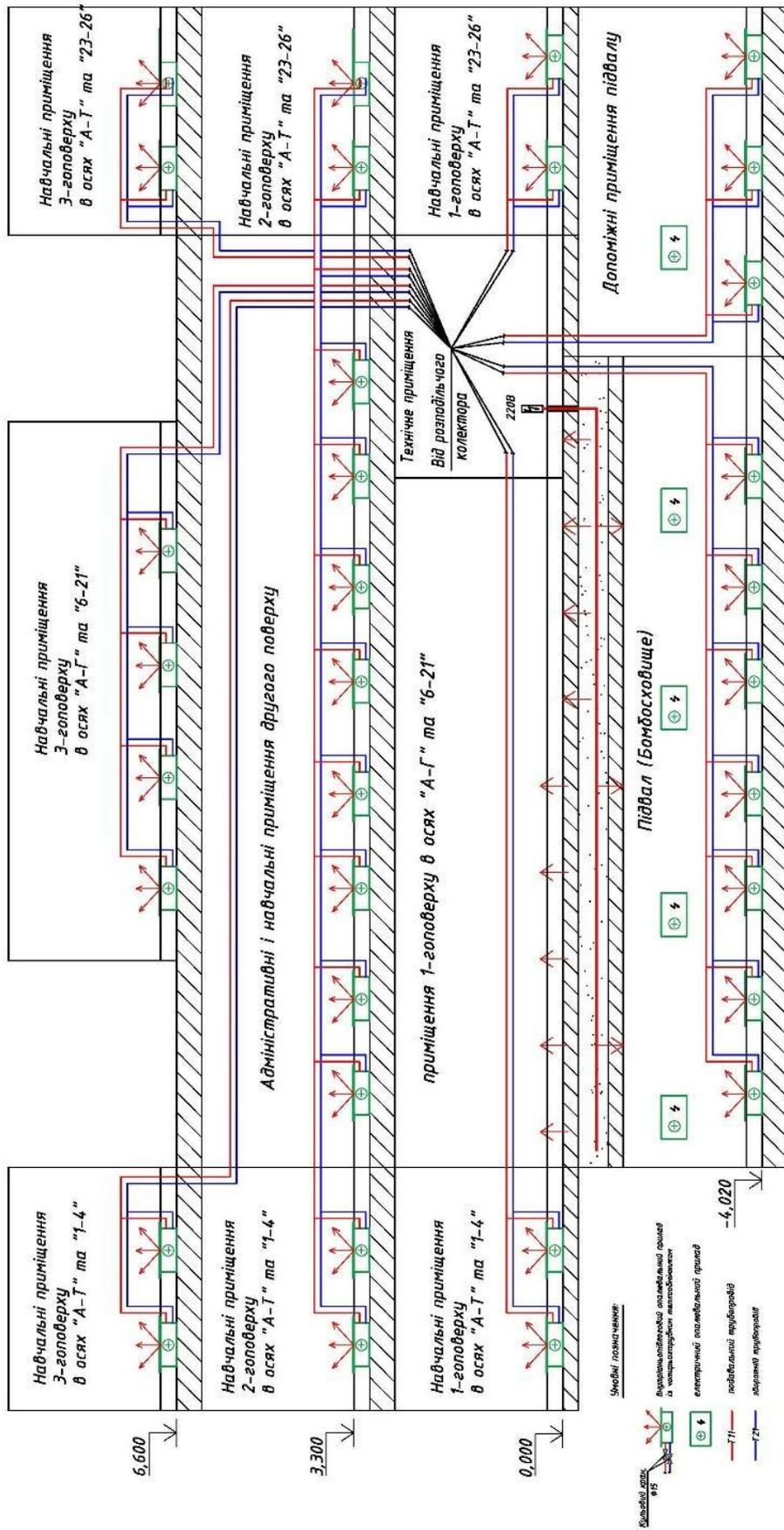
6.6. Смітєпровід

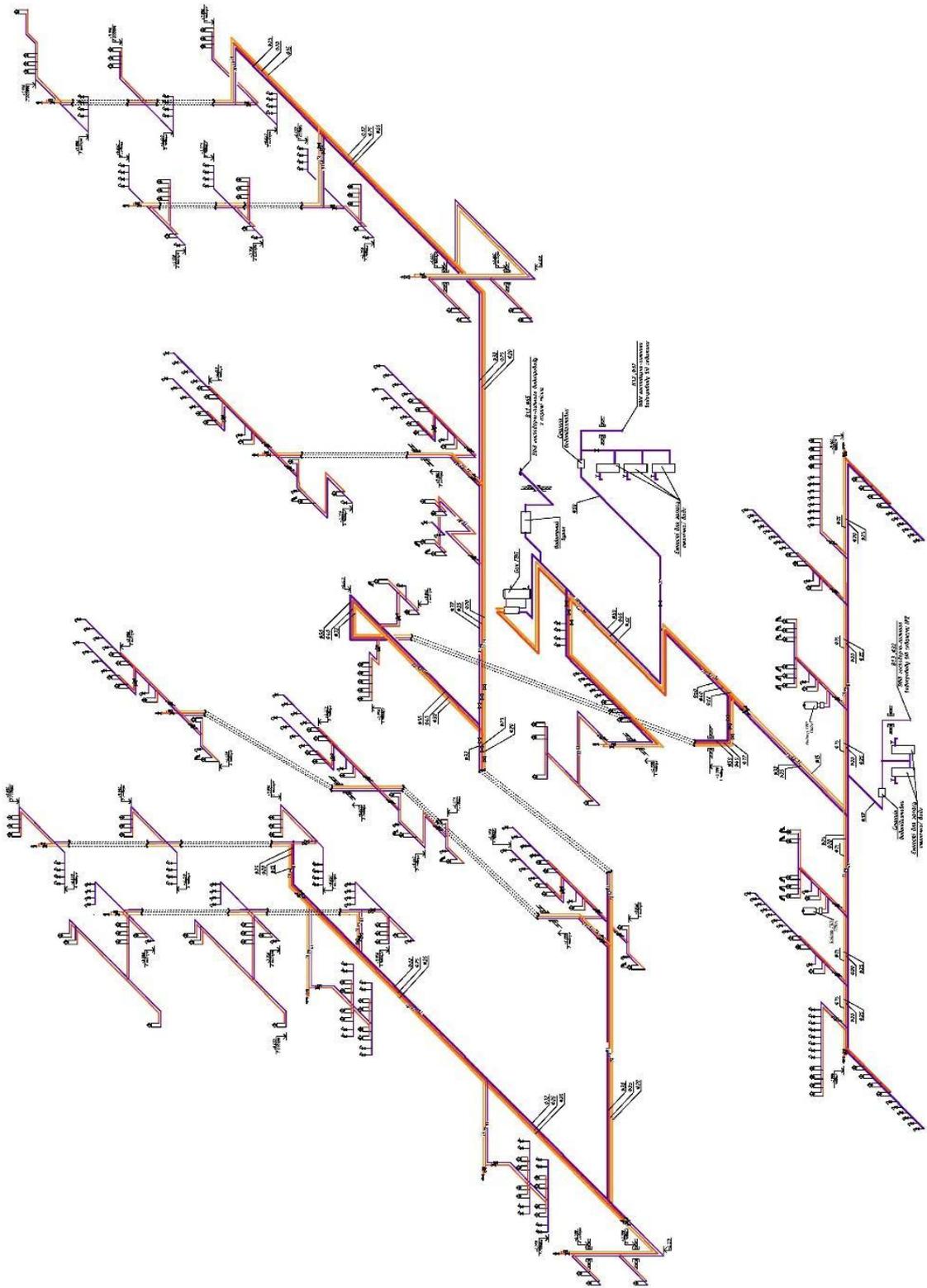
При проектуванні закладів освіти слід дотримуватись вимог щодо управління побутовими відходами. Проектна документація на будівництво об'єкта, розроблена відповідно до вимог ДБН А.2.2-3, повинна містити обґрунтовані технологічні та проектні рішення щодо відповідності Постанові КМУ від 08.08.2023 № 835 «Про затвердження Правил надання послуги з управління побутовими відходами...» і визначеним органом місцевого самоврядування у частині управління побутовими відходами згідно з правилами благоустрою населеного пункту, регіональним планом управління відходами та місцевому плану управління відходами. Проектні рішення повинні забезпечувати досягнення цільових показників з управління побутовими відходами щодо підготовки до повторного використання та рециклінгу побутових відходів від загального обсягу. Необхідно включати до проекту обґрунтовані технологічні та проектні рішення щодо організації роздільного збирання побутових відходів як при експлуатації, так і при проведенні будівельних робіт.

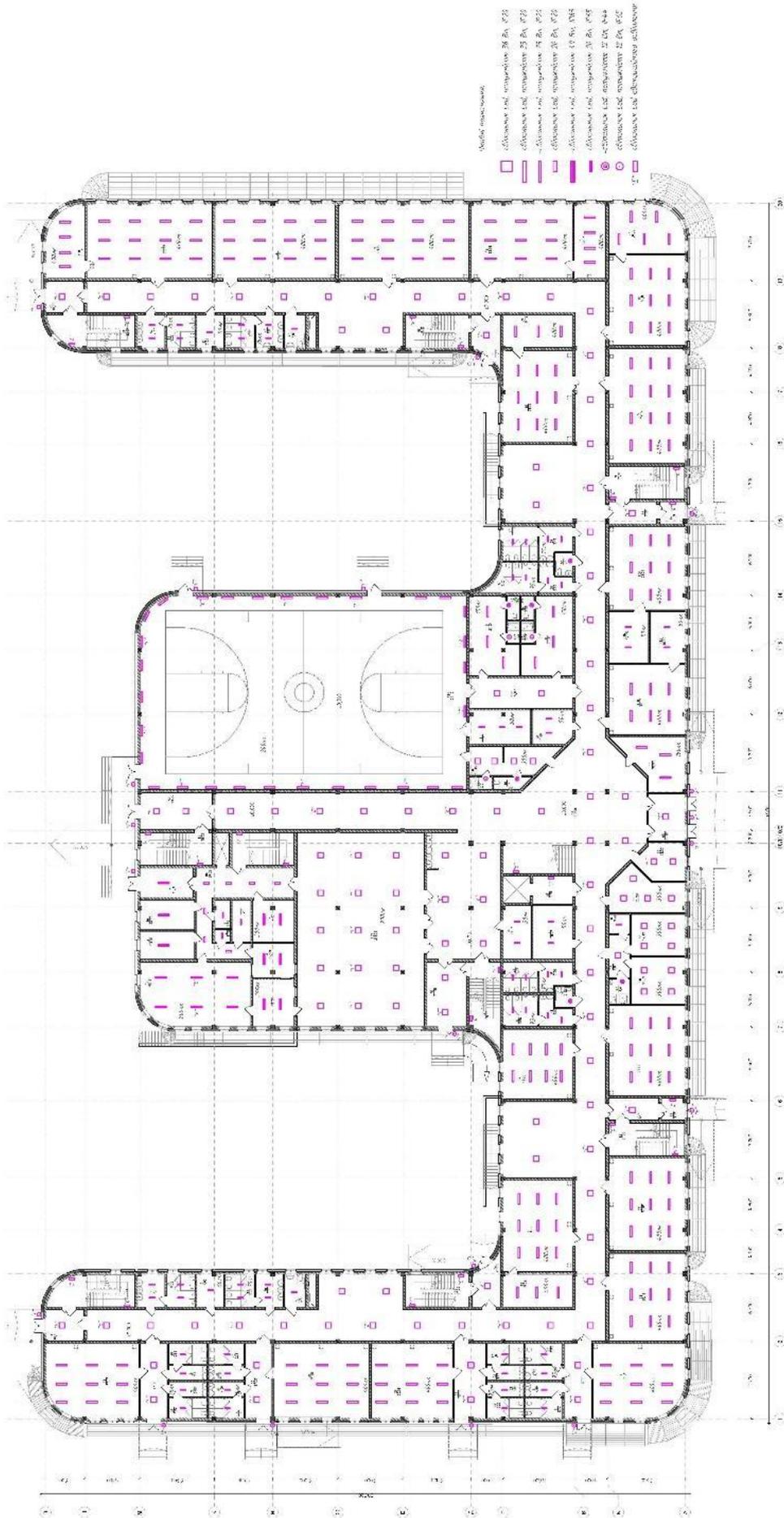
При проектуванні закладів освіти слід передбачати смітєпровід з урахуванням вимог ДСанПіН 145. Смітєпровід має бути обладнаний відповідно до вимог ДСанПіН 145, ДБН В. 1.1-7, ДСТУ Б В.2.5-34, ДБН В.2.5-64, а смітєзбірна камера слід влаштовувати згідно з ДБН В.2.2-9.

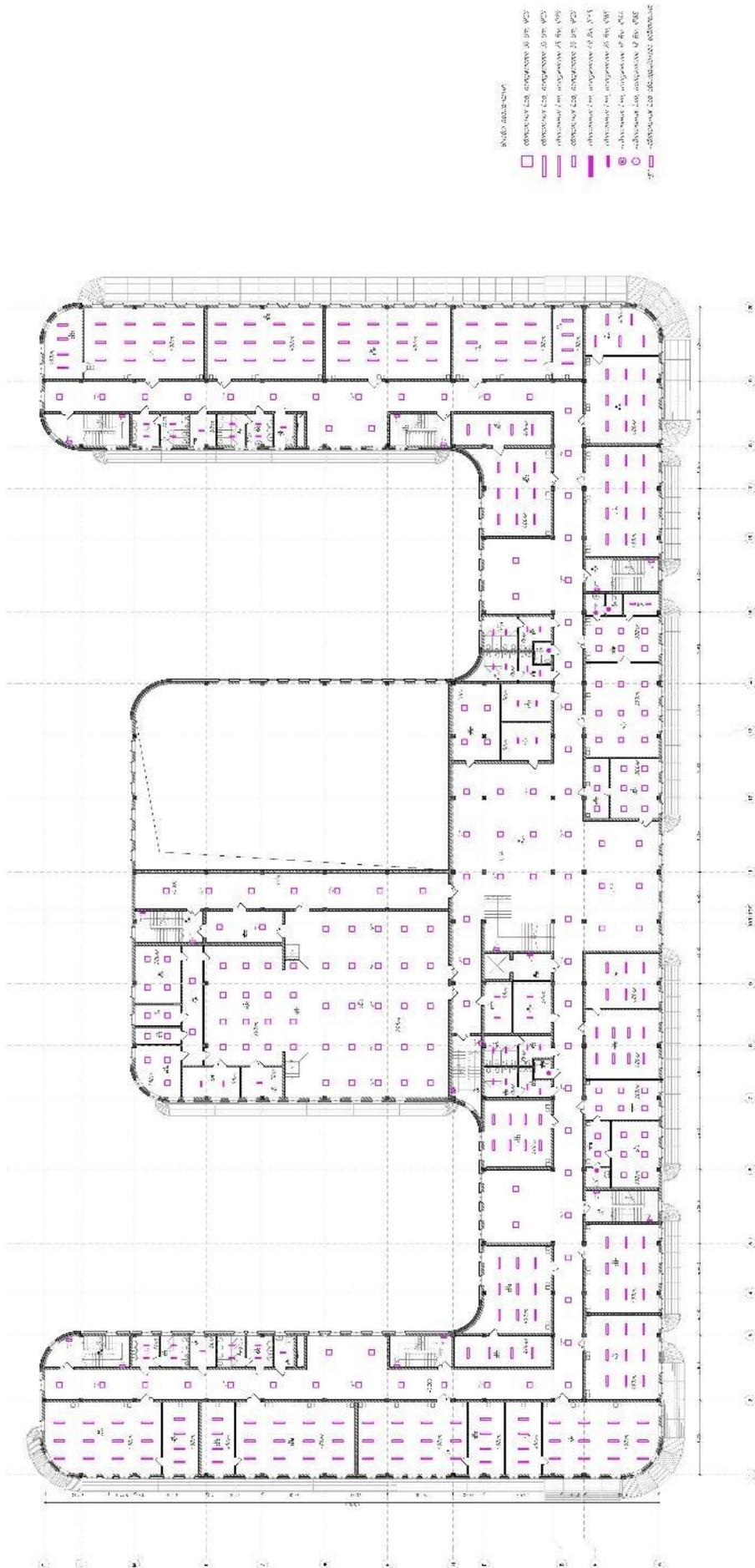
6.7. Зразки схем інженерних систем проєкту повторного використання для закладів загальної середньої освіт











РОЗДІЛ 7. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, РЕСУРСО-ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКОЛАХ

Енергоефективність, ресурсозбереження та екологічна безпека є невід’ємними складовими сучасного підходу до проектування й експлуатації загальноосвітніх шкіл. В умовах кліматичних змін, зростання вартості енергії та необхідності сталого розвитку важливо забезпечити мінімізацію споживання енергоресурсів та екологічний баланс. У цьому контексті школи стають платформою для впровадження інноваційних рішень і навчання учнів принципам раціонального використання ресурсів. Впровадження енергоефективних та екологічно безпечних рішень у школах не лише підвищує комфорт навчального середовища, але й сприяє формуванню екологічної свідомості серед учнів та громади.

Вибір необхідних заходів енергетичної ефективності повинен бути обґрунтованим і відповідати основній меті – збереження енергії, бути орієнтованим на покращення санітарно-гігієнічних умов внутрішнього мікроклімату будівлі та зменшення впливу на оточуюче середовище, і в меншій мірі спиратись на мінімізацію економічних витрат. При цьому варто визначати період окупності інвестицій та враховувати довготривалу перспективу, яка у підсумку повинна привести до окупності проєкту. Не менш важливим у успішній реалізації проєкту будівництва енергоефективних та екологічних будівель закладів освіти є залучення кваліфікованого та досвідченого менеджера проєкту (відповідального за проєкт) та консультативної групи фахівців.

Слід включати в проєкти нових енергоефективних та екологічних шкіл рішення щодо впровадження альтернативних джерел енергії. Приймаючи до уваги високу вартість обладнання та великий період окупності слід обирати варіант з найвищим сумарним ефектом від його реалізації.

При можливості рекомендується реалізовувати проєкти щодо впровадження альтернативних джерел енергії, не зважаючи на необхідність значних інвестицій.

В процесі реалізації проєкту необхідно виконувати контроль за виконанням робіт, за відповідністю та якістю матеріалів, за дотриманням технологій тощо.

Після реалізації проєкту перед здачею об'єкта в експлуатацію передбачається виконання звірки показників до і після будівництва.

Рекомендовано виконувати додаткову перевірку якості виконаних заходів після принаймні одного опалювального сезону.

Цей розділ присвячено аналізу заходів, спрямованих на зниження енергоспоживання, раціональне використання ресурсів, дотримання екологічних стандартів у навчальних закладах, а також інтеграцію цих принципів у навчальний процес.

7.1. Методологія проєктування енергоефективних будівель шкільних закладів

Проєктування енергоефективних будівель, зокрема, шкільних закладів повинна ґрунтуватися на системному аналізі будівлі як єдиної енергетичної системи. Не допускається формування енергоефективної будівлі як суми незалежних інноваційних рішень, оскільки це порушує принципи системності та призводить до зниження енергетичної ефективності проєкту в цілому.

При розробленні проєкту необхідно забезпечити виконання вимог до енергетичної ефективності за рахунок архітектурних об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, а також системи їх інженерного обладнання, що повинні забезпечувати оптимальний рівень енерговитрат при будівництві та експлуатації.

Загальні вимоги до забезпечення енергоефективності будівель шкіл встановлюються з урахуванням сукупності факторів, а саме:

- 1) місцевих кліматичних умов;
 - 2) функціонального призначення будівлі (типу закладу освіти);
 - 3) архітектурно-планувальних та конструктивних рішень будівлі;
 - 4) геометричних характеристик будівлі;
 - 5) теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій будівлі;
 - 6) питомого енергоспоживання будівлі;
 - 7) санітарно-гігієнічних та мікрокліматичних умов приміщень будівлі;
 - 8) довговічності (надійності теплоізоляційної оболонки) огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівлі.
-

Під час розробки об'ємно-планувальних рішень будівлі слід враховувати рішення внутрішнього планування. Принципи розробки об'ємно-планувальних рішень розглядаються в розділі 4.

Огороджувальні конструкції будівлі мають проектуватися з теплозахисними властивостями, які забезпечують питоме споживання теплової енергії, що витрачається на теплопостачання, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огороджувальних конструкцій під час експлуатації будівель і споруд у межах встановлених норм згідно з вимогами ДБН В.2.6-31, ДБН В.2.5-67, а також ДСТУ Б EN 15251.

Під час вибору матеріалів та конструктивного вибору огороджувальних конструкцій (зовнішніх стін, світлопрозорих конструкцій, дверей) закладів освіти необхідно керуватися наступними вимогам:

1. Експлуатаційні умови зовнішніх огороджувальних конструкцій будівель, що опалюються або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура в яких відрізняється на 4°C і більше, повинні відповідати обов'язковим вимогам ДБН В.2.6-31. Приведений опір огороджувальних конструкцій слід розраховувати за ДСТУ 9191.

2. Приведений опір теплопередачі ($R_{\Sigma\text{пр}}$) огороджувальних конструкцій повинен перевищувати нормативне мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі ($R_{q\text{ min}}$) згідно ДБН В.2.6-31, тобто $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\text{ min}}$.

До окремих огороджувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки відносяться зовнішні стіни, внутрішні стіни та перекриття, що розмежовують опалювальні та неопалювальні об'єми, стіни нижче рівня ґрунту, підлоги по ґрунту, перекриття неопалювальних горищ, перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами, покриття різних типів, світлопрозорі конструкції, зовнішні двері.

3. Значення приведенного опору теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}}$ зовнішніх непрозорих огороджувальних конструкцій будівель необхідно визначати за формулою для термічно неоднорідної непрозорої огороджувальної конструкції, а саме, формулою (7.1) згідно методики ДСТУ 9191:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (7.1)$$

де: $R_{\Sigma_{\text{пр}}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішньої стінової огорожувальної конструкції, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$;

A_{Σ} – загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім обміром, із відніманням площ прорізів та із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів, м^2 ;

A_i – площа i -ої термічно однорідної непрозорої частини огорожувальної конструкції, що не містить площ внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями, м^2 ;

R_{Σ_i} – опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$;

l_m – лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, м ;

ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m -ого лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

N_j – загальна кількість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.;

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j -ого точкового теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{К}$.

При цьому, якщо огорожувальна конструкція має декілька відмінних термічно однорідних частин (наприклад, для різних фасадів може бути відмінний конструктивний склад матеріалів або використано різні товщини утеплювача тощо), то розрахунок опору теплопередачі кожної такої частини виконується за формулою (7.2):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (7.2)$$

де: R_{Σ} – опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої частини багатошарової огорожувальної конструкції, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$;

h_{si}, h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, які приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022 [29];

$i = 1 \dots I$ – індекс, що визначає положення (порядковий номер) шару огорожувальної конструкції від 1 до I , де I – загальна кількість шарів

конструкції. Після проведення розрахунку отриманий показник приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції перевіряється на відповідність умові (2.1): $R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}$;

R_i – тепловий опір i -го шару багат шарової конструкції, $m^2 \cdot K / Wt$, який задається співвідношенням: $R_i = \delta_i / \lambda_i$, де

δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_i – розрахункова теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації, $Wt / (m \cdot K)$, яку приймають згідно з додатком А ДСТУ 9191. У випадку, якщо i -ий шар конструкції є замкненим повітряним прошарком, то значення теплового опору не розраховується, а визначають за даними таблиць додатку В ДСТУ 9191 із врахуванням товщини та розміщення повітряного прошарку, в тому числі типу встановленої відбивної ізоляції.

Розрахунок приведенного опору теплопередачі передбачає врахування лише термічного впливу від лінійних та точкових теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного типу зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції (наприклад, дубелі, кронштейни, віконні відкоси тощо). Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі здійснюється на підставі розрахунків двомірних та тримірних температурних полів відповідно. Методика розрахунку встановлена згідно з ДСТУ 180 10211-1, ДСТУ 180 10211-2. В іншому випадку значення лінійних і точкових коефіцієнтів теплопередачі приймають за довідковими таблицями додатку Г та додатку Д ДСТУ 9191 відповідно до типу та характеристик теплопровідного включення.

Окрім цього вимагається перевірка одночасного виконання умов:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}, \quad (7.3)$$

$$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}, \quad (7.4)$$

$$\theta_{tb,si,min} > \theta_{si,min} \quad (7.5)$$

де: $R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, для відповідного типу конструкції згідно вимог ДБН В.2.6-31, $m^2 \cdot K / Wt$;

R_{qmin} – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції, що відповідає значенням для відповідних їй типу конструкції та температурної зони, наведених у ДБН В.2.6-31, $m^2 \cdot K / Wt$;

$\Delta\theta_{int-si}$ – різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, $^{\circ}C$;

$\Delta\theta_{int-si,max}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\theta_{si,tb,min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С;

$\theta_{si,min}$ – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

4. При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару непрозорої огорожувальної конструкції слід враховувати особливості її конструктивного вирішення та включати у розрахунок усі теплопровідні включення, що є невід’ємною її складовими, до них відносяться: з’єднувальні елементи, дюбелі, кронштейни, закладні деталі, арматурні сітки, віконні відкоси, стики між елементами непрозорої огорожувальної конструкції, елементи жорсткості та ін..

5. Значення приведенного опору теплопередачі підлог на ґрунті будівлі або опалюваного підвалу визначається відповідно до розрахунків тепловитрат до ґрунту згідно з ДСТУ 9190, але у всіх випадках повинно забезпечуватися виконання вимог (7.4-7.5), а для поверхні підлоги приміщень, за якими визначається розрахункова площа, виконання вимоги ДБН В.2.6-31, а саме:

$$Y_f \geq Y_{f,max}, \quad (7.6)$$

де Y_f – показник теплосасвоєння поверхнею підлоги, Вт/(м²·К), що визначається згідно з ДСТУ Б В.2.7-276;

$Y_{f,max}$ – максимально допустиме значення показника теплосасвоєння поверхнею підлоги, Вт/(м²·К), що встановлюють згідно з ДБН В.2.6-31 в залежності від призначення будівлі (для закладів освіти – 12 Вт/(м²·К)).

6. Перепад між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції ($\Delta\theta_{int-si}$) не повинен перевищувати допустиме за санітарно-гігієнічними нормами значення ($\Delta\theta_{int-si,max}$), згідно ДБН В.2.6-31, відповідно $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$.

7. Мінімальне значення температури внутрішньої поверхні ($\theta_{tb,si,min}$) в зонах теплопровідних включень при розрахункових температурах згідно ДБН В.2.6-31, не повинно бути нижче мінімально допустимого значення температури внутрішньої поверхні ($\theta_{si,min}$), відповідно $\theta_{tb,si,min} > \theta_{si,min}$. Тобто, в залежності від виду теплопровідних включень, місця їх розташування та призначення будівлі, мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в цих зонах не повинно

бути менше значення температури точки роси для непрозорих елементів огорожувальних конструкцій та 6°C для світлопрозорих зон, коробок, імпортів та штапиків віконних та дверних блоків.

8. Слід забезпечувати виконання вимог щодо експлуатаційних якостей огорожувальних конструкцій, а саме:

- паропроникності (оцінюється тепловологісний стан) огорожувальних конструкцій згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-192;
- повітропроникності згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-191;
- теплового засвоєння згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190;
- теплостійкості згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190.

9. Має бути дотримана вимога герметизації стиків конструкцій та забезпечення герметичності огорожувальних конструкцій для уникнення інфільтрації, що передбачено вимогою до кратності повітрообміну згідно ДБН В.2.6-31. Перевірку повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах варто виконувати відповідно до ДСТУ EN ISO 9972:2022.

10. Цокольні та зовнішні заглиблені стінові конструкції, що контактують із ґрунтом, потрібно утеплювати у шкільних будівлях:

- без підвалу теплоізоляційними матеріалами завтовшки не менше ніж 50 мм на глибину не менше ніж 0,5 м нижче поверхні ґрунту, або на всю висоту конструкції (якщо її глибина менше ніж 0,5 м);
- із техпідпіллям та неопалюваним підвалом теплоізоляція має заходити на цокольну частину стіни не менше ніж на 0,5 м від нижньої поверхні перекриття або до поверхні ґрунту, якщо її висота менше ніж 0,5 м;
- із опалюваним підвалом на глибину не менше ніж на 2,0 м нижче поверхні ґрунту або на всю висоту конструкції (якщо її глибина менше ніж 2,0 м) теплоізоляційними матеріалами товщиною розрахованою відповідно до ДСТУ 9191, але не менше ніж 50 мм;
- зі ступенем довговічності матеріалів, прийнятим згідно ДСТУ-Н Б В.2.7-182:2009.

11. Підлоги по ґрунту в опалювальних приміщеннях потрібно утеплювати теплоізоляційним матеріалом з товщиною, що забезпечує виконання вимог (5), (6), (9) ДБН В.2.6-31, але не менше ніж 50 мм.

12. Амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій в літній період року не повинна перевищувати значення 2,5 °C.

13. Амплітуда коливань температури внутрішнього повітря в зимовий період року не повинна перевищувати значення $1,5^{\circ}\text{C}$.

14. Показник теплосасвоєння поверхні підлоги не повинен перевищувати $12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

15. Повинна виконуватися вимога щодо мінімальної кількості містків холоду. Даний термічний вплив враховують при визначенні енергопотреб для опалення та охолодження згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790 та загальних тепловитрат будинку через огорожувальну конструкцію згідно з ДСТУ 9190. До теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями будівлі, відносяться міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання тощо.

16. Проектування й улаштування вікон та дверей необхідно здійснювати з урахуванням положень згідно з ДСТУ-Н Б В.26-146.

17. Проектування вузлів з'єднувальних місць примикань віконних | дверних блоків до конструкцій зовнішніх стін необхідно здійснювати з урахуванням положень згідно з ДСТУ Б В.26-79.

18. Усі стулки вікон і балконних дверей повинні бути укомплектовані ущільнювальними прокладками (не менше ніж дві), виконаними з морозостійких матеріалів, строк ефективної експлуатації яких становить не менше ніж 15 років. Глухі частини балконних дверей слід утеплювати теплоізоляційними матеріалами.

19. Технічні рішення для запобігання зниженню температури внутрішньої поверхні конструктивних елементів вікон з ПВХ профілів, алюмінієвих профілів, а також дерев'яних брусків завтовшки менше ніж 100 мм на поверхні укосів з боку приміщення встановлюються на підставі розрахунків двовимірних або тривимірних температурних полів та їх оцінки окремо для прозорих і непрозорих частин.

20. Конструкції теплоізоляційної оболонки будівель повинні відповідати вимогам пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1-7, конструкції фасадної теплоізоляції - вимогам ДБН В.1.1-7 та ДБН В.2.6-33, конструкції покриттів - вимогам ДБН В.1.1-7 та ДБН В.2.6-14.

21. Розрахункові теплофізичні характеристики будівельних матеріалів при проектуванні приймають згідно з ДСТУ 9191, для теплоізоляційних матеріалів конкретного виробника за розрахункових умов експлуатації потрібно приймати

за результатами випробувань згідно ДСТУ Б В.2.7-182. Результати проведених випробувань повинні підтверджуватись кожні п'ять років.

7.1.1. Конструкції зовнішніх стін

Для досягнення оптимальних за державними будівельними нормами теплотехнічних показників зовнішніх стін варто застосовувати теплоізоляційні матеріали із коефіцієнтом теплопровідності – $0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ та нижче, при цьому шар теплової ізоляції слід розташовувати із зовнішнього боку огорожувальної конструкції, необхідна товщина теплоізоляційного шару визначається за розрахунком відповідно до методики ДСТУ 9191.

Можуть бути застосовані наступні типи теплоізоляційного шару зовнішньої стіни в залежності від його складу та густини:

- а) одношарові (із виробів одного типу та густини).
- б) багатошарові (із двох та більше виробів, різного типу чи густини).
- в) комбіновані (із виробів одного типу, виконаних із шарів різної густини, сполучений між собою).

Раціонально використовувати багатошарові конструкції з послідовним розміщенням шарів. Улаштування системи фасадного утеплення може здійснюватися методами вентилязованого фасаду або скріпленої теплової ізоляції з опорядженням штукатурками. Вимоги до проектування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією встановлюються ДБН В.2.6-33. Кожен з методів має свої переваги та недоліки.

Теплова ізоляція за методом вентилязованого фасаду є більш довговічною відносно своїх аналогів, оскільки зовнішній оздоблювальний шар виконується зі зносостійких заводських виробів. Найпоширенішими є алюмінієві композитні панелі, керамограніт, фіброцементні панелі, металевий сайдинг, вініловий фасадний сайдинг. Варто зазначити, що від виду облицювального матеріалу буде залежати загальна вартість робіт. Основним недоліком є необхідність застосування більшої кількості кріплень, що призводить до збільшення кількості теплопровідних включень, і як наслідок, зниження показника приведенного опору теплопередачі стінової конструкції. Для усунення цього недоліку виникає необхідність збільшення товщини шару теплової ізоляції або застосування теплоізоляційного матеріалу із меншим коефіцієнтом теплопровідності, як наслідок відбувається підвищення вартості робіт. Таким чином, вартість

вентильованого фасаду зазвичай вища ніж фасади виконані за методом скріпленої теплової ізоляції з оздобленням штукатурками.

Методом скріпленої теплової ізоляції утворюється суцільна оболонка без містків холоду (кріпильні дюбелі в даному випадку до уваги не беруться). При проектуванні теплоізоляційної оболонки будівлі школи використовується термічнонеоднорідні огорожувальні конструкції, що пов'язано з тим, що конструкція стін складається з декількох шарів матеріалів. Для зменшення термічної неоднорідності необхідно забезпечувати щільне прилягання теплоізоляційних матеріалів до теплопровідних включень і передбачати заходи відповідного контролю. Ненаскрізні теплопровідні включення слід розташовувати ближче до теплої сторони огорожувальних конструкцій. Наскрізні металеві профілі, болти, анкери, кронштейни тощо мають бути ізольовані матеріалами з теплопровідністю не більше ніж $0,35 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Вузли примикання віконних і дверних блоків до стінової конструкції необхідно проектувати з негорючих матеріалів так, щоб забезпечити рівномірний теплоізоляційний контур по всьому периметру і та забезпечити вивід пари із теплоізоляційного матеріалу.

У місцях концентрації напружень в огорожувальних конструкціях (віконні та дверні прорізи) необхідно передбачати додаткове армування захисного шару. Армування виконується перед нанесенням основного захисного шару за допомогою прямокутних смуг склосітки розміром не менше $350 \text{ мм} \times 200 \text{ мм}$.

За наявності в огорожувальних конструкціях деформаційних швів їх необхідно продублювати в системі теплоізоляції.

У зовнішніх стінах для теплової ізоляції допускається використовувати лише сертифіковані теплоізоляційні матеріали, що вимагає наявності відповідного документу, виданого акредитованою лабораторією.

7.1.2. Цокольні та зовнішні заглиблені стінові конструкції

Утеплення опалюваних підвальних приміщень виконується на глибину не менше ніж на 2 м від рівня відмостки з наступним улаштуванням гідроізоляційного шару по системі теплоізоляції та з'єднанням із відсікаючою горизонтальною гідроізоляцією.

При теплоізоляції будівель із неопалюваними підвальними приміщеннями теплоізоляція повинна заходити на цокольну частину стіни не менше ніж на $0,5 \text{ м}$

від нижньої частини плити перекриття або до поверхні ґрунту, якщо її висота менше ніж 0,5 м.

У будівлях без підвалу теплоізоляція повинна заходити на глибину не менше ніж на 0,5 м нижче поверхні ґрунту, або на всю висоту конструкції, якщо її глибина менше ніж 0,5 м.

Товщина шару теплоізоляційного матеріалу визначається із урахуванням вимог ДБН В.2.6-31, але у будь-якому випадку товщиною не менше 50 мм.

Для утеплення переважно використовують екструдований пінополістирол чи піноскло, яку приклеюють бітумною мастикою без заповнювачів та гідроізольють шаром бітуму.. При цьому варто використовувати лише утеплювач із низьким вологопоглинанням.

Підлоги по ґрунту в опалювальних приміщеннях потрібно також утеплювати теплоізоляційними матеріалами по площі, товщиною яка забезпечує виконання вимог ДБН В.2.6-31 та ДСТУ Б В.2.7-276, але в будь-якому випадку не менше 50 мм.

7.1.3. Горизонтальні елементи огорожувальної конструкції

Горизонтальні поверхні системи теплоізоляції на виступаючих частинах фасаду перед нанесенням декоративного покриття повинні бути гідроізольовані. При цьому, шар гідроізоляції повинен заходити на вертикальну поверхню стіни не менше ніж на 150 мм.

Теплоізоляція перекриття над проїздами, а також балконних плит виконується по всій поверхні на стельовій частині аналогічно утепленню стін.

На підлозі теплоізоляційний шар повинен бути захищений шаром стяжки, здатної протидіяти механічним навантаженням у процесі експлуатації, завтовшки не менше 35 мм.

Елементи декору, деформаційні шви, кути будинку повинні бути виконані відповідно до проектної документації. Теплоізоляційний шар на торцях (парапети, цоколі, прорізи у стінах та деформаційні шви) необхідно захистити від зволоження.

7.1.4. Зовнішні двері

В залежності від розташування (головний вхід, вхід до укриття, підсобних приміщень, аварійний вихід) та завдання на проектування зовнішні двері можуть

бути металеві, дерев'яні чи металопластикові. Вибір дверей необхідно виконувати із урахуванням значення опору теплопередачі конструкції в залежності від температурної зони згідно з ДБН В.2.6-31.

Слід передбачати обладнання зовнішніх дверей пристроєм для автоматичного закривання (доводчиком), що особливо актуально для закладів освіти де через великий потік учнів двері часто залишаються відкритими, що спричиняє збільшені тепловтрати.

Архітектурно-планувальні рішення повинні включати облаштування вхідного тамбура. Додатковим ефективним рішенням є обладнання теплової завіси.

Варто зазначити, що основним критерієм правильної роботи вище наведених дверей є правильний монтаж. Двері слід проектувати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-146.

7.1.5. Світлопрозорі огорожувальні конструкції

Проект повинен передбачати встановлення металопластикових або дерев'яних віконних конструкцій з опором теплопередачі не менше нормативного з урахуванням температурної зони згідно з ДБН В.2.6-31. Розрахунок мінімально допустимого приведенного опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій у зовнішніх огороженнях приміщень із коефіцієнтом скління понад 0,30 виконується відповідно до методики наведеної у ДСТУ 9191.

Технічні характеристики віконних конструкцій зазначаються у паспорті виробу, який надається виробником вікон.

Одним із ефективних рішень може бути запроєктовано встановлення частини вікон з глухими стулками, при цьому необхідне обґрунтування такого рішення, оскільки санітарно-гігієнічними нормами не допускається влаштування приміщень без можливості провітрювання.

Також рекомендовано використовувати вікна з енергоефективними рамами із вентиляційною решіткою. Вони допомагатимуть уникнути великих теплових втрат під час провітрювання, та забезпечують достатній обмін повітря.

Рекомендується використовувати енергоефективні двокамерні склопакети із максимальною можливою відстанню між склом 16 мм із простором заповненим інертним газом.

Варто зазначити, що основним критерієм правильної роботи вище наведених вікон є правильний монтаж. Вікна слід проектувати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-146.

7.1.6. Огороджувальні конструкції покрівлі

Оптимізацію теплових характеристик покрівлі рекомендується виконувати за одним із наступних сценаріїв:

1. Утеплення покрівлі наплення пінополіуретану. При використанні даного способу не потрібно ніякої підготовки даху, оскільки у пінополіуретану висока адгезія, тому він заповнює тріщини та дефекти і ключова перевага це можливість створити будь-яку товщину шару утеплювача. Якщо за такою технологією виконується утеплення похилих покрівельних конструкцій, то необхідно застосовувати більш еластичні марки піни. При цьому густина пінополіуретану повинна становити близько 20–30 кг/м³.

2. Утеплення плитними утеплювачами із піноскла та пінополістиролбетону. Дані матеріали є досить легкими, мають хороші теплотехнічні характеристики, досить жорсткі та міцні та мають низький показник вологонасичення.

3. Утеплення плитними утеплювачами із мінеральної вати. Даний матеріал має хороші теплотехнічні характеристики, досить жорсткий та міцний, має показник високого звукозахисту, але мають високий показник вологонасичення.

4. Монтаж інверсійної покрівлі де у якості утеплювача виступають пінополістирольні матеріали. Особливістю даного способу є влаштування утеплювача над гідроізоляційним шаром на відміну від традиційних методів утеплення. Такий варіант монтують для експлуатаційних покрівель.

При наявності горищного покриття, утеплити верхнє перекриття можливо улаштуванням утеплювача з мінеральної вати на поверхні покриття із забезпеченням паро- та гідроізоляції. Необхідно також передбачити технічне обслуговування покрівлі для унеможливлення зволоження мінеральної вати атмосферною вологою.

7.2. Загальні рекомендації по підвищенню енергоефективності інженерних систем.

Проектування систем опалення, вентиляції, кондиціонування та охолодження у приміщеннях будівель закладів освіти з метою забезпечення

нормованих санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, зокрема, раціонального використання енергетичних ресурсів під час експлуатації, слід керуватись вимогами ДБН В.2.5-67 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Опалювально-вентиляційне обладнання, повітроводи, трубопроводи та теплоізоляційні конструкції повинні відповідати вимогам нормативних документів та Технічному регламенту будівельних виробів, будівель і споруд.

Відповідно до ДБН В.2.5-67 слід виконувати теплоізоляцію трубопроводів систем опалення, внутрішнього теплопостачання, охолодження, внутрішнього холодопостачання, холодного та гарячого водопостачання (окрім побутового).

Згідно ДБН В.2.2.-3 рекомендовано підключення будівель закладів освіти до централізованого теплопостачання, інакше слід проєктувати місцеві теплогенератори у поєднанні із джерелами альтернативної енергії за відповідного обґрунтування доцільності їх використання.

7.2.1. Основні вимоги до інженерних систем будівель шкіл:

1. Слід застосовувати обладнання інженерних систем (крім систем протипожежного захисту) класом енергоефективності за його визначеності для даного типу обладнання не нижче «С» та не нижче ніж клас енергоефективності інженерної системи. Рекомендується застосовувати обладнання вищого класу енергоефективності ніж клас енергоефективності інженерної системи, оскільки клас інженерної системи визначається за найнижчим показником класу інженерного обладнання.

2. Системи теплоспоживання будівель мають бути обладнані регуляторами теплового потоку.

3. Встановлення дефлекторів на викиді витяжних систем не допускається, крім сміттєпроводів (у разі їх наявності).

4. Припливно-витяжні установки рекомендується проєктувати з утилізаторами теплоти витяжного повітря. Підвищення енергоефективності систем вентиляції та зменшення питомої вентиляційної потужності слід враховувати згідно з ДСТУ Б EN 13779. Для забезпечення відповідного класу енергоефективності у системах вентиляції слід застосовувати:

- Механічну припливну та/або витяжну вентиляцію, що працює за потреби. Регулювання за потреби включає змінний режим роботи системи за часом (наприклад, нічне зниження витрати повітря, зниження у неробочі години тощо) та/або регулювання відповідно до поточних (фактичних) потреб у вентиляції

(наприклад, відповідно до присутності людей, концентрації CO₂ у повітрі приміщення тощо).

- Механічну припливно-витяжну вентиляцію з утилізацією теплоти повітря, що видаляється (окрему для кожного приміщення, що обслуговується, або загальну для декількох приміщень або будівлі). Зблоковану (поєднану в одному блоці) припливно-витяжну установку слід проектувати з утилізаторами теплоти витяжного повітря.

5. Економію енергії, що споживається інженерними системами, від підвищення класу енергоефективності їх технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління слід визначати згідно з ДСТУ Б EN 15232.

6. Розміщення опалювальних приладів, як правило, слід передбачати під віконними прорізами стін з урахуванням специфічних тепловитрат через зовнішні стіни згідно з ДСТУ 9190, у тому числі з установленням тепловідбивної теплоізоляції між приладами й зовнішньою стіною.

7.2.2. Енергоефективні заходи щодо систем опалення.

При проектуванні систем опалення необхідно приймати розрахункові температури повітря згідно таблиці 14 ДБН В.2.2.-3.

Підключення системи водяного опалення (включаючи фонове та чергове) для будівель будь-якого класу енергоефективності повинно здійснюватися з автоматичним погодозалежним регулюванням теплового потоку, якщо таке регулювання не передбачене на стороні джерела тепlopостачання. У разі централізованого тепlopостачання, відповідно до вимог ДБН В.2.5-39, кожен індивідуальний тепловий пункт (ІТП) має бути обладнаний системою автоматичного регулювання теплового потоку з урахуванням погодних умов. Рекомендованим є влаштування індивідуального теплового пункту із залежним або незалежним підключенням системи опалення.

7.2.3. Енергоефективні заходи щодо систем вентиляції.

Нормативні параметри повітряного середовища рекомендується досягати за рахунок системи вентиляції за типом: - природна; - механічна; - змішана.

Використання систем з рекуперацією тепла.

- Рекуператор дозволяє передавати тепло від витяжного повітря до припливного, знижуючи потребу в додатковому нагріванні або охолодженні.
- Найпоширеніші типи: пластинчасті, роторні, глікольні теплообмінники.
- Економія енергії: до 50–80% тепла може бути повернуто.

Регулювання подачі повітря відповідно до потреб:

- Системи VAV (Variable Air Volume) – змінюють об'єм повітря залежно від навантаження.
- Використання датчиків CO₂, температури, вологості, присутності людей.
- Дає змогу зменшити споживання енергії, коли приміщення не використовуються.

Інверторні вентилятори та частотне регулювання:

- Застосування частотних перетворювачів (ЧП) на вентиляторах дозволяє знижувати швидкість обертання двигунів у непікові години.
- Дає до 30–50% економії електроенергії.

Централізоване управління та автоматизація

- Системи BMS (Building Management System) інтегрують вентиляцію з іншими інженерними мережами для оптимального керування.
- Дозволяє гнучко регулювати параметри у реальному часі.

Використання теплоізоляції повітропроводів:

- Зменшує втрати тепла або холоду при транспортуванні повітря.
- Особливо важливо для довгих магістралей або розміщення у неопалюваних приміщеннях.

Ефективне повітророзподілення:

- Раціональне планування вентиляційної системи (мінімізація опору, уникнення різких поворотів).
- Використання аеродинамічних повітропроводів і правильно підібраної арматури (решіток, клапанів, дифузорів).

Тип вентиляційних установок повинен відповідати обраному технологічному рішенню та складатися з відповідних йому комбінацій функціональних блоків, параметри яких розраховуються під характеристики конкретної будівлі.

7.2.4. Енергоефективні заходи щодо систем гарячого водопостачання.

До енергозберігаючих заходів слід включати заходи щодо зменшення витрат теплової енергії на обігрів води у системах гарячого водопостачання, за рахунок:

1. Підвищенням ефективності регулювання відпуску гарячої води.
2. Встановленням приладів для регулювання температури гарячої води.
3. Використання раціональних схем підключення теплообмінників гарячого водопостачання до теплових мереж.

Рекомендовано після реалізації заходів модернізації систем гарячого водопостачання проводити планові перевірки та профілактику встановленого обладнання та використання ІТП.

Варто впроваджувати додаткові заходи з підвищення ефективності систем гарячого водопостачання:

1. Зменшення витрати води за рахунок встановлення насадок-аераторів.
2. Встановлення термостатичних змішувачів.
3. Здійснення контролю витоків води та тиску в системі.
4. Здійснення контролю за питомими показниками, а не абсолютними, що повинно передбачати можливість проводити точніший аналіз ефективності систем гарячого водопостачання.

Необхідно передбачати діагностику та відновлення роботи циркуляційних трубопроводів, з метою запобігання втратам води під час її охолодження. Потрібно встановлювати лічильники води на вводах трубопроводу від зовнішніх мереж для обліку. Окрім цього необхідно встановлювати лічильники на циркуляційному та подавальному трубопроводах при підключенні внутрішніх систем гарячого водопостачання до зовнішніх мереж.

Не допускається отримання скорочення витрати гарячої води за рахунок погіршення умов споживання гарячої води відвідувачами та персоналом будівлі закладу ос віти.

Варто виконувати регулювання тиску води в системі перед водозбірними приладами. Нормативами допускається тиск в межах 0,05 МПа. Тобто, Зменшення тиску перед краном із 0,3 до 0,05 МПа дає можливість скоротити витрати води з 0,3 л/с до 0,12 л/с (у 2,5 рази). Регулювання тиску води можна досягти за рахунок встановлення спеціальних регуляторів тиску у системі водопостачання будівлі.

Варто приймати до уваги залежність щодо витрати енергії і палива на нагрівання води, яка є прямо пропорційною скороченню її витрат.

Варто приймати до уваги, що при нагріванні води із використанням електричної енергії витрати енергії на гаряче водопостачання збільшується.

Рекомендованим є використання для приготування гарячої води сонячної енергії та вторинних енергоресурсів з використанням теплових насосів, що задіяні в схемах приготування гарячої води. Доцільним необхідно вважати використання геліоколекторів, яке дозволить економити 50...60% річної потреби необхідної енергії (при умові експлуатації будівлі в теплий період року). При цьому необхідно передбачати можливість повного переходу на обігрів води сонячною енергією лише у літній період.

Доцільно використовувати теплопостачання від сонячних колекторів на забезпечення потреб гарячого водопостачання в теплий період року у комбінації із тепломережею, в інші періоди року, коли інтенсивність сонячного випромінювання незначне, використовувати додаткове джерело теплоти – теплову мережу або електричну мережу.

Також при розробці системи ГВП необхідно розглядати децентралізовані системи ГВП влаштованих безпосередньо в місцях водорозбору гарячої води від ємнісних або проточних електронагрівачів, що повинно дозволити не застосовувати циркуляцію та забезпечити малу протяжність трубопроводів.

7.2.5. Рекомендації щодо освітлення.

У приміщеннях закладів середньої освіти, як правило, застосовують систему загального освітлення. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинне передбачатись окреме управління освітленням таких зон.

Для економії електричної енергії рекомендується застосовувати світлодіодні лампи для забезпечення внутрішнього освітлення. Окрім цього варто встановити датчики руху на системах освітлення.

Також рекомендуємо встановлення вузлів обліку електричної енергії, яка споживається для системи штучного освітлення.

Для загального та місцевого освітлення приміщень необхідно використовувати джерела світла з колірною температурою від 2400 К до 6800 К. Інтенсивність ультрафіолетового опромінення спектрального діапазону 320-

400 нм не повинна перевищувати $0,03 \text{ Вт/м}^2$. Випромінювання з довжиною хвилі менше 320 нм не допускається.

Рівень ефективності споживання електроенергії електричними лампами та світильниками встановлюється відповідно до Технічного регламенту енергетичного маркування електричних ламп та світильників. За відсутності відповідного маркування підтвердження повинно бути отримано за результатами вимірювань.

Світлова віддача джерел світла для загального освітлення приміщень при мінімально допустимих індексах кольоропередавання не повинна бути менше значень, наведених в таблиці 8.1 ДБН В.2.5-28.

Технічне оснащення, автоматизацію, моніторинг й управління систем освітлення будівель слід приймати не нижче мінімального рівня, встановленого у нормативних документах, що відповідає класу енергоефективності «С» згідно ДБН В.2.6-31. Для класів енергоефективності «А» та «В» не допускається застосовувати технічне оснащення, автоматизацію, моніторинг й управління систем освітлення будівель нижчого рівня відповідності класу енергоефективності ніж рівень, що відповідає даному класу енергоефективності будівлі згідно з ДБН В.2.6-31.

Допускається застосовувати технічне оснащення, автоматизацію, моніторинг й управління систем освітлення будівель вищого класу енергоефективності.

Рекомендується застосовувати додаткове технічне оснащення, автоматизацію, моніторинг й управління систем освітлення до будівель, якщо дані заходи сприяють економії енергії.

7.2.6. Рекомендації по впровадженню альтернативних та відновлювальних джерел енергії у шкільних будівлях.

Впровадження проєктів використання відновлювальних джерел енергії є рекомендованим заходом підвищення енергетичної автономності шкіл. Даний захід потребує уважного аналізу та обґрунтування економічної доцільності при ефективному використанні енергії.

Якщо розглядати питання екологічного ефекту, то природний газ є «найчистішим» видом палива серед своїх аналогів. Встановлення біля закладів освіти котелень на твердому паливі може негативно впливати на вміст парникових газів у атмосфері.

До можливих варіантів відновлювальних джерел енергії у даній сфері належать: вітрова, сонячна та тверде паливо.

Під час підготовки проєктних пропозицій із альтернативних джерел енергії важливим моментом є оцінка потенціалу регіону, де передбачене їхнє впровадження.

7.3. Моделювання теплообміну енергоефективної будівлі

На сьогоднішній день внаслідок реалізації концепції сталого розвитку в будівництві відбувається поступовий перехід на більш високий рівень ресурсо- та енергозбереження. Як наслідок, виникає потреба у розробці нових засобів та методик проєктування енергоефективних будівель, які повинні урахувати значну кількість факторів і параметрів варіювання у будівлі.

Одним із найбільш актуальних завдань при визначенні рівня енергоефективності будівель та споруд є аналіз їх теплового балансу з урахуванням усіх енергонаходжень і енерговтрат, оскільки, як правило, найбільші обсяги енергії в холодну пору року витрачаються на опалення експлуатованих приміщень, а в теплу пору року на їх охолодження або кондиціонування. Саме за результатами аналізу теплового балансу будівлі можна визначити необхідні параметри теплової ізоляції та встановити оптимальний режим провітрювання приміщень тощо.

7.3.1. Практичні аспекти побудови фізичної дискретної моделі теплообміну енергоефективної будівлі

Найбільшою перешкодою у складанні комплексної моделі теплообміну всього будинку є те, що відповідна модель має водночас враховувати теплопередачу за рахунок променево-конвективного теплообміну та трансмісійного (крізь товщу матеріалу огорожувальних конструкцій та внутрішніх конструктивних елементів). Для вирішення поставленої задачі найбільше підходить метод електротеплової аналогії. Цей метод передбачає заміну ділянок, що сполучають досліджувані вузли моделі (температуру у яких необхідно розрахувати), на еквівалентні опори теплопередачі, які чинитимуть ці ділянки, зважаючи на їхні фізичні особливості (для відкритого повітря, суцільного щільного матеріалу або їх комбінацій). В більшості випадків даний метод використовується для розрахунку теплового балансу повітряних мас окремих приміщень або для відтворення температурних полів суцільних

конструкцій у дискретній формі. При цьому в другому випадку до застосування методу висувається ряд вимог, пов'язаних зі специфікою топології сітки розрахункової моделі, а також ортогональності в'язей, що сполучаються у її вузлах. Розглянемо принципи формування теплового балансу в кожному вузлі моделі. Для початку розглянемо процеси теплообміну між двома довільними i -м та j -м вузлами. Кількість тепла, що передається від i -го до j -го вузла (або навпаки від j -го до i -го в залежності від того, в якому вузлі температура нижча), може бути виражена формулою:

$$G_{i,j} = \Delta t_{i,j} / R_{i,j}, \quad (7.7)$$

де:

$$\Delta t_{i,j} = t_i - t_j, \quad (7.8)$$

а $R_{i,j}$ – опір теплообміну між i -ю та j -ю точками.

Для того, щоб закон збереження енергії виконувався у кожній i -й досліджуваній точці, що характеризує деякі усереднені фізичні показники відповідної i -ї області й сполучається з n іншими областями, та якщо мова йде виключно про теплову енергію, необхідно, щоб сума усіх теплонадходжень і тепловтрат у ній, включаючи енергію джерел або витоків (Q_i), дорівнювала нулю. Тобто:

$$\sum_{j=1}^n G_{i,j} \pm Q_i = 0 \quad (7.9)$$

З урахуванням формул (10) та (11), тотожність (7.9) набуває наступної форми:

$$\sum_{j=1}^n (t_i - t_j) / R_{i,j} \pm Q_i = 0 \quad (7.10)$$

Це рівняння можна розглядати, як базове рівняння теплового балансу в будь-якій точці простору, тому надалі відштовхуватимемось саме від нього.

Для спрощення усіх подальших записів перепишемо рівняння (7.10) у наступному вигляді:

$$\sum_{j=1}^n K_{i,j} \cdot (t_i - t_j) \pm Q_i = 0 \quad (17.11)$$

Тут $K_{i,j}$ – коефіцієнт теплопередачі від між i -ю та j -ю точками дискретної

розрахункової моделі, що може визначатися по-різному для різних ділянок між досліджуваними точками в залежності від того, яким саме способом здійснюється передача енергії: трансмісійним, конвективним або променевим. При встановленні величин коефіцієнтів теплопередачі скористаємося фізичними величинами, що містяться у системі (7.9) – (7.11).

Для виключно трансмісійного способу теплопередачі (див. рис. 7.1), якщо обидві досліджувані точки лежать на різних поверхнях або в середині матеріалу огорожувальної конструкції, перекриття або внутрішньої стіни, коефіцієнт теплопередачі може бути розрахований за формулою (вимірюється в $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$):

$$K_{i,j} = \left(1 / \sum_{p=1}^m R_p \right) \Big|_{i,j}, \quad (7.12)$$

де R_p – опір теплопередачі p -го шару конструкції (з усіх m шарів), що лежить на перетині траєкторії трансмісійної передачі теплової енергії між i -ю й j -ю точками та становить (вимірюється в $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$):

$$R_p \Big|_{i,j} = l_p / (\lambda_p \cdot F_i), \quad (7.13)$$

де l_p та λ_p – товщина p -го шару конструкції (вимірюється в м) та коефіцієнт теплопровідності матеріалу відповідного шару (вимірюється в $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$); F_i – площа поверхні поперечного перерізу шару або зовнішньої поверхні конструкції в i -й точці, у якій розпочинається проходження теплової енергії крізь товщу всіх шарів й до досліджуваної j -ї точки (в м^2).

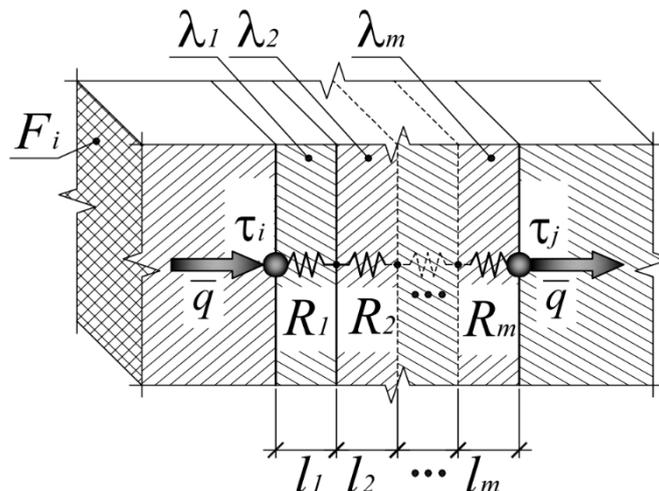


Рис. 7.1. Процес трансмісійної теплопередачі

Для змішаного трансмісійно-конвективного способу теплопередачі (див. рис. 7.2), коли перша з точок (i -та) лежить на поверхні чи в середині матеріалу огорожувальної конструкції, перекриття або внутрішньої стіни, а друга точка (j -та) – знаходиться у просторі, заповненому повітрям (у приміщенні чи за межами теплової оболонки будинку), коефіцієнт теплопередачі може бути розрахований за формулою:

$$K_{i,j} = \left(1 / \sum_{p=1}^m R_p + 1 / R_{Kj} \right) \Big|_{i,j} \quad (7.14)$$

Тут R_{Kj} – опір теплопередачі конвективному теплообміну поверхні з повітрям у якому розміщено j -ту точку розрахункової моделі, який розраховується за формулою:

$$R_{Kj} = 1 / (\alpha_{Kj} \cdot F_i) \Big|_{i,j}, \quad (7.15)$$

де α_{Kj} – коефіцієнт конвективного теплообміну (той же, що і в рівняннях системи (7.9) – (7.11), α_{Ki}), однак в окремих випадках може бути прийнятим сталим для нормативних розрахунків (згідно з ДБН В.2.6-31).

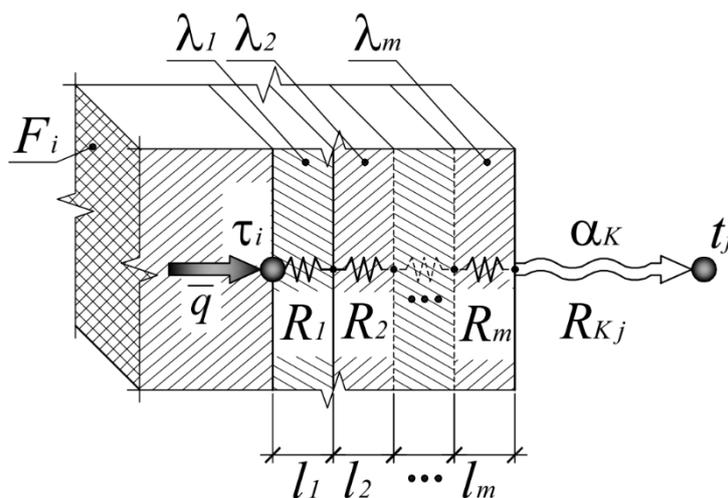


Рис. 7.2. Процес трансмісійно-конвективної теплопередачі

Якщо мова йде виключно про конвективний спосіб теплопередачі між i -тою точкою на поверхні та j -тою точкою у повітрі (див. рис. 7.3), то формула

(7.14) спрощується й приймає наступну форму:

$$K_{i,j} = 1/R_{Kj}|_{i,j} \quad (7.16)$$

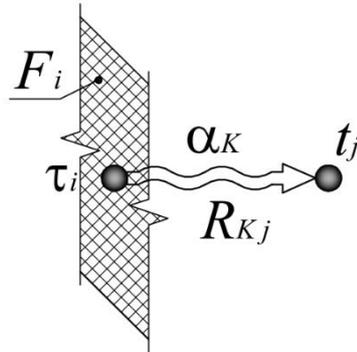


Рис. 7.3. Процес конвективної теплопередачі

У випадку, коли йде мова про опір поверхні (i -та точка) теплообміну шляхом теплового випромінювання з іншої поверхні (j -та точка) (див. рис. 7.4), коефіцієнт теплопередачі може бути розрахований за формулою:

$$K_{i,j} = 1/R_{Ri,j} \quad (7.17)$$

де $R_{Ri,j}$ – опір теплопередачі променевому теплообміну двох поверхонь, який розраховується за формулою:

$$R_{Ri,j} = 1/(C_{i,j} \cdot b_{i,j} \cdot \varphi_{i,j} \cdot F_i)|_{i,j} \quad (7.18)$$

Тут: $C_{i,j}$ – коефіцієнт випромінювання поверхні сірого тіла, що визначається за формулою:

$$C_{i,j} = \varepsilon_{i,j} \cdot C_0 \quad (7.19)$$

де C_0 – коефіцієнт випромінювання поверхні абсолютно чорного тіла, рівний $5.77 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$, а $\varepsilon_{i,j}$ – приведений відносний ступінь чорноти, або приведений відносний коефіцієнт випромінювання при теплообміні між двома сірими поверхнями (безмірна величина), який для сірої поверхні < 1 ; $b_{i,j}$ – температурний коефіцієнт, який корелює різницю між температурами поверхонь, що обмінюються енергією, й визначається за формулою (у К^3):

$$b_{i,j} = 0.81 + 0.005 \cdot (\tau_i + \tau_j); \quad (7.20)$$

$\phi_{i,j}$ – коефіцієнт опроміненості з j -ї поверхні на i -ту, що виражає частку променевого потоку, що падає на i -ту поверхню з усього потоку від j -ї поверхні, й визначається за формулою (безвимірна величина):

$$\phi_{i,j} = (1/F_i) \cdot \int_{F_i} \int_{F_j} (\cos \beta_i \cdot \cos \beta_j / \pi \cdot r^2) dF_i dF_j \quad (7.21)$$

де dF_i та dF_j – елементарні площадки поверхонь, що взаємодіють; β_i та β_j – кути між напрямками випромінювання та нормаллями до відповідних фрагментів dF_i та dF_j ; r – відстань між площадками dF_i та dF_j ; F_i – площа i -ї поверхні, теплообмін якої розглядається;

τ_i та τ_j – значення температур i -ї досліджуваної та j -ї довільно поверхонь, що взаємодіють між собою, °С; t_{INT} та t_{EXT} – температура внутрішнього повітря у приміщенні та зовнішнього повітря на вулиці відповідно, °С; t_{OUT} – температура конвективного потоку повітря на виході з будівлі, °С; α_{K_i} – коефіцієнт конвективного теплообміну на поверхні i -ї досліджуваної поверхні, що вимірюється у Вт/(м²·К) та в межах ламінарного режиму теплообміну може визначатися за формулою:

$$\alpha_{K_i} = 1.17 \cdot \Delta t^{1/3}, \quad (7.22)$$

де Δt – різниця температури поверхні й повітря у приміщенні; а при температурі повітря у приміщенні близько 20 °С формула (8) приймає наступну форму:

$$\alpha_{K_i} = 1.66 \cdot \Delta t^{1/3}, \quad (7.23)$$

при чому, коефіцієнт 1.66 (прийнятий для вертикального розташування нагрітої огорожувальної конструкції) змінюється при різних її розміщеннях (вертикально чи горизонтально, для орієнтації вгору чи вниз), а також в залежності від того чи поверхня охолоджується, чи нагрівається; K_i – коефіцієнт теплопередачі від зовнішнього повітря до i -ї внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції крізь її товщу; Q_i – потужність джерела або витoku теплової енергії на поверхні досліджуваної i -ї поверхні; $L_{i-1,i}$ – величина об'ємних витрат повітря, що переміщується від $(i-1)$ -ї до i -ї ділянок повітряного простору приміщення за одиницю часу, м³; c – показник теплоємності повітря, Вт/(кг·К); ρ – густина повітря, кг/м³; ΔL_i – об'ємна витрата повітря, що підмішується до повітря з температурою t_{INT} в

межах елементарного об'єму, розташованого навпроти фрагменту стіни площею ΔF_i ; L_k – величина об'ємних витрат повітря з температурою t_k на виході з будинку (з вентиляційної системи); L_0 – величина об'ємних витрат повітря на вході у будинок; Q_{INT} – кількість конвективного тепла, що безпосередньо передається повітрю приміщення, або забирається з нього приточно-витяжними системами або системами опалення й кондиціонування.

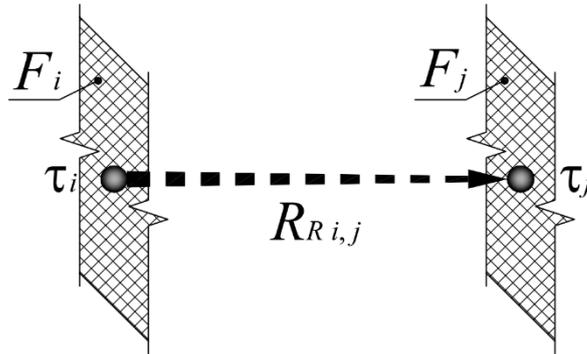


Рис. 7.4. Процес теплового випромінювання з іншої поверхні

Якщо ж розглядається теплообмін, що здійснюється за рахунок переміщення потоків (мас) повітря (див. рис. 5), то коефіцієнт теплопередачі може бути розрахований за формулою:

$$K_{i,j} = 1/R_{L_{i,j}}, \quad (7.24)$$

де $R_{L_{i,j}}$ – опір теплообміну за рахунок руху й перемішування повітряних мас між i -ю та j -ю точками розрахункової моделі, розташованими у кімнатному й міжкімнатному повітряному просторі або у отворах, трубопроводах і нішах систем вентиляції та кондиціонування; даний опір розраховується за наступними формулами в залежності від специфіки теплообміну:

1) Якщо йдеться про теплообмін між повітряними масами окремих кімнат, то опір теплопередачі $R_{L_{i,j}}$ може бути визначено так:

$$R_{L_{i,j}} = 1/(L_{i,j} \cdot c \cdot \rho), \quad (7.25)$$

де $L_{i,j}$ – величина об'ємних витрат повітря, що переміщується від i -ї до j -ї ділянок повітряного простору приміщення за одиницю часу, м^3 .

2) Якщо ж розглядається процес теплонадходження або тепловтрат разом

із масами повітря, що відповідно поступають або видаляються до тих чи інших приміщень будівлі, то опір теплопередачі $R_{L_{i,j}}$ може бути визначено за наступною формулою:

$$R_{L_{i,j}} = 1/(\Delta L_{i,j} \cdot c \cdot \rho), \quad (7.26)$$

де $\Delta L_{i,j}$ – об’ємна витрата повітря, що видаляється з повітря приміщень або підмішується із зовнішнього повітря з температурою t_i або t_j відповідно. В такому випадку ці температури мають відповідати деякій очікуваній величині температури внутрішнього повітря t_{INT} або температурі зовнішнього повітря t_{EXT} , а самі відповідні об’ємні витрати можуть бути позначені як ΔL_{OUT} (що виходять з будівлі) та ΔL_{INF} (що надходять до будівлі). У тотожностях (7.25) і (7.26) параметри c та ρ – це ті ж величини, що й у рівняннях (3) та (4).

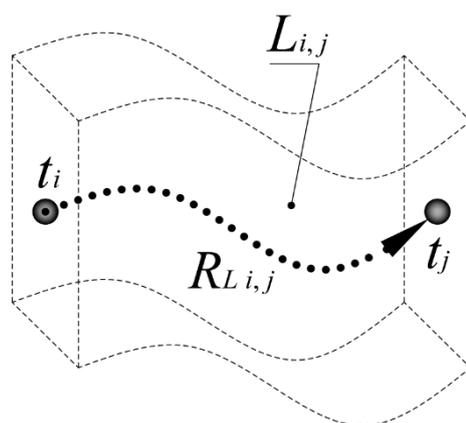


Рис. 7.5. Процес теплообміну за рахунок переміщення потоків повітря

Необхідно додати, що суми об’ємних витрат повітря, яке підмішується до внутрішнього повітря, має дорівнювати сумі об’ємних витрат повітря, що видаляється:

$$\sum_q \Delta L_{INF} + \sum_r \Delta L_{OUT} = 0, \quad (7.27)$$

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будівлі необхідно досягати таких показників опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій, при яких виконуватимуться нормативні вимоги щодо обсягів енергоспоживання на потреби опалення, гарячого водопостачання, охолодження (кондиціонування), а також рівня температури внутрішніх приміщень й різниці цієї температури з

температурою внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Вище зазначені вимоги визначають процес побудови графічної моделі теплообміну між повітрям приміщень та конструктивними елементами будівлі та складання відповідної системи рівнянь теплообміну.

7.3.2. Побудови моделі процесу теплообміну будинку на основі розрахунку температурних показників та затрат теплової енергії

В даному розділі пропонується один з підходів побудови моделі процесу теплообміну будинку на основі розрахунку температурних показників та затрат теплової енергії на потреби опалення [Болгарова Н., 2018]. Запропонований підхід передбачає побудову дискретної геометричної моделі будинку в наочній формі непланарного графу. При цьому враховуються усі види теплообміну між елементами внутрішнього простору будинку, його огорожувальними конструкціями і зовнішнім середовищем.

Розглянемо специфіку використання даного підходу на прикладі інтерпретаційної моделі одноповерхової будівлі з плоским дахом. Дана будівля має три умовні приміщення, при цьому надходження вентильованого повітря до них забезпечується із використанням примусової витяжної вентиляції (рис. 7.1).

Примусову вентиляцію запропоновано для спрощення розрахункової моделі та уникнення додаткових розрахунків, пов'язаних із визначенням напрямків руху та обсягів повітряних потоків, що переміщуватимуться між приміщеннями у випадку природної вентиляції в будівлі. За умови наявності лише однієї точки видалення повітряних мас з усієї будівлі, прогнозована траєкторія руху й сумація повітряних мас буде визначатися відповідно до схеми на рисунку 7.6.

На рисунку 7.7 наведено план відповідний досліджуваної будівлі. Для виконання моделювання задано досліджувані точки наступним чином: у повітрі у центрах кімнат, на стелях (що показані на умовних фрагментах покриття) та на внутрішніх поверхнях усіх стін або фрагментів стін (у випадку, якщо, наприклад, внутрішня стіна однієї кімнати є суміжною одразу з декількома іншими кімнатами на іншій стороні даної стіни). На рисунку 7.7 такі вузли позначено кружками. Також на плані нанесено вузли у повітрі зовнішнього середовища та у вентиляційному каналі примусової вентиляції, що представляють собою крайові умови моделювання. Такі вузли позначені квадратами. Нанесені вузли

з'єднані між собою таким чином, щоб побудовані зв'язки відображали усі можливі шляхи теплообміну між поверхнями стін будинку, а також повітряними масами в середині й поза його межами. В результаті одержано дискретну розрахункову модель досліджуваного будинку з різними типами зав'язків між вершинами (див. Рис. 7.7).

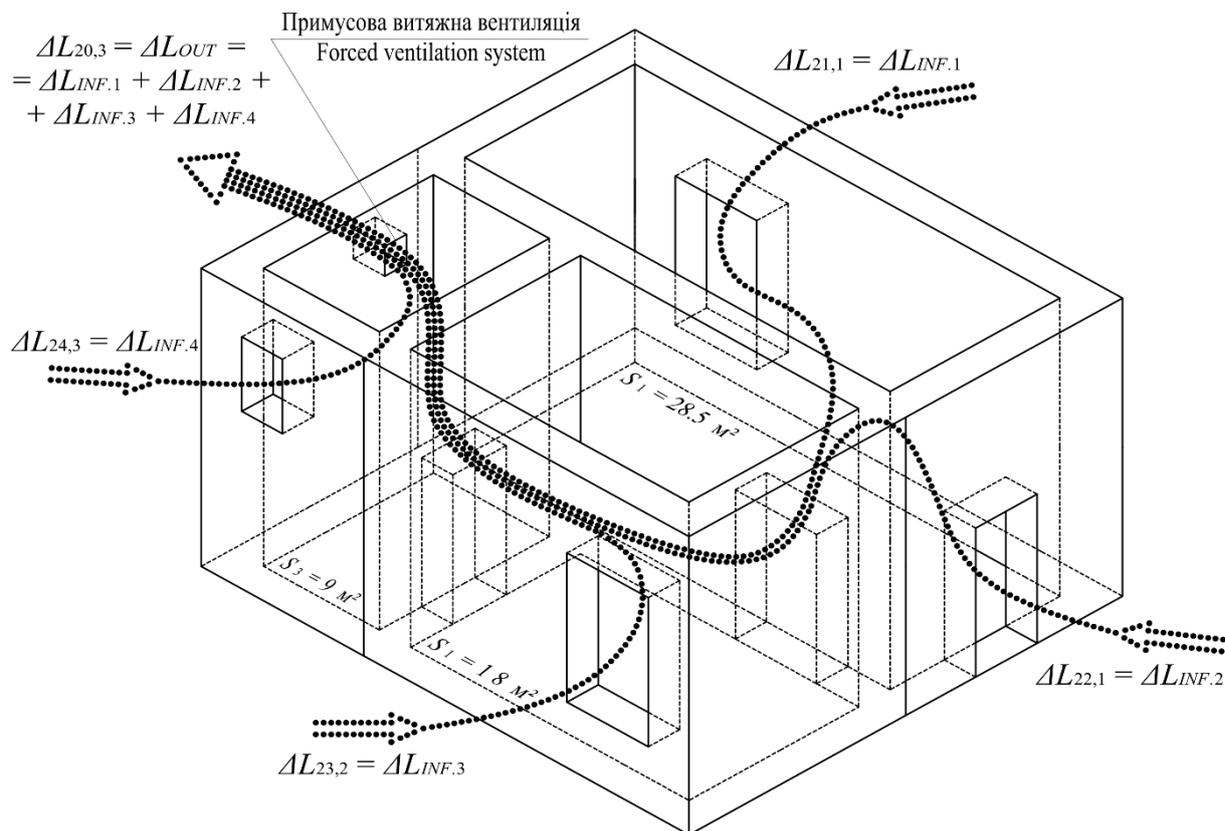


Рис. 7.6. Ізометричне зображення внутрішнього простору досліджуваної будівлі

Умовні позначення: – траєкторії переміщення повітряних мас, що поступають у будівлю крізь вікна та зовнішні двері, а видаляються системою примусової вентиляції

Даний підхід базується на методі теплоелектричної аналогії та передбачає побудову дискретної розрахункової моделі досліджуваної будівлі у формі непланарного графу, вершини (вузли) якого представляють собою задані точки на поверхнях внутрішніх і зовнішніх стін та зафіксовані у повітрі, а ребра (зв'язки) інтерпретують опори теплопередачі між цими точками. Процес моделювання із застосуванням даного математичного інструменту представляє собою складання рівнянь теплового балансу для кожного з вище зазначених вузлів з подальшим розв'язанням одержаної системи рівнянь відносно значень

температур, заданих у цих вузлах. Кожне рівняння теплового балансу можна записати у наступній формі (7.6):

$$\sum_{j=1}^n K_{i,j} \cdot (t_j - t_i) \pm Q_i = 0 \quad (7.28)$$

де t_i та t_j – температури у i -й та j -й досліджуваних точках; $K_{i,j}$ – коефіцієнт теплопередачі між i -ю та j -ю точками дискретної розрахункової моделі; Q_i – сума усіх теплонадходжень і тепловтрат у приміщенні або на поверхні стін, включаючи енергію джерел або витоків.

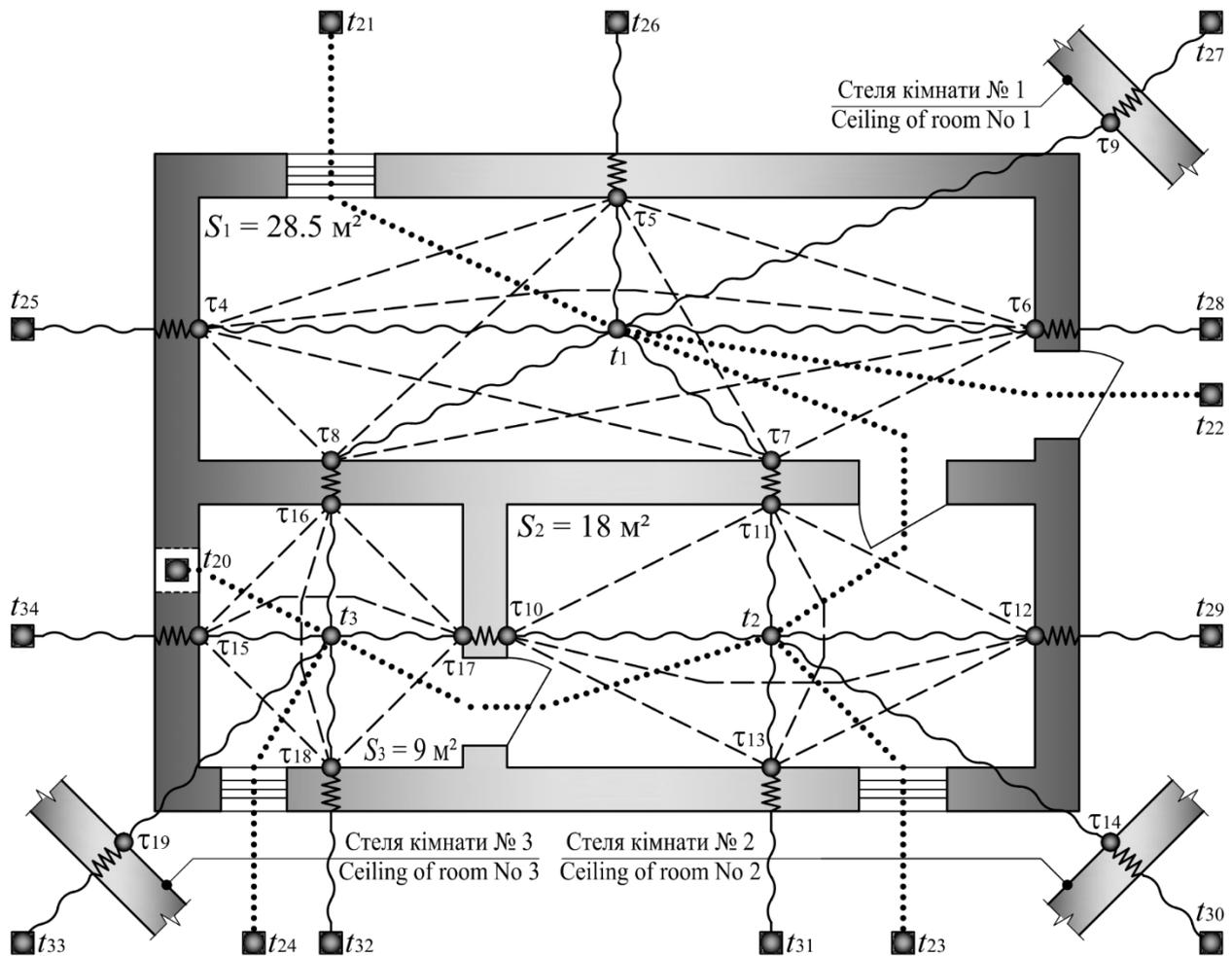


Рис.7.7. План досліджуваної будівлі та дискретна розрахункова модель теплообміну у ньому.

Умовні позначення:

t_i – позначення температури повітря приміщень;

τ_i – позначення температури внутрішніх поверхонь стін;

..... – опори теплопередачі при переміщенні повітряних мас, що поступають у будинок крізь вікна та зовнішні двері, а

видаляються системою примусової вентиляції;

~~~~~— опори трансмісійній теплопередачі крізь внутрішні стіни та зовнішні огорожувальні конструкції;

~~~~~— опори конвективній теплопередачі;

----- опори променевої (радіаційної) теплопередачі.

Коефіцієнти теплопередачі $K_{i,j}$ визначаються по-різному для різних ділянок середовища будівлі, в залежності від того, яким саме способом здійснюється передача енергії: трансмісійним, конвективним, променевим або змішаним. Ці коефіцієнти розраховуються за формулою (7.2):

$$K_{i,j} = \left(1 / \sum_{p=1}^m R_p \right) \Big|_{i,j}, \quad (7.29)$$

де R_p – опір теплопередачі p -го шару конструкції або повітряного середовища (з усіх m шарів), що лежить на перетині траєкторії трансмісійної, конвективної або променевої передачі теплової енергії між i -ю й j -ю точками та для різних випадків становить:

1) при трансмісійній передачі між i -ю й j -ю точками моделі:

$$R_{p_{i,j}} = l_p / (\lambda_p \cdot F_i) \Big|_{i,j}; \quad (7.30)$$

2) при конвективному теплообміні з повітрям у якому розміщено j -ту точку розрахункової моделі:

$$R_{K_j} = 1 / (\alpha_{K_j} \cdot F_i) \Big|_{i,j}; \quad (7.31)$$

3) при променевому теплообміні двох поверхонь:

$$R_{R_{i,j}} = 1 / (C_{i,j} \cdot b_{i,j} \cdot \phi_{i,j} \cdot F_i) \Big|_{i,j}; \quad (7.32)$$

4) при теплообміні між повітряними масами окремих кімнат (інфільтраційно):

$$R_{L_{i,j}} = 1 / (L_{i,j} \cdot c \cdot \rho) \Big|_{i,j}; \quad (7.33)$$

5) при теплонадходженні або тепловтратах разом із масами повітря, що відповідно поступають або видаляються до приміщень будівлі (інфільтраційно):

$$R_{L_{i,j}} = 1 / (\Delta L_{i,j} \cdot c \cdot \rho) \Big|_{i,j}. \quad (7.34)$$

У формулах (7.30) – (7.34): l_p та λ_p – товщина p -го шару конструкції та коефіцієнт теплопровідності матеріалу відповідного шару; F_i – площа поверхні поперечного перерізу шару або зовнішньої поверхні конструкції в i -й точці, у якій розпочинається проходження теплової енергії крізь товщу всіх шарів й до досліджуваної j -ї точки; α_{Kj} – коефіцієнт конвективного теплообміну; C_{ij} – коефіцієнт випромінення поверхні сірого тіла; b_{ij} – температурний коефіцієнт, який корелює різницю між температурами поверхонь, що обмінюються енергією; ϕ_{ij} – коефіцієнт опроміненості з j -ї поверхні на i -ту, що виражає частку променевого потоку, що падає на i -ту поверхню з усього потоку від j -ї поверхні; c – показник теплоємності повітря; ρ – густина повітря; $L_{i,j}$ – величина об'ємних витрат повітря, що переміщується від i -ї до j -ї ділянок повітряного простору приміщення за одиницю часу; $\Delta L_{i,j}$ – об'ємна витрата повітря, що видаляється з повітря приміщень або підмішується із зовнішнього повітря з температурою t_i або t_j відповідно.

Окрім того, необхідно, щоб сума об'ємних витрат повітря, яке підмішується до внутрішнього повітря ($\sum \Delta L_{INF}$), дорівнювала сумі об'ємних витрат повітря, що видаляється ($\sum \Delta L_{OUT}$):

$$\sum_q \Delta L_{INF} = \sum_r \Delta L_{OUT} \quad (7.35)$$

де q та r – кількості точок надходження та видалення повітря відповідно.

Слід звернути увагу, що у розрахунковій моделі для її спрощення й наочності відсутні опори радіаційній теплопередачі між поверхнями стін та стелі, однак, для максимальної точності числення при реальному проектуванні варто враховувати усі можливі шляхи теплообміну між заданими точками моделі.

Також, в розрахунковій моделі прийнято умову рівності значень опорів теплопередачі конструкцій покриття та непрозорих фрагментів стінових огорожувальних конструкцій.

Відтак, для огорожувальної конструкції з вікнами та/або дверима коефіцієнти теплопередачі розраховуватимуться так:

$$K_{i,j} = F_i / R_{i,j} \quad (7.36)$$

За цією ж формулою слід визначати й коефіцієнти теплопередачі для усіх інших видів опорів передачі теплової енергії при інших видах теплообміну (при

конвективному, радіаційному та інфільтраційному переносі), підставляючи площі тих поверхонь F_i , що містять i -ті досліджувані точки розрахункової дискретної моделі.

Маючи усі коефіцієнти теплопередачі для усіх способів теплообміну між розрахунковими точками моделі, складається рівняння теплового балансу типу (7.28) для відповідних точок.

Підставивши до системи рівнянь величини теплонадходжень у приміщеннях Q_1 , Q_2 і Q_3 , виконується розв'язок відносно невідомих температур. В даному прикладі було прийнято, що уся тепла енергія потрапляє до приміщень безпосередньо через повітря (конвективним шляхом). Відтак інших джерел енергії (окрім вузлів 1, 2 та 3) в моделі немає.

Даний підхід дозволяє експериментальним шляхом, варіюючи обсяги теплонадходжень Q_i , прогнозувати очікувані показники температур в повітрі та на поверхнях стінових конструкцій у приміщеннях досліджуваної будівлі. При цьому основними невідомими величинами є температури повітря внутрішніх приміщень. Це пряма задача моделювання.

Можлива й інша постановка задачі, при якій необхідно визначити такі обсяги теплонадходжень до повітря приміщень, при яких температура цього повітря відповідатиме заданим показникам. Це зворотна задача моделювання, що є більш важливою та актуальною.

Завдяки системності математичного розв'язання при моделюванні процесів теплообміну та наочності даного підходу виникають значні перспективи його застосування з метою аналізу впливу форми та положення огорожувальних конструкцій будівлі, а також її об'ємно-планувальних рішень. Також, підхід дозволяє аналізувати вплив інфільтраційних процесів та характеру локальних елементів осклення на загальні показники споживання теплової енергії.

Слід також додати, що на основі запропонованої моделі може бути спрогнозовано не лише обсяг теплової енергії, необхідної в холодну пору року, але й енерговитрати на потреби охолодження та кондиціонування приміщень в теплу пору року.

Даний підхід став дієвим інструментом оптимізації прийнятих архітектурно-конструктивних рішень під час розробки проекту повторного використання загальноосвітньої школи з метою мінімізації енергозабезпечення будівлі в цілому протягом року, що в підсумку дозволило скоротити енергоспоживання на рівні 15-20%.

7.4. Практичний досвід проєктування. Інженерні системи будівлі

В цілому енергозабезпечення будівлі школи запроєктовано з комбінованим використанням традиційних (електрика) та альтернативних джерел енергії (геотермальна та сонячна).

Джерелом теплоти системи опалення є ґрунтовий тепловий насос, із опцією використання його в режимі опалення та охолодження та застосуванням станції пасивного холоду. Температурний графік системи опалення 50/60 °С. В системі теплопостачання передбачені два баки акумулятори теплової енергії об'ємом 1000 літрів кожний та резервний електричний котел. Кожна група споживачів будівлі (окремі вітки опалення, наприклад спортивної зали чи системи опалення 3-го поверху) обладнана своєю насосною групою на гребінці в індивідуальному тепловому пункті. Система опалення приміщень школи виконана водяною, горизонтальною поповерховою, із застосуванням внутрішньопідлогових колекторів, для уникнення можливих надмірних тепловтрат в зовнішніх стінах в зонах радіаторних ділянок. В приміщеннях укриття також передбачена установка електричних опалювальних приладів, як резервного джерела опалення. Також, у зв'язку з тим, що в приміщенні знаходиться укриття, товщина перекриття над укриттям має конструкцію, яка повинна витримувати значні механічні впливи пов'язані із можливим влучанням уламків чи прямого влучання в будівлю снарядів. В основі конструкції знаходиться залізобетонна плита товщиною 220 мм, поверх якої виконана засипка піском товщиною 200 мм, та залізобетонна плита товщиною 220 мм, та конструкція чистового покриття підлоги. Очевидно, що дана конструкція є досить масивною та має потенціал для використання її в якості акумулятора теплової енергії. В рамках проєкту запропонована термоакумуляційна електрична система опалення (ТАКЕСО) із застосуванням електричного кабелю в товщі засипки піску та зарядкою в нічний період часу за «нічним» тарифом, що в цілому має хороші економічні показники та позитивний вплив на електричну систему України (вирівнювання денного та нічного обсягів споживання).

Для забезпечення нормативних параметрів повітряного середовища в будівлі передбачено влаштування систем припливно-витяжної, припливної та витяжної механічної вентиляції. Вентиляційні установки передбачені у зовнішньому виконанні та розміщені на покрівлі.

Припливно-витяжні установки систем вентиляції комплектуються з:

- шумопоглинаючий корпус;
-

- припливний вентилятор;
- витяжний вентилятор;
- фільтр класу G3;
- повітрянагрівач основний, реверсивний (теплоносій – фреон);
- повітрянагрівач резервний (теплоносій – електрика);
- повітроохолоджувач (холодоносій – фреон));
- рекуператор;
- глушник шуму;
- комплект автоматики.

Припливна прямоточна установка комплектується:

- шумопоглинаючий корпус;
- припливний вентилятор;
- фільтр класу G3;
- повітрянагрівач основний, реверсивний (теплоносій – фреон);
- повітрянагрівач резервний (теплоносій – електрика);
- повітроохолоджувач (холодоносій – фреон);
- глушник шуму;
- комплект автоматики.

Джерелом теплоти і холоду для припливно-витяжних вентиляційних систем є компресорно конденсаторні блоки (ККБ). Тепло-холодоносій – фреон R-410. На випадок аварійного стану та для покриття пікових навантажень припливно-витяжні установки додатково обладнані електричними калориферами.

Система приготування гарячої води виконана на базі електричної проточної станції нагріву води в холодний період року та можливістю нагріву гарячої води від сонячних колекторів в теплий період року, об'єднання двох джерел теплоти здійснюється в баку акумуляторі гарячої води із спіральним теплообмінником для контуру колекторів та додатковим електричним ТЕНом. Система виконана горизонтальною тупиковою із застосуванням циркуляційного трубопроводу, для забезпечення необхідної температури біля водорозбірних пристроїв.

Окреме місце займає хім-водопідготовка води для заповнення системи теплозабезпечення та підготовки холодної води. В цілому станція має включати наступні елементи: фільтр грубої очистки, фільтр ультратонкої очистки, система зворотного осмосу, бак запасу живильної води та станція подачі хімічного реагенту. Остаточний склад системи залежить від характеристики води, яка наявна на об'єкті (наприклад, вміст солей жорсткості, заліза і т.д.).

В приміщеннях школи прийнята головним чином система загального освітлення. Проектом передбачається робоче та евакуаційне освітлення.

Світильники евакуаційного освітлення позначаються червоними літерами «Е». Живлення мереж евакуаційного освітлення здійснюється по I-й категорії надійності електропостачання після АВР. Напруга мережі робочого і евакуаційного освітлення 220 В. В приміщеннях електрощитової та інших технічних приміщеннях передбачене переносне ремонтне освітлення напругою 24 В. В якості джерел світла використовуються світлодіодні світильники. Керування освітлення приміщень здійснюється місцевими вимикачами. Керування освітленням коридорів, сходових клітин і входів в школу - дистанційно з поста охорони та із застосуванням сутінкових реле, реле часу та датчиків руху.

Для резервного електропостачання приміщень укриття передбачено влаштування дизельного електричного генератора.

Проаналізуємо обсяги енергоспоживання інженерними системами будівлі згідно методики наведеної в ДСТУ 9190.

Зведені результати розрахунків наводимо в таблиці нижче.

Таблиця 7.1.

Енергетичні характеристики

| Показник | Одиниця виміру | Значення |
|---|---------------------------|----------|
| Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.: | тис. кВт·год | 491,124 |
| | [кВт·год/м ³] | [9,157] |
| Річне енергоспоживання систем опалення | тис. кВт·год | 92,55 |
| | [кВт·год/м ³] | [1,726] |
| Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання | тис. кВт·год | 49,54 |
| | [кВт·год/м ³] | [0,924] |
| Річне енергоспоживання систем охолодження | тис. кВт·год | 27,532 |
| | [кВт·год/м ³] | [0,513] |
| Річне енергоспоживання систем вентиляції | тис. кВт·год | 184,221 |
| | [кВт·год/м ³] | [3,435] |
| Річне енергоспоживання систем освітлення | тис. кВт·год | 137,281 |
| | [кВт·год/м ³] | [2,56] |
| Річна сумарна енергопотреба в т.ч.: | тис. кВт·год | 486,401 |
| | [кВт·год/м ³] | [9,069] |
| - в опаленні | тис. кВт·год | 286,198 |

| | | |
|------------------------------------|---------------------------|----------|
| | [кВт·год/м ³] | [5,336] |
| - в охолодженні | тис. кВт·год | 54,272 |
| | [кВт·год/м ³] | [1,012] |
| - в гарячому водопостачанні | тис. кВт·год | 145,931 |
| | [кВт·год/м ³] | [2,721] |
| Річне споживання первинної енергії | тис. кВт·год | 1148,397 |
| | кВт·год/м ² | 78,69 |
| Річні викиди парникових газів | Т | 209,707 |
| | кг/м ² | 14,37 |

Діаграма річного енергоспоживання будівлі наведена на рисунку нижче:

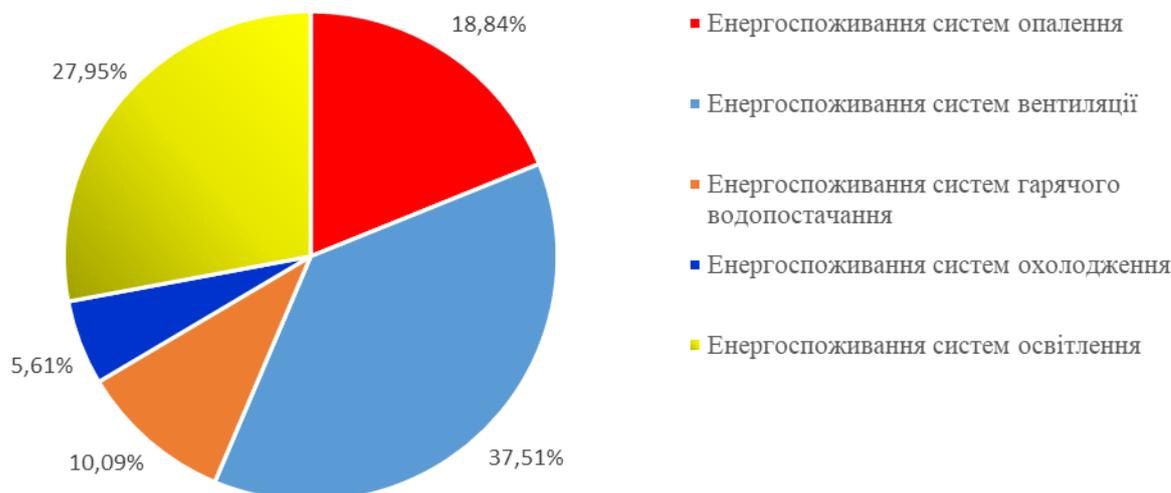


Рис. 7.8. Діаграма розподілу річного енергоспоживання будівлі

Визначаємо клас енергетичної ефективності будівлі за отриманими показниками.

Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для будівель закладів освіти згідно мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель згідно Наказу Мінрегіону від 27 жовтня 2020 року № 260 «Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель»:

$$EP_p = [55\Delta_{bci} + 24] = [55 \cdot 0,3 + 24] = [40,5] \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3.$$

Відсоткова різниця між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні:

$$\Delta_{EP} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \times 100\%$$

$$\Delta_{EP} = [(2,239 - 40,5) / 40,5] \times 100\% = -94,47\%$$

Згідно методики визначення енергетичної ефективності будівель [Наказ Мінрегіону від 11 липня 2018 року № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель»] при $\Delta_{EP} < -50\%$, $\Delta_{EP} = -94,47\% < -50\%$, рівень енергетичної ефективності будівлі відповідає класу «А».

Проведемо порівняння енергоспоживання системами теплозабезпечення від інших джерел теплоти (централізоване тепlopостачання, котли на біомасі, автоматизовані, газові неконденсаційні котли, газові конденсаційні котли), щоб порівняти показники, які визначають енергоефективність будівлі.

Таблиця 7.2.

Визначення класу енергетичної ефективності будівлі для різних джерел теплозабезпечення

| Показник | Проектний варіант | Централізоване тепlopостачання (96%) | Котли на біомасі, автоматизовані (85%) | Газові неконденсаційні котли (77%) | Газові конденсаційні котли (98%) | Одиниця виміру |
|---|-------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.: | 491,124 | 867,068 | 934,108 | 994,895 | 856,498 | тис. кВт·год |
| | [9,157] | [16,167] | [17,417] | [18,551] | [15,97] | кВт·год/м ³ |
| Річне енергоспоживання систем опалення | 92,55 | 337,42 | 381,087 | 420,68 | 330,536 | тис. кВт·год |
| | [1,726] | [6,292] | [7,106] | [7,844] | [6,163] | кВт·год/м ³ |
| Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання | 49,54 | 180,614 | 203,987 | 225,181 | 176,928 | тис. кВт·год |
| | [0,924] | [3,368] | [3,804] | [4,199] | [3,299] | кВт·год/м ³ |
| | 1148,397 | 1495,034 | 1523,679 | 1532,037 | 1379,8 | тис. кВт·год |

| | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|
| Річне споживання первинної енергії | 78,69 | 102,45 | 104,41 | 104,98 | 94,55 | кВт·год/м ² |
| Річні викиди парникових газів | 209,707 | 284,718 | 173,432 | 292,118 | 261,671 | Т |
| | 14,37 | 19,51 | 11,88 | 20,02 | 17,93 | кг/м ² |
| Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні | [2,239] | [6,805] | [7,619] | [8,357] | [6,676] | кВт·год/м ³ |
| Відсоткова різниця | -94,47 | -83,2 | -81,19 | -79,37 | -83,52 | % |
| Клас енергоефективності | A | A | A | A | A | - |

Оскільки всі сценарії, забезпечують клас енергоефективності «А», можна зробити висновок, що граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для будівель закладів освіти з таким кондиціонований об'ємом є завищеним. Це пов'язано в першу чергу з тим, що будівлі опорних шкіл, як дана, мають досить великі площі рекреації, які звісно опалюються, але не вентилюються як класні кімнати чи спортивні зали, кухні, тощо.

Для того, щоб дійсно побачити переваги проектного варіанту над іншими запропонованими поррахуємо відсоткову різницю між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні і гарячому водопостачанні та показником значенням питомого енергоспоживання при опаленні і гарячому водопостачанні при централізованому тепlopостачанні, як класичного джерела теплоти.

Таблиця 7.3.

Визначення класу енергетичної ефективності школи для різних джерел теплозабезпечення відносно класичного джерела тепlopостачання

| Показник | Проектний варіант | Централізоване тепlopостачання (96%) | Котли на біомасі, автоматизовані (85%) | Газові неконденсаційні котли (77%) | Газові конденсаційні котли (98%) | Одиниця виміру |
|---|-------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Річне сумарне споживання енергії на опалення та гаряче водопостачання | 142,09 | 518,034 | 585,074 | 645,861 | 507,464 | тис. кВт·год |
| Відсоткова різниця між загальним показником | -72,57 | 0 | 12,94 | 24,68 | -2,04 | % |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| енергоспоживання при опаленні і гарячому водопостачанні та показником значенням енергоспоживання при опаленні і гарячому водопостачанні при централізованому тепlopостачанні | | | | | | |
| Відносний клас енергоефективності | A | C | D | D | C | - |

Розрахунки вищенаведеної таблиці наглядно ілюструють нам переваги проектних рішень, а саме безперечно нижчий рівень енергоспоживання.

Оскільки крім «енергоефективності» поряд завжди крокує «екологічність», проаналізуємо обсяги викидів парникових газів для різних сценаріїв.



Рис. 7.9. Діаграма обсягів викидів парникових газів для різних сценаріїв

Як бачимо, за обсягами викидів парникових газів, проектний варіант поступається лише варіанту із застосуванням джерела теплоти на основі котлів на біомасі, але такий варіант суттєво програє в енергоефективності проектному варіанту та в більшості випадків не можливий для влаштування, оскільки опорні школи розміщені, як правило в містах де влаштування котелень на біомасі може бути обмежене можливістю належного розсіювання шкідливих речовин та не заподіяння шкоди іншим об'єктам, що знаходяться поруч.

Який висновок варто зробити, що при проектуванні сучасних закладів освіти, треба оцінювати не лише капітальні вкладення, але й показники енергоефективності та екологічності протягом всього життєвого циклу об'єкту.

Висновки. Заходи з енергоефективності, ресурсозбереження та екологічної безпеки є основою для створення сучасних загальноосвітніх шкіл, які відповідають стандартам сталого розвитку. Інтеграція інноваційних рішень і технологій дозволяє не лише знизити витрати на утримання закладу, але й сприяє формуванню екологічної свідомості серед учнів та громади. Такі заходи мають довготривалий позитивний ефект, забезпечуючи комфортні та безпечні умови для навчання і роботи.

РОЗДІЛ 8. ОСНОВИ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ: СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД

Дизайн інтер'єру загальноосвітніх шкіл створює сприятливі умови для навчання, розвитку творчого потенціалу та виховання учнів. Важливо враховувати ергономічність, функціональність та естетичний аспект приміщень. Залучення природного світла, використання яскравих кольорів та створення комфортних зон відпочинку та навчання допомагає покращити концентрацію та загальну атмосферу в школі.

В останні десятиліття підходи до дизайну шкільного внутрішнього середовища зазнали принципових змін, зосереджуючи увагу на покращенні аспектів інклюзивності, гнучкості, естетичності, а також екологічності. Дизайн сучасної школи повинен враховувати потреби різних груп користувачів, включаючи учнів із особливими потребами, а також створювати можливості для реалізації групових проєктів, індивідуального навчання та творчого розвитку.

Основи дизайну інтер'єру загальноосвітніх шкіл формуються на перетині функціональності, естетики та сучасних технологій. Використання світового та вітчизняного досвіду дозволяє створювати простори, які сприяють ефективному навчанню, розвитку творчості й забезпеченню комфорту для всіх учасників освітнього процесу.

Розглянувши досвід провідних країн можна виділити загальні тенденції у проєктуванні внутрішнього простору шкіл, спрямованості таких проєктів до потреб учнів і викладачів, створення доступного, безбар'єрного, екологічного, безпечного середовища. При цьому у багатьох країні є свої особливості, що вносяться в цей процес, виходячи з культурних традицій, соціальних потреб і технологічних досягнень.

Наприклад, у Німеччині акцент робиться на безпеці, довговічності та функціональності. Це проявляється у використанні зносостійких, довговічних матеріалів, які дозволяють підтримувати школи в належному стані протягом тривалого часу. У Франції часто використовуються яскраві кольори та арт-елементи для створення стимулюючої атмосфери. У Канаді великий акцент робиться на інтеграцію екологічно чистих матеріалів, а також створення мультифункціональних просторів, де учні можуть навчатися, відпочивати і взаємодіяти. Дизайн шкільних інтер'єрів скандинавських країн вирізняється

принципами мінімалізму, натуральності та функціональності. Великою популярністю користується використання дерева як основного матеріалу, що створює тепле й природне середовище, яке позитивно впливає на психоемоційний стан учнів. Простори мають простий, але стильний вигляд, де кожен елемент має своє призначення і максимально сприяє ефективному навчанню. Це відкриті навчальні простори з гнучким зонуванням. Простір не розділяється на численні кабінети, натомість створюються великі, спільні зони, що дозволяють учням працювати як індивідуально, так і в групах. Меблі та декоративні елементи використовуються для м'якого поділу на зони, що дозволяє не порушувати єдність простору. У США дизайн шкіл орієнтується на технологічність та інтерактивність. Однією з ключових особливостей є інтеграція «розумних» систем управління освітленням, температурою та мультимедійними пристроями, що забезпечують комфорт і зручність для всіх учасників навчального процесу. Школи оснащуються сучасними технологіями для покращення якості навчання та взаємодії з учнями. Однією з основних рис японських шкіл є максимальне використання природного освітлення, що не тільки зменшує витрати на енергію, але й створює здорову атмосферу для навчання. Простір організовано таким чином, щоб не перевантажувати учнів, зберігаючи баланс між функціональністю та естетикою. У японських школах велика увага приділяється створенню простору для внутрішнього спокою, де учні можуть відновити свої сили після інтенсивних занять.

Так, у кожній країні є свої особливості, але головним є те, що дизайн інтер'єрів шкіл має бути орієнтований на комфорт і потреби учнів, створюючи простори, які сприяють розвитку та навчанню в сприятливому середовищі.

Цей розділ присвячено принципам облаштування внутрішнього шкільного середовища, а також інтеграції новітніх технологій та забезпеченню стійкості проєктів у довгостроковій перспективі.

8.1. Загальні принципи розробки дизайну інтер'єру сучасної школи.

Проєктування внутрішнього середовища сучасної школи повинно передбачати створення комфортного та функціонального простору для навчання, крім того застосовані підходи повинні відповідати сучасним вимогам забезпечення якісного освітнього процесу, як-от, формування Нової української школи (НУШ). Відповідно до концепції у центрі ідеї повинен знаходитися учень, його розвиток та комфорт. Відповідно, шкільний інтер'єр повинен бути

спрямований на забезпечення умов, які підтримують різноманітні форми навчання, творчості та взаємодії. У цьому контексті значну роль відіграє функціональність середовища за рахунок закладених на етапі проектування ефективних архітектурно-планувальних рішень, раціонального зонування внутрішнього простору в цілому та навчальних приміщень як таких, використання сучасних ергономічних та мобільних меблів, що дозволяють адаптувати простір під різні форми навчальної діяльності тощо. Особливо важливим також є впровадження сучасних технологій, наприклад, інтерактивних дошок і мультимедійних панелей, які сприяють інтерактивному навчальному процесу, дозволяючи учням не лише слухати, але й активно взаємодіяти з матеріалом через технології.

Разом із сучасними інноваціями, слід застосовувати найкращі практики традиційного дизайну, що орієнтовані на функціональність та спокійну атмосферу. Використання класичних меблів і нейтральних кольорових рішень дозволяє зберегти баланс. Мінімалізм у декоруванні сприяє тому, що учні можуть зосередитися на навчанні, не відволікаючись на зайві декоративні елементи. Головний акцент робиться на забезпечення базових потреб учнів, створення комфортних умов для навчання.

Важливою частиною проекту інтер'єру є облаштування спеціалізованих зон для творчості, які стимулюють розвиток індивідуальних здібностей учнів, допомагаючи їм реалізувати свої ідеї в різних формах. Зони для творчості дозволяють учням працювати над проектами, проводити практичні заняття, займатися самовираженням, що сприяє розвитку креативного мислення. Разом з тим створення спеціалізованих шкільних просторів, таких як STEM-лабораторії та майстерні підтримують розвиток технологічних та наукових навичок учнів.

У дизайні сучасних шкіл особливу увагу приділяють зонуванню класів і рекреаційних приміщень для різних видів діяльності. Це включає як використання модульних меблів, які легко трансформуються для різних потреб навчального процесу, так і мобільні перегородки, які дають можливість трансформувати простір під різні потреби, а також інтеграцію мультифункціональних зон у коридори або інші загальні простори, що дозволяє максимізувати використання наявної площі як для навчання, так і для відпочинку чи командної роботи. При цьому санітарним регламентом вимагається забезпечення відповідності меблів віковим і фізіологічним особливостям учнів.

Ще одним способом максимізувати використання наявної площі – влаштування зон для зберігання особистих речей учнів із доступом до персоналізованих скриньок.

Окрім того, рекомендованим є створення відкритих просторів, які можуть поєднувати зони для відпочинку та навчання (дослідження), наприклад зелені куточки, зимові сади або оранжереї. Інтеграція живих рослин створює затишну атмосферу і позитивно впливає на емоційний стан учнів. Такі простори дозволяють учням не тільки активно вчитися, але й мати можливість для відновлення сил, що є важливим для збереження емоційного та фізичного здоров'я школярів.

Дизайн інтер'єру школи повинен розроблятися із урахуванням потреб учнів із особливими потребами, що передбачає створення доступного, комфортного та функціонального середовища для всіх категорій учнів. Простори школи мають бути спроектовані так, щоб забезпечити легкий доступ до всіх приміщень і зон. Необхідним є впровадження тактильних елементів, таких як рельєфні дорожні знаки, підлогові покриття з різними текстурами, що допомагають учням з порушеннями зору орієнтуватися в просторі. Окрім того, для підтримки орієнтації в просторі слід застосовувати інтегровані візуальні елементи навігації, такі як кольорові маркери на стінах, ясні знаки і піктограми, що допомагають учням швидко знаходити необхідні приміщення та орієнтуватися в межах школи.

Важливим елементом комфортного середовища є інтеграція природного та штучного освітлення для створення оптимальних експлуатаційних умов. Як зазначалось у попередніх розділах, забезпечення природної освітленості навчальних та робочих приміщень є нормативною вимогою та повинно передбачатись на етапі розробки архітектурних рішень. Окрім цього у сонячні дні для зменшення навантаження на очі слід уникати відблисків та інтенсивного сонячного опромінення. Для чого застосовуються як зовнішні сонцезахисні пристрої, так і внутрішні відповідно до рекомендацій. Вимоги до штучного освітлення (з використанням освітлювальних приладів) також регламентується ДБН В.2.5-28 «Природне і штучне освітлення». Відповідно використання джерел світла як додаткового освітлення повинно виконувати першочергову функцію, забезпечуючи необхідний рівень освітлення відповідно до виду діяльності. Як інноваційний підхід до дизайну інтер'єру можуть бути використані регульовані джерела світла для встановлення різних світлових сценаріїв (що допомагає зменшити втому очей) від яскравого для активного навчання до м'якого для релаксації або читання, таким чином забезпечуючи додаткову гнучкість і комфорт для учнів та викладачів.

У молодших класах слід використовувати м'які, ненасичені кольори задля створення заспокійливого середовища. Підбір кольорової гами повинен сприяти концентрації уваги й зниженню рівня стресу.

У спеціалізованих кабінетах, таких як лабораторії, мистецькі класи тощо доцільне застосування тематичних дизайнів. Інтегрування навчальних стендів, карт і інших інформаційних елементів у якості елементів внутрішнього оздоблення дає можливість візуалізувати навчальний процес і сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Також у оформленні коридорів, спільних просторів чудовим рішенням є використання яскравих тематичних акцентів для стимулювання учнів активності та творчості. Не менш важливо використовувати місцеві елементи декору, що відображають культуру та традиції регіону, створюючи таким чином атмосферу приналежності та гордості за рідний край.

Інтерактивні панелі, що інтегруються в навчальні простори, дозволяють створити інклюзивне середовище, де кожен учень може взаємодіяти з навчальними матеріалами та технологіями. Ці панелі можна використовувати для покращення процесу навчання, надаючи можливість регулювати контент і адаптувати його до індивідуальних потреб учнів.

Проектування внутрішнього дизайну сучасної школи в Україні спрямоване на створення навчальних середовищ, які підтримують не лише інтелектуальний, але й емоційний розвиток учнів. Врахування принципів НУШ, доступності, безбар'єрності, інноваційних рішень, екологічних стандартів та ергономічного дизайну дозволяє формувати школи, які відповідають вимогам часу та створюють умови для всебічного розвитку учнів.

8.2. Складові дизайну інтер'єру загальноосвітніх шкіл.

8.2.1. Конструкція та оздоблення внутрішніх стін

Конструкція стін у навчальних закладах повинна відповідати ряду вимог, зокрема міцності та довговічності для витримування навантажень, забезпечувати хорошу звукоізоляцію для комфорту під час навчання, мати вогнестійкі властивості для пожежної безпеки, а також теплоізоляцію для створення відповідного санітарно-технічним показникам мікроклімату.

Важливою експлуатаційною характеристикою оздоблення стін є екологічність матеріалів, гігієнічність та легкість очищення від бруду. Стіни повинні бути стійкими до механічних пошкоджень, а також забезпечувати естетичний вигляд і можливість швидкого ремонту. Для захисту стіни від механічних пошкоджень, які можуть виникати через рух візків, переміщення шкільного інвентаря та меблів рекомендовано застосовувати гумові накладки на кути стін. Це особливо актуально в коридорах, класах і спортивних залах. Гумові

накладки також підвищують рівень безпеки, пом'якшуючи удари при випадкових зіткненнях, що знижує ризик травм для дітей та персоналу.

Влаштування накладок повинен передбачати їх легкий і швидкий монтаж. Вони мають кріпитися за допомогою клею або механічного кріплення (шурупи, дюбелі). Форма та розміри для зовнішніх і внутрішніх кутів, бокових стінок підбирається залежно від архітектурних особливостей закладу. Також можуть бути застосовані різні кольори і фактури накладок для гармонійного інтегрування в загальний дизайн приміщень, забезпечуючи не тільки функціональний, але й естетичний ефект.

Забезпечення шляхів евакуації повинно відбуватись відповідно до нормативних вимог, що передбачає закріплення на стінах люмінесцентних покажчиків і звукових оповіщувачів.

8.2.2. Конструкція та дизайн підлоги

Типова конструкція підлоги на міжповерховому перекритті складається з декількох шарів, кожен з яких виконує певну функцію:

1) Чистове покриття (фінішний шар) забезпечує естетичний вигляд та комфорт і безпеку при ходьбі. Матеріали застосовуються залежно від призначення приміщення: лінолеум, плитка кам'яна, гумове покриття, ковролін або спеціальні покриття (антиковзкі, зносостійкі).

2) Основа підлоги для забезпечення вирівнювання поверхні, забезпечення основи для фінішного покриття. Основні матеріали монолітна стяжка, збірні плити.

3) Шар гідроізоляції (опційно) призначена для захисту від протікань або вологи, що може проникати через верхні шари підлоги. Матеріали – поліетиленова плівка, бітумні мембрани.

4) Шар звукоізоляції, що дозволяє знизити передачу міжповерхового та конструктивного шуму, створюючи комфортні умови для навчання. Для цього застосовуються звукоізоляційні підкладки з мінеральної вати, спіненого поліетилену, або пробкових матеріалів.

5) Шар теплоізоляції (розраховується у випадку розмежування приміщень з різницею температур більше 4 °C).

6) Міжповерхове перекриття (залежить від типу прийнятої будівельно-конструктивної системи).

В навчальних закладах повинна бути влаштована травмобезпечна підлога, що має протиковзкі властивості для зменшення ризику падінь, особливо у зонах

з підвищеною вологістю, таких як їдальні, санвузли та коридори. Для цього використовують матеріали з рифленою поверхнею або гумовими вставками. Також практикується використання різних типів підлогових покриттів для різних зон: жорсткіші для класів і м'якіші для спортивних залів. У приміщеннях з підвищеною активністю, як-от спортивні зали, рекомендується встановлювати підлогу з амортизаційними властивостями для зниження травматизму при падінні.

Важливо, щоб підлога була стійкою до зносу і легко очищувалася, враховуючи постійний рух дітей та часті прибирання. Міцність та довговічність є ключовими критеріями для забезпечення тривалого використання. Особлива увага приділяється матеріалам, які забезпечують надійність покриття та зручність у догляді. Також слід застосовувати рішення щодо використання екологічно чистих матеріалів.

8.2.3. Конструкція та дизайн стелі

Практичним та ефективним підходом до облаштування стель є технологія підвісних стель.

Підвісні стелі повинні забезпечувати вимоги, зокрема:

- бути міцними і надійно закріпленими для забезпечення безпеки та витримування навантажень від освітлювальних приладів і вентиляційних систем;
- мати достатню звукоізоляцію, що допомагає зменшити рівень шуму між приміщеннями;
- повинні мати вогнестійкі властивості відповідно до норм пожежної безпеки;
- забезпечувати легкий доступ до комунікацій для проведення технічного обслуговування.

Раціональним рішенням щодо влаштування підвісних стель є використання великорозмірних модульних конструкцій, що спрощують процес монтажу та поточного ремонту, дозволяючи легко замінювати окремі плити.

Також підвісні стелі повинні легко інтегруватися з різними суміжними інженерними системами (наприклад, вентиляційними решітками, приладами освітлення, пожежними спринклерами), в свою чергу, при цьому зберігати естетичний вигляд і функціональність приміщень.

Для підвищення гігієнічності стелі можуть мати антибактеріальні покриття. Окрім цього, важливо приділяти увагу екологічності.

8.2.4. Травмобезпечні сходи.

Травмобезпечні сходи в навчальних закладах повинні відповідати суворим вимогам для мінімізації ризиків травм. Висота сходинок не повинна перевищувати 150 мм, а глибина має бути не менше 300 мм для забезпечення безпеки та комфорту. Антикковзке покриття на поверхні сходів, а також надійні поручні з обох боків на висоті 850-1000 мм (для дітей можуть бути додаткові поручні на 500-600 мм) є обов'язковими елементами безпеки.

Також важливим є добре освітлення сходів, особливо у верхніх і нижніх частинах прольоту, та використання контрастних кольорів для виділення країв сходинок. Це допомагає покращити видимість і знизити ризик спотикання.

У навчальних закладах важливо враховувати не лише стандартні норми, але й додаткові засоби захисту, як-от використання покриттів із протиковзкими властивостями, що адаптуються до погодних умов.

Сучасні рішення включають енергозберігаюче освітлення на основі датчиків руху, яке вмикається при наближенні людей, а також поручні з антибактеріальним покриттям. Це підвищує загальну безпеку та допомагає зберігати здоров'я учнів, створюючи безпечне середовище для пересування в межах школи.

8.2.5. Меблювання

Меблі в закладах освіти повинні сприяти комфорту та безпеці учнів.

По-перше, вони повинні бути ергономічними, тобто відповідати фізіологічним параметрам дітей різного віку, що забезпечує правильну поставу та запобігає розвитку захворювань опорно-рухової системи.

По-друге, виготовлятися з нетоксичних матеріалів, які не виділяють шкідливих речовин, а їх поверхні повинні бути гладкими, без гострих країв, що знижує ризик травм.

По-третє, антивандальні властивості меблів гарантують стійкість до пошкоджень і зношування, що є важливим у навчальних закладах з інтенсивним використанням. Крім того, нові технології впроваджують меблі з

антибактеріальними покриттями, які знижують ризик передачі інфекцій, що є особливо актуальним у дитячих колективах.

Передовий досвід показує доцільність використання в освітніх установах модульних меблів, які можуть бути легко переміщені та адаптовані до різних видів навчальної діяльності. Це забезпечує гнучкість простору та дозволяє швидко змінювати конфігурацію в залежності від потреб. Регульовані меблі, що змінюють висоту та нахил, сприяють комфортному навчальному процесу і профілактиці захворювань хребта у школярів, що є важливим для підтримки їхнього здоров'я, а також є доступними у використанні для осіб з особливими потребами.

РОЗДІЛ 9. ВИМОГИ ДО БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Сучасне проектування та будівництво загальноосвітніх шкіл висувають високі вимоги до якості будівельної продукції та екологічних характеристик матеріалів для забезпечення безпечного, комфортного та сталого навчального середовища. Вибір будівельної продукції визначає не лише довговічність і функціональність будівлі, але й її вплив на здоров'я учнів, вчителів, відвідувачів. Залучення сертифікованих матеріалів сприяє підвищенню енергоефективності та екологічності будівель, зниженню експлуатаційних витрат та впливу на навколишнє середовище.

Рекомендовано застосовувати основні конструктивні матеріали та вироби, а також матеріали опорядження, які відповідають сучасним екологічним стандартам та маркуванням. Показники енергоспоживання мають бути вкрай низькими, що призводитиме до зменшення рівнів споживання первинної енергії та викидів парникових газів у атмосферне повітря й навколишнє середовище в цілому. Одним із базових принципів проектування має бути мінімізація конструктивних матеріалів та протяжності інженерних мереж. Це не лише веде до зменшення вуглецевого сліду від реалізації проєкту, але й дозволяє мінімізувати вплив шкільної будівлі на довкілля на усіх етапах життєвого циклу і в тому числі на етапі демонтажу й утилізації будівельного сміття.

Матеріали повинні відповідати стандартам механічної міцності, забезпечуючи стійкість до навантажень і тривалий термін експлуатації навіть у складних кліматичних умовах. Повинна бути забезпечена стійкість до впливу атмосферних факторів, таких як волога, ультрафіолетове випромінювання, температурні коливання, що забезпечує збереження властивостей протягом усього терміну служби.

Оптимальна зносостійкість, особливо для підлогових покриттів, фасадних матеріалів та інших зон з інтенсивним використанням.

Відповідність протипожежним вимогам: негорючість, низька димність і відсутність токсичних викидів під час горіння, що знижує ризики для життя та здоров'я людей.

Мінімальний вміст шкідливих речовин, таких як формальдегід, важкі метали чи леткі органічні сполуки, які можуть негативно впливати на якість повітря у приміщеннях.

Відсутність гострих кутів, небезпечних поверхонь чи інших елементів, які можуть створювати ризики травмування для учнів і персоналу.

Матеріали повинні гармонійно вписуватися в загальну концепцію дизайну будівлі, забезпечуючи сучасний вигляд і відповідність архітектурним рішенням.

Легкість у догляді, стійкість до забруднень і зручність у монтажі, що забезпечує швидке та якісне виконання ремонтних і обслуговувальних робіт.

Використання матеріалів, які не виділяють шкідливих речовин протягом експлуатації, забезпечуючи безпечне середовище для дітей та персоналу.

Перевага матеріалам, що мають сертифікацію екологічної безпеки (наприклад, LEED, BREEAM, ISO 14001), що гарантує їхню відповідність міжнародним стандартам сталого розвитку.

Використання матеріалів, які можна повторно переробляти чи утилізувати без шкоди для довкілля, зменшуючи кількість відходів і забруднення.

Перевага продуктам із вторинної сировини, які сприяють зменшенню навантаження на природні ресурси, особливо для масового будівництва.

Вибір матеріалів із високими теплоізоляційними властивостями для зменшення енергоспоживання будівлі, що сприяє суттєвій економії витрат на опалення та кондиціонування.

Мінімізація тепловтрат через застосування сучасних технологій у виробництві та монтажі будівельної продукції, включаючи термоізоляційні панелі, вікна з низькоемісійними покриттями та інші рішення.

Цей розділ висвітлює основні вимоги до будівельної продукції, екологічні стандарти, а також практичні підходи до їх впровадження у контексті сталого розвитку.

9.1. Декларація показників згідно законодавству

З 01 січня 2023 року набрав чинності Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» який є технічним регламентом і визначає правові та організаційні засади введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку.

Відповідно до ст. 5 Закону виробник при введенні в обіг будівельної продукції складає декларацію показників. Виробник шляхом складення декларації показників бере на себе відповідальність за відповідність будівельної продукції задекларованим показникам. За відсутності об'єктивних ознак, що свідчать про протилежне, декларація показників, складена виробником, вважається точною і достовірною.

Декларація показників складається з використанням Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва за формою та згідно з Інструкцією, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 23.12.2021 р. № 1458 «Деякі питання надання будівельної продукції на ринку».

Відповідно до Інструкції декларація складається виробником щодо кожної будівельної продукції (відповідного типу) під час введення продукції в обіг. Достовірність даних, зазначених у декларації, підтверджується виробником шляхом накладення кваліфікованого електронного підпису.

Інформація у будь-якій формі про показники будівельної продукції, пов'язані з її суттєвими експлуатаційними характеристиками, визначеними у застосовній регламентній технічній специфікації, може надаватися лише за умови її включення і зазначення у декларації показників, крім випадків, коли декларація показників не складається.

Протягом 10 років після введення в обіг будівельної продукції щодо кожної будівельної продукції, що надається на ринку, надається реєстраційний номер декларації показників у Єдиній державній електронній системі у сфері будівництва або паперова копія декларації показників, роздрукована з цієї системи.

Постановою Кабінету Міністрів України від 23.07.2024 № 846 внесено зміни до форми, опису, правил та умов нанесення знаку відповідності технічним регламентам, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 № 1184.

Так, з набранням чинності угодою між Україною та Європейським Союзом про оцінку відповідності та прийнятність промислової продукції (далі – *Угодою*), знак відповідності технічним регламентам матиме різну форму для секторів, охоплених та не охоплених такою угодою (рис. 9.1).

Форма знаку відповідності технічним регламентам



Для секторів, які не охоплюються
Угодою між Україною та ЄС



Для секторів, які охоплюються Угодою між
Україною та ЄС

Рис. 9.1. Форми знаків відповідності промислової продукції технічним регламентам в залежності від охоплення секторів Угодою між Україною та ЄС

Відповідно до частини 2 статті 9 Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» знак відповідності технічним регламентам супроводжується (Рис. 9.2):

- двома останніми цифрами року, в якому його вперше нанесено;
 - найменуванням та місцезнаходженням виробника або ідентифікаційним знаком, що дає змогу легко та недвозначно встановити найменування та місцезнаходження виробника;
 - унікальним ідентифікаційним кодом типу продукції;
 - реєстраційним номером декларації показників у Єдиній державній електронній системі у сфері будівництва;
 - рівнем або класом показників, що декларуються;
 - позначенням застосованої регламентної технічної специфікації;
 - ідентифікаційним номером призначеного органу з оцінки відповідності у разі його залучення;
 - інформацією про передбачене використання, визначене у застосованій регламентній технічній специфікації.
-



Рис. 9.2. Позначення знаку відповідності технічним регламентам

9.2. Технічні специфікації та екологічні характеристики

При встановленні в завданні на проєктування та проєктній документації вимог до будівельних матеріалів, виробів або комплектів (надалі – продукція, будівельна продукція) повинно бути враховано можливість обмеження їх впливу на довкілля, зокрема наслідків для безпечності життєдіяльності людей та їхнього здоров'я під час будівництва, на етапі експлуатації об'єкту введеного в експлуатацію і та під час його ліквідації.

Для реалізації проєкту енергоефективного будівництва з поліпшеними екологічними характеристиками необхідно надавати перевагу продукції яка:

- містить відновлені матеріали та відходив, у визначеному значенні відсотку від загальної маси які визначається згідно з 7.8 ДСТУ ISO 14021;
- сертифікована на відповідність встановленим екологічним критеріям за схемою згідно з ДСТУ ISO 14024;

- має екологічну декларацію будівельної продукції, оформлену згідно з ДСТУ EN ISO 14025 та EN 15804 з зазначенням номеру і датою реєстрації та органу верифікації.



Екологічна декларація будівельної продукції

– документ, який містить інформацію про встановлені показники екологічних характеристик будівельної продукції.

Встановлення показників екологічних характеристик повинно відповідати принципам оцінювання життєвого циклу продукції, наведеним у ДСТУ ISO 14040, та вимогам згідно з ДСТУ ISO 14044.

Процедуру верифікації екологічної декларації будівельної продукції здійснюють згідно з ДСТУ EN ISO 14025 та ДСТУ EN 15804.

Для визначення відсотку такої продукції до складу робочої документації рекомендовано формувати специфікацію із зазначенням нижче наведених даних щодо будівельних виробів, матеріалів та конструкцій для оздоблення (далі – *продукція*):

- а) назва;
- б) позначення згідно з нормативним документом;
- в) призначення, вид робіт;
- г) найменування та місцезнаходження виробника;
- д) кількість;
- е) про відповідність будівельної продукції згідно з Законом України «Про надання будівельної продукції на ринку» з зазначенням відповідного нормативного документу та документу що підтверджує відповідність;
- ж) клас і категорія небезпеки згідно з паспортом безпеки продукції оформленому згідно з Законом України «Про надання будівельної продукції на ринку»;
- з) клас емісій небезпечних хімічних речовин з зазначенням відповідного нормативного документу (за наявністю);
- к) розрахунок відсотку вмісту відновлених матеріалів чи відходів задекларований згідно з 7.8 ДСТУ ISO 14021 із зазначенням розробника декларації та реквізитів підтвердного документу;
- л) вивільнення у повітря формальдегіду;
- м) вміст азбесту;
- н) вміст летких органічних сполук (ЛОС);
- о) наявність EPD оформлену згідно з ISO 14025 та EN 15804 з зазначенням номеру і датою реєстрації та органу верифікації;
- п) наявність екологічного сертифікату та маркування згідно з ДСТУ ISO 14024 з зазначенням назви програми, номеру сертифікату відповідності чи ліцензійної угоди та строком дії документу.

При проведенні аналізування можливості встановлення вимог до показників енергоефективності та інших екологічних характеристик рекомендовано визначати вимоги до будівельних матеріалів, виробів або комплектів, враховуючи:

- а) функціональне призначення будівельної продукції;
- б) ринкову доступність готової будівельної продукції або екологічно сумісної сировини, яка задовольняє відповідній вимозі;
- в) локалізацію виробництва;
- г) приклади практичної реалізації подібної вимоги.

Екологічна сумісність будівельної продукції

– екологічні характеристики будівельної продукції, які відповідають умовам технологічної прийнятності відповідно до встановлених вимог.

Екологічна характеристика

– характеристика будівельної продукції на однієї або декількох стадіях її життєвого циклу, пов'язана з впливом на довкілля, зокрема з наслідками для безпечності життєдіяльності людей та їхнього здоров'я.

Сумісні сировини

– сировини, які можуть бути замінені в технологічному процесі виробництва будівельної продукції, у тому числі в результаті додаткових операцій по оброблянню за умов технологічної прийнятності.

На об'єкт будівництва повинна постачатись лише продукція, зазначена у технічній специфікації. У разі неможливості постачання такої продукції, її заміну треба здійснювати після узгодження з проєктувальником. Після узгодження змін до специфікації здійснюються коригування зазначених в ній даних.

Забудовник повинен забезпечити:

- а) простежуваність джерел походження та постачання продукції;
- б) наявність підтвердних документів про відповідність встановленим у технічних специфікаціях вимогам згідно з цим стандартом.

9.3. Електронний каталог будівельної продукції рекомендованої для відбудови України

Отримати перевірену інформацію про будівельну продукцію доступну на ринку і рекомендовану для відбудови України можна в електронному каталозі:

<https://www.gbc.org.ua/> .



Електронний каталог розроблений і підтримується проектом "Промовання енергоефективності та імплементації Директиви ЄС з енергоефективності в Україні", що виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) та співфінансуванням Державного секретаріату Швейцарії з економічних питань (SECO) на замовлення Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України (з 2023 року) з метою:

- сприяння доступу до інформації про характеристики будівельної продукції згідно Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку», а також щодо її показників енергоефективності та інших екологічних характеристик;
- усунення плутанини в маркуваннях, самодеклараціях та сертифікатах щодо екологічних характеристик будівельної продукції;
- підтримки проектувальників в розробленні проектної документації з урахуванням основних і екологічних характеристик та особливостей застосування будівельної продукції.

На рисунку 9.3 наведено приклад одного з профілів продукту в каталозі рекомендованої продукції для проєктів відбудови України, а саме: Пінополістирольні плити EPS 100, що розміщуються в розділі Теплоізоляційні матеріали. Комбіновані ізоляційні комплекти, системи та доступні за посиланням: <https://www.gbc.org.ua/product/EPS-100/teploizoliatsiyni-materialy-kombinovani-izoliatsiyni-komplekty-systemy?language=uk-ua>.



Головна Про раду Публікації Новини

| ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО | ОЦІНКА ВАРТОСТІ ЖИТТЕВОГО ЦИКЛУ | ПУБЛІЧНІ ЗАКУПІВЛІ | МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ |
|---|---------------------------------|--------------------|------------------------|
| <p>» Теплоізоляційні матеріали. Комбіновані ізоляційні комплекти, системи » Пінополістирольні плити EPS 100</p> | | | |



Пінополістирольні плити EPS 100

| | |
|--|---|
| Бренд | Eurobud |
| Основні характеристики | |
| Одиниця виміру | м ³ |
| Орієнтовна ринкова вартість за од. виміру (грн., в т.ч. ПДВ) | 1922 грн/м ³ з ПДВ |
| Густина | 18 кг/м ³ |
| Термічний опір RD | 10 мм → 0,28 м ² ·К/Вт; 20 мм → 0,56 м ² ·К/Вт; 30 мм → 0,84 м ² ·К/Вт; 40 мм → 1,12 м ² ·К/Вт; 50 мм → 1,40 м ² ·К/Вт; 60 мм → 1,68 м ² ·К/Вт; 70 мм → 1,96 м ² ·К/Вт; 80 мм → 2,24 м ² ·К/Вт; 90 мм → 2,52 м ² ·К/Вт; 100 мм → 2,80 м ² ·К/Вт; 110 мм → 3,08 м ² ·К/Вт; 120 мм → 3,36 м ² ·К/Вт; 130 мм → 3,64 м ² ·К/Вт; 140 мм → 3,92 м ² ·К/Вт; 150 мм → 4,20 м ² ·К/Вт; 160 мм → 4,48 м ² ·К/Вт; 170 мм → 4,76 м ² ·К/Вт; 180 мм → 5,04 м ² ·К/Вт; 190 мм → 5,32 м ² ·К/Вт; 200 мм → 5,60 м ² ·К/Вт; 210 мм → 5,88 м ² ·К/Вт; 220 мм → 6,16 м ² ·К/Вт; 230 мм → 6,44 м ² ·К/Вт; 240 мм → 6,72 м ² ·К/Вт; 250 мм → 7,00 м ² ·К/Вт; 260 мм → 7,28 м ² ·К/Вт; 270 мм → 7,56 м ² ·К/Вт; 280 мм → 7,84 м ² ·К/Вт; 290 мм → 8,12 м ² ·К/Вт; 300 мм → 8,40 м ² ·К/Вт; 310 мм → 8,68 м ² ·К/Вт; 320 мм → 8,96 м ² ·К/Вт; 330 мм → 9,24 м ² ·К/Вт; 340 мм → 9,52 м ² ·К/Вт; 350 мм → 9,80 м ² ·К/Вт; 360 мм → 10,08 м ² ·К/Вт; 370 мм → 10,36 м ² ·К/Вт; 380 мм → 10,64 м ² ·К/Вт; 390 мм → 10,92 м ² ·К/Вт; 400 мм → 11,20 м ² ·К/Вт. |
| Теплопровідність λD | 0,036 Вт/(м·К) |
| Довжина l і ширина b (мм) та класи граничних відхилів Li і Wi | Стандартні розміри плит: 500 мм x 1000 мм; 1000 мм x 1000 мм. Класи граничних відхилів L2 і W2 |
| Розмір плит (довжина та ширина плит, мм) | Стандартні розміри плит: 500 мм x 1000 мм; 1000 мм x 1000 мм |
| Доступна товщина d (мм) та клас граничних відхилів Ti | Від 1 см до 40 см; Клас граничних відхилів товщини T2 |
| Площинність (мм) та клас граничних відхилів Pi | Клас граничних відхилів P3 |
| Стабільність розмірів при нормальних кліматичних умовах (відносна зміна довжини та відносна зміна ширини) DS(N)i | DS(N)5 |
| Стабільність розмірів при заявлених температурі і вологості DS(TH) | DS(TH)2 |
| Міцність при згині BSi | BS ≥ 150 кПа |
| Міцність при стиску (CS) | CS ≥ 100 кПа |
| Міцність при розтягу (TR) | TR ≥ 150 кПа |
| Реакція на вогонь | Клас E |
| Група горючості | G1 |

Характеристики довговічності

Рис. 9.3. Пінополістирольні плити EPS 100

(повна інформація про продукцію в електронному каталозі: <https://www.gbc.org.ua>)

9.4. Вимоги екологічних критеріїв для продукції згідно з ДСТУ ISO 14024

З 01 серпня 2022 року в дію вступив ДСТУ 9171:2021 Настанова щодо забезпечення збалансованого використання природних ресурсів під час проектування споруд. Прийняття цього стандарту забезпечило реалізацію євроінтеграційної вимоги Закону України «Про будівельні норми» щодо встановлення основних вимог до будівель і споруд, в частині що стосується:

- 1) раціонального і повторного використання або перероблення конструкцій будівель і споруд, їх матеріалів і частин після демонтажу;
- 2) довговічності;
- 3) можливості використання екологічно сумісних сировинних і вторинних матеріалів та будівельної продукції з поліпшеними екологічними характеристиками.

Положення ДСТУ 9171 також пов'язані з ДСТУ ISO 15686-5:2020 Будівлі та об'єкти нерухомого майна. Планування строку експлуатації. Частина 5. Оцінювання вартості життєвого циклу (ISO 15686-5:2017, IDT).

Зміною № 2 від 01.07.2022 до ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво додано посилання на ДСТУ 9171 у якості одного з керівних документів.

ДСТУ 9171 містить посилання на ДСТУ ISO 14024:2018 Екологічні маркування та декларації. Екологічне маркування типу I. Принципи та процедури (ISO 14024:2018, IDT) в контексті методу підтвердження екологічних характеристик обраних конструктивних і технологічних рішень та забезпечення збалансованого використання природних ресурсів у поєднанні з критеріями до матеріалів, що використовують під час будівництва для досягнення мінімальної вартості життєвого циклу, мінімальної приєднаної енергії та потенціалу глобального потепління.

Сертифікат відповідності екологічним критеріям встановленим згідно з ДСТУ ISO 14024 забезпечує підтвердження вимог до визначених характеристик продукції за визначеними показниками на основі методу оцінювання життєвого циклу.



Перелік категорій матеріалів і виробів, на які встановлені і діють в Україні стандарти екологічного маркування I типу

1. Бетон та вироби з бетону
2. Блоки віконні
3. Вироби гіпсові будівельні
4. Вироби з полімерних матеріалів
5. Вироби керамічні
6. Матеріали теплоізоляційні
7. Лакофарбові матеріали
8. Прокат сталі
9. Покриття для підлоги з лісоматеріалів
10. Суміші будівельні сухі
11. Шпалери
12. Устаткування електричне та побутові прилади

Екологічні критерії забезпечують:

а) визначення екологічної сумісності готової будівельної продукції та сумісної сировини;

б) оцінку ефективності використання енергетичних, водних, первинних мінерально-сировинних та інших ресурсів в технологічному процесі її виробництва;

в) обмеження застосування у складі будівельної продукції небезпечних хімічних речовин за класами і категоріями, визначеними відповідно до Технічного регламенту класифікації небезпечності, маркування та пакування хімічної продукції;

в) продовжений термін експлуатації будівельної продукції, її ремонтпридатність та здатність до модернізації;

г) зменшення впливу на довкілля;

д) придатність будівельної продукції та її пакування до повторного застосування або переробляння.

9.4.1. Приклад застосування.

Одним з прикладів практичної реалізації зазначених методичних рекомендацій є розроблене завдання на проектування реконструкції будівлі Охтирської школи I-III ступенів № 5 ім. Р.К. Рапія, що постраждала внаслідок збройної агресії РФ. Схвалене рішенням міськради завдання на проектування враховує методичні рекомендації та містить у тому числі вимогу щодо відповідності визначених категорій будівельних і оздоблюваних матеріалів вимогам екологічних критеріїв згідно з ДСТУ ISO 14024:2018. Реалізація проекту реконструкції отримало фінансову підтримку в рамках Програми «U-LEAD з Європою» та успішно пройшло експертну оцінку.



Детальніше про проєкт можна довідатись за посиланням



Для дизайнера:

https://propertytimes.com.ua/arhitektura/rekonstruktsiya_litseyu_5_imeni_rk_rapiya_v_ohtirtsi_stvorenniya_innovatsiynogo_bezpechnogo_ta_inklyuzivnogo_prostoru_dlya_navchannya

9.4.2. Підтвердження відповідності

Екологічні критерії для будівельної продукції повинні перевіряти органи з оцінки відповідності на підставі Закону України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» за схемою, визначеною ДСТУ ISO 14024.

При підготовці завдання на проєктування об'єкту будівництва в частині, що стосується вимог до екологічної сумісності будівельної продукції, необхідно перевірити:

- а) чинність екологічних критеріїв для будівельної продукції визначеної категорії;
- б) інформацію про розміщення на ринку будівельної продукції визначених категорій, яка має сертифікати відповідності екологічним критеріям згідно з ДСТУ ISO 14024.

Приклад встановлення вимоги щодо відповідності будівельної продукції визначеної категорії екологічним критеріям згідно з ДСТУ ISO 14024, яку застосовують в завданні на проєктування об'єкту будівництва, наведено у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1.

| Назва будівельної продукції визначеної категорії | Підтверджувальний документ | Розділ проєктної документації |
|--|----------------------------|-------------------------------|
|--|----------------------------|-------------------------------|

| | | |
|--|---|---|
| <p>Приклад встановлення вимоги</p> <p>Теплоізоляційні матеріали (пінополістирольні плити EPS 100) повинні відповідати екологічним критеріям згідно з ДСТУ ISO 14024.</p> | <p>1) Копія сертифікату відповідності встановленим екологічним критеріям на визначену категорію будівельної продукції.</p> <p>2) Копія атестату акредитації органу з оцінки відповідності, який видав сертифікат відповідності або данні Реєстру акредитованих органів національного органу з акредитації</p> | <p>Визначають в залежності від категорії будівельної продукції за функціональним призначенням</p> |
|--|---|---|

Відповідність екологічним критеріям для виробів (продукції) повинна підтверджуватись відповідним сертифікатом, який видається акредитованим органом з оцінки відповідності, що має міжнародне визнання. Таким центром є «Центр екологічної сертифікації та маркування» Всеукраїнської громадської організації «Жива планета». На рисунку 9.4 наведено зразок сертифікату відповідності екологічним критеріям для виробів з гіпсокартону UA.08.002.352 (рис. 9.4, а), який виданий акредитованим органом з оцінки відповідності, що має міжнародне визнання – Атестат про акредитацію НААУ №10156 (рис. 9.4, б).



а)

б)

Рис. 9.4. Зразки підтверджуваних документів

про відповідність екологічним критеріям для виробів з гіпсокартону:

- а) Зразок сертифікату відповідності екологічним критеріям для виробів з гіпсокартону, який виданий акредитованим органом з оцінки відповідності, що має міжнародне визнання;
- б) Зразок атестату відповідності органом з оцінки відповідності, який виданий акредитованим Національним агентством акредитації України

(Джерело: <https://www.ecolabel.org.ua/>)

Логотип екологічного маркування продукції складається з графічного зображення та напису. Продукт дозволяється маркувати таким логотипом, якщо він відповідає стандарту встановленим екологічним критеріям на визначену категорію і це підтверджено шляхом сертифікації. Право на маркування надається акредитованим державою органом і виключно відносно сертифікованої продукції.

В кожній країні чи регіоні є свої програми екологічного маркування (табл. 9.2). Найбільш надійні та визнані на міжнародному рівні відповідають стандарту ISO 14024 та об'єднані в міжнародну асоціацію Global Ecolabelling Network (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Логотип екологічного маркування продукції міжнародної асоціації Global Ecolabelling Network

В Україні логотип екологічного маркування виглядає як показано на рисунку 9.6.



Рис. 9.6. Логотип екологічного маркування «Зелений журавлик»

«В народі» цей логотип отримав назву «Зелений журавлик», яка з часом стала його назвою офіційно.

Таблиця 9.2.

Інформація про реєстри виданих сертифікатів відповідності будівельної продукції екологічним критеріям програм екологічного маркування I типу визнаних на міжнародному рівні

| Назва програми екологічного маркування I типу та логотип екологічного маркування | Інформація про реєстри виданих сертифікатів відповідності будівельної продукції |
|--|--|
| <p>The Green Crane Ecolabel, Україна</p>  | <p>Реєстр виданих сертифікатів відповідності:
 https://www.ecolabel.org.ua/</p> |
| <p>EU.Ecolabel, ЄС</p>  | <p>Реєстр виданих сертифікатів відповідності:
 https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel_en</p> |

| | |
|--|---|
| <p>The Nordic Swan Ecolabel,
Скандинавські країни (Данія, Швеція,
Норвегія, Фінляндія та Ісландія)</p>  | <p>Реєстр виданих сертифікатів відповідності:
http://www.nordic-ecolabel.org/</p> |
| <p>The Blue Angel Ecolabel, Скандинавські
країни</p>  | <p>Реєстр виданих сертифікатів відповідності:
https://www.blauer-engel.de/en</p> |

Приклади практичного застосування логотипів екологічного маркування «Зелений журавлик» наведено на рисунку 9.7.



Рис. 9.7. Приклад застосування логотипів екологічного маркування «Зелений журавлик» на будівельній продукції в ТЦ Епіцентр

9.4.3. Метод оцінювання та перевіряння окремих екологічних характеристик згідно з ДСТУ ISO 14021.

В залежності від категорії будівельної продукції рекомендовано встановлення окремих вимог до її екологічних характеристик згідно з ДСТУ ISO 14021:2016 Екологічні маркування та декларації. Екологічні самодекларації (екологічне маркування типу II) (ISO 14021:2016, IDT).

Оцінювання виконання вимог встановлених окремих екологічних характеристик здійснюють згідно з розділами 6 і 7 ДСТУ ISO 14021.

Вміст відновлених матеріалів і відходів.

Відсоток вмісту відновлених матеріалів у складі будівельної продукції може бути встановлений на основі перевірених даних які наведені в:

- розрахунках згідно з 7.8 ДСТУ ISO 14021;
- протоколах оцінювання відповідності вимогам екологічних критеріїв згідно з ДСТУ ISO 14024.

Також дані щодо вмісту відновлених матеріалів у складі будівельної продукції визначеної категорії, які встановлені на основі перевірених даних, можуть бути наведені в екологічній декларації будівельної продукції згідно з ДСТУ EN ISO 14025:2022 Екологічні маркування та декларації. Екологічні декларації типу III. Принципи та процедури (EN ISO 14025:2010, IDT; ISO 14025:2006, IDT) і ДСТУ EN 15804:2022 Екологічність будівельних робіт. Екологічні декларації продукції. Основні правила для категорії будівельних виробів (EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021, IDT).

Рекомендований вміст відновлених матеріалів у складі будівельної продукції визначеної категорії наведено у таблиці 9.3.

Таблиця 9.3.

Вміст відновлених матеріалів у складі будівельної продукції визначеної категорії

| Категорія будівельної продукції | Вміст відновлених матеріалів у складі будівельної продукції, % |
|--|--|
| Збірні бетонні вироби | понад 10 |
| Блоки дверні та віконні (у профілях ПВХ) | » 10 |

| | |
|--|------|
| Теплоізоляційні матеріали (у матеріалах з полімерів та целюлози) | » 30 |
| Комбіновані ізоляційні комплекти, системи | » 30 |
| Гіпс та гіпсові вироби (у картоні або мікрофібровому волокні) | » 60 |
| Цемент, будівельне вапно та інші гідравлічні в'язучі речовини | » 15 |
| Продукція для кам'яної кладки та пов'язана з нею продукція | » 10 |
| Заповнювачі | » 30 |
| Продукція, що належить до бетону, будівельних розчинів і цементних розчинів | » 15 |
| Труби, резервуари і допоміжні деталі з полімерів, які не контактують з питною водою (призначеною для використання людиною) | » 30 |

Перелік будівельних відходів, що підлягають перероблянню та пріоритетні напрямки їх використання в якості відновлених матеріалів в будівництві та для виробництва будівельної продукції наведені у Додатку Г ДСТУ 9171.

Пожежна безпека.

Продукція повинна відповідати низькій або помірній групам за горючістю, займистістю, поширенню полум'я та димоутворювальною здатністю і токсичністю продуктів горіння.

Радіаційна безпека.

Рекомендовано щоб сумарна питома активність природних радіонуклідів продукції не перевищувала показники, наведені у таблиці 9.4.

Таблиця 9.4.

Рекомендовані показники сумарної питомої активності природних радіонуклідів в будівельній продукції

| Категорія продукції
згідно з постановою Кабінету Міністрів України від
08.04.2021 № 426 «Про затвердження переліку
категорій будівельної продукції» | Граничний показник сумарної
питомої активності природних
радіонуклідів, Бк/кг |
|--|---|
| Цемент, бетон та збірні бетонні вироби | 150 |
| Продукція для кам'яної кладки та пов'язана з нею
продукція | 150 |
| Теплоізоляційні матеріали (комплекти, системи) для
зовнішніх робіт | 150 |
| Теплоізоляційні матеріали (комплекти, системи) для
внутрішніх робіт | 100 |
| Продукція для обробки внутрішніх і зовнішніх стін і
стель | 100 |
| Гіпс та гіпсові вироби | 100 |
| Дерев'яні конструкції, матеріали для підлоги, панелі,
елементи та допоміжні вироби | 100 |



Блоки віконні та дверні

Мінімальна гарантія встановлена виробником на виріб повинна бути не менш ніж 5 років.

При дотриманні необхідного обслуговування, термін експлуатації виробу повинна бути не менш ніж 20 років.

Після закінчення строку експлуатації виробу виробник повинен гарантувати можливість забезпечити його демонтрування та утилізацію згідно з Законом України «Про управління відходами».



Лакофарбові матеріали та інші продукти для внутрішнього оздоблення

Для внутрішніх робіт дозволено застосовувати лакофарбові матеріали, які відповідають вимогам екологічних критеріїв встановлених згідно зі стандартом ДСТУ ISO 14024.





Рис. 9.8. Приклади застосування зазначених у таблиці 9.2 логотипів екологічного маркування на лакофарбових матеріалах в ТЦ Епіцентр

У виробках для внутрішнього оздоблення оброблених хімічною продукцією граничний показник формальдегіду здатного вивільнятися в атмосферне повітря приміщення наведений у таблиці 9.5.

Таблиця 9.5.

Граничний показник формальдегіду здатного вивільнятися в а.п. приміщення у виробках для внутрішнього оздоблення

| Назва продукції | Метод дослідження | | |
|-----------------|--|---|-------------------------------------|
| | EN 717-1 [97],
(23°C/45% RH)
ДСТУ EN 717-2 | ISO 16000-9 [99],
(23°C/50% RH)
Метод тестування для М1 | ASTM E 1333 [101],
(23°C/50% RH) |
| МДФ | 0,124 мг/м ³ | 0,05 мг/м ² /год | 0,09 ppm |
| Інші панелі | 0,07 мг/м ³ | 0,03 мг/м ² /год | 0,08 ppm |

Ця вимога не застосовується для:

- а) фасадних панелей, покриття для підлоги, зовнішніх дверей;
- б) молдингів, плінтусів та іншої фурнітури, якщо виріб має класифікацію емісії E1 (до 5 мг на 100 г) згідно з ДСТУ EN 13329 або сертифікат відповідності CARB ATCM Phase 2 and EPA TSCA Title VI;

в) окремих від будівлі вуличних конструкцій або предметів декору (світильники, скульптури тощо).



У виробках та матеріалах теплоізоляційних призначених для внутрішнього оздоблення граничний показник ЛОС здатних вивільнятися в а.п. приміщення наведений у таблиці 9.6.

Таблиця 9.6.

Граничний показник ЛОС здатних вивільнятися в атмосферне повітря приміщення у виробках та матеріалах теплоізоляційних призначених для внутрішнього оздоблення

| ЛОС | Показник
(у тому числі за методом розрахунку
K_{max} . мг/м ³) |
|--------------|--|
| Аміак | 0,04 |
| Ацетальдегід | 0,01 |
| Ацетон | 0,35 |
| Бензол | 0,1 |
| Бутилацетат | 0,1 |

| ЛОС | Показник
(у тому числі за методом розрахунку
K_{max} мг/м ³) |
|-------------------|--|
| Гексаетілендіамін | 0,001* |
| Етилбензол | 0,02 |
| Метанол | 0,5 |
| Пропанол | 0,3 |
| Стирол | 0,002 |
| Толуол | 0,6 |
| Фенол | 0,001 |
| Формальдегід | 0,001 |

Ця вимога поширюється на всі типи теплоізоляційних виробів та матеріалів, призначених для внутрішнього оздоблення.

У разі, якщо виріб містить декілька ЛОС, здатних вивільнитися, сумарний показник їх вмісту повинен бути не більш ніж 1 при розрахунку за формулою:

$$\sum_{i=1}^n K_i K_{max,i} < 1,$$

де K_i – фактична концентрація ЛОС i в атмосферному середовищі;

$K_{max,i}$ – максимальна концентрація ЛОС i в атмосферному середовищі;

n – кількість речовин.

Для внутрішнього оздоблення не рекомендується застосовувати хімічну продукцію, класифіковану за класами та категоріями небезпек згідно з Технічним регламентом класифікації небезпечності, маркування та пакування хімічної продукції, або їх комбінаціями, наведеними у таблиці 9.7

Таблиця 9.7.

Перелік класів та категорій небезпеки хімічної продукції

| Класи небезпеки | Категорія | Фрази ризику |
|--|-----------|------------------------|
| Хімічна продукція, яка проявляє гостру токсичність при впливі на організм людини | 1, 2, 3 | H300, H310, H330, H304 |

| Класи небезпеки | Категорія | Фрази ризику |
|---|---------------|--|
| | | H301, H311, H331,
EUH070 |
| Хімічна продукція, яка проявляє вибірккову токсичність для органів-мішеней та/або систем органів при одноразовому впливі | 1, 2 | H370, H371 |
| Хімічна продукція, яка проявляє вибірккову токсичність для органів-мішеней та/або систем органів при багаторазовому впливі | 1, 2 | H372, H373 |
| Хімічна продукція, яка спричиняє сенсibiliзацію (алергічну реакцію) у дихальних шляхах або на шкірі | 1, 1A, 1B | H317, H334 |
| Хімічна продукція, яка має мутагенні властивості | 1 (1A /1B), 2 | H340, H341 |
| Хімічна продукція, яка має канцерогенні властивості | 1 (1A /1B), 2 | H350, H350i, H351 |
| Хімічна продукція, яка проявляє токсичність для репродуктивної системи людини | 1 (1A /1B), 2 | H360, H360F, H360D,
H360FD
H360Fd, H360Df,
H361
H361f, H361d
H361fd, H362 |
| Хімічна продукція, яка проявляє токсичність для водних екосистем (при короткотривалому впливі) | 1 | H400 |
| Хімічна продукція, яка проявляє токсичність для водних екосистем (при довготривалому впливі) | 1, 2, 3, 4 | H410
H411
H412
H413 |
| Хімічна продукція, яка руйнує озоновий шар | 1 | H420 |
| Примітка. Наведені у таблиці класи небезпеки та категорії хімічної продукції стосуються всіх комбінацій за фразою ризику. Наприклад, H350 також охоплює класифікацію H350i | | |

Вироби з лісоматеріалів.

Рекомендовано обирати продукцію яка сертифікована згідно з ДСТУ ISO 14024 та за стандартами сталого лісокористування.



Приклади застосування зазначених у таблиці XX логотипів екологічного маркування на матеріалах для підлоги в ТЦ Епіцентр



Екологічна декларація будівельної продукції.

Екологічну декларацію будівельної продукції визначеної категорії рекомендовано розглядати як джерело перевіреної інформації, отриманої шляхом оцінювання життєвого циклу цієї продукції за встановленим методом згідно з ДСТУ EN ISO 14025 і ДСТУ EN 15804.

Кількісні дані щодо споживання первинних та відновлених ресурсів, впливів на довкілля та викидів парникових газів протягом життєвого циклу будівельної продукції визначають згідно з ДСТУ EN ISO 14025 і ДСТУ EN 15804 та наводять в екологічній декларації будівельної продукції.

Ці дані рекомендовано застосовувати для встановлення вимог до окремих екологічних характеристик на основі їх порівняння в межах однієї категорії будівельної продукції та розглядати як достовірне джерело інформації для розрахунку вартості життєвого циклу споруди з врахуванням усіх витрат ресурсів та впливу на довкілля згідно з ДСТУ ISO 15686-5:2020 Будівлі та об'єкти нерухомого майна. Планування строку експлуатації. Частина 5. Оцінювання вартості життєвого циклу (ISO 15686-5:2017, IDT).

Вимоги до екологічних характеристик та публічні закупівлі.

Відповідно статті 7 Закону України «Про енергетичну ефективність» при проведенні публічних закупівель енергоспоживчої продукції, вимоги до якої визначені в законодавстві щодо енергетичного маркування, екологічного маркування та екодизайну, клас енергетичної ефективності такої продукції повинен бути не нижче класу енергетичної ефективності, визначеного Кабінетом Міністрів України з урахуванням нормативно-правових актів у сфері енергетичного маркування. Альтернативно, показники енергетичної ефективності такої продукції повинні відповідати індикативним показникам, визначеним нормативно-правовими актами у сфері екодизайну. Також можливий варіант, коли така продукція повинна відповідати стандартам екологічного маркування.

Відповідно статті 23 Закону України «Про публічні закупівлі» вимоги до екологічних характеристик продукції будь-якої категорії замовник може встановлювати:

- 1) в технічних специфікаціях (стаття 23);
 - 2) при визначенні методу оцінювання пропозиції, застосовуючи в якості альтернативи критерію «ціна» (статті 29):
-

а) ціну разом з іншими критеріями оцінки, зокрема застосування заходів охорони навколишнього середовища або

б) критерії оцінки вартості життєвого циклу, зокрема впливи зовнішніх екологічних чинників протягом життєвого циклу товару, у разі якщо їхня грошова вартість може бути визначена, зокрема вплив викидів парникових газів, інших забруднюючих речовин та інші витрати, пов'язані із зменшенням впливу на довкілля.

У разі встановлення екологічних чи інших характеристик до предмета закупівлі, замовник повинен в тендерній документації зазначити, які маркування, протоколи випробувань або сертифікати можуть підтвердити відповідність предмета закупівлі таким характеристикам. Маркування, протоколи випробувань та сертифікати повинні бути видані органами з оцінки відповідності, компетентність яких підтверджена шляхом акредитації або іншим способом, визначеним законодавством. Така вимога міститься в абзаці 2 пункту 5 статті 23 Закону України «Про публічні закупівлі».

Лист-роз'яснення Міністерства економіки України вказує про необхідність акредитації органу з оцінки відповідності як єдиного способу підтвердження його компетентності згідно з Законом України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» (рис. 9.9).



Рис. 9.9. QR-код на текст листа-роз'яснення Міністерства економіки України

Закон не має обмежень щодо кількості або умов використання нецінових критеріїв. Однак важливо дотримуватися обмеження, за яким питома вага цих критеріїв не може перевищувати 30%.

Для підтримки замовників публічної сфери в реалізації зазначених положень законодавства у період 2020 – 2024 рр. були розроблені настанови які містять рекомендації застосовувати при визначенні вимог до екологічних характеристик продукції стандарти екологічного маркування. Діяльність здійснювалась за підтримкою різних проектів міжнародної технічної допомоги

спрямованих на підтримку впровадження європейських стандартів у сферу публічних закупівель. У травні 2024 усі рекомендації були упорядковані в спеціальному розділі на Infobox Prozorro – Екологічні вимоги (рис. 9.10).



Рис. 9.10. Фрагмент сторінки Infobox Prozorro з посиланням на розділ «Екологічні вимоги»

Вимоги до будівельної продукції та її екологічних характеристик є визначальними для створення сучасних, безпечних і сталих будівель загальноосвітніх шкіл. Дотримання стандартів якості, впровадження екологічно чистих матеріалів і використання інноваційних технологій дозволяють забезпечити комфортні умови для навчання та мінімізувати вплив будівництва на довкілля. Комплексний підхід до вибору будівельної продукції, що включає енергоефективність, екологічність та довговічність, сприяє підвищенню якості освітнього середовища, забезпечуючи його відповідність сучасним стандартам сталого розвитку.

РОЗДІЛ 10. ВИМОГИ ЩОДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ

Проектування та забезпечення пожежної безпеки є одним із найважливіших аспектів запобігання виникненню пожежі, мінімізації її впливу та захисту життя та здоров'я учнів, педагогів і персоналу, а також збереження матеріальних цінностей.

Дотримання вимог пожежної безпеки при проектуванні будівель загальноосвітніх шкіл є запорукою захисту життя та здоров'я всіх учасників освітнього процесу. Інтеграція сучасних систем виявлення, гасіння пожежі та димовидалення, організація евакуаційних шляхів і навчання персоналу є основними складовими комплексного підходу до пожежної безпеки. Використання якісних матеріалів, регулярний моніторинг та відповідність нормативам сприяють створенню безпечного освітнього середовища, що відповідає найвищим стандартам безпеки.

При проектуванні закладів освіти необхідно враховувати вимоги пожежної безпеки, викладені у ДБН В.2.2-9, ДБН В.1.1-7, ДБН В.2.5-56, а також у ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-64, ДБН В.2.5-67, ДБН В.2.5-74, ДСТУ Б В.2.5-82.

Допустиму кількість поверхів та найбільшу кількість місць будівель закладів загальної середньої освіти в залежності від ступеня її вогнестійкості слід приймати згідно ДБН В.2.2-3 (таблиця 10.1).

Таблиця 10.1.

| Ступінь вогнестійкості, не менше ніж | Максимальна кількість поверхів | Кількість учнів чи місць у будівлі, не більше ніж |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| I, II | 4 (крім сейсмічних районів) | не нормується |
| III | 3 | до 1600 |
| IIIб | 1 | до 350 |
| IIIа, V | 1 | до 270 |
| IV | 2 | до 270 |

Ступінь вогнестійкості будівлі встановлюють залежно від його призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, умовної висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку.

В залежності від ступеня вогнестійкості будинку визначають класи вогнестійкості будівельних конструкцій і групи поширення вогню по цих конструкціях відповідно до вимог ДБН В.1.1-7.

10.1. Основні принципи забезпечення пожежної безпеки

При проектуванні будівель шкіл відповідно до вимог пожежної безпеки необхідно передбачати заходи, що обмежують поширення вогню та будуть надавати додатковий час для евакуації людей. Обмеження поширення пожежі в будівлях досягається:

- застосуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, спрямованих на створення перешкод поширенню небезпечних чинників пожежі приміщеннями, між приміщеннями, поверхами, протипожежними відсіками та секціями;

- зменшенням пожежної небезпеки будівельних матеріалів (у тому числі облицювань), конструкцій, елементів систем електропроводки, що застосовуються у приміщеннях і на шляхах евакуації;

- зменшенням вибухопожежної та пожежної небезпеки технологічного процесу, використанням засобів, що перешкоджають розливанню та розтіканню горючих рідин під час пожежі;

- застосуванням систем протипожежного захисту (автоматичних систем пожежогасіння, систем протидимного захисту), а також інших інженерно-технічних рішень, спрямованих на обмеження поширення небезпечних чинників пожежі.

Відстань між будівлями закладів освіти та іншими будівлями і спорудами приймається згідно з ДБН Б.2.2-12.

Розташування в основних будівлях закладів освіти складських приміщень для зберігання легкозаймистих та горючих рідин і матеріалів не допускається.

При проектуванні будівель шкіл відповідно до вимог пожежної безпеки необхідно задавати протипожежні зони, що обмежують поширення вогню.

Зонування виконується із використанням протипожежних стін, перегородок та перекриттів, виготовлених з матеріалів, що мають нормативні межі вогнестійкості. Також важливим є запобігання поширенню вогню через конструкційні з'єднання облаштуванням протипожежних швів. Іншою

складовою протидії поширенню вогню є встановлення протипожежних дверей, які повинні бути оснащені термостійкими ущільнювачами та автоматичними пристроями для закривання. Також вогнетривкі вікна з багатошаровим склом повинні бути розташовані у коридорах, сходових клітках та інших приміщеннях підвищеного ризику. Покрівля та фасади будівель повинні забезпечувати вогнестійкість, для чого застосовуються негорючі мембрани та теплоізоляційні матеріали, а фасадні матеріали повинні мати високу стійкість до займання та термічного впливу. У зв'язку з чим використання мінераловатних теплоізоляційних матеріалів має перевагу над теплоізоляцією виготовленою з органічних сполук. Також використовуються спеціальні протипожежні вставки.

Перекриття над підвальними приміщеннями будівель закладів загальної середньої освіти III, IV, V ступенів вогнестійкості повинно бути протипожежним 3-го типу.

Внутрішнє опорядження (облицювання) стін та стелі класів, навчальних кабінетів і лабораторій, зальних приміщень слід виконувати з матеріалів із показниками, не гіршими ніж Г2, В2, Д2, Т2 за умови не допущення утворення краплин розплаву та/або фрагментів, що горять. Матеріал стелі має бути підібраний так, щоб унеможливити небезпеку його падіння під впливом температури від пожежі упродовж розрахункової тривалості евакуації.

Системи пожежогасіння є обов'язковою частиною проектування будівель. Встановлення автоматичних систем пожежогасіння, таких як спринклерні, водяні, газові чи порошкові системи, повинно бути передбачено в приміщеннях з високою пожежною небезпекою, таких як лабораторії, кухні та архіви. Для ручного гасіння пожеж в будівлі встановлюються пожежні гідранти та шафи з необхідним обладнанням, які регулярно перевіряються на справність. Мобільні вогнегасники повинні бути доступні по всій будівлі в зручних для користування місцях.

Системи пожежної сигналізації та оповіщення мають бути інтегровані для оперативного інформування про пожежу. Автоматичне оповіщення повинно включати голосові повідомлення, що підвищують ефективність евакуації. Індикатори аварійного стану повинні автоматично активуватися під час пожежі, забезпечуючи видимі та звукові сигнали для всіх, хто перебуває в будівлі (зокрема, осіб з особливими потребами). Наприклад, для людей з порушеннями слуху передбачаються додаткові візуальні сигнали, такі як миготливі вогні або текстові повідомлення. Для осіб з обмеженими можливостями зору – звукові сигнали мають бути чіткими і різко відрізнятися від звичайних звуків у будівлі, а також мати можливість регулювати гучність або частоту в залежності від

потреб користувача. Тому система повинна бути інтегрована таким чином, щоб кожен, незалежно від фізичних можливостей, міг своєчасно отримати сигнал про небезпеку та діяти відповідно до ситуації.

Системи вентиляції та димовидалення повинні мати клапани для автоматичного припинення циркуляції повітря під час пожежі, щоб обмежити поширення диму. Встановлення систем примусового та природного димовидалення в зонах евакуації дозволяє зберігати видимість і зменшувати концентрацію токсичних речовин у повітрі. Датчики контролю задимлення повинні автоматично включати систему димовидалення, коли рівень задимленості перевищує норму.

Запобігання виникненню пожежі є важливим етапом у проєктуванні будівель. Необхідно уникати легкозаймистих матеріалів у внутрішньому інтер'єрі, зокрема в класах, лабораторіях та складських приміщеннях.

Регулярне технічне обслуговування електричних систем також є важливою частиною забезпечення безпеки, включаючи перевірку кабельної інфраструктури та електроприладів.

Для своєчасного виявлення пожежі необхідно влаштовувати автоматизовані системи пожежної сигналізації, які забезпечують оперативне виявлення загорянь та їх локалізацію. Датчики диму, тепла та газу повинні бути встановлені в ключових зонах будівлі, таких як коридори, спортивні зали та їдальні. Багаторівневі системи моніторингу дозволяють своєчасно передавати сигнал тривоги відповідним службам.

10.2. Евакуаційні шляхи та виходи

Безпечна евакуація людей є також важливим аспектом проєктування, який повинен бути забезпечений та відповідати нормативним вимогам. Розміщення виходів із будівель та сходових кліток, максимальні розміри сходових маршів за пожежними вимогами, а також розміщення та влаштування аудиторій, актових та фізкультурно-спортивних залів повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-9 й ДБН В.1.1-7.

У разі влаштування в одній будівлі закладу освіти підрозділу (відділення) дошкільної освіти, житлових приміщень (квартир, гуртожитків) та інших громадських закладів у будь-якому поєднанні їх слід відокремлювати одне від

одного протипожежними стінами 1-го типу та перекриттями 1-го типу з влаштуванням окремого виходу назовні з кожної частини будівлі.

Навчальні секції перших класів необхідно розташовувати не вище другого поверху та за наявності спальних приміщень відокремлювати від інших навчальних секцій протипожежними перегородками 1-го типу [ДБН В.1.1-7].

У випадку проектування будівель закладів загальної середньої освіти висотою 4-и поверхи, то на 4-му поверсі допускається розміщувати не більше 25% навчальних приміщень.

Із майстерні з обробки деревини та комбінованої майстерні з обробки металу та деревини необхідно передбачати додатковий вихід безпосередньо назовні з утепленим тамбуром або через окремий коридор, у який відсутні виходи із класів, навчальних кабінетів та лабораторій.

З груп приміщень, розташованих у підвальному або цокольному поверсі будівель закладів освіти та їх спальних корпусів, необхідно передбачати не менше двох евакуаційних виходів безпосередньо назовні. Ці групи приміщень допускається з'єднувати з першим поверхом через окремі сходи типу С1 до рівня першого поверху, з влаштуванням на рівні підвального поверху протипожежного тамбур-шлюзу з підпором повітря у разі пожежі. Огороджувальні конструкції цих сходів повинні відповідати вимогам, встановленим до протипожежних перегородок 1-го типу. Сходи типу С3 не допускається використовувати як другий евакуаційний вихід з другого і вище поверхів будівель шкіл.

При розрахунку ширини шляхів евакуації найбільша кількість людей, що одночасно перебувають на поверсі в будівлі закладів загальної середньої освіти, повинна визначатись, виходячи з місткості навчальних приміщень, приміщень для трудового навчання, а також фізкультурно-спортивного та актового залів, що знаходяться на даному поверсі. Для приміщень, в яких одночасно може перебувати більше 15 учнів, ширина дверей виходів з них повинна бути не меншою ніж 0,9 м в світлі.

Відстань по коридору від дверей найбільш віддалених приміщень (крім вбиралень, умивалень, душових та інших обслуговуючих приміщень) до виходу назовні або на сходову клітку у будівлях шкіл проектується згідно ДБН В.2.2-9.

Ширину коридорів на поверхах, де знаходяться навчальні приміщення, а також переходів між корпусами слід приймати не менше ніж 2,2 м; інших коридорів – не менше ніж 1,4 м.

Ширина рекреаційних приміщень при однобічному розташуванні приміщень кабінетів і лабораторій повинна прийматися не менше ніж 2,8 м, ширина рекреаційних приміщень, які прилягають до кабінетів і лабораторій з двобічним розташуванням та до навчальних приміщень перших- четвертих класів закладів загальної середньої освіти та шкіл (ліцеїв, коледжів) з пансіонами - не менше ніж 3,5 м.

При проектуванні актового залу передбачають не менше двох евакуаційних виходів. При влаштуванні в актовому залі амфітеатру, у якому перший та останній ряди місць та евакуаційні виходи розташовані на рівнях різних поверхів, розрахунок шляхів евакуації необхідно проводити виходячи з необхідності евакуації 2/3 глядачів на нижній поверх та 1/3 глядачів на верхній поверх.

У закладах освіти евакуаційні виходи не влаштовуються через розсувні та піднімально-опускні двері, обертальні двері та турнікети, що обертаються або розсуваються, за винятком розсувних дверей, які під час пожежі відчиняються вручну та функціонують як двостулкові двері.

Евакуаційні виходи, шляхи евакуації повинні мати позначення з використанням знаків безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309, ДСТУ 7313, ГОСТ 12.4.026.

Двері евакуаційних виходів з коридорів поверху, сходових кліток, актових і фізкультурно-спортивних залів, аудиторій, класів, навчальних кабінетів і лабораторій, вестибюлів (фойє, холів) та інші двері на шляхах евакуації не повинні мати затворів, що перешкоджають їх вільному відчиненню зсередини без ключа у разі пожежі.

Евакуаційні двері в навчальних закладах повинні відповідати високим стандартам безпеки, включаючи вогнестійкість, димозахист і автоматичне закривання.

Мінімальний клас вогнестійкості для протипожежних дверей становить EI 30 або EI 60, що означає здатність витримувати вплив вогню протягом 30-60 хвилин. Двері виготовляються з негорючих матеріалів, таких як сталь або спеціально оброблена деревина, та оснащуються самозакривними механізмами для надійного захисту.

Двері повинні мати ущільнювачі для димозахисту та інтеграцію з системами пожежної сигналізації, яка активує автоматичне закриття у випадку пожежі. Такі двері також повинні бути чітко позначені, аби полегшити орієнтацію під час

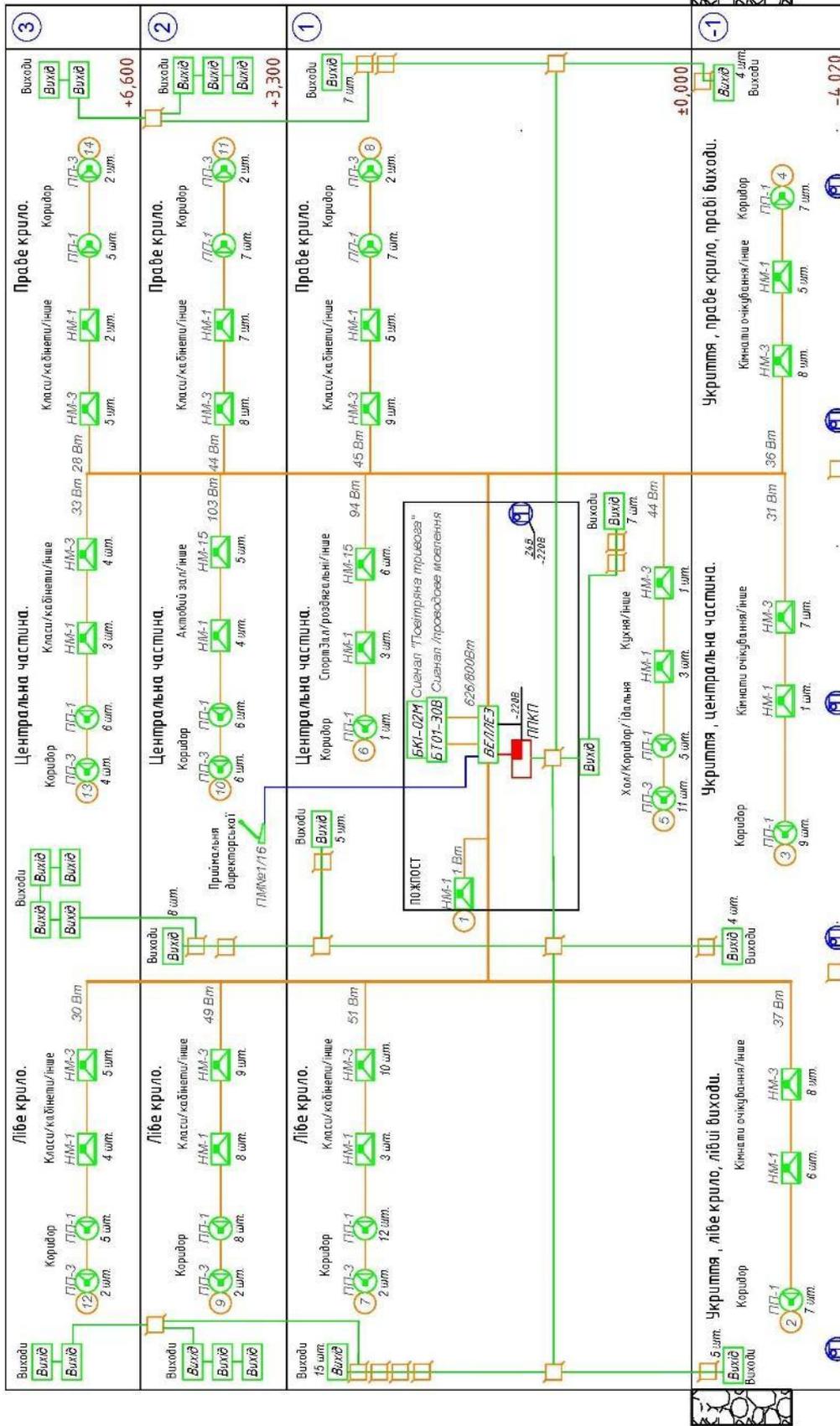
евакуації. Ці функції повинні забезпечувати швидку локалізацію вогню та безпеку під час евакуації.

Водночас застосування зовнішніх евакуаційних дверей повинні забезпечувати нормативну теплоізоляцію для мінімізації теплових втрат.

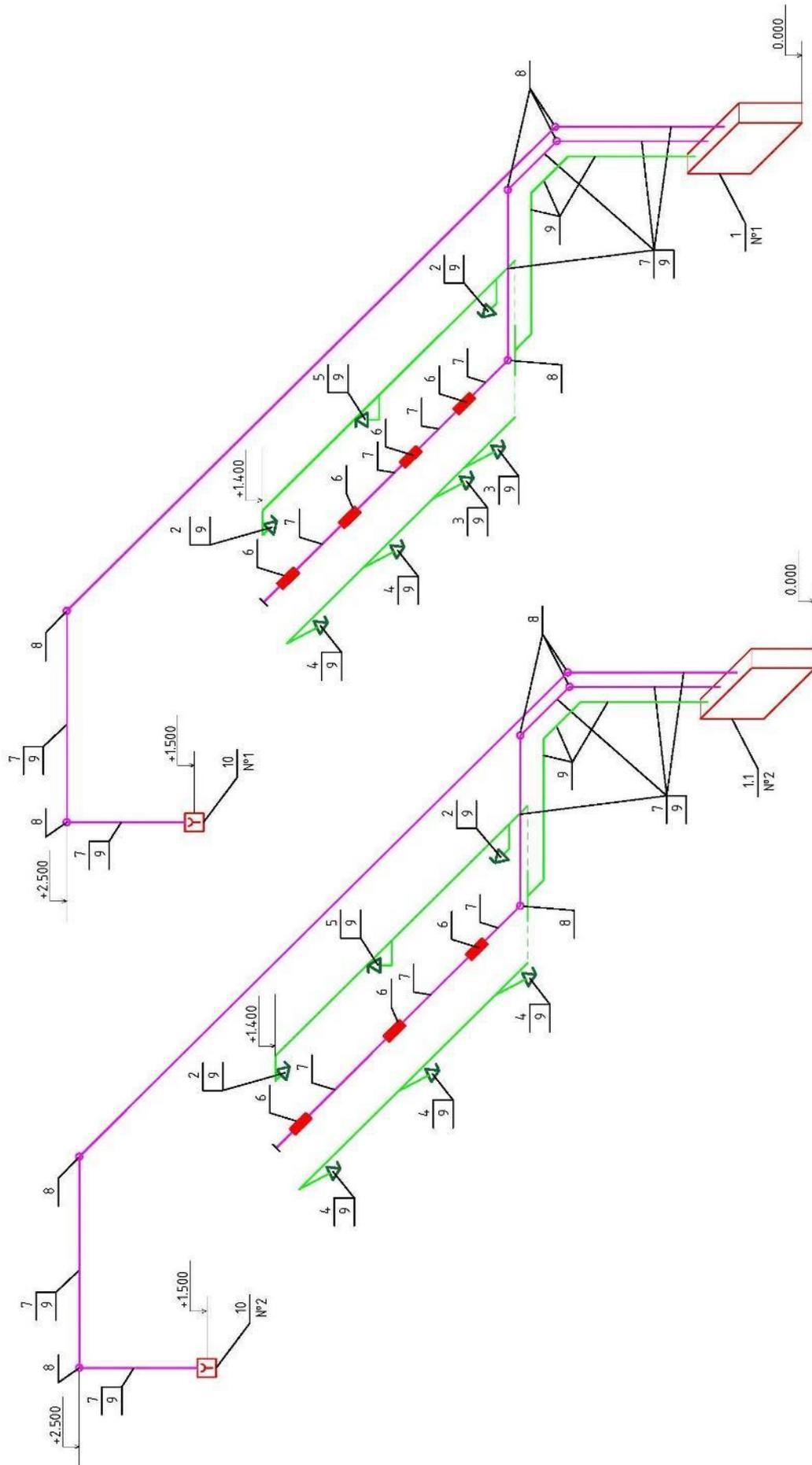
Вимоги до евакуаційних та аварійних виходів зводяться до того, щоб забезпечити максимально швидку можливість покинути приміщення в разі виникнення надзвичайної ситуації. Відповідно до ДСТУ EN 1125:2014 вихід зсередини будівлі має бути відкритим завжди, що передбачає встановлення спеціальних пристроїв для евакуаційних та пожежних виходів. Ефективним засобом є використання, так званої, системи «антипаніка», яка забезпечує евакуацію без використання будь-яких засобів, як то ключі, кодова картка, введення паролів тощо. При цьому із зовнішньої сторони двері можуть керуватись за допомогою ключа, або бути глухими без можливості їх відчинити, що залежить від конкретних умов та потреб того чи іншого приміщення. В системі «антипаніка» передбачається ручка у вигляді довгої горизонтальної штанги чи кнопки, що гарантують відкриття дверей при їх натисканні рукою або під натиском тіла. Евакуаційні двері маркуються у яскраві кольори (наприклад, червоний, зелений) для того, щоб в умовах недостатньої видимості їх легше було побачити.

В залежності від способу забезпечення доступу ззовні в приміщення через двері евакуаційних виходів існують різного роду типи функціонування систем «антипаніки».

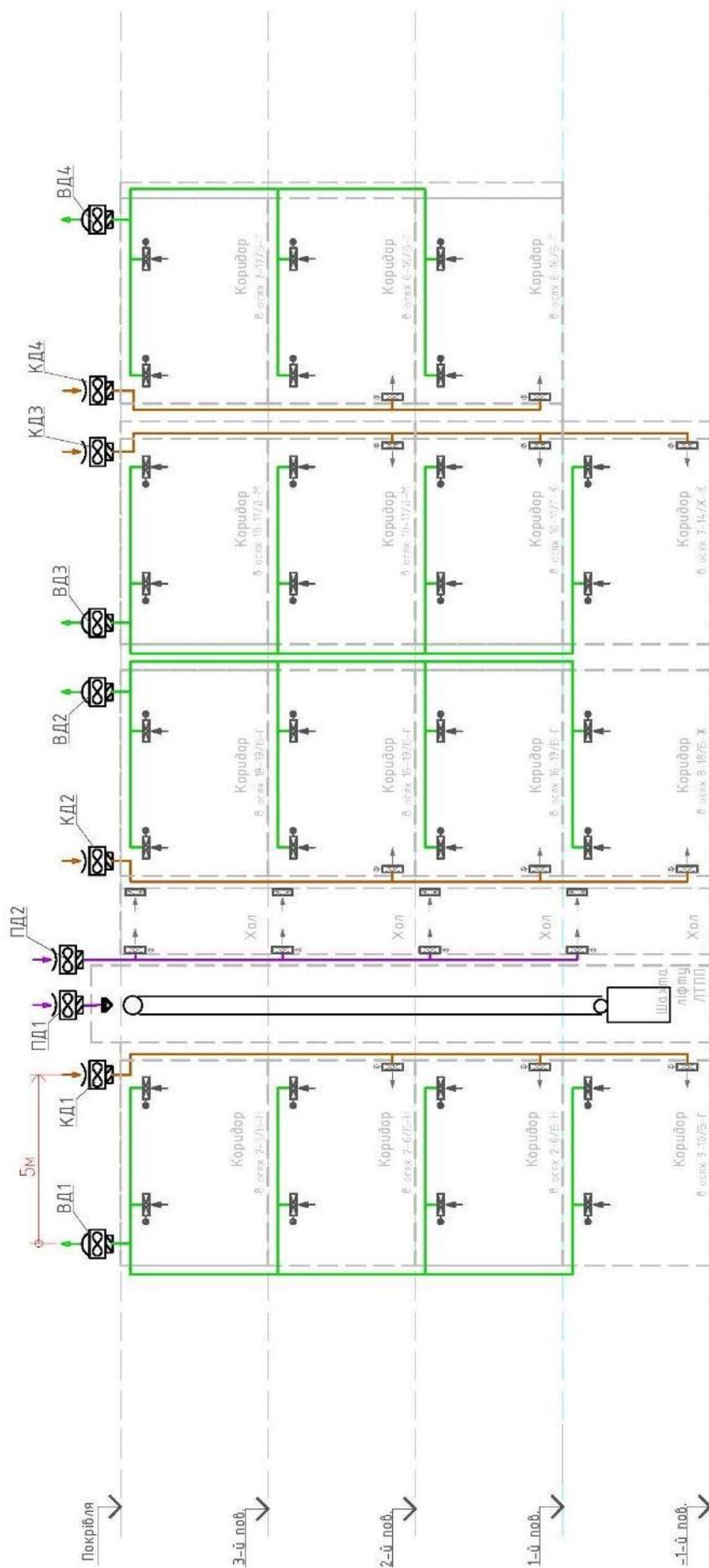
10.3. Зразки схем пожежної системи проєкту повторного використання для закладів загальної середньої освіт



Р и с . 1 0 . 2 . С х е м а р о з т а ш у в а н н я с и с т е м и о п о в і щ е н н я



Р и с . 1 0 . 3 . А к с о н о м е т р и ч н а с х е м а с и с т е м и п о ж е ж о г а с



Р и с . 1 0 . 4 . С х е м а с и с т е м п р о т и д и м н о г о з а х и с т у

РОЗДІЛ 11. БЕЗПЕКА І ДОСТУПНІСТЬ (ІНКЛЮЗИВНІСТЬ) ПРИ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ ЗАГАЛЬНО-ОСВІТНІХ ШКІЛ

Забезпечення безпеки та доступності для всіх категорій користувачів, зокрема учнів із особливими потребами, є однією з основних вимог до проєктування будівель загальноосвітніх шкіл. Інклюзивний підхід до проєктування передбачає створення середовища, яке відповідає потребам кожного учня, сприяє рівному доступу до освітніх ресурсів і формує безпечні умови для навчання та соціальної взаємодії. Важливим аспектом є врахування фізичних, сенсорних і когнітивних потреб усіх учасників освітнього процесу. Цей розділ висвітлює основні принципи, нормативні вимоги та сучасні практики забезпечення безпеки й інклюзивності в проєктуванні шкільних будівель, акцентуючи увагу на довготривалих перевагах такого підходу для громади.

11.1. Організація споруд для укриття учнів та учасників освітнього процесу

Захисні споруди цивільного захисту залежно від умов, що в них створюються, та захисних властивостей поділяються на: сховища та протирадіаційні укриття (ПРУ).

Сховище – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів)

Протирадіаційне укриття (ПРУ) – це негерметична споруда, в якій створені умови для перебування людей та їх захисту протягом певного часу (не менше 48 годин) шляхом зменшення прогнозованого впливу небезпечних чинників, які можуть виникнути внаслідок надзвичайної ситуації, та іонізуючого опромінення у разі радіаційної аварії і радіоактивного забруднення місцевості та непрямой дії звичайних засобів ураження під час воєнних (бойових) дій та/або терористичних актів.

З метою раціонального використання захисних споруд поза межами періоду дії надзвичайних ситуацій, воєнних (бойових) дій та терористичних актів в

житлових будинках та будівлях громадського призначення, у тому числі закладах освіти рекомендується проектувати споруди подвійного призначення (СПП).

Споруди подвійного призначення це: наземні або підземні будівлі/споруди чи їх окремі частини, що спроектовані або пристосовані для використання за основним функціональним призначенням, у тому числі для захисту населення, та в яких створені умови для тимчасового перебування людей.

Споруди подвійного призначення можуть бути як і з властивостями сховища, так і з властивостями ПРУ. Приміщення споруди подвійного призначення закладів освіти рекомендується проектувати, виходячи з їх можливого використання, непов'язаного із укриттям – для забезпечення потреб закладу освіти.

За умови дотримання протипожежних і санітарно-гігієнічних вимог, вимог інклюзивності відповідно до ДБН В.2.2-40, а також вимог щодо забезпечення режиму експлуатації у таких приміщення рекомендовано передбачати приміщення відповідно вимог ДБН В.2.2-9, ДБН В.2.2-3.

Споруди подвійного призначення з можливістю використання у мирний час для потреб закладу є найбільш раціонально доцільними для будівництва.

Сховища, споруди подвійного призначення із захисними властивостями сховищ забезпечують відповідний ступінь їх захисту від:

- дії повітряної ударної хвилі від побічної дії зброї масового ураження;
- дії повітряної ударної хвилі при застосуванні звичайних засобів ураження;
- проникнення уламками засобів звичайного ураження;
- дії небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних, отруйних речовин;
- дії проникаючої радіації та іонізуючого випромінювання;
- катастрофічного затоплення у зонах можливого затоплення;
- дії високих температур та продуктів горіння при пожежах.

ПРУ, споруди подвійного призначення із захисними властивостями ПРУ забезпечують відповідний ступінь їх захисту від:

- дії іонізуючого випромінювання від радіоактивного забруднення;
 - дії повітряної ударної хвилі від побічної дії зброї масового ураження;
 - дії повітряної ударної хвилі при застосуванні звичайних засобів ураження;
 - проникнення уламками засобів звичайного ураження;
-

– дії високих температур та продуктів горіння при пожежах.

Перелік та необхідні мінімальні розрахункові параметри захисних властивостей сховищ та споруд подвійного призначення із захисними властивостями сховищ визначаються залежно від їх класу [ДБН В.2.2-5]: А-I; А-II; А-III; А-IV.

Перелік та необхідні мінімальні розрахункові параметри захисних властивостей ПРУ та споруд подвійного призначення із захисними властивостями ПРУ визначаються залежно від їх групи [ДБН В.2.2-5]: П-1; П-2; П-3; П-4; П-5; П-6.

Групи характеризуються за розміщенням на територіях, за віддаленістю від осередків можливих небезпечних факторів.

Необхідна кількість та місткість кожної захисної споруди та споруди подвійного призначення визначається завданням на проектування, виходячи з розрахункової кількості осіб, що підлягають укриттю, а саме:

– при реалізації вимог розділу Інженерно-технічні засоби цивільного захисту у містобудівній документації відповідного рівня;

– при реалізації вимог розділу Інженерно-технічні засоби цивільного захисту у проектній документації на будівництво об'єктів різного призначення;

– відповідно до кількості осіб, що постійно та/або періодично перебувають на об'єкті – залежно від функціонального призначення об'єкта, для якого проектується захисна споруда або споруда подвійного призначення.

Загальні вимоги до об'ємно-планувальних рішень:

Ширина (у просвіті) коридорів, пандусів в середині захисних споруд та СПП, що використовуються для евакуації, у тому числі МГН, має бути не менше ніж 1,8 м - при новому будівництві.

Висоту приміщень (від відмітки підлоги до низу перекриття (покриття) захисних споруд та споруд подвійного призначення слід приймати не менше: 2,5 м - при новому будівництві;

Ширина просвіту внутрішніх дверей в основних приміщеннях має бути не менше ніж 0,9 м.

Двері до технічних приміщень можуть бути не менше ніж 0,7 м.

В місцях потенційного скупчення людей (при входах / виходах, коридорах, переходах) рекомендується передбачати проміжні зони безпеки у вигляді розширення коридорів, карманів тощо.

Проміжні зони безпеки можуть бути розташовані безпосередньо вздовж коридору.

Перелік основних приміщень для ПРУ та СПП із захисними властивостями ПРУ:

- основне приміщення для укриття;
- зона санітарного посту (для ПРУ)
- приміщення медичного пункту (від 601 особи)
- приміщення пункту керування (від 301 особи)
- санітарно-гігієнічні приміщення;
- приміщення для вентиляційного та фільтровентиляційного обладнання
- приміщення зберігання забрудненого одягу (для ПРУ)
- приміщення з обладнанням для підтримання нормативної температури їжі, питного режиму для закладів дошкільної освіти та для учнів 1-2 класів закладів загальної середньої освіти (при новому будівництві)
- приміщення буфету з обладнанням для підтримання нормативної температури їжі, питного режиму для учнів 3-12 класів закладів загальної середньої освіти (при новому будівництві)

Рекомендований перелік приміщень:

- зона санітарного посту (для СПП із захисними властивостями ПРУ)
 - приміщення медичного пункту (до 600 осіб)
 - приміщення пункту керування (до 300 осіб)
 - приміщення зберігання забрудненого одягу (для ПРУ)
 - приміщення для аварійних джерел живлення (ДЕС)
 - складське приміщення;
 - приміщення для зберігання продовольства приміщення/зона для зберігання води
 - приміщення для зберігання відходів
 - приміщення з обладнанням для підтримання
 - нормативної температури їжі, питного режиму для закладів дошкільної освіти та для учнів 1-2 класів закладів загальної середньої освіти (при реконструкції)
-

• приміщення буфету з обладнанням для підтримання нормативної температури їжі, питного режиму для учнів 3-12 класів закладів загальної середньої освіти (при реконструкції)

Площу основного приміщення для укриття визначають розрахунком за показниками норм мінімальних площ.

Мінімальні рекомендовані площі окремих зон при новому будівництві:

- для учнів 1 - 2 класів – 2,0 м²
- для учнів 3 - 4 класів – 1,6 м²
- для учнів 5 - 12 класів – 1,3 м²
- інші працівники закладів освіти – 1,0 м²

Рекомендується розподіляти основне приміщення для укриття відповідно до вікової категорії учасників учбового процесу на наступні приміщення або зони для закладів загальної середньої освіти:

- учасників освітнього процесу 1-2 класів;
- 3-4 класів;
- 5-9 класів;
- 10-12 класів.

(допускається об'єднання приміщень/блоків для учасників освітнього процесу 1-4 класів та 5-12 класів).

Санітарно-гігієнічне обладнання проектується відповідно до державних санітарних норм і правил, ДБН В.2.2-9 та ДБН В.2.2-40.

При новому будівництві:

- туалетні приміщення для дітей: із розрахунку 1 кабінка з унітазом на 30 дітей, окремо для дівчат та хлопчиків;
- умивальники для дітей: із розрахунку 1 умивальник на 60 дітей;
- туалетні приміщення для дорослих: із розрахунку 1 кабінка з унітазом на 20 осіб (дорослих);
- універсальне санітарно-гігієнічне приміщення із зоною для душу, обладнане відповідно до вимог ДБН В.2.2-40: мінімум одне.

При реконструкції:

- туалетних приміщень для дітей: із розрахунку не менше ніж 1 кабінка з унітазом на 60 дітей;

- умивальники для дітей: із розрахунку не менше ніж 1 умивальник на 100 дітей;
- туалетних приміщень для дорослих: із розрахунку не менше ніж 1 кабінка з унітазом на 40 осіб,
- універсальних санітарно-гігієнічного приміщення із зоною для душу – не менше одного, обладнаного згідно з вимогами ДБН В.2.2-40.

Входи повинні мати поворот на 90 градусів (декілька поворотів) або захисну стіну-екран навпроти входу, захисні властивості якої повинні розраховуватись у тому числі на проникнення уламків від звичайних засобів ураження.

Входи організовуються через тамбур-шлюзи (тамбури) з захисно-герметичними та герметичними дверима.

Влаштування вікон у сховищах – не допускається. Сховища мають мати мінімум один аварійний вихід. У сховищах, СПП місткістю до 300 осіб (при реконструкції до 600 осіб) допускається передбачати аварійний вихід у вигляді вертикальної шахти з захисним оголовком, яка поєднана зі сховищем тунелем.

Влаштування вікон у ПРУ – не допускається.

У СПП із захисними властивостями ПРУ влаштування вікон допускається, але за умови, що вони мають бути зачинені на весь період дії особливого періоду або мають зачинятись під час зовнішньої загрози (оголошення повітряних тривог тощо) зовнішніми або внутрішніми ставнями (віконницями) із автоматичною системою зачинення, що повинні відповідати ряду додаткових вимог.

11.2. Створення безбар'єрного середовища

Створення повноцінного безбар'єрного середовища дозволяє людині з інвалідністю, або тимчасовою обмеженою рухомістю вільно пересуватися містом, користуватися громадськими об'єктами, самостійно спускатися сходами до під'їзду чи закладу охорони здоров'я.

Будівля освітнього закладу має бути спроектована, зведена та укомплектована таким чином, щоб уникнути можливості отримання травм учнями (студентами), викладачами та персоналом під час пересування всередині та поблизу будівлі, при вході та виході, а також при використанні її елементів та інженерного обладнання.

Ширина доріг на території школи повинна забезпечувати безпечний рух пішоходів і транспорту. Пішохідні доріжки облаштовуються антиковзаючим покриттям і тактильними елементами для маломобільних груп населення. Організуються окремі під'їзди для службового транспорту та аварійних служб.

На маршрутах переміщення слід передбачити системи навігації, візуальної статичної та оперативно-змінюваної інформації, тактильні елементи доступності (тактильні смуги, тактильні інформаційні покажчики), візуальні елементи доступності (контрастне маркування, інформаційні таблички та покажчики) та аудіопокажчики (звукові орієнтири) відповідно до вимог ДБН В.2.2-40.

При проектуванні тактильних смуг (направляючих, попереджувальних та інформаційних) слід дотримуватися архітектурного стилю будівлі освітнього закладу.

Нахил і ширина сходів і пандусів, висота кроків, ширина проступів, площі сходових площадок, висота проходів через сходи, коридори та зони відпочинку, а також розміри дверних отворів повинні гарантувати зручність і безпеку переміщення та евакуації, можливість переміщення обладнання згідно з вимогами ДБН В.2.2-9, ДБН В.2.2-40, СР 2205.

Поручні та огорожі на шляхах евакуації у закладах загальної середньої освіти та навчальних корпусах шкіл (ліцеїв, коледжів) з пансіонами, де знаходяться класи для перших-четвертих класів, мають відповідати наступним додатковим вимогам:

Висота огорожі сходів, якими користуються діти, повинна бути 1,5 м, з поручнями на висоті 0,9 м і 0,7 м.

Вертикальні елементи огорожі сходів повинні мати просвіт не більше 0,1 м (горизонтальне членування в огорожі, крім поручня, не допускається).

Висота огорожі ганків, що розташовані на рівні 0,45 м і вище від землі, повинна бути не менше 0,9 м і обладнуватись поручнями на висоті 0,9 м і 0,7 м.

Огорожі мають бути неперервними і розрахованими на прийняття горизонтальних навантажень не менше ніж 0,3 кН/м

Шляхи руху до школи від найближчих зупинок громадського транспорту облаштовані системою наземної тактильної навігації.

Вхід на територію школи візуально (контрастно) виділений. Також є універсальний інформаційний покажчик (табличка), на якому в доступних форматах, візуальному тактильному, відповідно до нормативних вимог, відображена інформація про заклад освіти.

Вхідна до школи група (сходи, дверні отвори) має контрастне виділення (система контрастного маркування), це відповідає критеріям вільної навігації та безпеки. Також вхід до школи облаштований системою звукових інформаторів.

Усередині є система контрастного маркування, яка забезпечує:

- безпеку перебування (маркування сходів, порогів тощо, максимальна відсутність порогів);
- вільне орієнтування (маркування дверних отворів).

Вільне та комфортне орієнтування в школі забезпечує система універсальних покажчиків. Біля входу до кожного приміщення (об'єкту) школи (клас, їдальня, спочивальня тощо) є інформаційні таблички, виконані з дотриманням нормативних вимог щодо візуального та тактильного сприйняття.

Додатково встановлюють комплекс мнемосхем. Мнемосхеми – це засіб орієнтування та навігації для осіб із порушеннями зору та інших користувачів. У школі-інтернаті встановлені мнемосхеми 1-го, 2-го та 3-го поверхів. Мнемосхеми пройшли апробацію на доступність сприйняття всіх користувачів – дітей та дорослих із порушеннями та без порушень зору.

11.3. Основні принципи інклюзивності в проєктуванні

Рівний доступ до освітніх просторів

- Створення навчальних і рекреаційних зон, які забезпечують однаковий доступ для учнів з обмеженими фізичними можливостями, включаючи доступ до лабораторій, бібліотек і спортивних залів.
- Врахування потреб різних вікових груп і рівнів фізичних можливостей під час проєктування приміщень, що сприяє гармонійному розвитку всіх учасників освітнього процесу.

Ергономіка та зручність використання

- Забезпечення доступу до меблів, обладнання та навчальних засобів для учнів різного зросту, сили та рівня рухливості, враховуючи можливість їхнього регулювання для адаптації до потреб кожного користувача.
- Використання універсального дизайну, який мінімізує потребу в адаптації та спеціалізованих пристроях, одночасно спрощуючи експлуатацію будівлі для всіх користувачів.

Безпека та орієнтація в просторі

- Інтеграція тактильних елементів, контрастного освітлення та звукових сигналів для полегшення орієнтації в будівлі для учнів із порушеннями зору та слуху, включаючи інтерактивні інформаційні панелі.
- Використання зрозумілих і доступних систем навігації, включаючи QR-коди для отримання додаткової інформації за допомогою смартфонів.

Вхідні групи та внутрішні простори

- Обладнання пандусами з нахилом не більше 5%, поручнями та тактильними направляючими для забезпечення безпечного доступу до будівлі, незалежно від погодних умов.
- Використання автоматичних дверей або дверей із низьким опором для полегшення доступу учнів із обмеженою рухливістю, зокрема для дітей на інвалідних візках.

Сходи, ліфти та коридори

- Оснащення сходових маршів поручнями, які розташовані на різних рівнях для дітей і дорослих, із використанням матеріалів, що запобігають ковзанню.
- Встановлення ліфтів із достатньою місткістю для перевезення інвалідних візків і супроводжуючих осіб, з інтуїтивно зрозумілим управлінням і голосовими інструкціями.
- Забезпечення ширини коридорів не менше 1,8 м для комфортного руху всіх категорій учнів, із зоною для розвороту візків.

Санвузли

- Обладнання санітарних вузлів, які відповідають потребам учнів із інвалідністю, включаючи встановлення поручнів, достатньої ширини дверей і зручного розташування сантехніки.
- Розділення санітарних зон на доступні для різних вікових груп та забезпечення їх рівномірного розташування по будівлі, з урахуванням гендерної нейтральності.

Освітлення

- Використання рівномірного, ненав'язливого освітлення для мінімізації відблисків і забезпечення комфортного середовища для учнів із порушеннями зору, із додаванням сенсорних систем автоматичного ввімкнення.
- Інтеграція аварійного освітлення в коридорах і приміщеннях, яке забезпечує орієнтацію під час евакуації навіть у разі повного відключення електропостачання.

Звукові системи

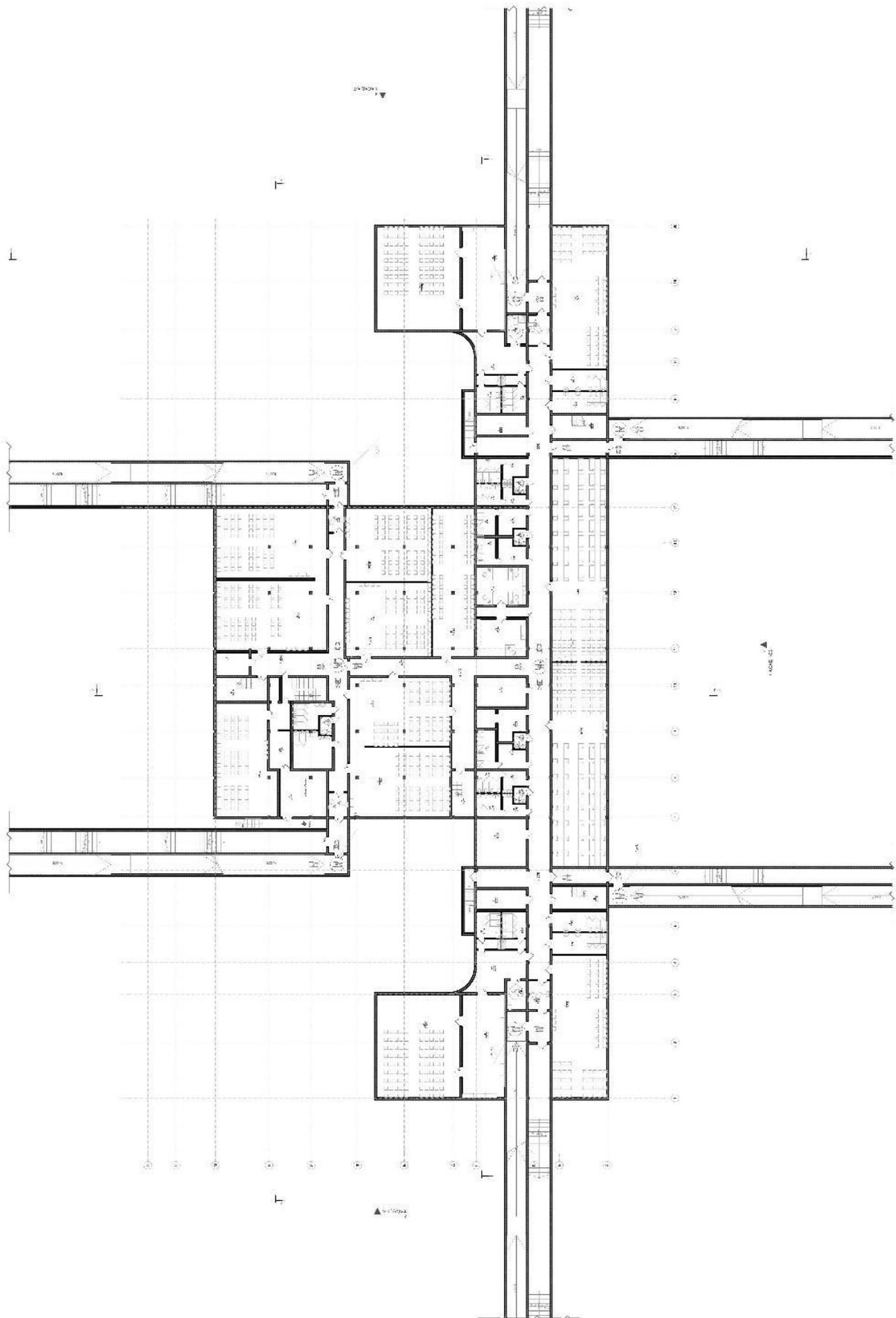
- Встановлення систем підсилення звуку в класних кімнатах для учнів із порушеннями слуху, із можливістю регулювання індивідуального рівня звуку.
- Інтеграція систем звукового оповіщення про небезпеку з чіткими та доступними повідомленнями, зокрема через персональні пристрої учнів.

Клімат-контроль

- Забезпечення комфортної температури в приміщеннях через системи вентиляції, опалення та кондиціонування, які враховують особливі потреби дітей із хронічними захворюваннями або підвищеною чутливістю до температурних змін.
- Використання систем автоматичного регулювання мікроклімату для підвищення енергоефективності, з інтеграцією датчиків якості повітря.
- Підготовка педагогів і технічного персоналу до роботи з учнями, які мають особливі освітні потреби, включаючи знання мов жестів та основ психологічної підтримки.
- Організація тренінгів із першої допомоги, евакуації та використання спеціалізованого обладнання, які проводяться регулярно з оновленням знань.

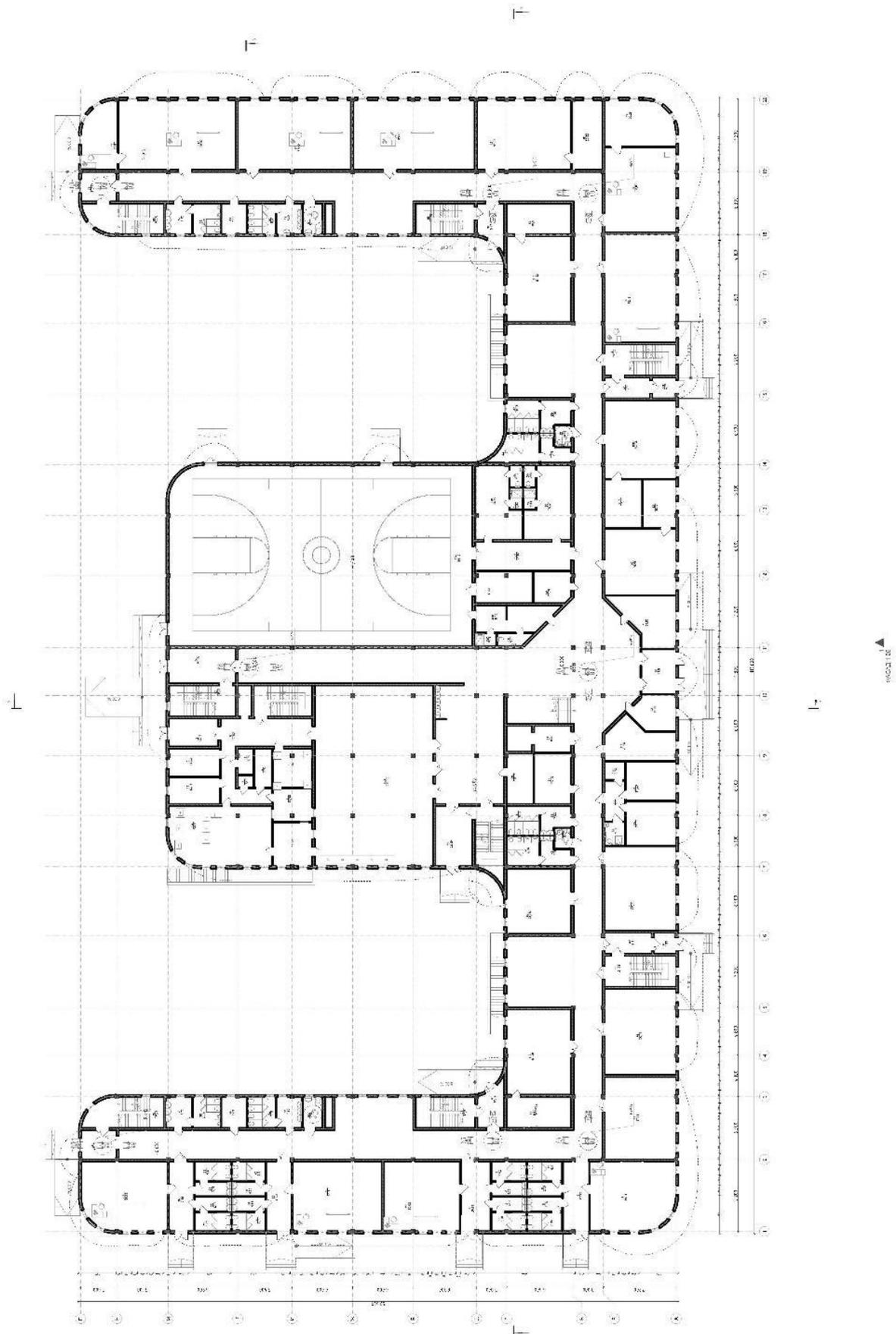
Безпека та доступність при проектуванні будівель загальноосвітніх шкіл є ключовими аспектами створення комфортного й інклюзивного середовища. Інтеграція сучасних технологій, дотримання нормативів і залучення експертів із інклюзивності дозволяють забезпечити рівні можливості для всіх учнів. Такий підхід сприяє не лише підвищенню якості освіти, але й формуванню толерантного та підтримуючого суспільства. Крім того, інклюзивне проектування є інвестицією в довготривалий розвиток, що підвищує загальну якість життя в громаді.

11.3. Зразки планів схем евакуації маломобільних груп населення проєкту повторного використання для закладів загальної середньої освіт



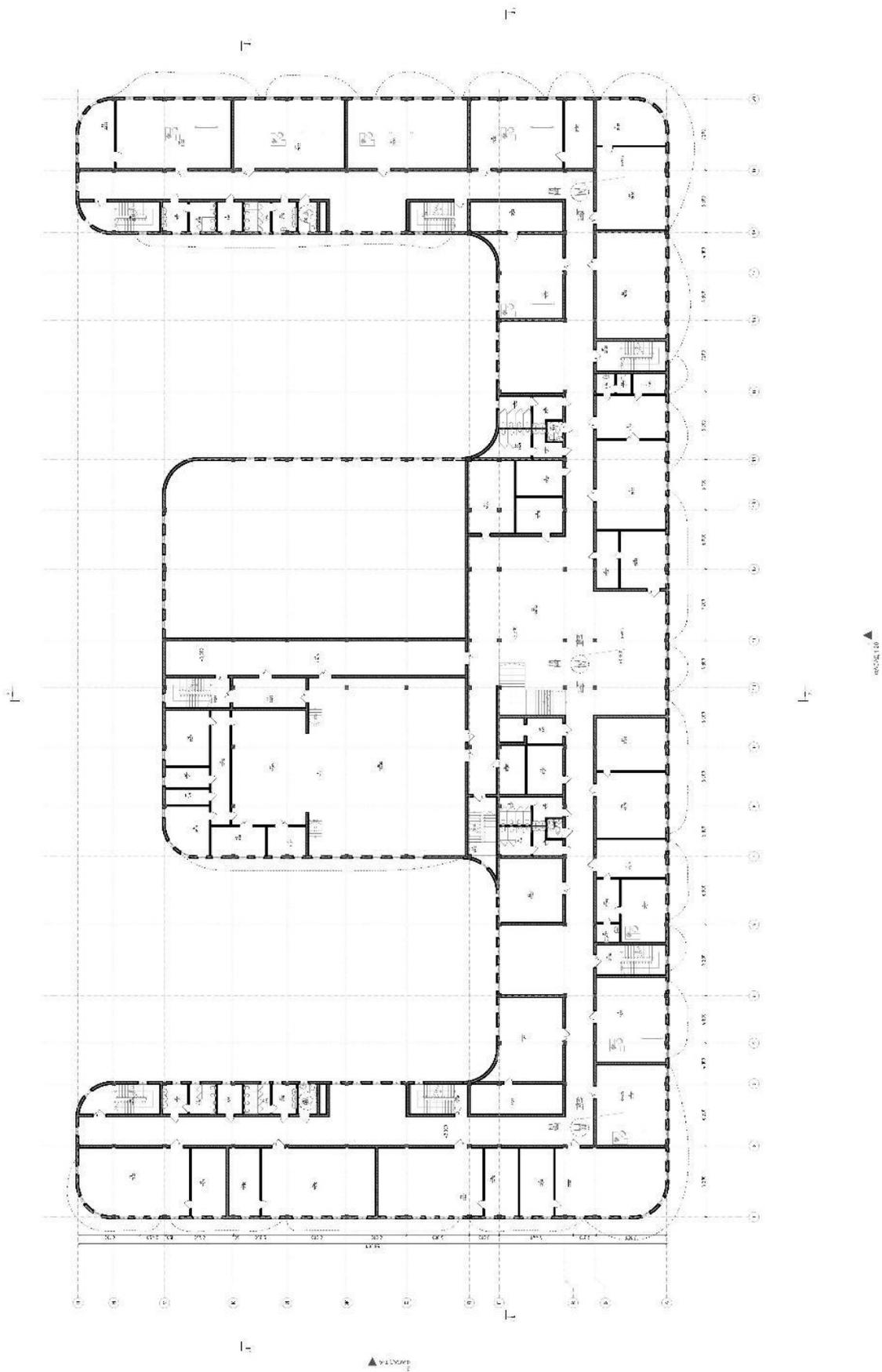
Р и с . 1 1 . 1 . П л а н р у х о м о б і л ь н и х г р у п н а с е л е н н я П

і
Д
В
А
Л
Ь
Н
О
Г
О
П
О
В
Е
Р
Х
У



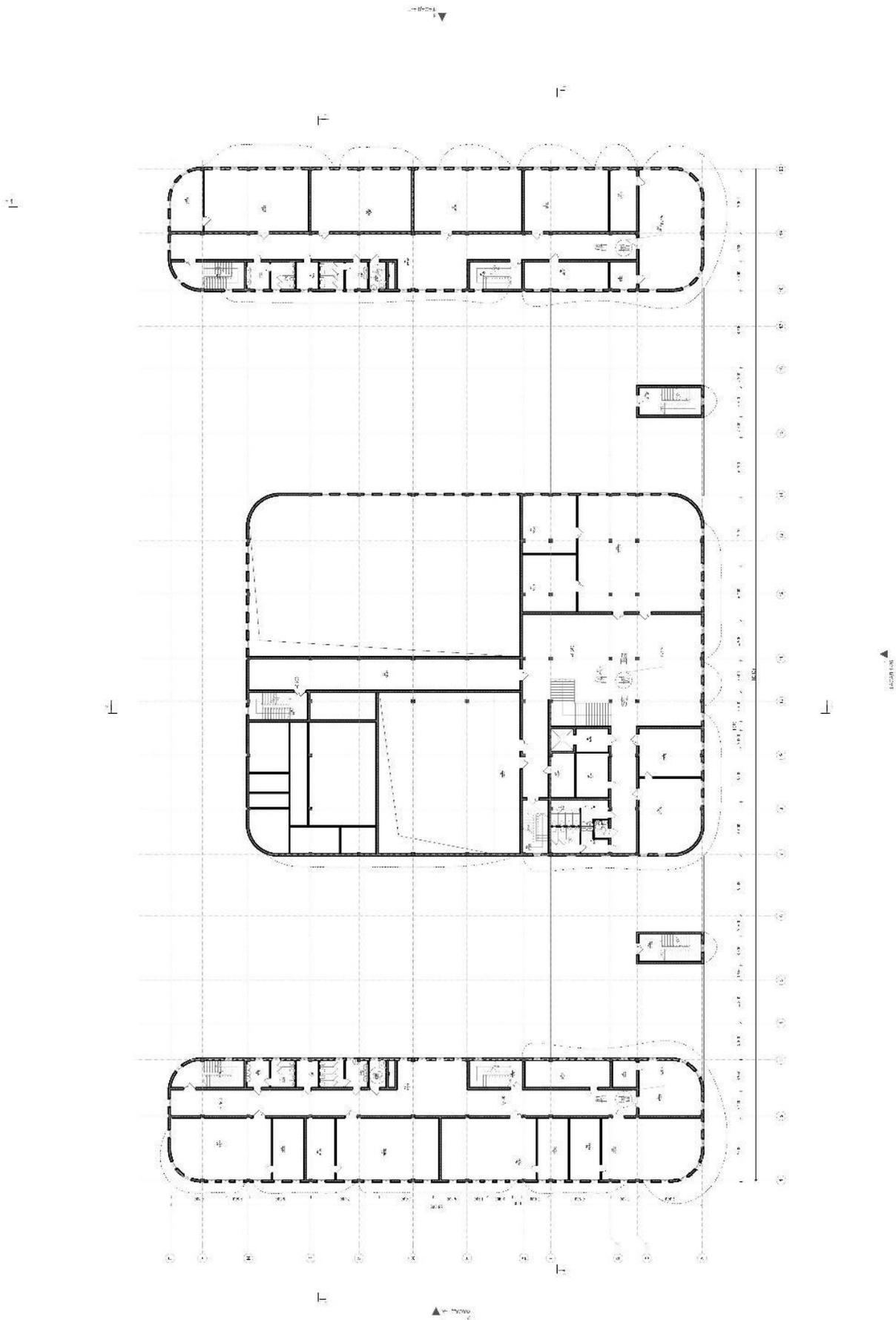
Р и с . 1 1 . 2 . П л а н р у х о м о б і л ь н и х г р у п н а с е л е н н я 1

-
Г
О
П
О
В
Е
Р
Х
У



Р и с . 1 1 . 3 . П л а н р у х о м а л о б і л ь н и х г р у п н а с е л е н н я 2

-
Г
О
П
О
В
Е
Р
Х
У



Р и с . 1 1 . 4 . П л а н р у х о м о б і л ь н и х г р у п н а с е л е н н я з

-
Г
О
П
О
В
Е
Р
Х
У

ГОТОВА ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ДЛЯ ВІДБУДОВИ ШКІЛ



giz

МІНІСТЕРСТВО
ВІДНОВЛЕННЯ

- розроблена з врахуванням рекомендацій наведених в посібнику Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів загальної середньої освіти з поліпшеними екологічними характеристиками;
- у вільному доступі опублікована для потреб громад в новому будівництві або для відбудови зруйнованих закладів.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (2008). Cited at: <http://www.BREEAM.org> [accessed 30/1/12].
 2. ISO 13822:2010 «Bases for design of structures – Assessment of existing structures».
 3. ISO 14001:2015 «Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування».
 4. ISO 21542:2021 «Доступність і зручність використання побудованого середовища».
 5. ISO 21930:2017 «Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services».
 6. ISO 50001:2018 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо використання».
 7. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – міжнародна сертифікація екологічної ефективності будівель.
 8. Paris Agreement (Паризька угода) – міжнародний договір щодо зменшення впливу на клімат.
 9. UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities (Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю).
 10. Болгарова Н. Моделювання теплообміну енергоефективної будівлі / Н. Болгарова, В. Плоский, В. Скочко // Енергоефективність в будівництві та архітектурі = Energy-efficiency in civil engineering and architecture : наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2018. – Вип. 11. – С. 7 - 21. DOI: <https://doi.org/10.32347/2310-0516.2018.11.7-21>
 11. ГБН В.2.2-34620942-002:2015 Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування.
 12. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
 13. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».
 14. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України».
 15. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України».
 16. ДБН В.1.1-24:2009 «Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування».
 17. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».
-

-
18. ДБН В.1.1-45:2017 «Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення».
 19. ДБН В.1.1-46:2017 «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення».
 20. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».
 21. ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації».
 22. ДБН В.1.2-11:2021 «Енергозбереження та енергоефективність».
 23. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
 24. ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд». Зі Зміною № 1.
 25. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».
 26. ДБН В.1.2-6:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість».
 27. ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».
 28. ДБН В.1.2-8:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля».
 29. ДБН В.1.2-9:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації».
 30. ДБН В.2.1-10-2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення».
 31. ДБН В.2.2-13-2003 «Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди».
 32. ДБН В.2.2-16:2019 «Культурно-видовищні та дозвіллові заклади».
 33. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2.
 34. ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти».
 35. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення».
 36. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту».
-

37. ДБН В.2.2-9:2018 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення». Зміна № 1
 38. ДБН В.2.5-23:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».
 39. ДБН В.2.5-24:2012 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Електрична кабельна система опалення».
 40. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення».
 41. ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Зі Зміною № 1».
 42. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».
 43. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво».
 44. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
 45. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».
 46. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».
 47. ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції. Основні положення».
 48. ДБН В.2.6-162:2010 «Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції». Зміна № 1.
 49. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування». Зі Зміною № 1.
 50. ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд».
 51. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
 52. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування».
 53. ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». Зі Зміною № 1.
 54. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до улаштування, утримання і режиму спеціальних загальноосвітніх шкіл (шкіл-інтернатів) для дітей, які потребують корекції фізичного та (або) розумового розвитку, та навчально-реабілітаційних центрів». – Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 20.02.2013 р. № 144. (ДСанПіН 144).
-

-
55. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».
 56. ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання»
 57. ДСТУ EN 81-40:2022 «Безпечність конструкції та експлуатування ліфтів. Ліфти для транспортування осіб та вантажів. Частина 40. Сходові підіймачі та похилі підіймальні платформи для осіб з обмеженою рухливістю».
 58. ДСТУ EN 81-41:2016 «Норми безпеки щодо конструкції та експлуатації ліфтів. Спеціальні ліфти для перевезення осіб та вантажів. Частина 41. Вертикальні підіймальні платформи, призначені для використання особами з обмеженою рухливістю».
 59. ДСТУ EN ISO 9972:2022 «Теплотехнічні характеристики будівель. Визначення повітропроникності будівель. Метод випробувального тиску» (EN ISO 9972:2015, IDT; ISO 9972:2015, IDT). Поправка № 1
 60. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування».
 61. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом».
 62. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 «Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах»
 63. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010. Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2010, IDT).
 64. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT)
 65. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, ЮТ).
 66. ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, ЮТ).
 67. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT).
-

68. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія».
 69. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 «Основи проєктування конструкцій».
 70. ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016 «Настанова з улаштування та експлуатації дахів будинків, будівель і споруд».
 71. Закон України «Про архітектурну діяльність».
 72. Закон України «Про будівельні норми».
 73. Закон України «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності».
 74. Закон України «Про енергетичну ефективність».
 75. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».
 76. Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації».
 77. Закон України «Про освіту».
 78. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».
 79. Закон України «Про публічні закупівлі».
 80. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».
 81. Методичні рекомендації щодо організації навчання осіб з особливими освітніми потребами. Київ: Міністерство освіти і науки України, 2021. URL: <https://mon.gov.ua/news/metodichni-rekomendatsii-shchodo-organizatsii-navchannya-osib-z-osoblivimi-osvitnimi-potrebami-list-mon>
 82. НПАОП 40.1-1.32НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (укр)».
 83. Основи проєктування та реконструкції енергоефективних будівель закладів дошкільної освіти з поліпшеними екологічними характеристиками: Методичні рекомендації / – Проєкт «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується GIZ за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ). – 2024. – 242 с.
 84. Основи проєктування та реконструкції енергоефективних будівель закладів загальної середньої освіти з поліпшеними екологічними характеристиками: Методичні рекомендації / під загальною редакцією Дюжилової Н.О. –
-

Проект «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується GIZ за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ). – 2023. – 199 с.

85. Посікера А.В. Геометричне моделювання гладкого сполучення фрагментів дискретно представлених поверхонь / *А.В. Посікера, В.І. Скочко, А.О. Широков, В. Г. Спіридонов* // Прикладна геометрія та інженерна графіка: зб. наук. праць. – Київ. КНУБА, 2024. Вип. 106. – С. 221-240. URL: <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2024.106.221-240>
86. Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти. – Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 25.09.2020 р. № 2205.
87. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України № 1764 від 20.12.2006 р.
88. Технічний регламент класифікації небезпечності, маркування та пакування хімічної продукції. – Постанова Кабінету Міністрів України від 10.05.2024 р. № 539.
89. Цибулько, А. Новий освітній простір. Енергоефективність: інформаційний посібник. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 46 с.
-