МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУГАНСЬКА ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЯ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНІЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ХАРКІВСЬКІЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМ. О.М. БЕКЕТОВА
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

«РОЗВИТОК БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ»

6-7 ЛИСТОПАДА 2025

КИЇВ

УДК: 62+628.4+69
Рекомендовано Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (протокол № __ від __ листопада 2025 р.)

П р о г р а м н и й к о м і т е т

Голова – Дьомін М.М. – д. арх., проф., народний архітектор України, КНУБА
Целіщев О.Б. – д.х.н., проректор з наукової роботи СНУ ім. В. Даля
Барабаш М.С. – д.т.н, проф. каф. комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів НАУ; директор, компанія «ЛІРА САПР»
Татарченко Г.О. – д.т.н., проф., зав. кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування СНУ ім. В. Даля
Габрель М.М. - д.т.н., проф., зав. кафедри архітектурного проектування Інституту архітектури та дизайну
Голик Й.М. – к.т.н.., доц., декан інженерно-технічного факультету УжНУ
Завальний О.В. – к.т.н.., доц., зав. каф. міського будівництва ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
Керш В.Я. – к.т.н., проф. каф. міського будівництва та господарства ОДАБА
Стрельцов К.О. – к.т.н., доц., в.о. зав. кафедри міського будівництва та господарства ОДАБА
Климаш А.О. – к.т.н., доц., зав. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СНУ ім. В. Даля
Мамедов А.М. – к.т.н., доц., декан факультету урбаністики та просторового планування КНУБА
Осєтрін М.М. – к.т.н., проф. каф. міського будівництва, КНУБА
Доненко І.Л. – к.ф.-м.н., доцент каф. природничо-наукових дисциплін, Киргизький авіаційний інститут ім. І. Абдраїмова, м. Бішкек, Киргизька Республіка
Приймаченко О.В. – к.т.н., доцент, зав. каф. міського будівництва КНУБА
Сурай В.А. – Міністерство розвитку громад та територій України. Директор Департаменту систем життєзабезпечення
Ткачук О.А. – д.т.н., проф. каф. міського будівництва та господарства НУВГП
Тімченко Р.О. – д.т.н., проф. каф. промислового, цивільного і міського будівництва КНУ
Швець В.В. – к.т.н., доц., зав. каф. будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ
Бондаренко В.В. – начальник відділу енергетичного планування та інвестицій управління енергетичного менеджменту та інвестицій департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради
Голоднов О.І. – д.т.н., проф. каф. комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів НАУ

О р г а н і з а ц і й н и й к о м і т е т

Татарченко Г.О. – голова, Уваров П.Є. – відповідальний секретар, Соколенко К.В., Бойко Г.О., Чепурна С.М., Білошицька Н.І., Медведєв Є.П., Стрельцов К.О., Куцина І.А., Чередниченко П.П., Соколенко В.М.

Р е д а к ц і й н а к о л е г і я

Татарченко Г. – д.т.н., проф., зав. каф. Будівництва, урбаністики та просторового планування (БУПП) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.
Уваров П. – к.т.н., доц., каф. БУПП СНУ ім. В. Даля.
Соколенко В. – к.т.н., доц., каф. БУПП СНУ ім. В. Даля.
Соколенко К. – PhD, ст. викл., каф. БУПП СНУ ім. В. Даля.

Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 6-7 листопада 2025 р., м. Київ/ Гол. ред. Г.О. Татарченко. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2025. - 381 с.
DOI:

У збірнику представлені матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах», яка відбулась – 6-7 листопада 2025 р. в м. Київ.

Наведені актуальні дослідження за напрямами: відновлення та відбудова зруйнованих міст, інформаційне моделювання в будівництві, містобудування та територіальне планування, промислове та цивільне будівництво, ресурсозберігаючі технології в будівництві, транспорт і логістика проблеми та рішення. Матеріали збірника призначені для науково-технічних працівників в галузі промислового та цивільного будівництва, міського будівництва та господарства, підприємств житлово-комунального господарства, наукових організацій, викладачів та науковців вищих навчальних закладів, аспірантів і студентів з метою формування перспективних науково-технічних і технологічних розробок і інноваційних проектів у сфері будівництва та житлово-комунального господарства, підвищення рівня наукового інформаційного обміну та підготовки наукових кадрів.

Матеріали в збірнику друкуються мовою оригіналу в редакції авторів.

ЗМІСТ

І. ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВІДБУДОВА ЗРУЙНОВАНИХ МІСТ.....11

1. ***Кисельов В.М., Кисельова Г.В.*** Повоєнне відновлення міст україни на прикладі м. Одеса 11

2. ***Кисельов В.М., Кисельова Г.В.*** Необхідність інвестицій у модернізацію водоочисних споруд міста Ужгорода та очікувані економічні наслідки для міського господарства.....14

3. ***Чепурна С.М., Дмитрієнко М.І.*** Стратегія післявоєнного відновлення міських територій 17

4. ***Королькова А.В., Линник І.Е.*** Європейські дослідження щодо гендерного мейнстрімінгу у плануванні, розвитку та відновленню міст 19

5. ***Шашенко О.М., Хозяйкіна Н.В.*** Принципи сталого відновлення інфраструктури України у післявоєнний період 22

6. ***Гук В.І.*** Урбанологія (урбан – дизайн).....26

7. ***Линник І.Е.*** Оцінка забруднення поверхневих вод у Харківській області 30

8. ***Білошицький М.В., Бесараб Д.Д.*** Особливості зведення швидкомонтованих будівель для соціального житлового будівництва 34

9. ***Татарченко Г.О., Горбатенко М.Я.*** Концепція відбудови центрального житлового кварталу міста кремінна 37

10. ***Соколенко В. М., Каракулов С. С.*** Організаційно-адміністративні засади та підходи реалізації «Є-Відновлення» в умовах прифронтового міста: досвід та проблеми застосування.....40

11. ***Свічинська Ю.О.*** Культурна спадщина – це генетичний код держави 47

12. ***Безлюбченко О.С., Кривко Є.В.*** Будівлі з нульовими викидами як основа сталого відновлення українських міст.....49

13. ***Безлюбченко О.С., Сидоренко А.С.*** Особливості проєктування та зведення будівель з використанням технологій 3D-друку в умовах обмежених ресурсів та часових рамок 53

14. ***Безлюбченко О.С., Івахно О.В.*** Історико-аналітичні передумови розвитку вертолітних майданчиків у структурі міської забудови.....55

15. ***Бабенко М.В.*** Безбар'єрні ландшафтно-рекреаційні простори у післявоєнному відновленні українських міст.....58

16. ***Піліпака Л.М., Ничипорук Р.В.*** Інтегральна оцінка типів міського планування: розрахунок кількісних показників 61

17. ***Слободянюк К.О., Сандорі В.Л.*** Інтеграція сучасного мистецтва та національних орнаментів в архітектуру відновлюваних будівель 64

18. ***Швидкий Д.С., Швець В.В., Соколенко К.В., Соколенко В.М.*** Управління вторинними будівельними відходами від руйнації у завданнях відновлення та сталого розвитку урбанізованих територій масштабного руйнування 68

19. ***Ільїн І.С. Жидкова Т.В.*** Особливості дизайну інтер'єру профорієнтаційних центрів у контексті післявоєнного відновлення міст України 72

20. ***Юхимець А.А., Соколенко В.М.*** Особливості проєктування житлових будинків із захистом від загроз сучасних засобів ураження.....75

ІІ. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ 77

1. ***Уразманова Н.Ф., Навроцький Н.В.*** BIM as a Tool for Increasing the Efficiency of Interaction Among Design Participants 77

2. ***Черних О.А., Соколенко В.М., Соколенко К.В., Садковський М.В.*** Модифікована параметрична модель просторового залізобетонного каркасу з урахуванням ефекту продавлювання 79

3. ***Уваров П.Є., Дьяковський М.В.*** Концептуально-методичні аспекти розвитку автоматизованих систем організаційно-технологічного проектування та управління у будівництві 83

4. ***Черних О.А., Ігнатова О.Ю.*** Проектні рішення для захисту дошкільних закладів освіти 85

5. ***Бармін І.В.*** Аналіз стійкості конструкції захисної споруди ангару для літаків на дії вибухових навантажень у програмному комплексі LIRA-FEM 89

6. ***Доненко І.В., Чечель М.В., Марічева К.Д.*** Інформаційне моделювання як інструмент для зменшення тривалості та вартості будівельних робіт 92

7. ***Бондаренко М.А., Петренко І.О.*** Практичне застосування 3D-друку для нетипової опалубки 95

8. ***Шумаков І.В., Дутчак Т.М.*** Впровадження BIM-технологій у процес розробки кошторисної документації 97

9. ***Шамич О.М., Човнюк Ю.В., Москвітіна А.С.*** Дослідження нестаціонарних процесів теплообміну рідини у грунтових теплообмінниках, які підвищують енергоефективність функціонування спортивних будівель та споруд.....99

10. ***Черних О.А., Гусак Я.Г.*** Будівельно-інформаційна модель житлової будівлі 101

11. ***Овчаренко О.А., Гура В.О.*** Інтеграція генеративного дизайну у середовище BIM (BrIM) для високоавтоматизованого проєктування мостів 104

ІІІ. МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ.....107

1. ***Багрій Н.Ю.*** Основні напрями декарбонізації будівництва 107

2. ***Дунаєвський Є.Ю., Ханжи М.В.*** Принципи та напрямки збереження, адаптації, трансформації історичної архітектурної спадщини в м. Одеса 110

3. ***Малашенкова В.О., Ханжи М.В.*** Архітектурне проєктування житлових будівель з урахуванням містобудівних вимог до орієнтації, інсоляції та просторового розміщення на ділянці 113

4. ***Чередніченко О.П.*** Міська мобільність в аспекті транспортної системи міста 116

5. ***Габрель М.М., Габрель М.М.*** Підготовка й роль фахівця-урбаніста у відбудові та просторовому розвитку України 120

6. ***Коханій М.С., Сингаївська О.І.*** Сталий розвиток міст і громад: проблемні аспекти завдань та індикативних показників досягнення цілей сталого розвитку в національному вимірі.....124

7. ***Черноносова Т.О., Зоренко А.О.*** Прийоми ревіталізації прибережних річкових територій 127

8. ***Тарасюк В.П.*** Транспортне моделювання як інструмент прийняття містобудівних рішень: методологічні засади та виклики впровадження 130

9. ***Вяткін К.І., Колодезний А.В., Руденко А.І., Доценко А.М.*** Методи територіального планування в умовах викликів воєнного стану 132

10. ***Вяткін К.І., Медвєдєв М.М., Гончаров Р. В., Крутько В.В.*** Історія розвитку та сучасні підходи до створення комфортних містобудівних систем.....135

11. ***Вяткін К.І., Підопригора Б.В., Черепенець А.І., Вяткін В.С.*** Аналіз потенціалу розвитку містобудівних систем.....138

12. ***Вяткін К.І., Білінський М.В., Чернявський Н.В., Свізінський І.А.*** Містобудівні системи: елементи, функції та синергетичний ефект.....140

13. ***Вигдорович О.В., Вінниченко Т.С.*** Методи дослідження та модернізації застарілого житлового фонду: європейський та український досвід.....143

14. ***Уваров П.Є.*** Принципи містобудівельного проектування на порушених територіях.....145

15. ***Апатенко Т.М., Свинаренко А.С.*** Практика влаштування дитячих закладів у підземному просторі міст України 148

16. ***Ткачук О.А., Мормуль Є.І., Гіюк М.П.*** Проблеми відведення поверхневих вод з територій підземних споруд і багаторівневих перехресть....151

17. ***Казімагомедов Ф.І., Каменєв Д.Г.*** Формування освітнього середовища через призму нейроархітектури 155

18. ***Куцина І.А., Голик Й.М.*** Особливості розвитку транскордонної транспортної інфраструктури в Закарпатській області 158

19. ***Кіс Н.Ю.*** Виклики інтеграції концепції сталого розвитку в проєкти просторового планування в Україні 161

20. ***Козак С.А., Сингаївська О.І., Якимів Р.Я.*** Аналітико-геометричний метод визначення меж охоронної зони пам'яток культурної спадщини.....163

21. ***Осєтрін М.М., Дворко О.М.*** Принципи і методи оцінки ефективності роботи інженерно-планувальних рішень нерегульованих перетинів на вулично-дорожній мережі міста.....165

22. ***Симонов С.І.*** Модернізація застарілої забудови радянського періоду.....168

23. ***Мартишова Л.С.*** Роль комплексів споруд спортивно-оздоровчого напрямку в композиційній структурі центральної частини міста Харків 172

24. ***Москвітіна А.С.*** Використання кімнатних рослин для фітофільтрації в системах вентиляції.....175

25. ***Білошицька Н.І., Голуженко О.В.*** Принципи формування сучасного комплексу інженерно-технічних систем у житловому будівництві.....178

26. ***Харханіс М.Р., Харханіс А.Р.*** Особливості забудови схилів вулканічних Карпат 181

27. ***Сингаївський П.С., Сингаївська О.І.*** Інформаційна модель містобудівних об'єктів громадського призначення, структурованих за рівнями обслуговування потреб населення 185

28. ***Білошицька Н.І., Вихрук О.О.*** Дослідження порушених ландшафтів.....188

IV. ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО.....191

1. ***Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю.*** Чисельні дослідження роботи сталевих вузлових з'єднань балки із колоною 191

2. ***Доненко В.І., Гензель І.А.*** Організаційно-структурне забезпечення стійкості підрядних організацій в умовах воєнних дій 194

3. ***Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О.*** Сейсмостійкий плитно-пальовий фундамент.....198

4. ***Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Бихно В.О.*** Комбінована конструктивна система висотної будівлі зі змінними жорсткісними характеристиками 200

5. ***Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Бихно В.О.*** Діафрагма жорсткості з енергопоглиначем для висотних будівель 203

6. ***Donenko V.I., Dubravin V.V.*** Acceptance of Globally Practiced Standardized Construction Management Processes in Development Field of Ukraine.....205

7. ***Чернишова О.С., Степанчук О.В., Калінський В.В.*** Вплив параметрів пішохідних зон будівель вокзалів на безпеку руху пішоходів 207

8. ***Малишко Р.М.*** Планувальні рішення будівель стоматологічних поліклінік з урахуванням функціонально-технологічних процесів 210

9. ***Виноградов Д. Є., Уваров П.Є.*** Модернізація фонду будинків перших масових серій. Реконструкція п'ятиповерхових гуртожитків 213

10. ***Жила В. Г., Уваров П.Є.*** Вплив дестабілізуючих факторів на ефективність виробництва теплоізоляційних робіт 216

11. ***Слєсарєв В.В., Анохін С.В., Уваров П.Є.*** Можливості теплої реабілітації цивільних будівель при реконструкції 219

12. ***Уваров П.Є., Дорошенко Д.О.*** Організаційно-технологічна надійність систем інвестиційно-будівельної діяльності 224

13. ***Білошицький М.В., Дзюбан О.Ю.*** Аналіз показників енергоефективності малоповерхового житлового будинку 226

14. ***Давиденко О.А., Нєкрасов О.С.*** Модульне будівництво в світі і його перспективи та переваги в Україні 229

15. ***Сятковський О.А.*** Особливості застосування гранітного аспіраційного пилу в ремонтних сумішах 231

16. ***Арсірій А.М., Лизько М.М.*** Арочні металеві конструкції: переваги криволінійної геометрії для прольотів понад 50 м 234

17. ***Морозенко М.О., , Гігінєішвілі К.В., Соколенко В.М.*** Фактори успіху післявоєнної відбудови. Аналіз світового досвіду.....237

18. ***Морозенко М.О., Гігінеішвілі К.В., Соколенко В.М.*** Етапи та наслідки відновлення територій, зруйнованих війною. Чинники та фактори впливу на швидкість відновлення.....239

19. ***Грищенко О.Д., Кочкарьов Д.В.*** Оцінка піддатливості та несучої здатності замонолічених петлевих стиків з урахуванням зчеплення.....242

20. ***Голоднов О.І.*** Вплив залишкових напружень на несучу здатність і деформативність сталевих конструкцій 245

21. ***Полотнюк І.О., Вантюх Д.Е.*** Особливості використання смальти у сучасному будівництві 248

22. ***Левчак В.Я., Вантюх Д.Е.*** Використання «розумного» скла у будівництві 251

23. ***Ільченко Д.Є., Вантюх Д.Е.*** Наноматеріали у сучасній архітектурі: властивості, функції та перспективи застосування.....255

24. ***Соколенко К.В.*** Оптимізація поперечного перерізу сталевої зварної двотаврової балки за критерієм мінімальної потенційної енергії деформації....257

25. ***Соколенко К.В.*** Реконструкція мереж зовнішньої каналізації полімерними матеріалами 259

26. ***Жидкова Т.В.*** Захист населення, нормативні вимоги та реальність 262

27. ***Чорна Л.В., Лизько М.М.*** Сучасні тенденції розвитку фасадних систем 264

28. ***Керш В.Я., Фощ А.В., Бацуєв В.В.*** Узгодженість адгезійних і когезійних властивостей системи «штукатурка – черепашник».....268

29. ***Бобраков А.А., Тесленко Є.О.*** Логістичний підхід до організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови 271

30. ***Загребін В.В., Келеберденко Т.А., Тишковець І.В.*** Застосування бпла як інструмента підвищення безпеки на будівельних майданчиках 274

31. ***Іваненко Д.С., Білозуб Л.С.*** Оптимізація використання ресурсів у будівництві на засадах логістичного менеджменту.....277

32. ***Кулік М.В., Гуляєва Л.В., Прядко А.М.*** Сучасні аспекти у відбудові житлових будівель в умовах сьогодення: теплотехнічний розрахунок стінових конструкцій 280

33. ***Білошицька Н.І., Олійник В.В.*** Дослідження варіантів внутрішнього утеплення огороджувальних стінових конструкцій житлових будівель 284

34. ***Коліушко О.Ю., Герасим П.М.*** Умови та фактори негативних наслідків теплоізоляції огороджувальних конструкцій та теплотехнічна оцінка вузла ХК281-А стінової системи astron на прикладі промислової будівлі індустріального парку «Біла Церква» 287

35. ***Мінюкова А.Д.*** Удосконалення методики підвищення несучої здатності типових залізобетонних мостових балок для відповідності сучасним транспортним навантаженням.....291

36. ***Дацюк В.В., Гомон Св.Св., Якубець В.Р.*** Поведінка дерев'яних балок після тривалого періоду експлуатації.....294

37. ***Рощук М.М., Гомон Св.Св.*** Дослідження зміни міцнісних характеристик дерев'яних балок цільного перерізу під дією впливу вологи 295

38. ***Свиридюк О.Б., Гомон Св.Св.*** Аналіз механічних властивостей зразків на основі дерев'яного шпону на етапах докритичного та закритичного стадій роботи.....296

39. ***Доненко В.І., Гелюх Г.В.*** Проєктування підземних гілок метрополітену 297

V. SMART ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ.....301

1. ***Безлюбченко О.С., Апатенко Т.М.*** SMART технології як стратегічний напрям трансформації будівельної галузі України.....301

2. ***Шевченко А.О., Зеленська А.А., Васик А.О.*** SMARTLAND: цифрова трансформація землевпорядкування 304

3. ***Безпалий Д.М., Татарченко З.С.*** Інтегровані в будівлі фотоелектричні системи 307

4. ***Татарченко Г.О., Казаков О.О.*** Підвищення енергоефективності харчоблоку ліцею при капітальному ремонті.....309

5. ***Сорочук Н.І., Сорочук О.В.*** SMART-геодезія та розумне управління земельними ресурсами.....312

6. ***Білобров Д.Л., Доненко В.І.*** Інтеграція автономних роботизованих систем в українське законодавство, стандартизацію та гуманітарну сферу.....314

7. ***Нестер О.І.*** Штучний інтелект у системі розумного будівництва в Україні: прогностична аналітика для підвищення ефективності управління проєктами.....316

8. ***Кисельов В.М., Кисельова Г.В.*** «Розумне місто» – стійкий розвиток в архітектурі та містобудуванні через цифрові технології.....321

9. ***Кисельова Г.В., Нечипоренко М.*** Основні ризики реалізації концепції «розумне місто» в містобудуванні.....324

10. ***Татарченко Г.О., Лелюх В.О.*** Шляхи зменшення енергозалежності вентиляційних систем на прикладі сучасних енергоефективних технологій.....327

11. ***Дубравін Є.В., Доненко В.І.*** Штучний інтелект в академічному середовищі: між ефективністю та етикою.....329

VI. ТРАНСПОРТ І ЛОГІСТИКА, ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ.....331

1. ***Дьомін Р.Ю., Дьомін Ю.В.*** До визначення критичних швидкостей залізничного рухомого складу.....331

2. ***Пасічник А.М.*** До проблеми розбудови української мережі будівельних транспортно-логістичних комплексів.....334

3. ***Сумець О.М., Співакова Н.О., Сятковський В.В.*** Показники оцінки ефективності організації логістичної діяльності в закладі освіти.....335

4. ***Черкашин І.А., Шевченко С.І., Полупан Є.В.*** Дослідження фізичних властивостей вуглець-вуглецевих фрикційних матеріалів 3D і 4D структур для гальмівної системи автомобіля.....338

5. ***Oksen D.Ye., Nalyotov Ye.M., Oksen Ye.I.*** Methodology for Detection of Urban Road Surface Defects Using YOLOV8-SEG and GNSS Data.....342

6. ***Піліпака Л.М.*** Міська мобільність і декарбонізація транспорту: урбаністичні підходи для рівного.....346

7. ***Орел Є.Ф., Камчатна С.М., Пустовойтова О.М., Куредеча М.А., Красовський А.О.*** Геодезичний моніторинг геометричних характеристик криволінійних ділянок залізничних колій.....349

8. ***Дубик О.М., Осовський І.М.*** Врахування деформаційних характеристик ґрунтових основ при визначенні несучої спроможності аеродромних покриттів.....352

9. ***Кузьменко С.В., Мілов С.О. Ніконець А.О.*** Моделювання процесів теплопередачі через матрицю пористих матеріалів.....355

10. ***Кічкіна О.І., Єгорова Л.В.*** Аналіз процесу цифровізації транспортних документів у міжнародних комбінованих перевезеннях.....358

11. ***Кічкіна О.І., Кічкін О.В.*** Моделювання взаємодії видів транспорту в зерновому терміналі порту 362

12. ***Климаш А.О., Ігнатов Д.В., Ковальчук Р.М.*** Каталітичне очищення вихлопних газів дизельних двигунів локомотивів на блочному ванадієвому каталізаторі.....365

13. ***Ковтанець М.В., Могила В.І., проф., Тарасов Д.В.*** Перспективи розвитку високошвидкісного залізничного транспорту (ВШЗТ) у сучасній реальності та майбутньому. Модернізація та будівництво інфраструктури. 368

14. ***Ковтанець М.В., Лавренюк В.В.*** Покращення зчіпних властивостей тепловоза ТЕ33А в умовах експлуатації Львівської залізниці 370

15. ***Могила В.І., Ковтанець М.В., Плотніков В.Д.*** Зниження зносу клинів фрикційних гасителів коливання застосуванням композиційних покриттів 373

16. ***Могила В.І., Ковтанець М.В., Плотніков В.Д.*** Поліпшення гальмівних характеристик пасажирського рухомого складу удосконаленими гальмівними колодками 376

I. ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВІДБУДОВА ЗРУЙНОВАНИХ МІСТ

1. ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ МІСТ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ М. ОДЕСА

Кисельов В.М., ст. викл., Кисельова Г.В., ст. викл.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Повномасштабна російська агресія завдала Україні значних ушкоджень, зокрема цивільній інфраструктурі та житловому фонду. Відновлення постраждалих міст – не лише питання ремонту зруйнованого майна, а й унікальна можливість реконструкції міського середовища з урахуванням довгострокових цілей сталого розвитку, кліматичної стійкості та економічного відродження. Одеса – портове, культурне й логістичне ядро Півдня України – через свою стратегічну роль і значну кількість атак є репрезентативним кейсом для вивчення проблем і підходів до повоєнного відновлення.

Місто Одеса зазнало багаточисельних ракетних ударів, що призвело до руйнувань енергетичної інфраструктури, складських і портових об’єктів, частково – культурних споруд і житлового фонду.

Відновлення в Україні здійснюється через такий комплекс інструментів: урядові програми та спеціальні агентства (наприклад, Агентство з відновлення), міжнародні платформи координації донорів (Multi-Donor Coordination Platform), ініціативи ООН і ПРООН, а також цифрові інструменти для реєстрації й просування проєктів (investment maps, DREAM-проєкти тощо). У цій системі важливо поєднати швидкі тимчасові заходи (ремонт, відновлення житла й послуг) з довгостроковими трансформаційними інвестиціями [1].

Пріоритетні сектори відновлення в Одесі:

1. Житловий фонд і соціальна інфраструктура. Відновлення житла має поєднувати швидку реконструкцію під постраждалих мешканців з підходами до підвищення енергоефективності, більшої стійкості до кліматичних ризиків і сучасних стандартів доступності. Саме створення програм масового ремонту/реконструкції житлових кварталів у режимі прозорих конкурсів і залучення ППП (публічно-приватного партнерства) може пришвидшити відновлення.

2. Енергетика та критична інфраструктура. Удари по енергосистемі спричиняє серйозні наслідки для опалення, водопостачання та промислових підприємств. Відновлення мереж, модернізація систем розподілення, впровадження локальних мікромереж (включаючи відновлювальну енергію) повинні поєднуватися з підвищенням кібер- та фізичної безпеки об’єктів.

3. Культурна спадщина та міська ідентичність. Історичний центр Одеси має статус об’єкта світової культурної спадщини (через загрози його занесено до переліку уразливих пам’яток), тому спеціальні заходи щодо збереження архітектурної спадщини, реставрації та інтеграції культурних об’єктів у плани відновлення є критично важливими для соціальної стабільності та туристичного відродження.

4. Портова інфраструктура та логістика. Порт Одеси – ключовий елемент національної економіки й експорту агропродукції. Відновлення портових терміналів, днопоглиблення, модернізація систем безпеки та захист від ударів – пріоритетні завдання. Попередні оцінки відновлення портів свідчать про необхідність значних коштів – щонайменше в межах сотень мільйонів євро для відновлення пошкоджених

об'єктів і модернізації. Уряд і місцева влада вже висувають списки проектів для інвесторів на «інвестиційній мапі» регіону.

Міська влада та регіональні партнери активно готують проєкти для міжнародних донорів і приватних інвесторів; Одеса має десятки проєктів у списках, готових до партнерства в сферах логістики, енергетики та інфраструктури. Також існують цифрові платформи й ініціативи (DREAM, інвестиційні карти), що підвищують прозорість підготовки проєктів і їх доступність для міжнародних партнерів. Останні міжнародні конференції з відбудови підтвердили готовність деяких країн (зокрема Італії) брати патронат над відновленням Одеси, що відкриває можливості для цільових технічних і фінансових партнерств.

Стратегічні принципи відновлення (рекомендації):

1. Безпека як передумова інвестицій – потрібно формалізувати схеми державних гарантій і міжнародних безпекових гарантій для забезпечення захисту інвестицій та прискорення приватних вкладень.
2. Прозоре цифрове управління проєктами – розширювати використання відкритих платформ (реєстри проєктів, інвестиційні карти, публічні тендери) для мінімізації корупційних ризиків і пришвидшення доступу фінансування.
3. Інтегроване планування – «відновлення та трансформація» – кожна реконструкція повинна поєднувати негайне відновлення з довгостроковими цілями: підвищення енергоефективності, кліматична стійкість, модернізація інфраструктури.
4. Моделі змішаного фінансування – поєднання грантів, кредитів, ППП і цільових державних гарантій для закриття фінансового розриву.
5. Збереження культурної спадщини – розробити окремі проєкти реставрації та заходи з охорони пам'яток, що враховують як технічні, так і соціокультурні аспекти.
6. Участь місцевих громад – соціальна легітимність і залучення мешканців до процесу проєктування підвищують успішність відновлення.

Висновки. Відновлення Одеси після війни – комплексний, багаторівневий процес, що вимагає синергії державних політик, міжнародної допомоги та приватних інвестицій. Одеса має сильні позиції як логістичний і культурний центр, а наявність готових проєктів і міжнародних партнерів створює передумови для успішного відновлення. Однак ключові умови успіху – гарантії безпеки, прозорі механізми управління фінансами та активна участь місцевих громад. Додатково важливо врахувати, що відновлення Одеси повинно не лише повернути довоєнний рівень функціонування, а й сформувати нові стандарти міського розвитку відповідно до принципів «розумного міста» та кліматичної стійкості. Таким чином, повоєнне відновлення Одеси має розглядатися не лише як технічна чи економічна задача, а як стратегічний проєкт майбутнього України.

Література

1. Response to the war in Ukraine United Nations Development Programme in Ukraine Recovery Framework. *United Nations Development Programme*. URL: https://www.undp.org/ukraine/united-nations-development-programme-

ukraine-recovery-framework?utm_source=chatgpt.com. (date of access: 30.09.2025).
2. Almost 400 port infrastructure facilities in Ukraine have been damaged as a result of Russian attacks. Odessa Journal | Main. URL: https://odessa-journal.com/almost-400-port-infrastructure-facilities-in-ukraine-have-been-damaged-as-a-result-of-russian-attacks?utm_source=chatgpt.com (date of access: 30.09.2025).

2. НЕОБХІДНІСТЬ ІНВЕСТИЦІЙ У МОДЕРНІЗАЦІЮ ВОДООЧИСНИХ СПОРУД МІСТА УЖГОРОДА ТА ОЧІКУВАНІ ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Кайнц Д.І., к. фіз.-мат. н., Микайло О.А., к. фіз.-мат. н., доц.,
Гафич К.В., студ. магістратури
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

До початку повномасштабної війни в Україні демографічна ситуація в Ужгороді залишалася відносно стабільною. За даними Державного статистичного управління, на 1 січня 2022 року чисельність постійного населення становила близько 115,4 тис. осіб. За оцінками Ужгородської міської громади, до 2022 року чисельність мешканців міста коливалася в межах 115-116 тис. осіб, що було типовим для адміністративного центру середнього розміру.

З початком воєнних дій ситуація в регіоні різко змінилася. Місто стало одним із головних пунктів прийому внутрішньо переміщених осіб із центральних і східних регіонів країни. Населення Ужгорода зросло приблизно на 35%, тобто на 30-40 тисяч людей. Однак, згідно з оцінками місцевих і регіональних ЗМІ, операторів стільникового зв'язку, реальна кількість мешканців сьогодні досягла понад 160 тис. осіб. Основу цього приросту становлять внутрішньо переміщені особи – переважно сім'ї з дітьми, жінки та люди похилого віку. Внаслідок цього змінилася не лише кількість, а й структура населення міста: частка молодших вікових груп збільшилася, що привело до зростання попиту на житло, дитячі садки, школи та медичні послуги. Значно підвищилося навантаження на транспортну, енергетичну та комунальну інфраструктуру міста.

Відчутні виклики стали регулярними в системі водопостачання та водовідведення, зокрема на очисних спорудах міста. Якщо до 2022 року добове навантаження на міські очисні споруди становило приблизно 20-21 тис. м³ стічних вод, то з приростом населення цей показник зріс до 27 тис. м³/добу, що відповідає 98% від наявної потужності очисних споруд. Такий рівень завантаження означає фактичне функціонування на межі можливостей системи, особливо в години пікового споживання або під час злив. За попередніми оцінками, щорічні експлуатаційні витрати міських очисних споруд зросли приблизно на 25-30% у порівнянні з довоєнним рівнем, а споживання електроенергії – на 35%**.** Така динаміка зумовлює потребу у переході до енергоефективної моделі управління водоочисними процесами.

Метою наших дослідження стало наукове обґрунтуванні необхідності модернізації та розширення системи каналізаційних очисних споруд м. Ужгорода як ключового елемента міської інженерної інфраструктури, здатного забезпечити ефективне очищення стічних вод у сучасних соціально-демографічних умовах. Основна увага приділили оцінці впливу зростання чисельності населення на обсяги стічних вод**,** аналізу технічного стану існуючих споруд**,** визначенню економічної доцільності будівництва нової лінії КОС (каналізаційних очисних споруд) та екологічних переваг від її введення в експлуатацію, що сприятиме сталому розвитку міського господарства Ужгорода та поліпшенню якості довкілля в басейні річки Уж.

Демографічний сплеск унаслідок війни суттєво вплинув на економіку й екологію міського господарства Ужгорода. Система очищення стічних вод потребує термінової модернізації — впровадження енергоощадних технологій аерації, автоматизованого

контролю параметрів очищення та збільшення резервної потужності щонайменше на 15%, або близько 3,5-4 тис. м³/добу.

Слід відмітити, що проєкт будівництва нової лінії каналізаційних очисних споруд міста Ужгорода було розроблено ще у 2017 році з метою поліпшення екологічного стану річкових басейнів Ужа, Прута і Дністра. Потужність нового комплексу мала становити 50 000 м³ на добу, що більш ніж удвічі перевищувала спроможність наявних на той момент споруд. Проєктування здійснювалося на основі топ геодезичних зйомок, інженерно-геологічних досліджень і чинних нормативних документів – СНиП, ДБН та санітарних вимог України. Будівельний майданчик планувалося розташувати у межах існуючої території очисних споруд, що дозволяло б мінімізувати вплив на природні землі та скоротити витрати на створення нової інфраструктури. Генеральний план лінії КОС передбачав поетапне спорудження нових об'єктів без припинення роботи чинних очисних споруд. У складі технологічного ланцюга проєктувалися чотири основні етапи очищення: механічне, біологічне, знезараження води та обробку осаду. Для цього проєктом було передбачено будівництво виробничого корпусу, аеротенків, вторинних відстійників, розподільних чаш, станцій перекачування мулу, аераційних резервуарів, установки ультрафіолетового знезараження, а також майданчиків для піску, зневодненого осаду та аварійних мулових полів. Планувалося створення санітарно-захисної зони шириною 400 м. На території комплексу було заплановано звести розгалужену мережу внутрішніх доріг із твердим покриттям шириною 3,5-4,5 м, а також майданчики для розвороту спеціалізованої техніки. Конструкція дорожнього покриття включала шари асфальтобетону завтовшки 8 см. Зневоднений осад і пісок планувалося транспортувати на полігон твердих побутових відходів або використовувати для рекультивації земель. Інженерна інфраструктура об'єкта мала включати водопровід, побутову каналізацію, трубопроводи подачі й відведення стічних вод, повітропроводи, дренажну систему та підземні кабельні мережі, які інтегрувалися в єдину технологічну схему. Вертикальне планування території виконувалося з урахуванням природного рельєфу та забезпеченням ефективного поверхневого водовідведення у відкриті канави. Благоустрій передбачав облаштування тротуарів шириною 1 м з асфальтобетонним покриттям, зон короткочасного відпочинку для персоналу з лавками та урнами, а також створення газонів загальною площею 6650 м². На вільних ділянках планували висадити дерева та кущі: клени, липи, ясені, ялівці й глід, тощо.

З економічного погляду, будівництво нової лінії КОС дозволило б суттєво знизити усі експлуатаційні витрати за рахунок використання сучасних енергоощадних систем аерації, автоматизованого контролю параметрів очищення, насосів із частотним регулюванням і систем рекуперації енергії. Очікувалося, що такі технічні рішення скоротять споживання електроенергії на 25-30%, витрати реагентів на 15%, а витрати на транспортування та утилізацію осаду — на 10-12%. Орієнтовна економія поточних витрат становила до 200-250 тис. євро на рік, що забезпечило окупність інвестицій протягом 8-10 років навіть за консервативних розрахунків. І хоча даний проект проєкт у повному обсязі відповідав чинним екологічним, санітарним та протипожежним нормам України, а його впровадження дозволила б забезпечити стабільну роботу системи водовідведення міста на багато років уперед, але за браком коштів він так і не був реалізований. Отож питання реалізації проєкту і на сьогодні є надзвичайно актуальним.

Стосовно соціальних аспектів то спорудження КОС приведе до підвищенні рівня комфорту та безпеки для мешканців міста, зниженні ризику аварійних ситуацій і покращенні санітарно-епідемічної ситуації. Новий комплекс КОС створює також додаткові робочі місця, сприяє розвитку комунальної інфраструктури й підвищує інвестиційну привабливість регіону. З урахуванням сучасних тенденцій у сфері міського управління, будівництво таких об'єктів відповідає концепції «зеленої» економіки та цілям сталого розвитку ООН, зокрема щодо раціонального використання водних ресурсів і зменшення забруднення довкілля.

Крім того, будівництво нової лінії КОС відповідає і стратегічним завданням екологічної політики України та Європейського Союзу. У межах інтеграції до європейського екологічного простору Україна зобов'язана дотримуватись норм Водної рамкової директиви ЄС, яка передбачає досягнення «доброго екологічного стану» водних об'єктів. Нові очисні споруди забезпечать відповідність стічних вод цим стандартам і зменшать антропогенне навантаження на басейн річки Уж, що є транскордонним водним ресурсом.

Актуальність такого дослідження базується на необхідності комплексного оновлення системи очищення стічних вод Ужгорода з метою підвищення її технологічної надійності, енергоефективності та екологічної безпеки. Реалізація такого проєкту сприятиме покращенню якості водних ресурсів, зміцненню екологічної стійкості міста, а також забезпеченню комфортних і безпечних умов життя населення в умовах інтенсивного розвитку міської території.

За попередніми оцінками, обсяг інвестицій, необхідний для завершення будівництва та впровадження нових технологій, становить кілька мільйонів євро, залежно від обраної технологічної схеми. Для міського бюджету це сума, що перевищує можливості поточного фінансування без шкоди для інших соціальних і комунальних програм. Тому залучення зовнішніх фінансових ресурсів – державних, приватних та міжнародних – є єдиним реалістичним шляхом реалізації такого масштабного екологічного проєкту.

3. СТРАТЕГІЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Чепурна С.М., к.т.н., доц., Дмитрієнко М.І., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків

Протягом усієї історії людства відбуваються збройні конфлікти різного рівня, починаючи від місцевих до міждержавних, які завдають величезних руйнувань житловій, промисловій, інженерній, транспортній інфраструктурі, що впливає на економічний і соціальний розвиток як країни, так і окремих регіонів.

Від початку повномасштабного військового вторгнення російської федерації територія України зазнала значних руйнувань, особливо постраждалими є житлові будинки та об'єкти критичної інфраструктури. Згідно зі статистичними даними прямі збитки житлового фонду становиться майже 60 мільярдів доларів, що становить майже 50% пошкоджено чи зруйнованого житла, а саме приватні (індивідуальні) будинки – 209 тисяч будівель; багатоповерхові будинки – 28 тисяч будівель і гуртожитки – 80 тисяч будівель [1, с. 4-6]. Проте, кількість зруйнованих і пошкоджених житлових будинків збільшується як через постійні активні бойові дії на сході, південному і північному сході України, так і в інших областях через постійні масовані ракетні і дронові удари.

Друге місце щодо руйнувань, завданих бойовими діями, займає транспортна інфраструктура – близько 40 мільярдів доларів, що складає 24%. Крім того, найбільших втрат зазнає енергетичний сектор, прямі збитки якого становить більше, ніж 15 мільярдів доларів і продовжують рости, особливо при наближені до опалювального сезону.

Слід зазначити, що значних збитків зазнають промислові підприємства (9%), заклади охорони здоров'я (5%), заклади освіти (7,5%), заклади спорту, культури, торгівлі (6,8%) (рис. 1)

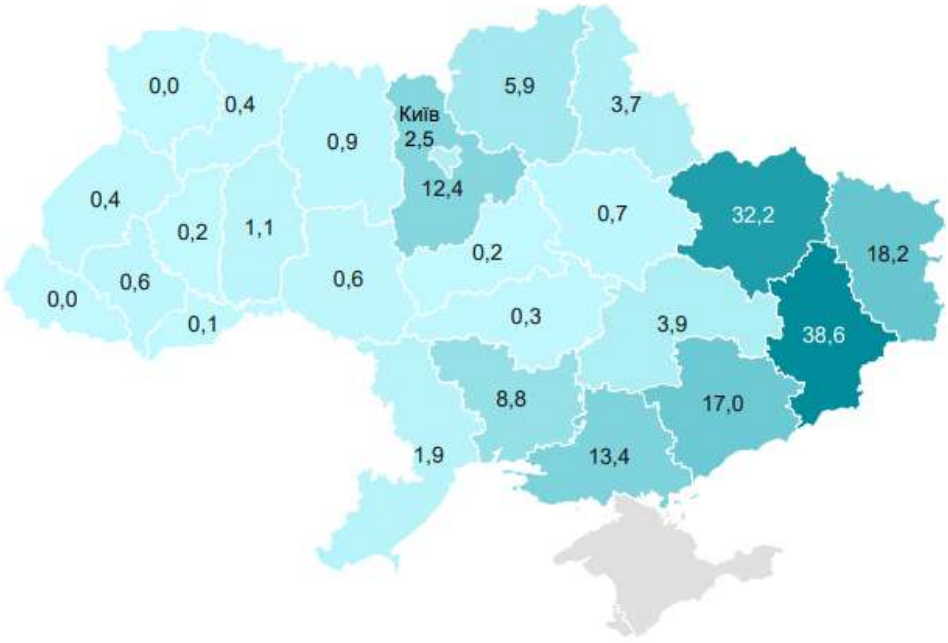


Рис. 1. Карта України за розподілом прямих втрат за областями, $ млрд [1]

Найбільш постраждалими є міста, містечка і селища Харківської, Донецької, Запорізької, Сумської, Чернігівської, Дніпропетровській і Херсонської областях, на які припадає більше ніж 90% руйнувань. Втім, російська федерація продовжує завдавати удар і по інших областях, які знаходяться на відстані від зони бойових дій [1, с. 7].

Тому, розробка Стратегії післявоєнної відбудови України це не лише відновлення окремих будівель і споруд, а й комплексне відновлення міст – це завчасно сформований план дій, який здатен усунути подальші загрози, є джерелом покращення усіх сфер життєдіяльності міста, що дозволить створити комфортне середовище для населення.

Крім того, у Стратегії повинні бути закладені принципи сталого розвитку міст, які ґрунтується на поєднання соціальних, економічних і екологічних компонентів, що забезпечує збалансований і гармонійний розвиток інтересів суспільства, довкілля та економіки, а саме: ефективне використання міських територій згідно з функціональним зонуванням міських територій за пріоритетним використанням, обмеження просторового розширення міст та формування компактної структури шляхом раціональної функціонально-правової організації території, забезпечення оптимальних екологічних умов у житловій забудові, зокрема належного рівня інсоляції, провітрювання, озеленення та формування сприятливого мікроклімату. Однак, Україна за основними показниками сталого розвитку значно відстає від країн Європи і США.

Крім того, для забезпечення належних умов життєдіяльності населення в українських містах у Стратегії Післявоєнного відновлення міст України необхідно передбачати умови для формування сприятливого середовища для проживання та відпочинку, гарантувати безпеку перебування людей, застосовувати енергоефективні технології, розвивати «зелені зони» та інші елементи комфортного міського простору. Водночас, досягнення принципів сталого розвитку українських міст ускладнюється наявністю існуючих проблем соціального, економічного, екологічного характеру, які накопичились протягом тривалого часу і, нині, суттєво впливають на якість і безпечність життя міського населення.

З початком повномасштабного вторгнення змінилась система розселення, яка і у довоєнний період була виражена територіальною нерівномірністю – понад 60% населення проживало у містах, обласних центрах. Тому, створюються умови для удосконалення нормативно-правової бази і внесення змін у містобудівну документацію усіх рівнів, а саме у Генеральну Схему Планування території України, Схеми планувальних територій регіон, Комплексні плани просторового розвитку територіальних громад, Генеральні і Детальні плани міст.

Таким чином, одним з головних напрямів Стратегії післявоєнного відновлення міст є розроблення дієвих механізмів управління, що поєднують нормативно-правове регулювання (закони, правила, містобудівні проєкти) з інструментами економічного стимулювання.

Література

1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на листопад 2024 року. https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf, (дата звернення 12.10.2025)

4. ЄВРОПЕЙСЬКІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ГЕНДЕРНОГО МЕЙНСТРІМІНГУ У ПЛАНУВАННІ, РОЗВИТКУ ТА ВІДНОВЛЕННЮ МІСТ

Королькова А.В., студ., Линник І.Е., д.т.н., проф.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Сучасне міське середовище у більшості випадків орієнтоване на «середнього мешканця», під яким традиційно розуміють чоловіка, що пересувається стандартним маршрутом «дім – робота – дім». Такий підхід ігнорує складніші та багатовимірні практики повсякденного життя жінок, які поєднують професійну діяльність із доглядом за дітьми та літніми родичами, здійсненням покупок, відвідуванням медичних закладів та освітніх установ. У результаті значна частина міського простору виявляється менш зручною, а подекуди й небезпечною для жінок [1].

Досвід Відня є одним із найпоказовіших прикладів того, як запровадження принципів гендерного мейнстримінгу змінює уявлення про міське планування. Цей підхід передбачає системне врахування жіночої перспективи у всіх аспектах урбаністичного розвитку — від транспортної політики до архітектурних рішень. Починаючи з 1990-х років, у Відні було реалізовано понад 60 пілотних проєктів, які показали, що жіночий досвід користування містом суттєво відрізняється від чоловічого, і ці відмінності необхідно інтегрувати в управлінські процеси.

Серед найбільш відомих практик слід зазначити створення житлового комплексу Frauen-Werk-Stadt [2], який забезпечив мешканкам доступ до дитячого садка, медичних і торговельних сервісів у межах пішої досяжності. Простір було організовано так, щоб полегшити поєднання роботи, догляду за родиною та дозвілля (рис. 1).

Іншим важливим напрямом стала реконструкція парків. Дослідження показало, що дівчата після дев’яти років значно рідше відвідують публічні простори, ніж хлопці. Перепланування парків з урахуванням потреб різних груп повернуло дівчат до активного використання зелених зон [2].

Важливими також стали зміни у транспортній системі: розширення тротуарів, покращення освітлення, облаштування пандусів і підвищення доступності громадського транспорту.

Разом із тим практика врахування гендерної перспективи не позбавлена критики. Частина суспільства розглядає подібні ініціативи як надмірно феміністичні або такі, що нав’язують гендерні стереотипи. Проте наголошується, що завданням гендерного мейнстримінгу не є створення «жіночих» міст, а формування інклюзивного простору, який відповідає потребам різних груп населення [3, 4].

Актуальні міжнародні дослідження підтверджують, що більшість сучасних міст досі спроєктовані без належної участі жінок у процесах прийняття рішень. Зокрема, звіт Програми розвитку ООН, підготовлений у співпраці з Arup та Ліверпульським університетом, виокремлює чотири ключові напрями, які потребують особливої уваги: безпека і захист, справедливість та рівні можливості, здоров’я і добробут, культурне збагачення і самореалізація [5]. У цих сферах виявляються найбільш критичні проблеми — небезпека у громадському транспорті та на вулицях, недостатня кількість доступних і безпечних громадських туалетів, обмежене представництво жінок у топоніміці та культурному просторі, низький рівень участі у процесах міського управління.

Рис. 1. Житловий комплекс Frauen-Werk-Stadt у м. Відні

Вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу. Йдеться про необхідність збору детальних даних щодо користування містом різними групами, залучення жінок на всіх етапах планування, а також про інвестиції у створення доступної й безпечної інфраструктури. Практика Відня доводить, що врахування жіночого досвіду приносить вигоду усім мешканцям міста: підвищується рівень безпеки та зручності.

Таким чином, гендерно орієнтоване планування варто розглядати як ключову стратегію сталого розвитку міст. Для України, яка перебуває у процесі модернізації та відновлення урбаністичного простору, адаптація подібних практик може стати важливим чинником створення більш комфортного, справедливого та безпечного середовища для всіх груп населення.

Література

1. Foran C. How to design a city for women. Bloomberg, 16.09.2013. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-09-16/how-to-design-a-city-for-women.
2. City of Vienna. Gender mainstreaming in urban planning and urban development. Vienna: Municipal Department 18 – Urban Development and Planning, 2008. 72 p. URL: https://www.digital.wienbibliothek.at/urn/urn:nbn:at:AT-WBR-707537

3. Greed C. Overcoming the factors inhibiting the mainstreaming of gender into spatial planning policy in the United Kingdom. Urban Studies. 2005. Vol. 42, № 4. P. 611–628. DOI: https://doi.org/10.1080/00420980500060380.
4. Time for Equality. How to design a city for women: Gender mainstreaming in Vienna. 2013. URL: https://timeforequality.org/news/gender-news/how-to-design-a-city-for-women.
5. United Nations Development Programme (UNDP). Designing cities that work for women. UNDP, Arup & University of Liverpool, 2022. URL: https://www.undp.org.

5. ПРИНЦИПИ СТАЛОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Шашенко О.М., д.т.н., проф., Хозяйкіна Н.В., к.т.н., доц.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

Вступ. Повномасштабна війна в Україні призвела до безпрецедентних руйнувань інфраструктури. За оцінками Київської школи економіки (KSE) станом на листопад 2024 року, прямі збитки інфраструктури України від повномасштабної війни перевищили $170 мільярдів. Найбільших втрат зазнав житловий сектор, а також транспортна, енергетична та промислова інфраструктура [1]. У цих умовах питання відновлення та розвитку інфраструктури стає не лише технічною, а й стратегічною проблемою національної безпеки, соціально-економічної стабільності та європейської інтеграції України.

Традиційні підходи до відбудови, що зводяться до простого відновлення втраченого, є недостатніми в умовах сучасних викликів. Важливим орієнтиром виступає концепція «Build Back Better», закріплена у Рамковій програмі Сендай зі зниження ризику катастроф [2], яка передбачає відновлення пошкодженої інфраструктури з урахуванням майбутніх ризиків [2].

Метою цієї статті є аналіз принципів сталого відновлення інфраструктури України у післявоєнний період з урахуванням концепції «build back better», яка дозволяє інтегрувати принципи сталого розвитку в практику післявоєнної відбудови та передбачає поєднання трьох ключових вимірів: економічного, соціального і екологічного [3].

Теоретичні засади сталого відновлення. Післявоєнне відновлення інфраструктури в Україні має поєднувати економічну ефективність, соціальну інклюзивність та екологічну безпеку та сталий розвиток.

Принципи сталого відновлення: 1) енергоефективність та раціональне використання ресурсів: будівлі та транспортні об’єкти повинні проєктуватися за стандартами NZEB (Nearly Zero-Energy Buildings), що відповідає європейським вимогам [4]; 2) екологічність: використання вторинних матеріалів, систем управління відходами, відновлюваних джерел енергії та «зелених» технологій; 3) інклюзивність: доступність інфраструктури для маломобільних груп населення, людей з інвалідністю, дітей та літніх людей; 4) довговічність і стійкість до ризиків: тобто враховування майбутніх кліматичних та техногенних ризиків [5].

Концепція «Build Back Better». Міжнародний підхід «Build Back Better» (BBB) передбачає відновлення з орієнтацією не лише на відтворення втраченого, а й на підвищення якості, безпеки та стійкості інфраструктури. Згідно з Рамковою програмою Сендай, BBB охоплює три ключові напрями:

I. Зменшення вразливості – відбудова з урахуванням можливих майбутніх катастроф, максимальне використання підземного простору для розміщення елементів критичної інфраструктури та бомбосховищ.

II. Інноваційність – впровадження новітніх технологій у будівництві та управлінні інфраструктурою.

III. Соціальна орієнтованість – залучення громад і забезпечення рівного доступу до послуг [2].

Нормативно-правова база України. В Україні існує низка нормативних документів, що визначають напрямки сталого відновлення і які наданий час мають корегування, відповідно до вимог часу:

- ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд». Визначає вимоги щодо облаштування громадських просторів, транспорту, житлових будинків для доступності маломобільних груп населення.
- ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів». Передбачає сучасні вимоги до дорожньої інфраструктури, включаючи велодоріжки, безпечні пішохідні переходи, адаптацію для громадського транспорту.
- Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (2017). Орієнтує будівельну сферу на досягнення стандартів енергоефективності, узгоджених із європейськими вимогами.
- Національна економічна стратегія-2030 та План відновлення України (2022), які визначають інтеграцію сталого розвитку в усі сфери відбудови.

Міжнародні документи та стандарти. Цілі сталого розвитку ООН (SDGs, 2015) [6]. Особливе значення мають Ціль 9 (Індустріалізація, інновації та інфраструктура) та Ціль 11 (Стійкі міста та громади).

Також опорними міжнародними документами та стандартами є: європейська стратегія, що формує основу для кліматично нейтрального будівництва [7] та директива, яка регламентує досягнення високих стандартів енергоефективності [8].

Сучасні практики у відновленні інфраструктури. Відновлення інфраструктури в Україні відбувається в умовах обмежених фінансових і ресурсних можливостей, у практиці можна виокремити кілька ключових напрямів.

Дороги та мости. Транспортна інфраструктура зазнала одних із найбільших руйнувань. Відбудова доріг і мостів здійснюється з урахуванням сучасних технологій і підходів: 1) ресайклінг асфальтобетону. Використання вторинних матеріалів знижує вартість будівництва і зменшує екологічне навантаження. У рамках програми «Велике відновлення» застосовуються мобільні асфальтопереробні установки; 2) композитні матеріали для мостів - розпочато пілотні реконструкції мостів із застосуванням армованих полімерів, які підвищують стійкість до корозії та зменшують витрати на обслуговування; 3) цифрове моделювання (BIM). У проєктуванні транспортних об’єктів дедалі активніше використовуються інформаційні моделі, що дає можливість планувати довгострокову експлуатацію і моніторинг стану конструкцій.

Житлові квартали. Відбудова житла – центральний елемент відновлення, адже понад 2,5 млн. українців втратили домівки [1]. Сучасні підходи базуються на принципах енергоефективності та стійкості за стандартами NZEB (Nearly Zero-Energy Buildings), що відповідає Директиві [8]. Використання відновлюваної енергії - у новобудовах застосовують сонячні панелі, теплові насоси, системи збору дощової води для господарських потреб. Під час реконструкції пошкоджених кварталів активно використовуються газобетон та керамічні блоки з високими теплоізоляційними характеристиками, тобто стійкі матеріали.

Інклюзивна інфраструктура. Питання інклюзивності є особливо важливим у післявоєнний період через значне зростання кількості осіб з обмеженою мобільністю, включно з ветеранами бойових дій. У практиці відновлення застосовуються такі рішення: 1) універсальний дизайн: нові громадські простори та житлові будинки

проєктуються з урахуванням доступності для всіх вікових і соціальних груп; 2) тактильні доріжки та пониження бордюрів: їх уже впроваджено в багатьох містах країни; 3) модернізація транспорту: відновлений громадський транспорт обладнується низькопідлоговими входами та аудіоінформуванням.

Таким чином, сучасні практики відновлення в Україні демонструють поступовий перехід від «ремонту» до комплексного підходу, орієнтованого на довговічність, енергоефективність та інклюзивність. Це створює основу для інтеграції у європейський простір і формування стійких міст майбутнього [9].

Для реалізації поставленої мети щодо відновлення країни за принципом BBB існують виклики та впевнено простежуються і перспективи відбудови інфраструктури в Україні. До викликів відносяться: фінансові обмеження, логістика та безпекові ризики, кадровий дефіцит у будівельній галузі, бюрократичні процедури узгодження проєктів, недостатня прозорість у сфері закупівель. Необхідність швидких рішень vs довгострокової стійкості. Існує спокуса відновлювати “як було”, щоб задовольнити нагальні потреби, але це суперечить концепції “build back better”, яка вимагає інтеграції енергоефективності, інклюзивності та цифрових технологій.

Стратегічними орієнтирами є відновлення інфраструктури має ґрунтуватися на поєднанні трьох ключових векторів:

1. Швидке відновлення базових об’єктів для забезпечення життєдіяльності населення;
2. Довгострокова стійкість за рахунок сталих технологій та енергоефективності;
3. Європейська інтеграція через гармонізацію стандартів і практик з ЄС.

Висновки. Відновлення інфраструктури України в післявоєнний період є не лише технічним завданням, але й стратегічною можливістю для якісного оновлення міського та регіонального простору. Аналіз світових підходів та українських практик доводить, що принципи сталого розвитку та концепція “build back better” мають стати основою відбудови. Це означає інтеграцію енергоефективних технологій, інклюзивності, використання відновлюваних джерел енергії та цифрових рішень у проєктуванні й реалізації інфраструктурних проєктів.

Література

1. Прямі збитки інфраструктури України через війну - оцінка KSE Institute станом на листопад 2024 року. (2024). Київська школа економіки (KSE Institute). URL: https://kse.ua/ua/about-the-school/news/pryami-zbitki-infrastrukturi-ukrayini-cherez-viynu-zrosli-do-170-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-listopad-2024-roku/
2. United Nations. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. URL: https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030
3. United Nations Development Programme (UNDP). (2021). *Building Resilient Infrastructure*. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2021-12/UNDP-Urban-Risk-Management-and-Resilience-Strategy.pdf
4. European Parliament and the Council of the European Union. (2010). *Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings*. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/eng

5. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2020). *Build Back Better in Recovery, Rehabilitation and Reconstruction*. URL: https://www.undrr.org/publication/words-action-guidelines-build-back-better-recovery-rehabilitation-and-reconstruction
6. United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1. URL: https://sdgs.un.org/2030agenda
7. European Commission. (2019). *The European Green Deal — Communication from the Commission (2019/640 final)*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640
8. European Parliament and the Council of the European Union. (2010). *Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0031
9. Кабінет Міністрів України. (2022–2023). *Програма «Велике відновлення»*. URL: https://www.kmu.gov.ua

6. УРБАНОЛОГІЯ (УРБАН – ДИЗАЙН)

Гук В. І., д.т.н., проф.
ПЗ Харківська школа архітектури, м. Харків

Великі обсяги руйнувань під час жорстокої війни за нападом РФ міст і поселень вимагають розробки нової наукової бази для їх відбудови, тому що у різних регіонах України різна динаміка руйнувань, від окремих будівель до міст в цілому. Як підкреслював видатний вчений Д'аламбер для вирішення проблем «Нічого немає краще гарної теорії». Тому в тезах наводиться шлях розбудови нового наукового напрямку в спеціальності «Архітектура та містобудування», який вимагає суттєво посилити містобудівне утримання в архітектурній освіті. Тому що не відповідність планування міст вимогам транспортного та пішохідного руху призводить до великих соціальних та економічних втрат. А це високий рівень аварійності на автомагістралях, на вулицях та дорогах міст України, тривалі затори та «тягучки» (конгестія). В цілому – колосальні збитки в економіці.

Проблеми безпеки пересування, що виникають при бурхливому зростанні міст, мегаполісів, зростаючу урбанізацію величезних територій (мегарегіонів), зажадали включити в освітній процес нову наукову базу архітектурно-планувального управління розвитку та реконструкції міст та міського руху.

Нормативною базою став Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності», основні положення якого враховуються при розробці концептуальних рішень планування та використання території України, розвитку планування та забудови територій міст, детальної планувальної організації, особливо зонування території міста та передмістя, при проектуванні транспортних коридорів та при розробці схем планування регіонів.

Для узагальнюючого наукового розуміння планування простору з урахуванням законів руху потоків людей, транспорту та вантажів у ХНУСА на кафедрі «Містобудування та урбаністики» було розроблено новий науковий напрямок у теорії планування територій, це Урбанологія (urbanologos) – де першорядною є вимога безпечної життєдіяльності, комфортності та безпеки переміщень, яка визначена, як наука про місто, об'єктом дослідження та оптимізації якої, є урбанізація територій, дизайн міського середовища, а також людські та матеріальні потоки на ній. Урбанологія складається із чотирьох відомих наукових напрямів:

1. Урбаністика – теорія територіального планування функціонуючих територій країни, регіонів, мегаполюсів, мегарегіонів, міст, їх інтегральних елементів і руху містян та мистецтво архітектурно-просторової організації.
2. Містобудування – теорія та методи планування територій, нормативна практика (ДБН) експлуатації матеріально-просторового середовища, життєдіяльності на урбанізованих територіях.
3. Дизайн міського середовища, головними категоріями є горизонтальна архітектура вулиць і шляхів
4. Логістика транспортних потоків – теорія матеріальних потоків, що перевозяться транспортними засобами, або її узагальнюючий напрямок - теорія транспортних потоків.

При цьому вказується, що урбаністика – це наука про «місто в русі», наука про міське планування, наука про живе місто, яке знаходиться увесь час у розвитку та русі.

Справа в тому, що місто це не набір самостійних одиниць, як багато хто помилково вважають, а складна система, що складається з безлічі одиниць, які безперервно взаємодіють один з одним. Хоча, це складна система всередині ще складнішої системи – настільки у місті все взаємопов'язано. Саме цю взаємодію і вивчає урбаністика. Сучасна урбаністика – вчення про те, як люди взаємодіють з елементами міського середовища, яким має бути місто, як відповідає потребам своїх мешканців. Вона поєднує в собі наукові дані на стику архітектури та суспільних наук, а також практичні підходи та методи. Але, в той же, час міське середовище є предметом дослідження і розробок дизайну.

Розвиток середовища став природною реакцією на світорозуміння, що змінилося. Цей підхід увібрав у себе системні, імовірнісні та екологічні уявлення. Оскільки у середовищі структурною одиницею проектування стає поведінкова ситуація. Проектування має справу з іншим ставленням до категорії часу, тому при середоутворенні воно стає «четвертим виміром» середовища, оскільки будь-яка ситуація є процес, що розвивається в часі, і поза просторово-часовим контекстом просто немислима. «Середовий час» - це вже не проста рівномірна тривалість, воно якісно неоднорідне .

Одночасно зі зміною ролі та характеру часу відбувається і зміна щодо пов'язаного з його протіканням простору. Воно вже не є потенційною можливістю розміщення дискретних матеріальних об'єктів, а повністю включено до тканини предметно-просторового середовища. Обидві ці фундаментальні категорії перебувають тут у нерозривній єдності, утворюючи так званий просторово-часовий континуум, головна властивість якого – нерозривність, злитість, дифузність. Для визначення такої нероздільної (континуальної) єдності часу та простору існує поняття «хронотоп», де «хронос» – час, а «топос» – простір. Оскільки міське середовище стає невід'ємною частиною об'єкта проектування, в дизайні доцільно максимально ідентифікувати явний середовишний об'єкт, в нашому випадку це інтегрована транспортна система.

Дуже важливою стратегічною властивістю середовища виступає його орієнтація на глибоке дослідження реальності в зоні професійного інтересу та на художній експеримент при вирішенні проблеми, поставленої у процесі дослідження.

Міський дизайн виступає медіатором історичного архітектурного простору та світу сучасної людини, містянина, який вносить у цю середу свій сьогоднішній стан. Дизайн — посередник між традицією, що минув часом — і пошуком форм майбутнього культурного проживання в урбанізованому просторі .

Відстоюючи цінність «екології співіснування», він об'єднує обидва ці вектори (спадкування та прогнозування) у середовищному об'єкті, що належить сучасності, і поєднує в ньому не тільки матеріал різного культурного походження, а й що стосується минулого (традиції) та майбутнього (прогнозу, передбачення) часом. У дизайні міського середовища, як ніде, чітко видно посередницьку культурну роль цієї діяльності, вона виступає тут медіатором минулого та майбутнього станів вулично-дорожньої мережі міст, руху і спокою автомобілів, руху і спокою мешканців.

У цих випадках потрібна розробка дизайн-програм: коли складається ситуація невизначеності при наростаючому хаосі оточуючих людини форм і смислів, коли хаос переходить допустимі сприйняттям межі; клубок нерозв'язних протиріч, що заплутався, проблем, коли їх накопичується занадто багато. Одна із головних проблем – це рух. Звісно, рухом необхідно грамотно управляти, тобто. Перш ніж керувати,

необхідно знати, чим керувати, потрібно добре знати закони розвитку міст, закони формування пасажиро, вантажних та автопотоків, закони мобільності мешканців міста з різних цілей і дальності поїздок, демографію населення, його соціальні та економічні особливості, інженерне забезпечення міст та нормуюче законодавство.

Головними категоріями урбанології є вулично-дорожня (транспортна) мережа, пішохідний та транспортний (пасажирський та вантажний) потік, які тісно залежні один від одного. Розрахунок необхідних розмірів вулично-дорожньої мережі виконується на основі чисельності населення, рівня автомобілізації, питомої інтенсивності та простору, що займає один автомобіль на рівні пропускної спроможності. Все це дозволяє визначити за кількістю смуг руху необхідну ширину проїжджої частини та розробляти архітекторам з урахуванням пасажирського транспорту, пішохідних та велосипедних шляхів та захисних смуг типовий поперечний профіль магістралей, як суспільний простір. Категорії транспортного потоку автомагістралей та вулично-дорожньої мережі широко використовуються в містобудівних та в макроекономічних моделях, але без такого глибокого та деталізованого опрацювання, яке необхідне в урбаністиці при керуванні рухом транспорту планувальними методами за рахунок дизайну.

Удосконалено урбаністичний ланцюг проектної документації. Проекти планування дизайнерами виконуються на основі законів горизонтальної архітектури, де лінія, її форма визначають допустиму швидкість руху автомобілів на різних класах вулиць і доріг міст. При розробці проектів реконструкції існуючих вулиць в історичній забудові рекомендується широко використовувати такі методи дизайну, як «заспокоєння руху» та кольору покриття смуг руху, що увсебіч використовується у Європі.

Таким чином, є наукова база « Урбан-дизайн», яка вже четвертий рік викладається студентам архітектурно-містобудівельної спеціальності в ОДАБА, що дає можливість відійти від радянської спадщини в плануванні.

При відбудові зруйнованих ворожими силами різних міст і поселень України у потребі стають і різні методи планування та відбудови. Для вщент зруйнованих міст і поселень це перш за все розробка генеральних планів на фундаменті промислових підприємств із доступом до них в 20-ти хвилинному терміну. Чи то пішки -1,5-2 км, чи то на вело та електросамокатів до 6 км, чи то автомобілем – 10-15 км. Але різні види приватного транспорту потребують місця для парковок і збереження, що доцільно враховувати. В малих містах та поселення внутрішній громадських транспорт не доцільний. Потрібен тільки для зовнішніх зв’язків. В той же час для середніх і особливо для великих міст громадський транспорт в пріоритеті. Приватний автомобіль не для поїздок на працю. Але всюди в проектах необхідні розрахунки і обґрунтування пропозицій. Міським громадам потрібно пропонувати нові моделі планування і розвитку вщент зруйнованих міст

Для відбудови міст і поселень будівельникам потрібно мобільне тимчасове житло із комфортними пристроями, а далі вже капітальне будівництво із сучасними міжнародними вимогами для комфортного проживання постійних мешканців за рішенням громад. Зростає роль громад, як ініціаторів і партнерів у виконанні рішень нового покоління архітекторів, які володіють міждисциплінарними підходами до відбудови міст і поселень. Підвищувати культуру мобільності в безкультурній спадщині можливо тільки за рахунок поширення і покращення освіти населення.

Чудовий приклад високого рівня освіти населення і як наслідок, економічного розвитку – це Японія. Дійсно, нічого немає за краще доброї наукової бази (теорії) для формування нової політики у відбудові міст і поселень України.

«Build back better» (Будувати краще, ніж було).

7. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Линник І.Е., д.т.н., проф.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Вода в нашому житті – це один із найцінніших ресурсів, який забезпечує життя на Землі. Збереження прісних водойм і підтримання їхньої якості набуває особливого значення, що робить цю тему надзвичайно актуальною.

Харківська область розташована на перетині вододілів двох великих річкових басейнів – Дону (Сіверський Донець) та Дніпра. По її території протікає 867 річок із загальною довжиною 6405 км. На території області розташовано 57 водосховищ, найзначнішими серед яких є Печенізьке, Червонооскільське та Краснопавлівське, 2 538 ставків та 583 озера [1, 2].

В області регулярно здійснюється моніторинг стану поверхневих вод за результатами якого виявлено, що у 2024 році у поверхневі водні об'єкти скинуто 194,9 млн. $м^3$ стічних вод, із них забруднених – 3,9 млн. $м^3$ [1, 2]. Під час моніторингу особлива увага приділяється показникам: каламутності, забарвленню, абсорбції, електропровідності, концентрації нітратів, азоту, калію та іншим небезпечним елементам. Виявлені перевищення допустимих норм у водоймах не є критичними та відповідають встановленим санітарно-епідеміологічним вимогам. Через повномасштабне вторгнення Російської Федерації на територію України не виявляється можливим проведення моніторингу поверхневих вод в повному обсязі.

Однією з ключових причин забруднення поверхневих водних ресурсів області є скидання стічних вод підприємствами промислового та комунального сектору безпосередньо у водойми або через каналізаційні системи.

Суттєву проблему становить також низький рівень очищення стічних вод. Майже всі очисні споруди житлово-комунальної інфраструктури працюють із відхиленнями від проєктних норм. Через руйнування або порушення технологічних процесів очисних споруд до поверхневих стоків надходять органічні, біогенні та небезпечні речовини, мінеральні частинки, схильні до ерозії. Це спричиняє замулення озер і водосховищ та обміління річок. Основними джерелами забруднення є очисні споруди КП «Харківводоканал» - очисні споруди №1 Диканівська станція біологічної очистки та міські очисні споруди №2 Безлюдівська станція біологічної очистки. Особливої уваги потребують очисні споруди міст Ізюм, Чугуїв, Богодухів, Красноград, Первомайський, Балаклія, Валки та Зміїв, де потрібно проводити реконструкцію чи капітальний ремонт. Через це недоочищені води потрапляють до річок області. Крім того, на стан води впливають скидання від промислових і сільськогосподарських підприємств, розташованих вище за течією відносно міста Харкова. Серед найбільших забруднювачів варто зазначити ПРАТ «Харківська ТЕЦ-5» [1, 2].

Ще одним джерелом забруднення є зливові стоки, які утворюються через атмосферні опади та потрапляють у водойми без попередньої очистки, оминаючи очисні споруди. Ці забруднення становлять незначну частину порівняно з відходами промислового і хімічного виробництв та електроенергетики. Проте вони насичують поверхневий стік різноманітними забруднюючими речовинами: зваженими частинками, нафтопродуктами, які згодом потрапляють у водні об'єкти та утворюють

на поверхні плівку. Така плівка заважає природному газообміну між атмосферою і водоймами, значно знижуючи рівень кисню у воді [1, 2].

Окремою проблемою є порушення земельного режиму в прибережних водоохоронних зонах, що супроводжується утворенням стихійних звалищ.

Великої шкоди водним об'єктам наносить збройна агресія Російської Федерації проти України. Через це відбуваються руйнації гідротехнічних споруд, складів, баз нафтопродуктів; аварійне забруднення внаслідок пошкодження інфраструктури; потрапляння у водоймища забруднюючих речовин з ракет, снарядів військової техніки, їх змиванням, просочуванням у ґрунт в зонах бойових дій.

У 2024 році Державна екологічна інспекція Харківської області здійснила розрахунки екологічних збитків, спричинених бойовими діями, які склали 54 млн 251 тис. грн. Унаслідок атаки безпілотників на нафтобазу в Немишлянському районі Харкова стався витік нафтопродуктів, що розтіклися сусідніми вулицями і потрапили до річок Немишля, Уди, Лопань і Харків. У водоймах опинилося 85,863 тон забруднюючих речовин. Концентрація нафтопродуктів у річках була перевищена у сім-вісім разів. У річці Немишлі цей показник перевищений у 95 разів. Розмір завданої шкоди для поверхневих вод становив 29 млн. 701,139 тис. грн. Через руйнацію гідротехнічних споруд (гребель, мостів, дамб, шлюзів) нанесено збитків у 24 млн 549,875 тис. грн [1, 2].

У 2022 році, коли російські війська відступали з Харківської області, вони частково зруйнували греблю на Оскільському водосховищі, що призвело до його обміління. У природно-техногенній екосистемі річки Сіверський Донець сталися значні катастрофічні зміни. Завдано шкоди навколишньому середовищу на суму близько 4 мільярдів гривень [3].

Отже, основні причини забруднення поверхневих водних ресурсів Харківської області включають низку факторів, що негативно впливають на стан довкілля: відсутність ефективних правових та економічних механізмів для стимулювання екологічно безпечних технологій і природоохоронних систем; невідповідність національного екологічного законодавства сучасним вимогам та недостатня імплементація європейських директив і регламентів; надмірне антропогенне навантаження на всі компоненти довкілля; низький рівень очищення та хаотичне відведення стічних вод; порушення правил поводження та управління відходами; накопичення великих обсягів відходів, зростання кількості неорганізованих сміттєзвалищ та перевантажених полігонів, які не відповідають екологічним стандартам; використання застарілих виробничих технологій та обладнання з високою енерго- та матеріалоємністю; використання великої кількості хімічних речовин у сільськогосподарській діяльності; брак належного контролю за охороною навколишнього середовища; вплив збройної агресії Російської Федерації проти України.

Оцінка екологічної безпеки об'єкта, що забруднює поверхневі води

Екологічна безпека об'єкта, що забруднює поверхневі води, оцінюється показником відповідності принципів його функціонування принципам функціонування живої природи [4]:

$$\varphi = F + m + \lambda,$$

де F – показник сумарної дії факторів, що забруднюють навколишнє середовище; m – показник, що враховує дію факторів, що перевищують свої гранично допустимі

значення; λ – показник посилення чи ослаблення взаємодіючих факторів на навколишнє середовище з урахуванням їхніх абсолютних величин, для приблизних розрахунків приймають $\lambda = 0$.

Оцінку екологічної безпеки об’єкта, що забруднює поверхневі води, здійснюють на основі порівняння фактичного показника φ з нормативним відповідно з таблицею.

Таблиця

Градація показника екологічної безпеки об’єкта, що забруднює поверхневі води

Модальна оцінка екологічної безпеки об’єкта, що забруднює поверхневі води	Якісна оцінка стану навколишнього середовища	Показник екологічної безпеки об’єкта
Екологічно безпечний	відмінний	$\varphi \le 1$
Екологічно слабко безпечний	добрий	$1 < \varphi \le F_н$
Екологічно умовно безпечний	задовільний	$F_н < \varphi \le F_д$
Екологічно небезпечний	незадовільний	$F_д < \varphi$

У цій таблиці $F_н$ та $F_д$ - нормальне та гранично-допустиме значення показника сумарної дії факторів.

Запропонована методика дає змогу здійснювати прогнозування та оцінювати екологічну безпеку об'єктів різних секторів економіки під час розроблення генеральних планів, комплексних транспортних схем населених пунктів, а також проєктів реконструкції та розвитку міст.

Заходи щодо покращення екологічного та гідрологічного стану річок у місті Харкові та Харківській області [1, 2]:

1) Припинення військової агресії.
2) Сучасна модернізація міських очисних споруд у Харкові та на території області.
3) Оснащення випусків зливових вод ефективними очисними системами.
4) Відновлення, охорона та раціональне використання зелених насаджень з метою поліпшення екологічного балансу місцевості.
5) Проведення інвентаризації водних об’єктів області з подальшим складанням їх паспортів для забезпечення належного обліку та моніторингу.
6) Проведення інвентаризації прибережних захисних смуг водойм у місті.
7) Організація заходів із відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму і санітарного стану водойм, включно із боротьбою проти шкідливого впливу води – винесення водоохоронних зон в натуру, облаштування джерел води, очищення русел від зелених насаджень, які опинилися у воді після весняних повеней, а також перенесення об’єктів забруднення з території прибережних смуг водойм.

Література

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2023 році. Департамент захисту довкілля та природокористування Харківської обласної військової адміністрації. URL: https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-

administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/128411.

2. Екологічний паспорт Харківської області за 2024 рік. Департамент захисту довкілля та природокористування Харківської області військової адміністрації. URL: https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/132692.
3. Вп'ятеро менше води: як під час війни обміліло Оскільське водосховище на Харківщині URL: https://suspilne.media/kharkiv/302934-vpatero-mense-vodi-ak-pid-cas-vijni-obmililo-oskilske-vodoshovise-na-harkivsini/.
4. Линник, І. Е. Прогнозування екологічного стану ґрунтів та джерел води уздовж автомобільних доріг. Комунальне господарство міст. 2014. Вип. 116. С.75–80. URL: https://khgts.kname.edu.ua/index.php/khgts/en/article/view/4537/4506.

8. ОСОБЛИВОСТІ ЗВЕДЕННЯ ШВИДКОМОНТОВАНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ СОЦІАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА

Білошицький М.В., к.т.н., доц., Бесараб Д.Д., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Природні чи техногенні катаклізми (землетруси, повені, пожежі), військові конфлікти, що відбуваються у різних частинах світу, призводять до повного або часткового руйнування житлових будівель та інфраструктурних об'єктів [1]. Для України, де з лютого 2022 року внаслідок бойових дій відбувається постійне руйнування житла і збільшується кількість вимушених переселенців, проєктування швидкомонтованих будинків з доступних будівельних матеріалів є актуальним.

Метою роботи є виявлення особливостей проєктування та зведення швидкомонтованих житлових будівель на основі вивчення світового та вітчизняного досвіду з урахуванням комплексної оцінки факторів (вимог екологічної та пожежної безпеки, енергозбереження, надійності та стійкості та ін.).

Історія розвитку швидкого та дешевого житла починається із США за часів перших американських переселенців. У 1830-1840-ті роки з'являються перші збірні дерев'яні будинки у Великій Британії та США. Англійський архітектор Генрі Менінг (Henry Manning) у 1833 р. розробив так званий Manning Portable Cottage – дерев'яний дім, який у розібраному вигляді транспортувався до Австралії. Це вважається першим прикладом масового швидкомонтованого житла.

Ідея швидкомонтованих або індустріальних будинків (англ. prefabricated buildings, modular construction, prefab housing) виникла на початку XIX століття у зв'язку з розвитком промислової революції, стандартизації деталей і масового виробництва будівельних матеріалів.

З середини XIX ст. у США почали активно застосовувати збірні будинки під час «золотої лихоманки» в Каліфорнії. Елементи доставляли морем і збирали на місці за кілька днів.

У 1910-1930-ті роки починається активний розвиток металевих збірних конструкцій (компанії Sears, Roebuck & Co. у США продавали через каталоги готові комплекти будинків). Ними у період 1911-1940 рр. було реалізовано понад 70 тис. будинків Sears Modern Homes, які збиралися з 30 тис. деталей за інструкцією.

Після Другої світової війни США перейшли з використання в каркасному будівництві дерева на метал і стали першими у зведенні будівель з металоконструкцій. З 1946 року у Канаді розпочала працювати схвалена урядом програма панельно-каркасного будівництва котеджів.

У Європі існувала потреба в масовому відновленні зруйнованого житла. Було започатковано промислове домобудування: збірні панелі, каркасні системи, модульні секції. У Великій Британії розвивалася програма Prefabs for the Nation (1945), у Франції – Maisons Citrohan за проектами Ле Корбюзьє, у Німеччині – системи Plattenbau, у СРСР – серії будинків К-7, 1-335, II-68.

1970-1990-ті роки розпочинається виробництво легких сталевих та каркасних систем (LGS), сендвіч-панелей, контейнерних модулів. Починають формуватися технології modular housing – заводське виготовлення блоків, що монтуються на місці будівництва.

2000–2020-ті роки вважаються роками впровадження цифрових технологій, BIM-моделювання, 3D-друку та сталих матеріалів.

У США, Японії, Китаї, країнах Скандинавії, Кореї швидкомонтовані будинки становлять до 20-30% нового житлового будівництва.

В Україні розвиток швидкомонтованого будівництва почався у 1920-1930-х роках, паралельно з індустріалізацією. Перші домобудівні комбінати (ДБК) з'явилися у Києві, Харкові, Дніпрі, Одесі.

У післявоєнний період активно застосовувалися збірні залізобетонні конструкції. Пік припав на 1960-1980-ті роки, коли Україна стала одним із лідерів панельного домобудування у СРСР.

Після 1991 р. відбулася криза домобудівельних комбінатів, проте почався розвиток легких сталевих конструкцій (ЛСТК) і сендвіч-технологій у приватному секторі.

Українські компанії (КаркасБуд, Енергомодуль, БудСервіс) впровадили технології Canadian Frame House і Finnish Modular Housing. Використовувалися OSB-панелі, SIP-панелі (Structural Insulated Panels) та металевий профіль.

Після ухвалення ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» та ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» розпочалася нова ера модульного будівництва в Україні для переселенців, військових, студентів.

З 2015 р. реалізовано міжнародні проєкти Modular Shelter UA (GIZ, UNHCR, USAID).

Через наслідки війни та зруйноване житло модульні системи стали основним напрямом швидкого відновлення. Так, у 2022-2024 рр. Державне агентство відновлення України (DARPA-UA) реалізує програму «Відбудуємо разом», у якій передбачено спорудження понад 20 тис. модульних житлових одиниць. Проекти підтримуються ЄС, ООН-Хабітат, Німеччиною та Японією.

Для соціального житлового будівництва у теперішній час використовуються технології швидкомонтованих будинків, що включають [2]:

1. Каркасне будівництво, де основою будинку є дерев'яний або металевий каркас. Стіни заповнюються утеплювачем та обшивкою. Будинки з дерев'яним каркасом зводяться з дерева, що є найекономічнішим варіантом із усіх. До недоліків належать підвищена пожежна небезпека, сильний вплив грибка та цвілі, що викликає у подальшому проблеми при експлуатації. Рами такої будівлі складаються із зварних або прокатних двотаврових профілів різної товщини та форми, що з'єднуються між собою за допомогою зварювання або болтів При застосуванні каркасу з легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) використовуються тонкостінні холоднокатані профілі зі сталі. Більш економічний варіант, порівняно з металопрофільним каркасом із двотавру, але він найбільш придатний для тимчасових будівель.
2. Панельні технології, де використовуються готові панелі, виготовлені на заводі, що скорочує час монтажу на будмайданчику (наприклад, SIP-панелі– структурні ізоляційні панелі, сендвіч-панелі – тришарові конструкції (обшивка, утеплювач, обшивка). Конструкції прості в монтажі, мають гарні тепло- і звукоізоляційні характеристики. Вони міцні, довговічні, підтримують оптимальний мікроклімат усередині.

3. Модульне будівництво (контейнерні та з об'ємних блоків). Контейнерні будуються з модульних блоків, які у готовому вигляді транспортуються на місце і встановлюються на фундамент. Зведення будинків з готових блок-модулів заводського виготовлення дозволяє прискорити процес та знизити вартість будівництва, що важливо для соціального житла. Але, на відміну від будівель з металевого каркасу, мають меншу кількість планувальних рішень, габаритів та обмеження у можливій транспортабельності.
4. Панельно-каркасна технологія: поєднує каркасну основу і заводські панелі.

У межах дослідження визначено основні фактори, що впливають на проектування та створення комфортних умов перебування людини:

1. Природно-кліматичні та екологічні: використання екологічних матеріалів та конструктивних елементів при проєктуванні, використання відновлюваних джерел енергії та енергозберігаючого обладнання.
2. Соціально-демографічні та психологічні: збалансоване співвідношення габаритів будинку та кількості проживаючих у ньому людей з урахуванням поділу житлового простору для більш комфортного проживання на одній території різних вікових груп.
3. Архітектурно-планувальні: застосування простих у плані архітектурних рішень з обмеженою кількістю виступаючих елементів – містків холоду; орієнтація по сторонах світу приміщень будинки з урахуванням географічного розташування та кліматичного районування.
4. Економічні чинники. Створення найбільш вигідних економічних умов для швидкого будівництва з урахуванням усіх потреб.

Висновки. Ідея швидкомонтованих будівель має понад 180-річну історію та еволюціонувала від простих дерев'яних збірних конструкцій до високотехнологічних енергоефективних модулів. Україна має власну індустріальну традицію швидкого будівництва, яка нині переорієнтована на екологічні, легкі, енергоощадні технології. Розгляд факторів, що впливають на проектування та створення комфортних умов перебування людини, дозволить знайти більш оптимальні підходи до вирішення основних завдань проблематики соціального житла.

Література

1. Савицький М.В., Нікіфорова Т.Д., Титюк А.О., Сопільняк А.М., Шляхов К.В., Титюк А.А. Проектування швидкомонтованих модульних будинків для потреб переселенців України (2024) Український журнал будівництва та архітектури, 6 (018). 104-110. DOI:10.30838/J.BPSACEA.2312.261223.104.1012
2. Технологія швидкомонтованих будівель: основні варіанти будівництва. https://viton.ua/ua/news/tekhnolohiya_shvydkomontovanykh_budivel_osnovni_varianty_budivnytstva

9. КОНЦЕПЦІЯ ВІДБУДОВИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО КВАРТАЛУ МІСТА КРЕМІННА

Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Горбатенко М.Я., студ. бакалаврату
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Післявоєнна відбудова українських міст – один із наймасштабніших викликів сучасності, що потребує не лише відновлення інфраструктури, а й переосмислення принципів і підходів до міського планування. Розглянемо за приклад Кремінську громаду Луганської області (довоєнне населення 21,9 тис. на 53340 га), відома як «Легені Донбасу», бо оточене лісами та формувало рекреаційну ідентичність Луганщини, що було цінним для 93,2% мешканців [1]. Проте, ця громада зазнала катастрофічних руйнувань внаслідок війни та окупації з 18.04.2022, але незважаючи на триваючу окупацію, планування її майбутньої відбудови є важливим завданням вже сьогодні. Це не просто технічне завдання, а прояв віри у повернення та прагнення створити кращий дім після деокупації.

Проблема є глибшою, ніж просте відтворення втрачених квадратних метрів. Досвід ВПО з Кремінної в приймаючих громадах, виявив ключові виклики, яких громада прагне уникнути у майбутньому: 35,8% відзначають низьку якість житлового фонду, 38% – екологічні проблеми, що формує запит на якісно нове середовище без дискомфорту [1]. Додатковими викликами є довоєнні 80% зносу водопровідних мереж [2] та критична вразливість безпеки. Згідно з довоєнними документами, у місті були відсутні придатні захисні споруду, що визнано мешканцями як один з головних пріоритетів відбудови – облаштування доступних бомбосховищ та укриттів.

Таким чином, виникає науково-практична задача комплексної відбудови території, що інтегрує житлові, безпекові, енергоефективні та екологічні рішення, узгоджені з соціокультурними запитами. Метою роботи є розробка науково обґрунтованої концептуальної моделі відбудови центрального житлового кварталу в місті Кремінна з урахуванням сучасних практик за принципом «краще, ніж було».

Для вирішення завдання запропоновано модель відбудови території, яка та враховує геологічні особливості території, а саме дернові глеюваті ґрунти на супіщаних відкладах, що придатні для середньоповерхової забудови [2], і базується на трьох наступних принципах, які обрані на основі аналізу потреб мешканців громади та містобудівного потенціалу з урахуванням прагматичної необхідності модернізації.

1. Урбаністичне рішення: «Місто-сад» у 15-хвилинній доступності

Концепція відповідає довоєнній стратегії розвитку, де Генплан від 2017 р. прямо передбачає реконструкцію центру [2], а план зонування визначає його як зону Ж-3 «змішана забудова 1-5 пов. із громадськими функціями» [3]. Рішення передбачає відновлення периметральної забудови 4-5-поверховими будинками зі збереженням характерного для міста масштабу та стилістики фасадів, але з інтеграцією сучасних принципів і технологій. Одним із таких є створенням внутрішніх зелених дворів без автомобілів і шуму, та розміщенням сервісів на перших поверхах, реалізуючи запит мешканців на «15-хвилинне місто» [1] та ідею «міста-саду» із «зеленою» ідентичністю, що дає змогу облаштування:

- дитячих майданчиків з використанням екологічних матеріалів (дерево, камінь) та спортивних зон (воркаут, настільний теніс);

- зон з лавками та альтанками, а також невеликих громадських садів, де мешканці можуть вирощувати рослини;

Ключові задачі: розробити детальний план території кварталу з чітким функціональним зонуванням дворів, а також запроєктувати комерційні приміщення на перших поверхах з універсальним доступом та можливістю адаптації.

2. SMART-технології та енергоефективність

Зважаючи на 80% знос водогону та запит 25,6% мешканців на відновлювані джерела енергії (далі – ВДЕ) [1], пропонується комплекс рішень: використовувати децентралізовані системи опалення, теплоізоляція будівель із мінеральною ватою товщиною ≥150 мм, встановлення енергозберігаючих вікон з двокамерними склопакетами, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 [4]. Також рекомендуємо встановлення сонячних панелей на дахах, індивідуальних теплових пунктів у квартирах з можливістю погодного регулювання. Зокрема, варто забезпечити SMART-облік ресурсів як єдиної цифрової платформи задля відстеження в реальному часі споживання ресурсів з автоматичною передачею показників, оплати рахунки та комунікацією з управляючою компанією. В тому числі в будинках необхідно встановити системи збору дощової води та зелені покрівлі на комерційних об'єктах. Світові практики доводять, що такі заходи можуть знизити споживання енергії в будівлях на 50-90%, що буде кроком до створення Кремінної як взірця незалежності.

Ключові задачі: провести енергетичний аудит проєкту будівель для підтвердження класу енергоефективності, а також розробити проєкт інтеграції сонячних панелей та ІТП в інженерну систему будівель.

3. Інтегрована безпека та безбар'єрність

Безпека – це фундамент довіри та повернення. Враховуючи відсутність укриттів та пріоритет на бомбосховища й доступність – пропонується використовувати підвали як укриття, а також створення об'єднаних підземних захисних споруд подвійного призначення (централізовано під дворами), аби в мирний час використовувати їх як паркінг (на розрахункову кількість місць) та індивідуальні комори. Усі споруди проєктуються як сховища класу А-ІІІ з системами життєзабезпечення:

- монолітні залізобетонні конструкції, здатні витримати надлишковий тиск та уламкову дію, з наявністю кількох герметичних входів/виходів;
- оснащення системами фільтровентиляції для захисту від хімічних речовин, автономними дизель-генераторами, запасами питної води та санвузлами.

Весь квартал реалізується за принципами універсального дизайну до вимог ДБН В.2.2-40:2018 [5], забезпечуючи повну безбар'єрність: нульовий поріг на входах до всіх приміщень, наявність аналогових «ліфтових» рішень у кожному під'їзді, тактильне покриття на пішохідних шляхах та дублювання візуальної інформації шрифтом Брайля – найголовніший повоєнний акцент для всіх нових будівель.

Загалом впровадження запропонованої концептуальної моделі забезпечить досягнення комплексних, вимірюваних результатів (див. табл.), які безпосередньо вирішують проблеми Кремінної та створюють основу для її сталого розвитку.

Таблиця

Ключові показники ефективності пропонованих рішень

Рішення	Плановий показник
1. Урбаністичні	≥40% площі озеленення; ≥5 типів сервісів у кварталі.
2. Безпекові та інклюзивні	100% мешканців забезпечені укриттями; 100% відповідність вимогам безбар'єрності; отримання сертифікату готовності захисних споруд від ДСНС
3. SMART та енергоефективність	Клас енергоефективності ≥«В»; частка ВДЕ ≥50%; зниження теплоспоживання ≥40% порівняно зі старим фондом

Очікуваний синергетичний ефект виходить за межі забезпечення мешканців житлом і розглядається у соціально-економічних і екологічних вимірах:

- ліквідує критичну вразливість міста перед різними загрозами; гарантує безбар'єрний доступ до житла та послуг для всіх груп населення;
- стане відчутним аргументом для повернення родин до громади, сприяючи протидії негативним демографічним прогнозам;
- сприятиме зниженню енергетичних витрат; стимулюватиме локальну економіку та створення кількох десятків нових робочих місць (проблема для 43,7% [1]);
- підвищить інвестиційну привабливість міста; зменшить навантаження на інфраструктуру, зокрема водопровідні мережі;
- практична реалізація концепції «місто-сад» посилить бренд Кремінної як «Легенів Донбасу», що є цінністю для абсолютної більшості мешканців.

Висновки. Запропонована концепція відбудови центрального кварталу Кремінної є науково обґрунтованим проєктним рішенням щодо житла, аби закласти фундамент для сталого майбутнього, створюючи масштабовану модель відновлення інших постраждалих громад України за принципом «краще, ніж було».

Література

1. Звіт за результатами проведеного опитування щодо майбутнього бачення відбудови Кремінської міської територіальної громади. Кремінна : Кремінська міська військова адміністрація, 2024. 88 с.
2. Генеральний план, план зонування території міста Кремінна Луганської області. Том І. Пояснювальна записка : проєктна документація. Харків : ТОВ «Інститут Харківпроект», 2017. 94 с.
3. План зонування території міста Кремінна Луганської області. Том ІІІ. Пояснювальна записка : проєктна документація. Харків : ТОВ «Інститут Харківпроект», 2017. 107 с.
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2022. 23 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 31 с.

10. ОРГАНІЗАЦІЙНО-АДМІНІСТРАТИВНІ ЗАСАДИ ТА ПІДХОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ «Є-ВІДНОВЛЕННЯ» В УМОВАХ ПРИФРОНТОВОГО МІСТА: ДОСВІД ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ

Соколенко В. М., к.т.н., доц., Каракулов С. С. студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Для надання компенсації тим, чиє житло знищено або пошкоджено внаслідок збройної агресії Російської Федерації, 23 лютого 2023 р. Верховною Радою України було прийнято Закон України "Про компенсацію за пошкодження та знищення окремих категорій об'єктів нерухомого майна внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України, та Державний реєстр майна, пошкодженого та знищеного внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України" №2923-IX (далі - Закон) [1].

Механізм надання компенсації за пошкоджені об'єкти нерухомого майна Уряд додатково визначив у Порядку надання компенсації для відновлення окремих категорій об'єктів нерухомого майна, пошкоджених внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації, з використанням електронної публічної послуги «Є-Відновлення» (далі – Порядок), затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 р. № 381 [2].

Актуальність цієї наукової роботи полягає у тому, що держава взяла на себе відповідальну місію з відшкодування збитків власникам майна, пошкодженого та зруйнованого через повномасштабне збройне вторгнення РФ шляхом прийняття державної програми «Є-Відновлення», яка розпочала роботу 10 травня 2023 року.

Головною метою цієї наукової статті є розгляд практичних аспектів надання компенсації для відновлення окремих категорій об'єктів нерухомого майна, пошкоджених внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації, з використанням електронної публічної послуги «є-Відновлення».

Завданнями цієї наукової статті є: по – перше, розглянути практичні приклади відновлення пошкодженого майна шляхом аналізу виконання окремих ремонтно – будівельних робіт з наданням матеріалів фотофіксації окремих об'єктів (квартир та приватних будинків), по – друге, визначити коло проблем при застосуванні та нарахуванні компенсації за державною програмою «є-Відновлення», по – третє, навести приклади статистичних даних надання громадянам України компенсації за державною програмою «є-Відновлення» на прикладі Краматорської територіальної громади.

Об'єктом дослідження є правовідносини з відшкодування збитків власникам майна, пошкодженого та зруйнованого через повномасштабне збройне вторгнення РФ шляхом прийняття державної програми «Є-Відновлення».

Предметом дослідження є характеристика практичних проблем при наданні компенсації за пошкоджене майно в рамках державної програми «є-Відновлення», з якими стикаються члени міських комісій «є-Відновлення», власники пошкодженого майна, які є заявниками, підрядники, державні органи влади та місцевого самоврядування.

Окремими питаннями поновлення цивільної та промислової інфраструктури,

пошкоджених внаслідок ведення бойових дій досліджували такі автори, як І. Я. Бірман, Л. Р. Капі, І. Д. Павлов, Р. Б. Тян, Д. Філліпс, Р. І. Швецов.

Наукова новизна цієї роботи полягає у тому, що ані у будівельній чи юридичній літературі, питання практичного застосування положень Державної програми «Є-Відновлення» взагалі не вивчалося, враховуючи «молоде» існування вищевказаної програми, але важливість цієї роботи полягає у тому, щоб допомогти громадянам та представникам влади розібратися у законному застосуванні норм Порядку надання компенсації за пошкоджене майно в рамках державної програми «Є-Відновлення», враховуючи збільшення кількості обстрілів та відповідно руйнувань житлового фонду України.

Слід зазначити, що на момент вересня 2025 року кількість заяв власників майна на надання компенсації в рамках Державної програми «Є-Відновлення» зросло дуже суттєво. Наприклад кількість заяв у Краматорській територіальній громаді збільшилася майже вдвічі, враховуючи відстань від лінії бойового зіткнення, а саме: в період з вересня 2024 року по вересень 2025 року кількість заяв про надання компенсації за пошкоджене майно в рамках Державної програми «Є-Відновлення» становить 2165 шт., а наприклад, з моменту початку роботи Краматорської міської комісії «Є-Відновлення» (20 травня 2023 року – дата початку роботи комісії) до вересня 2024 року становила 2102 заяви. Тобто майже за період вересень 2024 – вересень 2025 року навантаження на працівників Краматорської міської комісії «Є-Відновлення» суттєво збільшилося. На теперішній час сума виплат за період роботи Краматорської міської комісії «Є-Відновлення» становить близько 4.6 мільярдів гривень.

Слід зазначити, що у Краматорській територіальній громаді достатньо прикладів надання компенсації за програмою «Є-Відновлення», коли заявники, незважаючи на досить невелику відстань від лінії бойового зіткнення, виконують ремонтні та будівельні роботи та використовують бюджетні кошти за призначенням, які надала держава.

Наприклад, комісією «Є-Відновлення» у м. Краматорську по вулиці Волі, будинок ХХХХ, були нараховані пошкодження шиферного покриття покрівлі будинку, разом з опорними конструкціями (обрешітка, кров'яні бруси, лаги т.п.), вікна з укосами, пошкодження стель та стін, а саме необхідність штукатурення стін та стель, фарбування стель та необхідність заміни шпалер на стінах. Фото будинку під час роботи комісії «Є-Відновлення» (рис. 1.)

Під час фінальної верифікації (тобто перевірки використання коштів, які надані були комісії) будинку ХХХХ по вулиці Волі, у м. Краматорську автором наукової статті були зроблені наступні матеріали фотофіксації та зафіксовано 100% виконання ремонтних робіт. Фото фінальної верифікації (рис. 2).

Також, достатньо прикладів 100 процентного виконання ремонтних робіт і у багатоквартирному секторі, наприклад, по вулиці Академічній, будинок 66 у квартирі ХХХ, були зафіксовані наступні пошкодження внаслідок ворожого прильоту, а саме: зафіксовано комісією пошкодження шиферного покриття балкону, балконний блок, вікна з укосами, пошкоджено підлоги, стелі, стіни квартири. Фото квартири під час роботи комісії (рис. 3).

Автором була проведена фінальна верифікація за вищевказаної квартирою, та відображено 100 процентний результат використання заявниками коштів для відновлення свого житла. Фото фінальної верифікації (рис. 4).

Рис. 1. Об’єкт відновлення м. Краматорськ. Вулиця Волі, буд. ХХХ, Категорія В

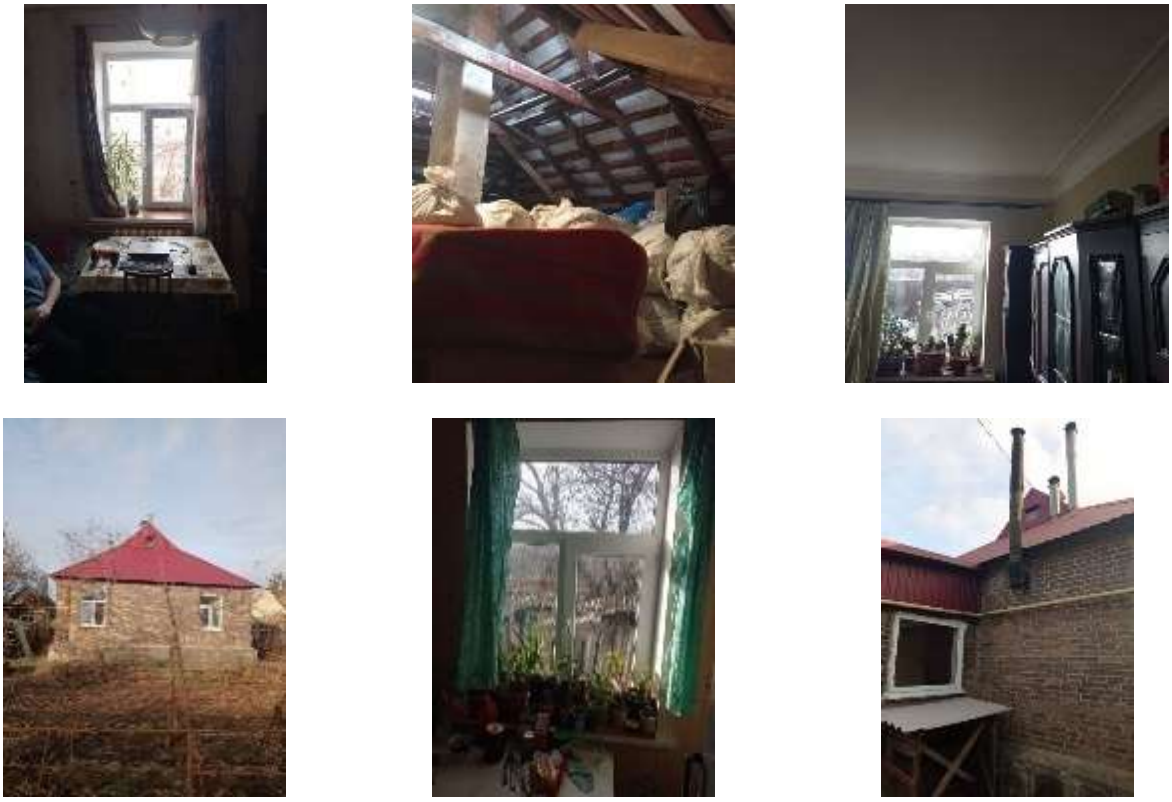


Рис. 2. Об’єкт відновлення м. Краматорськ. Вулиця Волі, буд. ХХХ, Категорія В (фото фінальної верифікації)

Рис. 3. Об’єкт відновлення м. Краматорськ. Вулиця Академічна, буд.66, кв. ХХХ, Категорія А

Рис. 4 Об’єкт відновлення м. Краматорськ. Вулиця Академічна, буд.66, кв. ХХХ, Категорія А (фото фінальної верифікації)

Тим не менш, достатньо проблем при реалізації державної програми «Є-Відновлення», а саме:

- складнощі з припиненням права власності на знищений об'єкт. Ця проблема стосується знищених повністю об’єктів та тривалої реалізації внаслідок бюрократичного порядку, інколи через необхідність звертатися до судових органів влади, враховуючи тривалість судових процесів. Шлях вирішення: прийняття окремого спрощеного порядку припинення права власності на знищений об’єкт.
- відсутність чіткої процедури подання документів на компенсацію у паперовому вигляді – тобто не через Дію, а через ЦНАП або нотаріуса. Не всі громадяни України, особливо літні люди спроможні подавати заявки на пошкоджене та знищене майно через мобільний додаток «Дія», та звертаються до адміністраторів Центру адміністративних послуг або нотаріусів, однак порядку приймання заявок у паперовому виді взагалі відсутнє у чинному будівельному законодавстві. Шлях вирішення: прийняття Порядку подання заяв у паперовому виді та законодавче регулювання цього питання [5].
- відсутність чіткого алгоритму оскарження дій/рішень Комісії з розгляду питань стосовно надання компенсації, яку утворює виконавчий орган місцевої ради. Поширеним явищем є зловживання членами комісій «Є-Відновлення» своїх повноважень під час нарахування компенсації за пошкоджене або знищене майно, однак окрім загальної відповідальності, встановленої у Кримінальному Кодексі України, інших окремих видів відповідальності не існує та і взагалі не існує Порядку оскарження дій або бездіяльності комісій. Шлях вирішення: встановлення окремого та чіткого Порядку оскарження дій та бездіяльності членів комісії та уточнення відповідальності за окремі дії та необхідність закріплення правових аспектів відповідальності у Кодексі України про адміністративні правопорушення та Кримінальному Кодексі України для посадових осіб.
- відсутність відповідальності для заявників, якщо фінансові кошти були витрачені не за цільовим призначенням. Дуже частим явищем у роботі комісії «Є-Відновлення» є проблема переведення в готівку коштів громадянами України і не виконання ремонтних робіт. Законодавство лише зазначає, що такий громадянин не отримує компенсацію внаслідок другого прильоту і все, не передбачено жодних підстав для подання до суду або арештів майна громадян. Шлях вирішення: прийняття чіткого механізму відповідальності заявників за нецільове використання коштів при нинішніх умовах зміни лінії бойового зіткнення.
- на практиці виникає дуже суттєва проблема відмежування частково пошкодженого майна від повністю зруйнованого майна. Існують лише поняття пошкодженого та зруйнованого майна, однак нормативної оцінки за характерними ознаками, наприклад руйнування фундаментів будинку, або несучих конструкцій стін будинку або ще якихось ознак немає. Шлях вирішення: встановлення характерних законодавчо закріплених ознак розмежування частково пошкодженого майна від зруйнованого, наприклад прийняття спеціалізованого ДБН з цього приводу.

- ще одною дуже суттєвою проблемою є встановлення гранично допустимих виплат компенсації за програмою «Є-Відновлення», а саме для квартир в багатоквартирних будинків – 350 тисяч гр., для приватних будинків – 500 тис. гривень [2]. Суми компенсації залежать від характеру пошкоджень та квадратури будинків та квартир, тобто якщо під час проведення огляду комісією нараховується сума, яка перевищує вищевказані суми, то заявнику просто відмовляють у наданні компенсації, вказавши, що необхідно звернутися до волонтерів, благодійних організацій для того, щоб вони допомогли виконати деякі ремонтні роботи, а потім звертатися знову до комісії «Є-Відновлення». Враховуючи ці обставини, виникають безліч конфліктних ситуацій між членами комісії та заявниками. Шлях вирішення: залишити можливість надання компенсації громадянам України, не враховуючи граничні суми компенсації. Тобто, якщо заявнику по квадратурі будинку нараховано, наприклад, 700 тисяч гривень, то залишити нарахування в межах 500 тисяч гривень, як граничної суми можливої компенсації, а не відмовляти взагалі в наданні компенсації.

Висновки. Комісії «Є-Відновлення» продовжують працювати в умовах продовження бойових дій, однак законодавцю необхідно звернути увагу на цілий комплекс проблем при практичному застосуванні державної програми «Є-Відновлення», оскільки вистачає на теперішній час і судових проваджень внаслідок оскарження дій або бездіяльності членів комісії, також необхідно звернути особливу увагу чіткого визначення розмежування понять «пошкоджене майно» та «зруйноване майно».

Література

1. Закон України №2923 Про компенсацію за пошкодження та знищення окремих категорій об’єктів нерухомого майна внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України, та Державний реєстр майна, пошкодженого та знищеного внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України – Електронний ресурс: офіційний сайт Верховної Ради України - https://www.rada.gov.ua/ - дата звернення 28.09.2025
2. Постанова Кабміну №381 від 21.04.2023 Про затвердження Порядку надання компенсації для відновлення окремих категорій об’єктів нерухомого майна, пошкоджених внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації, з використанням електронної публічної послуги “єВідновлення” – офіційний сайт Верховної Ради України – Електронний ресурс: https://www.rada.gov.ua/ - дата звернення 28.09.2025
3. Постанова Кабміну №600 від 30.05.2023 Про затвердження Порядку надання компенсації за знищені об’єкти нерухомого майна - Електронний ресурс: https://www.rada.gov.ua/ - дата звернення 28.09.2025
4. Бажал Ю. М. «Відновлення науково – інноваційного потенціалу України: від підприємницьких до інноваційних університетів» - Наукові записки НаУКМА, Економічні науки – 2024 р. – с.3-9

5. «Є – відновлення: умови та механізм надання компенсації» - Електронний ресурс: https://mindev.gov.ua/news/yevidnovlennia-dlia-zakhysnykiv-nahaduiemo-iak-skorystatysia-prohramoiu-kompensatsii-za-znyshchene-zhytlo - дата звернення 25.09.2025
6. Запатріна І. В., Шатковська А. О. «Досвід післявоєнного відновлення міст світу: уроки для України» за підтримки Агентства США з міжнародного розвитку (USAID), в рамках Проєкту USAID «Економічна підтримка України» - Київ, 2023 рік – 85 ст.

11. КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА – ЦЕ ГЕНЕТИЧНИЙ КОД ДЕРЖАВИ

Свічинська Ю.О., експерт з технічного обстеження будівель і споруд
Приватне підприємство «МІДАС ФІНАНС ГРУП»

Культурна спадщина – це генетичний код кожної держави. Територія сучасної України пам'ятає тисячоліття історії, відбиті в архітектурних пам'ятках, що дійшли до наших днів. Збереження культурного надбання нашої країни – відповідальність, яка лежить на кожному послідуючому поколінні.

Політичний устрій держави, технічні досягнення, територіальні особливості, економічний та соціально-культурний рівень суспільства завжди знаходять своє відображення в архітектурі.

Минулі покоління стали свідками того, як радянська влада перетворювала європейський класицизм і ампір в архітектурі на прості функціональні форми, фактично знищуючи «буржуазну естетику» навіть уже зведених споруд. Розкішні палаци пристосовували під комунальні квартири; пілястри та декоративна ліпнина деяких будівель збивалися й вивозилися, немов будівельне сміття. На жаль, нові політичні течії, окрім поширення власних ідеалів, часто цілеспрямовано руйнують створене «попередниками» – не замислюючись над тим, що все створене є частиною нашої історії та культури.

Іншим руйнівним чинником історичних пам'яток залишається час: фізичне зношення конструкцій і відсутність належного захисту, навіть тих будівель, що перебувають під охороною держави. У сучасних реаліях ми спостерігаємо занедбання великої кількості будинків із багатою історією: палац Остен-Сакенів у Київській області, палац Терещенків на Житомирщині, палац Дубецьких на Одещині. Кожна з цих будівель є унікальною — вона зберігає в своїх стінах величну історію, яка з кожним роком усе більше перетворюється на руїни. Свою трагічну лепту внесла і війна: зруйновано чи пошкоджено Спасо-Преображенський собор в Одесі, Свято-Успенська Святогірська Лавра в Донецькій області, Донецький академічний обласний драматичний театр в Маріуполі, Маєток Лібермана (Будинок Національної спілки письменників України) у Києві та багато інших. На кінець грудня 2024 року через російську агресію на території України було пошкоджено 1255 пам'яток культурної спадщини.

Працюючи з архітектурною спадщиною, зокрема із будівлями, зруйнованими внаслідок бойових дій, я постійно стикаюся з головною проблемою — відсутністю будь-якої проектної чи технічної документації. Це унеможливлює достовірне відтворення первісного вигляду споруди. Проте настане час, коли ми відновлюватимемо зруйноване та відбудовуватимемо втрачене. Зробити це можна буде лише за наявності технічної бази даних.

Створення цифрового архіву для кожної будівлі архітектурної спадщини — це важливий крок до збереження історичної інформації. Такий архів має включати:

- якісно оцифровану наявну проектну документацію;
- фотофіксацію минулих років;
- відомості про проведені реставраційні роботи;
- відтворення втраченої документації на основі проведених натурних досліджень: обмірні креслення, створення 3D моделі будівлі, детальний опис використаних матеріалів по будівлі тощо.

Сучасні технології дають змогу відтворити втрачені дані: виконати детальні обмірні креслення, лабораторні дослідження матеріалів, 3D-сканування приміщень і фасадів для формування об'ємної комп'ютерної моделі. Це забезпечує точну фіксацію конструкцій, об'ємно-планувальних рішень та декоративних елементів. Використання квадрокоптерів дає змогу здійснювати фотофіксацію важкодоступних ділянок — на висоті або у зонах значних руйнувань. Сформовані дані мають зберігатись на серверах в цифрових форматах для їх безпечного збереження та зручності використання в сучасних умовах. Таким чином, цифровий архів стає інструментом не лише для збереження пам'яті, а й для автентичного відтворення пошкоджених частин у процесі майбутньої реставрації.

Рішення щодо створення подібних архівів має бути ініційоване на рівні державних програм та законодавства. Створення цифрової бази даних пам'яток архітектури потребуватиме не один рік часу та праці команд спеціалістів із різних сфер діяльності: від істориків, архітекторів, геологів та ІТ-спеціалістів, які коректно оцифрують отримані дані та розроблять алгоритм збереження інформації.

Збереження архітектурної спадщини – це не лише питання пам'яті, а й показник рівня розвитку суспільства. Впровадження цифрового архіву стане підґрунтям для реставраційних робіт, наукових та історичних досліджень, формування відповідального ставлення до історичного середовища. Цифрова база даних – це не лише технологічний крок, а прояв поваги до тих, хто творив архітектурне обличчя України та відповідальність перед тими, хто його успадкує.

Література

1. Міністерство культури та стратегічних комунікацій України. 1255 пам'яток культурної спадщини постраждали в Україні через російську агресію станом на кінець грудня 2024 року. [Електронний ресурс]. URL: https://mcsc.gov.ua/news/1255-pamyatok-kulturnoyi-spadshhyny-postrazhdaly-v-ukrayini-cherez-rosijsku-agresiyu-stanom-na-kinecz-grudnya-2024-roku/

12. БУДІВЛІ З НУЛЬОВИМИ ВИКИДАМИ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ

Безлюбченко О.С., к.т.н., доцент, Кривко Є.В., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Відбудова українських міст після війни – не лише питання швидкості, а й якості, стабільності та майбутньої енергонезалежності. У цьому контексті будівлі з нульовими викидами (Zero-Emission Buildings, ZEB – будівлі, які не генерують чистих викидів вуглекислого газу під час експлуатації з поєднанням надвисокої енергоефективності та відновлюваних джерел енергії) мають стати не опцією, а архітектурною та енергетичною нормою. Україна, як кандидат на членство в ЄС, зобов'язана імплементувати положення European Green Deal («Європейський зелений курс» – стратегія ЄС щодо кліматичної нейтральності до 2050 року), яка вимагає повної декарбонізації будівельного сектору до 2050 року та введення обов'язкових ZEB-стандартів для всіх нових будівель з 2030 року [1]. Це досягається за рахунок: надвисокої енергоефективності (мінімізація потреби в енергії), повного енергозабезпечення від відновлюваних джерел енергії (наприклад, сонячних панелей, теплових насосів), використання матеріалів із низьким вбудованим вуглецевим слідом.

Крім того, Ukraine Facility («Український фонд» – новий фінансовий інструмент ЄС запущений у 2024 році для підтримки України в умовах війни та на шляху до членства в ЄС. Обсяг – понад €50 млрд на 2024–2027 роки [2]. Фонд спрямований на: стабілізацію економіки (макрофінансова допомога), реалізація реформ (зокрема в енергетиці, будівництві, управлінні), сталу відбудови інфраструктури, зокрема енергоефективності, «зеленої» енергетики та будівництва з нульовими викидами [2]. Це ключовий механізм імплементації European Green Deal в Україні.

Особливо перспективним напрямком є висотне житлове будівництво за ЗЕБ-стандартами. Воно дозволяє:

- ефективно використовувати обмежені міські території;
- пошкодити вуглецевий слід на одиницю житлової площі;
- інтегрувати відновлювані джерела енергії (ВДЕ), зокрема фотовольтаїчні модулі (сонячні панелі) та теплові насоси, без використання додаткової землі;
- створити компактну, енергоефективну інфраструктуру міста [3].

Методом цієї роботи є обґрунтування ролі ZEB – зокрема високих житлових комплексів – як основи сталого відновлення українських міст, з аналізом технологічних, нормативних та економічних умов їх впровадження.

Використано методи кейс-стаді, порівняльного аналізу та оцінки витрат за життєвий цикл (Life Cycle Costing, LCC – метод економічної оцінки, який враховує всі витрати на будівництво від проектування до демонтажу). Досліджено провідні проекти, чинне українське законодавство (ДБН В.2.6-31:2023) та механізми ЄС (EPBD –Директива про енергетичні характеристики будівель, Renovation Wave – «Хвиля реконструкції», Ukraine Facility).

Європейський досвід підтверджує можливість масштабування ZEB у висотному секторі:

- Bolueta Tower (Більбао, Іспанія) – 28-поверхова житлова вежа, сертифікована за стандартом Passive House («Пасивний будинок» – міжнародний стандарт

надвисокої енергоефективності), споживає ≤15 кВт·год/м²/рік на опалення. Це найвища пасивна будівля у світі, що призводить до технічної зрілості підходу [4].

- Powerhouse Brattørkaia (Тронхейм, Норвегія) – 18-поверхова будівля, яка генерує на 240% більше енергії, ніж споживає, навіть у північному кліматі. Ключові технології: інтегрована фотовольтаїка на фасаді (BIPV – будівельно-інтегрована фотовольтаїка), геотермальна система, розумне управління енергією [5].

Технологічні рішення для українських умов:

- використання CLT (Cross-Laminated Timber – дерев'яна панель перехресного шарування) знижує вбудований вуглецевий слід (вміщений вуглець – викиди CO_2 від виробництва матеріалів) на 30–50% за рахунок бетону;
- фасадна фотовольтаїка (BIPV) та повітряні теплові насоси – оптимальні для українського клімату (інсоляція 1000–1300 кВт·год/м²/рік);
- системи механічної вентиляції з рекуперацією тепла (MVHR – Mechanical Ventilation with Heat Recovery) та системи енергоменеджменту (EMS – Energy Management System) забезпечують ефективне управління енергією у великому об'ємі.

Економічна доцільність:

- знижується на 15–25% вищу початкову вартість, LCC ZEB на 20–30% нижчий за 30 років експлуатації з мінімальними енерговитратами [6];
- «зелена іпотека» (спеціальний іпотечний продукт із зниженою ставкою для енергоефективного житла, як у Польщі чи Німеччині) знижує відсоткову ставку на 0,5–1,5%, що прискорює окупність на 3–5 років [7];
- у рамках Ukraine Facility можливе фінансування до 50% капітальних витрат на енергомодернізацію, що робить ZEB конкурентоспроможним у масовому сегменті [2].

Аспекти впровадження ZEB у висотному секторі України.

Особливістю українського ринку є переважання багатоквартирного житла, що робить висотні ZEB не лише екологічним, а й соціально справедливим рішенням – енергоефективність стає доступною для масового сегменту, а не лише для індивідуальних будинків. Крім того, висотки дозволяють максимально використати сонячний потенціал: за розрахунками, фасад і дах 20-поверхової будівлі площею 10 000 м² можуть розмістити до 1,5 МВт сонячної потужності, що забезпечує електроенергією не лише будинок, а й сусідні об'єкти [8].

Наразі ДБН В.2.6-31:2023 впроваджує вимоги до майже нульового енергоспоживання (nZEB), що є важливим кроком, але недостатнім для повної відповідності ZEB. Для переходу до нульових викидів необхідно:

- включити обов'язкову оцінку вбудованого вуглецю (embodied carbon) у проектну документацію;
- передбачити мінімальний обсяг відновлюваних джерел енергії на об'єкті (наприклад, ≥50% від річного споживання);
- стимулювати використання локальних біоматеріалів, зокрема деревини з відновлюваних лісів, що знизить залежність від імпортних ресурсів [9].

Перші кроки вже зроблено: у Львові реалізовано проєкт EcoHome – перший в Україні житловий будинок за стандартом nZEB, а в Києві розробляється концепція ZEB-кварталу. Однак для масштабування потрібна державна стратегія, яка поєднає нормативне регулювання, фінансові інструменти («зелена іпотека», субсидії) та підготовку кадрів за міжнародними стандартами (наприклад, Passive House Designer). Лише так Україна зможе перетворити відбудову та можливість побудови міст майбутнього – енергонезалежних, безвуглецевих і комфортних для людей.

Висновки. Будівлі з нульовими викидами – не тільки екологічний імператив, а й стратегічна основа сталого відновлення українських міст. Для їхнього масштабування необхідно:

1. Оновити ДБН з урахуванням ЗЕБ-вимоги.
2. Запустити пілотні багатоповерхові ЗЕБ-проєкти у Києві, Львові, Харкові з підтримкою ЄС.
3. Впровадити «зелену іпотеку» та субсидії на ВДЕ.

Україна має унікальну можливість будувати нове міське середовище – енергонезалежне, безвуглецеве та людино-орієнтоване.

Література

1. Європейська зелена угода [Електронний ресурс] / Європейська комісія. – Брюссель, 2019. – URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (дата доступу: 24.10.2025).
2. Механізм допомоги Україні: Рада ухвалює рамкову програму макрофінансової допомоги та інвестицій [Електронний ресурс] / Європейська Рада. – Брюссель, 2024. – URL: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/03/15/ukraine-facility-council-adopts-macro-financial-assistance-and-investment-framework/ (дата доступу: 24.10.2025)
3. Нульові викиди до 2050 року: дорожня карта для світового енергетичного сектору [Електронний ресурс] / Міжнародне енергетичне агентство (МЕА). – Париж, 2023. – URL: https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050 (дата доступу: 24.10.2025).
4. Вежа Болуета – висотка пасивного будинку [Електронний ресурс] / Інститут пасивного будинку. – Дармштадт, 2020. – URL: https://passivehouse.com/02_informations/02_projects/2020_bolu (дата доступу: 24.10.2025).
5. Powerhouse Brattørkaia [Електронний ресурс] / Snøhetta. – Осло, 2019. – URL: https://snohetta.com/projects/455-powerhouse-brattorkaia (дата звернення: 24.10.2025).
6. Калькуляція життєвого циклу енергоефективних будівель [Електронний ресурс] / BUILD UP – Платформа ЄС. – Брюссель, Північна Дакота – URL: https://www.buildup.eu/en/practices/publications/life-cycle-c (дата доступу: 24.10.2025).
7. Зелені іпотеки в Європі: тенденції ринку [Електронний ресурс] / Європейська іпотечна федерація. – Брюссель, 2023. –URL: https://www.hypo.org/topics/green-mortgages/ (дата доступу: 24.10.2025).
8. Solar energy potential in urban high-rises [Electronic resource] / European Environment Agency. – Copenhagen, 2024. – URL:

https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/solar-energy-potential (date of access: 25.10.2025).

9. ДБН В.2.6-31:2023. Термічна ізоляція будівель [Text] / Міністерство розвитку громад та територій України. – Київ, 2023. – URL: https://www.minregion.gov.ua (date of access: 25.10.2025).

13. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ 3D-ДРУКУ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ ТА ЧАСОВИХ РАМОК

Безлюбченко О.С., к.т.н., доц., Сидоренко А.С., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м. Харків

Масштабні руйнування житлового фонду та інфраструктури ставлять перед будівельною галуззю України виклик швидкої та ефективної відбудови. Традиційні методи часто є занадто повільними та ресурсоємними. У цьому контексті адитивні технології (3D-друк) розглядаються як дієвий інструмент прискорення. В Україні вже існують проєкти, як-от «3D Ukrainian City», що мають на меті створення інноваційних мікрорайонів, які можуть стати зразком для масштабної відбудови [1].

Ключовими перевагами є швидкість зведення та можливість використання локальних рішень, що мінімізує залежність від ускладненої післявоєнної логістики [1].

Тим не менш, імплементація технології стикається зі значними бар'єрами. Будівельна галузь України залишається досить консервативною, а для повноцінного впровадження 3D-друку бракує чітких державних норм та стандартів (ДБН), які б дали технології «зелене світло» [2].

Метою даних тез є аналіз ключових особливостей проєктування та вибору матеріалів для 3D-друку, що є критичними для його адаптації до умов обмежених ресурсів та часових рамок при відбудові України.

Особливості проєктування полягають у відході від стандартних прямокутних форм на користь **топологічної оптимізації**. Це дозволяє не лише створювати нові архітектурні форми, але й раціонально використовувати матеріал, знижуючи його витрати. Крім того, технологія 3D-друку дозволяє мінімізувати потребу в подальшому оздобленні стін, оскільки їх фарбування може відбуватись безпосередньо під час друку [1].

Ключовим фактором успіху є **склад будівельних сумішей** та логістика. Залежність від дорогих імпортних сумішей нівелює економічний ефект. Тому першочерговою задачею є розробка та застосування сумішей на основі **місцевої сировини** та **рециклінгу**. Це є особливо актуальним з огляду на величезні обсяги будівельних відходів від руйнувань. Сучасні наукові дослідження підтверджують технічну можливість створення ефективних бетонних сумішей для 3D-друку з використанням, наприклад, **переробленого піску з будівельних відходів** (C&DW), які демонструють належні показники міцності [3]. Такий підхід дозволяє одночасно вирішувати проблему утилізації будівельного сміття.

Для оцінки доцільності технології для конкретного об'єкта відбудови (наприклад, амбулаторія чи малоповерховий будинок) пропонується використовувати матрицю рішень (Табл. 1).

Висновки. 3D технології мають значний потенціал для прискорення відбудови України. Проте їх успішна реалізація вимагає системного підходу, що включає адаптацію проєктних рішень (топологічну оптимізацію) та науково-технічну розробку будівельних сумішей на основі місцевої та вторинної сировини [3]. Головним бар'єром

на сьогодні залишається відсутність чіткої державної нормативної бази (ДБН) для стандартизації та сертифікації таких будівельних об'єктів [2].

Таблиця

Матриця порівняльного аналізу технологій відбудови

Параметр порівняння	**Традиційне будівництво (газоблок/цегла)**	**Модульне будівництво (готові модулі)**	**3D-друк (адаптований)**
Час зведення "коробки"	Повільний (тижні/місяці)	Дуже швидкий (монтаж за дні)	Швидкий (друк стін за дні)
Потреба у робочій силі	Висока (кваліфіковані муляри, бетонники)	Низька (бригада монтажників, кранівник)	Низька (2-3 оператори принтера)
Логістика матеріалів	Складна (багато компонентів: блоки, цемент, пісок, арматура)	Складна (доставка великогабаритних модулів)	Спрощена (доставка суміші або компонентів)
Використання місцевої/вторинної сировини	Низьке/середнє	Майже нульове (заводське виробництво)	**Дуже високе** (можливість використання рециклінгу)
Гнучкість проєктування	Середня (переважно прямокутні форми)	Низька (обмежена геометрією модулів)	**Висока** (криволінійні форми, топологічна оптимізація)
Залежність від енергопостачання	Середня	Низька (на етапі монтажу)	Висока (стабільна робота принтера)

Література

1. 3D Ukrainian City – проєкт майбутнього для відбудови України // *Speka*. 05.07.2024. URL: https://speka.ua/business/3d-ukrainian-city-projekt-maibutnyogo-dlya-vidbudovi-ukrayini-vm4417 (дата звернення: 26.10.2025).
2. 3D-друк будинків: які тенденції в Україні? // *Арма Експерт*. 11.04.2024. URL: https://arma.ks.ua/news/3d-druk-budynkiv-iaki-tendentsii-v-ukraini (дата звернення: 26.10.2025).
3. Le T. T. et al. Hardened properties of 3D printed concrete using recycled sand from construction and demolition waste // *Construction and Building Materials*. 2023. Vol. 364, 129993. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129993.

14. ІСТОРИКО-АНАЛІТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ ВЕРТОЛІТНИХ МАЙДАНЧИКІВ У СТРУКТУРІ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Безлюбченко О.С., к.т.н., доцент, Івахно О.В., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків

Активний розвиток транспортної інфраструктури виступає одним із ключових чинників сталого розвитку сучасних міст. У XXI столітті питання інтеграції авіаційних елементів у міське середовище набуває дедалі більшої актуальності, зумовленої зростанням урбанізації, потребою у високій мобільності населення, а також необхідністю швидкого реагування на надзвичайні ситуації. Особливо це питання актуалізується для України, де в умовах воєнного стану та перспективної масштабної відбудови після руйнувань внаслідок збройної агресії постає потреба у формуванні гнучкої транспортної системи, здатної забезпечити ефективну логістику, медичну евакуацію та оперативну доставку вантажів [1, с. 28].

Метою дослідження є виявлення історико-аналітичних передумов розвитку вертолітних майданчиків як складової міської інфраструктури, аналіз закономірностей їхнього становлення у світовій та вітчизняній практиці, а також визначення потенціалу інтеграції таких об’єктів у сучасну структуру українських міст.

Перші спроби використання вертолітних майданчиків у межах урбанізованого простору з’явилися у середині XX століття, коли зростання ролі вертольотів як транспортного засобу вимагало створення спеціалізованих місць для їхнього базування та обслуговування. У 1940–1950-х роках у США, Великій Британії та Франції почали формуватися перші концепції «повітряних станцій» у межах міст, що дозволяло забезпечити швидкий зв’язок між адміністративними, медичними та промисловими об’єктами. У 1960–1970-х роках з розвитком теорії «аероурбанізації» розглядалася можливість інтеграції малої авіації у загальну транспортну систему мегаполісів [2, с.47].

В Україні розвиток вертолітних майданчиків бере свій початок у 1970–1980-х роках, коли при великих промислових підприємствах, лікарнях і державних установах створювалися невеликі майданчики для прийому вертольотів цивільної авіації [3, с.115]. Однак через економічні обмеження та централізований характер планування ці об’єкти не набули системного розвитку. Після здобуття незалежності у 1991 році інтерес до міської вертолітної інфраструктури тимчасово згас, що було пов’язано з економічною кризою, відсутністю нормативно-правової бази та скороченням використання малої авіації.

Поновлення інтересу до теми спостерігається з початку 2010-х років, коли в Україні почала формуватися бізнес-авіація та з’явилися перші приватні ініціативи зі створення вертолітних майданчиків у межах міських територій. Водночас відсутність єдиних стандартів проєктування, а також складність узгодження питань безпеки з органами авіаційного нагляду стримували подальший розвиток цього напряму [4, с.34]. Після 2020 року, із запуском програми аеромедичної евакуації, роль вертолітних майданчиків істотно зросла, а потреба у створенні спеціалізованих об’єктів при лікарнях та логістичних центрах стала нагальною [1, с.30].

На сучасному етапі, станом на кінець 2025 року, в Україні формується новий підхід до розвитку вертолітної інфраструктури, який враховує досвід країн

Європейського Союзу та стандарти Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO Annex 14, Volume II) [4, с.56]. Відповідно до цих норм, розміщення вертолітних майданчиків у межах населених пунктів потребує комплексного врахування безпекових, санітарних, шумових і екологічних аспектів. Особливу увагу приділяють аналізу щільності забудови, радіусів підльоту, вітрових умов і наявності вільних зон для безпечного зльоту та посадки [5, с.11].

Вертолітні майданчики у структурі міста виконують низку ключових функцій. Вони забезпечують оперативне реагування служб екстреної допомоги, підтримують систему медичної евакуації, сприяють розвитку бізнес-комунікацій і туризму, а також можуть стати важливим елементом логістичної мережі у системі післявоєнного відновлення територій [1, с.33, 3, с.117]. 1Їхнє впровадження особливо важливе для великих агломерацій, де автомобільна інфраструктура перевантажена, а час реагування на надзвичайні ситуації має критичне значення.

Аналіз історико-аналітичних даних дозволяє зробити висновок, що розвиток вертолітних майданчиків є закономірним етапом еволюції транспортно-комунікаційних систем міст. Від перших експериментальних платформ середини XX століття до сучасних багатофункціональних аерохабів простежується чітка тенденція до інтеграції вертикальної мобільності у міське середовище [4, с.51]. В умовах сучасної України ця тенденція поєднується із стратегічними потребами держави у забезпеченні національної безпеки, підвищенні мобільності, оперативності транспортування та створенні інфраструктури подвійного призначення [1, с.35].

Результати дослідження свідчать, що ефективний розвиток вертолітних майданчиків можливий лише за умови поєднання містобудівних принципів, технологічних стандартів авіаційної безпеки та екологічних вимог [4, с.59, 5, с.22]. Це вимагає створення єдиної системи планування, у якій майданчики розглядаються як частина комплексної транспортної мережі міста. Такий підхід дає змогу оптимізувати просторову структуру населених пунктів, скоротити час реагування у кризових ситуаціях та підвищити загальний рівень мобільності населення.

Таким чином, історико-аналітичні передумови свідчать, що розвиток вертолітних майданчиків є не лише технічною або транспортною потребою, а й важливим напрямом урбаністичного та стратегічного планування. Для України це питання має особливе значення в контексті післявоєнної відбудови, розвитку медичної та гуманітарної авіації, а також інтеграції у європейський простір повітряної мобільності. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розроблення рекомендацій щодо розміщення та проєктування вертолітних майданчиків з урахуванням містобудівних, екологічних і безпекових аспектів, що стане вагомим внеском у формування сучасної системи міського простору України.

Література

1. Шевченко Л. В. Післявоєнна відбудова транспортної інфраструктури України: стратегічні пріоритети та виклики урбанізації // Урбаністичні студії. – 2024. – №1 (10). – С. 27–36.
2. Ковальчук О. В. Інтеграція малої авіації в транспортну систему міста: історичні передумови та сучасні виклики // Вісник Національного авіаційного університету. – 2023. – №2 (68). – С. 45–53.

3. Соколенко І. П. Містобудівні аспекти розвитку повітряного транспорту у великих містах України // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2022. – Вип. 62. – С. 112–119.
4. ICAO Annex 14, Volume II. Heliports. International Standards and Recommended Practices. – International Civil Aviation Organization, 2023. – 4th ed. – 156 p.
5. ДБН В.2.5-79:2014. Аеродроми. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 74 с.

15. БЕЗБАР'ЄРНІ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦІЙНІ ПРОСТОРИ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ

Бабенко М.В., викладач «спеціаліст»
Відокремлений структурний підрозділ «Житлово-комунальний фаховий коледж Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова», м. Харків

Післявоєнне відновлення українських міст — це не лише процес відбудови зруйнованої інфраструктури, а й можливість сформувати нову якість міського середовища, орієнтовану в першу чергу на людину, відходячи від радянської філософії орієнтування на устрій держави та верстви населення.

Одним із ключових напрямів сучасного урбаністичного розвитку є створення безбар'єрних ландшафтно-рекреаційних просторів, які поєднують естетичну, соціальну та психологічну функції. Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 Зміна №1 [1], який набере чинності з 01 січня 2026 року, було уточнено термін «ландшафтно-рекреаційні території» – мережа ділянок озеленення та інших відкритих просторів різного призначення розташованих на території населених пунктів та приміських зон, так і на міжселенних територіях, зокрема ландшафтних комплексів, рекреаційних зон, курортів та оздоровчих місцевостей, об'єктів культурної спадщини та туристичних зон, територій природно-заповідного та водного фондів, водозахисних, полезахисних, транспортно-розподільних озеленених смуг та інших об'єктів зеленого господарства. Такі простори мають стати комфортними для всіх категорій населення — людей з інвалідністю, ветеранів війни, учасників бойових дій, людей із дітьми, людей похилого віку та загалом маломобільних груп населення. Безбар'єрність у цьому контексті виступає не лише архітектурно-будівельною вимогою, а філософією простору без обмежень, у якому кожна людина має рівні можливості для пересування, спілкування та відпочинку. Розвиток безбар'єрного середовища є показником цивілізованості суспільства, його відкритості та соціальної зрілості.

Безбар'єрне середовище є необхідною умовою сучасного функціонування міського середовища, а ступінь його розвитку свідчить про пріоритети та рівень прогресу як окремих населених пунктів, так і країни в цілому. На сьогодні безбар'єрність в Україні виступає новою філософією суспільства без обмежень, в основі якої забезпечення рівних прав і можливостей для усіх груп населення. В Україні формування принципів доступності та інклюзивності визначено Національною стратегією зі створення безбар'єрного простору до 2030 року, в межах якої закладено права кожної людини основні: фізична та інформаційна доступність, цифрова грамотність, соціальна, освітня та економічна незалежність.

У післявоєнний період проблема створення доступного середовища набуває особливого значення. Значна частина населення України зазнала фізичних і психологічних травм, а тому міське середовище має бути не лише функціональним, а й відновлювальним та безпечним. В такому випадку ландшафтно-рекреаційні простори стають місцями, де мешканці можуть відновити внутрішній баланс, спілкуватися між собою, відпочивати, брати участь у громадському житті та відчувати себе безпечно та комфортно. Тому питання їх безбар'єрності повинно мати пріоритетне значення.

Формування ландшафтно-рекреаційних територій в структуру яких входять і пішохідні простори, повинно базуватися на принципах універсального дизайну, який

полягає у створенні середовища, зручного для всіх без потреби додаткової адаптації, зокрема при формуванні інклюзивних маршрутів. Основними перевагами проєктування інклюзивних маршрутів є:

- соціальна взаємодія – сприяння контактам і взаєморозумінню між різними соціальними групами населення, допомога один одному;
- економічна привабливість – підвищення туристичного потенціалу, розвиток малого бізнесу, створення нових робочих місць, розвиток туристичних маршрутів;
- підвищення якості життя – комфортне пересування маломобільних груп населення, що позитивно впливає на їх соціальну активність та комфортність їх життя;
- архітектурно-просторова привабливість міського простору – перетворення сельбищних територій під сучасні вимоги архітектурно-будівельних рішень у просторовій доступності міста.

Безбар'єрні ландшафтно-рекреаційні простори повинні бути запроєктовані відповідно до низки принципів:

- принцип доступності передбачає безперешкодний рух доріжками, алеями, тротуарами, подолання перепадів висот (бортовий камінь), зокрема у вигляді нульового рівня бортового каменю на пішохідних переходах, облаштування пандусів, проєктування рельєфу без сходів, зручних переходів, велодоріжок, можливість тривалого і короткочасного відпочинку;
- принцип зручності полягає в адаптації простору, пристосовуючи умови під потреби й можливості усіх користувачів, у тому числі людей з інвалідністю, дітей, людей похилого віку; у забезпеченні комфортного мікроклімату, рекреаційних; інформаційне наповнення територій для навігації та простота маршрутів;
- принцип безпечності охоплює вимоги до якості покриттів, освітлення, наявності систем відеоспостереження, тактильних елементів, контрастного маркування, надійних огороджень і організованих місць переходів (підземних й надземних), наявність споруд захисту (укриттів), зокрема мобільних укриттів; сучасні й екологічні матеріали дитячих обладнань, малих архітектурних форм тощо; безпеки деревних рослин.

Принцип інформативності забезпечує зрозумілу навігацію, знаки орієнтації, дублювання інформації у візуальній, звуковій та цифровій формах, можливість користування мобільними застосунками; представлення інформаційного контенту у різних форматах (відео, звук, текст) для зручності усіх категорій користувачів; наявність й оповіщення про спеціальні послуги (наявність пандусів, людей для супроводу тощо, сигнали повітряної тривоги та маршрути знаходження укриття); актуальність інформації про середовище і її регулярне оновлення.

Реалізація зазначених принципів при відновленні міських парків, скверів, бульварів, житлових садів, майданчиків, площ та інших територій дозволяє створити єдину мережу безбар'єрних маршрутів, що поєднують житлові квартали, громадські центри, об'єкти соціальної інфраструктури, зупинки громадського транспорту. Такі маршрути не лише підвищують мобільність населення, а й сприяють формуванню екологічно збалансованого середовища.

Варто зазначити, що окремої уваги заслуговує питання ландшафтного відновлення територій, пошкоджених унаслідок воєнних дій. При реконструкції об'єктів, які входять в структуру ландшафтно-рекреаційних територій доцільно використовувати природоорієнтовані рішення: екологічні матеріали, водопроникні покриття, зелені насадження (деревні й чагарникові породи, виткі та квіткові рослини, газонні й злакові трави, що відновлюють і створюють окремий мікроклімат і зменшують пилове, шумове, газове навантаження на окрему ділянку. Інтеграція природних елементів, нових деревних рослин, які будуть естетично привабливими та які виконують основні функції зелених насаджень, у структурі міста не лише підвищить естетичну якість середовища, а й створить сприятливі умови для реабілітації населення.

У післявоєнних умовах безбар'єрні ландшафтно-рекреаційні простори можуть виконувати й соціально-психологічну функцію – бути місцем реінтеграції ветеранів, учасників бойових дій, внутрішньо переміщених осіб, а особливо дітей війни. Організація доступних зелених зон із тишею, відпочинком, спілкуванням та появою творчої активності буде сприяти відновленню довіри в суспільстві й зміцненню соціальної згуртованості громад. Створення таких просторів уже сьогодні необхідно проєктувати, причому лише за умов тісної співпраці архітекторів, урбаністів, ландшафтних дизайнерів, представників громадськості та органів влади. Важливо не просто відновлювати окремо пошкоджені ділянки, а переосмислювати їхнє значення у системі міста, формуючи нову просторову ідентичність, закладаючи ідею та сенс з відкритістю, доступністю, інклюзивністю

Отже, безбар'єрні ландшафтно-рекреаційні простори є важливим чинником післявоєнного відновлення українських міст. Вони забезпечують не лише фізичну доступність середовища, а й сприяють соціальній інтеграції, психологічному оздоровленню та формуванню сучасного естетично привабливого образу міста. Впровадження принципів універсального дизайну, використання природоорієнтованих рішень і передових цифрових технологій у процесі реконструкції ландшафтних і пішохідних зон дозволить створити комфортне, а головне безпечне естетично привабливе середовище для всіх користувачів. Безбар'єрність не лише має стати, а вже стає фундаментальним критерієм у проєктуванні нових та оновлених просторів – символом відкритості, доступності та відродження України.

Література

1. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" №ДБН Б.2.2-12:2019. *Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва*. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3719055419235108718 (дата звернення: 20.10.2025).
2. Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 14.04.2021 № 366-р : станом на 25 берез. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/366-2021-p#Text (дата звернення: 20.10.2025).

16. ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ТИПІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ: РОЗРАХУНОК КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ

Піліпака Л.М., к.т.н., доц., Ничипорук Р.В., аспірант
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Післявоєнне відновлення міст – це не лише реконструкція інфраструктури, а й можливість нового планування простору. Сучасні умови потребують переосмислення підходів до організації міського середовища з огляду на соціальні, економічні та екологічні виклики.

Мета дослідження – створення інтегральної системи оцінювання типів міського планування для вибору оптимальної структури розвитку міста після війни. Для цього застосовується багатофакторний аналіз п’яти груп показників: економічних, соціальних, містобудівних, екологічних та характеристик території після бойових дій. Усі параметри об’єднано в єдиний індекс шляхом експертної та кількісної оцінки.

Таблиця 1

Групи та критерії

Група показників	**Основні критерії (показники)**
Економічна **(E)**	Вартість будівництва, економічна ефективність, стійкість проекту, доступність фінансових ресурсів
Соціальна **(S)**	Доступ до освітніх закладів, медичних закладів, громадських просторів, транспортна доступність, безпека
Містобудівна **(C)**	Функціональне зонування, транспортна інфраструктура, щільність забудови, інтеграція зелених зон, адаптація до кліматичних змін, інклюзивність
Екологічна **(EC)**	Зменшення викидів CO2, зелені зони, управління водними ресурсами, енергоефективність будівель, утилізація відходів
Післявоєнні **(D)**	Рівень руйнувань, доступність критичної інфраструктури, безпека, наявність житлових будівель, замінованість територій

Вагові коефіцієнти для кожної групи критеріїв визначаються експертним опитуванням за формулою:

$$\delta_p = \frac{\sum_{i=1}^{n} \delta_{ip}}{n}, \qquad (1)$$

де, n - число експертів, δ_{ip} - оцінка і-того експерта значимості р-ї групи, δ_p - “вага” групи.

Таблиця 2

Можливі (на нашу думку) показники ваги груп

Позначення	**E**	**S**	**C**	**EC**	**D**	**Сума**
Вага	0,2	0,3	0,2	0,15	0,25	1

Підсумкова інтегральна оцінка (індекс інтегральної системи , ISI) розраховується як зважена сума показників усіх груп:

$$ISI = \delta_E \sum_{i=1}^{4} \psi_i \cdot E_i + \delta_S \sum_{i=1}^{5} \psi_i \cdot S_i + \delta_C \sum_{i=1}^{6} \psi_i \cdot C_i + \delta_{EC} \sum_{i=1}^{5} \psi_i \cdot EC_i + \delta_D \sum_{i=1}^{5} \psi_i \cdot D_i, \qquad (2)$$

де, δ_{ip} - оцінка і-того експерта значимості р-ї групи, ψ - "вага" окремих показників в середині групи, E - економічна група показників вибору, S - соціальна група, C - містобудівна група, EC - екологічна група, D - група наявних показників вибору після військових дій.

Для порівняння у досліджені обрано три типи планувальних структур житлового району розміром 200х200 метрів (4га). Це умовна модель , що дозволяє однаково оцінити показники кожної структури.

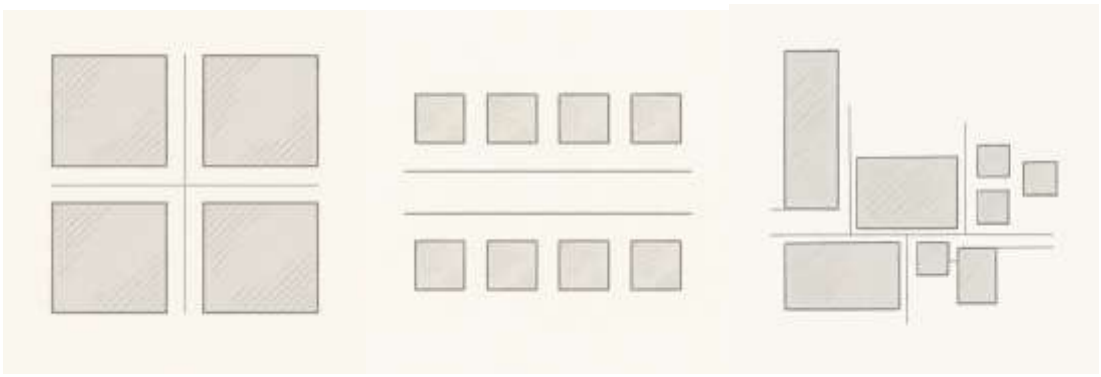


Рис. 1. Типи планувальних структур міста (сітчаста, лінійна, кластерна)

Сітчаста структура: рівномірне розміщення будинків у вигляді прямокутної сітки вулиць, 4-поверхова забудова середньої щільності, збалансоване функціональне зонування, розвинена інфраструктура.

Лінійна структура: індивідуальна забудова низької щільності уздовж витягнутих вулиць, значна частка зелених зон, приватність і комфорт, менша економічна ефективність.

Кластерна структура: забудова середньої поверховості (5–9 поверхів) з компактно розміщеними житловими та сервісними кластерами, комплексна інтеграція інфраструктури та зелених зон, орієнтація на функціональну доступність і сталість.

Для кожної структури може бути проведено оцінку показників у п'яти групах (економічні, соціальні, містобудівні, екологічні, післявоєнні) та уніфіковано їх за 10-бальною шкалою.

Сітчаста структура є збалансованою, характеризується сильними соціальними й містобудівними аспектами та має гарну інфраструктурну доступність. Лінійна структура комфортна і екологічно стабільна, але менш ефективна з економічної точки зору. Кластерна структура демонструє найвищі інтегральні оцінки за економічними та

містобудівними показниками, а також відзначається гарними соціальними та екологічними характеристиками, що робить її найефективнішою та найкомплекснішою серед розглянутих моделей.

Покажемо можливий розрахунок кількісних показників для групи (D) кластерної структури міста.

Таблиця 3

Група наявних показників вибору після військових дій (D)

Показник	Позначення	Значення	Одиниці виміру
5.1. Рівень руйнувань	D1	20	%
5.2. Доступність критичної інфраструктури	D2	75	% населення з доступом
5.3. Безпека	D3	6	Індекс (0-10)
5.4. Наявність житлових будівель	D4	3 будинки; 2-2,5 збережені при 20% руйнувань	кількість
5.5. Замінованість територій	D5	0,02; 1	км^2; інциденти

Висновки. Застосування інтегрального багатофакторного підходу дозволяє об'єктивно оцінити та порівняти ефективність різних типів міських планувальних структур у контексті післявоєнного відновлення.

Кластерна структура з середньо поверховою забудовою продемонструвала найкращі показники за сукупністю критеріїв і є найперспективнішою моделлю для формування якісного, сталого міського середовища. Однак у групі післявоєнних показників (D) кластерна структура не є найкращою серед порівнюваних типів, що підкреслює важливість врахування специфіки кожної ситуації.

Водночас вибір конкретної моделі потрібно адаптувати під конкретні територіальні, соціальні і економічні умови, а дослідження має продовжуватися із застосуванням реальних локальних даних.

Література

1. Ієн Бренкен. Методи міського планування: дослідження та політичний аналіз, 1981.
2. Піліпака Л.М., Ничипорук Р.В. Розробка підходу до вибору рішень з планування для зруйнованих та пошкоджених територій. Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context, 2025. 195-203 с.

17. ІНТЕГРАЦІЯ СУЧАСНОГО МИСТЕЦТВА ТА НАЦІОНАЛЬНИХ ОРНАМЕНТІВ В АРХІТЕКТУРУ ВІДНОВЛЮВАНИХ БУДІВЕЛЬ

Слободянюк К.О., студ. бакалаврату, Сандорі В.Л., студ. бакалаврату,
Петренко І.О., викл., асп.
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

Наша рідна країна переживає тяжкі часи: воєнне становище, постійні вибухи та руйнування будівель. Звертаючи увагу на минуле, ми можемо побачити історичні будівлі, які залишили цей український архітектурний подих в наш час в таких як: Троїцький собор(Чернігів, доба козацьких воїн), Рідна Школа (Львів, Модерн). Мета полягає в тому, щоб донести важливість національних орнаментів та архітектурних будівель, для осмислення архітектурного образу країни. Люди повинні розуміти які часи пережили наші предки, їх пам'ять та культурна спадщина повинна бути не за стінами музею, а на зовні, показувати свою справжню красу, цінність та символіку.

Поки сучасні проекти лише інтегрують у сучасне життя, значна частина будівель страждає від архітектурних недуг. Вони, наче хворі на візуальну неосмисленість, продовжують множити один одного на ctrl+C – ctrl+V (рис. 1), або навпаки робити візуальне перенавантаження що видирає очі (рис. 2). Їх єдина мета – швидкість та максимізація прибутку, а не створення гармонійного середовища.

Рис. 1. Багатоповерхові житлові будинки [1]

Рис. 2. Сучасні багатоповерхові будинки з хаотичним декором [2]

І якщо не цей шлях сірої ідентичності, то вони впадають в іншу крайність: намагаються приховати свою творчу безпорадність за допомогою агресивного, хаотичного декору. Фасади таких будинків страждають на справжнє візуальне перенавантаження – нагромадження кричущих кольорів, псевдо-елементів різних стилів та марних деталей, що створює ефект какофонії, яка не просто втомлює зір, а буквально виїдає очі своїми кольорами.

Такий підхід допоможе подолати архітектурну безликість. В наш час євроремонт та фасади стали однотипними та схожі один на одного. Завдяки

орнаментам, ми придаємо місцю індивідуальність, наче своє обличчя. Замало намалювати традиційного «перепілочка» на фасаді, треба розуміти мову цих малюнків, можна використовувати абстрактну композицію з металу та скла, яка допоможе будівлі заграти новими фарбами, завдяки грі світла.

Орнаменти – це не лише естетика, це мова, спосіб розповісти історію цього міста, регіону, країни.

Для відтворення складних орнаментів або створенні їх сучасних інтерпретацій, допоможуть новітні технології такі як: BIM-моделювання, 3D-друк, CNC-фрезерування.

Сучасні технології дозволяють вплітати традиційні орнаменти безпосередньо в будівлі. Це реалізується через:

- виготовлення декоративного бетону з рельєфними 3D-візерунками, що черпають натхнення з народних мотивів;
- застосування керамограніту з високоякісними принтами, що відтворюють красу української вишивки, для облицювання фасадів та інтер'єрів;
- використання лазерної різки для створення витончених металевих конструкцій, таких як балконні огородження та навіси, прикрашених традиційними узорами.

Художнє оформлення інтер'єру: мистецтво в громадському середовищі.

- Бетонні подвір'я з рельєфним геометричним малюнком, створеним методом штампування (рис. 3).
- Петриківський розпис на бетонних лавках: поєднання сучасного матеріалу та традиційного мистецтва.

Рис. 3. Пропоноване рішення у стилі «Бруталізму»

Основним елементом для творчого самовираження є поєднання цифрових художніх підходів і з будівельними процесами. Це досягається завдяки: включенню художніх елементів у проєктну документацію через:

- BIM-моделювання на етапі розробки, в публікації Springer Link – для створення складних культурно-детермінованих форм, а не тільки для керування проєктом;
- використання 3D-друку для виготовлення опалубки з унікальними орнаментами, що дозволяє створювати не повторні архітектурні деталі;
- застосуванню CNC-фрезерування для виготовлення декоративного бетону з вишуканими візерунками та рельєфами.

Рис. 4. Пропоноване рішення у стилі «Сучасний модерн»

Рис. 5. Комплекс «Петриківка» [3]

Рис. 6. Інтеграція українських орнаментів у фасадні частини

Світло та колір як інструменти акцентування. Сучасне мистецтво активно використовує ці елементи для підкреслення ідеї:

- архітектурна підсвітка: вночі підсвітка фасаду будинку-"вишиванки" драматично підкреслює орнамент, створюючи новий нічний образ (рис. 4). Відображає принцип етнічної (або національної) ідентичності в архітектурі, а також принцип декоративності та використання традиційних мотивів описаний у дослідженнях Springer Link.
- Кольорові акценти: у комплексі "Петриківка" (рис. 5) яскраві червоні, жовті та зелені елементи на білому тлі фасаду та козирки з кольоровим склом прямо відсилають до яскравої палітри петриківського розпису. Світлі фасадні панелі з орнаментами дають будівлі вигляд традиційних українських мотивів.

Висновки. Інтеграція національних орнаментів у сучасну архітектуру через сучасні технології відкриває шлях до формування унікальної української архітектурної ідентичності, що поєднує культурну спадщину з сучасними рішеннями. Цей підхід дозволяє подолати архітектурну безликість, створити емоційно знайоме середовище, перетворюючи будівлі з функціональних об'єктів на носіїв історичної пам'яті. Таким чином, поєднання традиційних орнаментів з сучасними матеріалами та технологіями стає основою для виникнення нової української архітектурної школи, де культурна спадщина оживає в актуальному містобудівному контексті.

Література

1. ЖК Масани Панорама, Чернігів. [Електронний ресурс]/ LUN Режим доступу : https://lun.ua/realty/2806125457?utm_source=copy (дата звернення: 20.10.2025).
2. ЖК Династія, Полтава. [Електронний ресурс]/ novobudovy Режим доступу : https://novobudovy.com/novobudovy-poltavy/dinastiya-poltava (дата звернення: 20.10.2025).
3. Матвєєва Л. Єдиний у світі храм, розписаний "Петриківкою": Таємниці та загадки символів унікального українського розпису [Електронний ресурс] / Інформаційно-новинний портал "Час Пік " 2021 – Режим доступу : https://vchaspik.ua/zhizn/498099-edinstvennyy-v-mire-hram-raspisannyy-petrikovkoy-tayny-i-zagadki-simvolov-unikalnoy (дата звернення: 20.10.2025).

18. УПРАВЛІННЯ ВТОРИННИМИ БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ ВІД РУЙНАЦІЇ У ЗАВДАННЯХ ВІДНОВЛЕННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ МАСШТАБНОГО РУЙНУВАННЯ

[1]Швидкий Д.С., асп., [1]Швець В.В., к.т.н., доц.,
[2]Соколенко К.В., PhD, ст. викл., [2]Соколенко В.М., к.т.н., доц.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця[1]
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ[2]

Повномасштабні бойові дії в Україні спричинили значні руйнування урбанізованих територій – знищення житлового фонду, промислових об'єктів, інженерних мереж і громадських просторів. Руйнування урбанізованих територій України внаслідок воєнних дій призвели до безпрецедентних масштабів утворення вторинних будівельних відходів від руйнації будівель та споруд (ВБВРБС) – складного суміщення уламків бетону, цегли, металевих і дерев'яних елементів, скла, асфальту, інженерних мереж і побутових залишків. За оцінками міжнародних експертів, сумарний обсяг будівельних відходів у зруйнованих регіонах може перевищувати 100 млн тон, що становить безпрецедентне екологічне та логістичне навантаження. Відновлення таких середовищ вимагає застосування системного підходу, який охоплює не лише технічну реконструкцію, а й стратегічне управління відновлювально-будівельними та роботами з реконструктивного перетворення як інструменту досягнення сталого розвитку. У цих умовах управління ВБВР стає не лише технічним завданням очищення територій, а й ключовим компонентом стратегії сталого відновлення – тобто відновлення, що поєднує екологічну, економічну та соціальну ефективність. Метою управління ВБВРБС є створення умов для відновлення життєздатності міських систем, забезпечення безпеки, соціальної стабільності та екологічної рівноваги на засадах ефективного використання ресурсів.

Концептуальні основи управління ВБВРБС у післявоєнному відновленні передбачають розробку комплексу дій, спрямованих на планування, координацію, реалізацію та моніторинг процесів відбудови на зруйнованих урбанізованих територіях. Його структура включає три рівні - стратегічний (національні програми, державна політика, законодавча база); операційний (регіональні й муніципальні програми, координаційні центри); локальний (проєктно-будівельна діяльність, громади, бізнес, донори). Основна функція управління ВБВРБС – реконструктивне перетворення територій руйнування у зони сталого відновлення, де зберігається потенціал для розвитку, самовідтворення та інновацій.

Вторинні будівельні відходи від руйнації будівель та споруд – це матеріальні залишки будівель і споруд, що втратили функціональність унаслідок механічного, термічного або вибухового впливу. Вони мають потенціал повторного використання як вторинна сировина у новому будівництві. Таким чином, ВБВРБС виступають містобудівним ресурсом, що може бути залучений у процеси реконструкції, інженерного благоустрою, транспортного та промислового відновлення. Проблематика управління ВБВРБС полягає у характері виникнення та морфологічному складу. Основні труднощі у сфері управління ВБВРБС на територіях масштабного руйнування включають:

- хаотичне змішування матеріалів різного складу;
- наявність небезпечних домішок (азбест, свинець, паливні залишки);

- відсутність системної логістики збору й утилізації;
- дефіцит мобільних установок для сортування та дроблення;
- фрагментарність законодавчого регулювання поводження з ВБВРБС.

Розв'язання цих проблем вимагає містобудівного підходу, який інтегрує процес управління відходами у просторові стратегії розвитку міста.

Містобудівні завдання управління ВБВРБС у контексті відновлення післявоєнного міського середовища. Першим кроком є комплексна діагностика: технічна, екологічна, соціальна та економічна. Створюється цифровий кадастр руйнувань, у якому фіксується ступінь пошкоджень об'єктів, технічний стан інженерної інфраструктури, придатність до реконструкції, рівень екологічної небезпеки. На основі цього аналізу формується матриця пріоритетів для відновлення – від критичних інфраструктурних об'єктів до житлових і громадських споруд.

Планування відбудови включає розробку просторових сценаріїв відновлення (регенерація, перепланування, будівництво нових кварталів), визначення функціональних зон (житлова, промислова, рекреаційна, транспортна), інтеграцію концепцій зеленого міста, «розумних» технологій, енергоефективності. Планувальні рішення мають бути адаптивними та дозволяти зміну функцій у процесі розвитку.

Ефективне управління ВБВРБС неможливе без збалансованої системи ресурсів фінансових (державні фонди, міжнародні гранти, приватні інвестиції), матеріально-технічних (вторинні будівельні матеріали, мобільна техніка, логістичні центри), людських (залучення місцевих спеціалістів, навчальні програми, волонтерські ініціативи).

Управління ризиками. Система управління ВБВРБС повинна враховувати потенційні ризики притаманні територіям, порушених війною. Екзистенційно небезпечними буде мінна загроза та нерозірвані боєприпаси, ризики руйнування будівель та споруд і обвалення залишків конструкцій, наявність у відходах небезпечних матеріалів (азбест, свинець, паливні залишки), вірогідність екологічного забруднення ґрунту, повітря, води. Для цього слід впроваджувати механізм управління ризиками, що передбачає моніторинг, превентивні дії та протоколи безпеки.

Очищення та підготовка територій до реконструкції є першочерговим завданням. Його слід розглядати як умову і як чинник. Початок розчищення міських ділянок від уламків і сміття забезпечує безпеку для населення та будівельних процесів, можливість проведення геодезичних і ґрунтових обстежень, формування нових планувальних меж і функціональних зон. Процес очищення повинен поєднувати демонтаж, сортування та тимчасове зберігання матеріалів з урахуванням подальшої переробки.

Формування системи логістики ВБВРБС ув'язується з завданнями містобудівного розвитку. На першому етапі це один з масштабних проектів, котрий не може бути виконаний самотужки силами місцевої влади (громади). Містобудівна стратегія повинна передбачати ієрархічну систему управління потоками ВБВР та включати локальний рівень – мобільні пункти збору та дроблення на місцях руйнувань, регіональний рівень – центри сортування, переробки та сертифікації матеріалів, національний рівень – координація баз даних, обліку та контролю переміщення відходів. Такі системи створюють основу для ефективного управління ресурсами в межах урбанізованих територій, поєднують завдання відновлення, оборони, модернізації транспортного каркасу.

Інтеграція ВБВРБС у процеси нового будівництва. Технічно ці завдання всебічно досліджено у вітчизняній та закордонній практиці, напрацьовано досвід та концепти використання. Перероблені матеріали можуть бути використані у при улаштування дорожніх насипів, тимчасових доріг та основ під покриття, виробництво бетонних сумішей із вторинним заповнювачем, благоустрою територій (ландшафтні елементи, підпірні стінки), спорудженні інженерних мереж та технічних споруд. Таким чином, управління ВБВРБС має бути включене у будівельний цикл як елемент ресурсного відновлення міста.

Роль управління ВБВРБС у сталому розвитку міста. Інституційно-управлінська модель ВБВРБС передбачає виокремлення центральний рівня, на якому формується державна політика, фінансові інструменти, стандарти та нормативи. Доцільно створення Національного центру реконструкції з повноваженнями координувати програми на регіональному рівні. Регіональний рівень – організація регіональних штабів ВБВР, які визначають черговість робіт, проводять моніторинг і взаємодіють з громадами. Муніципальний рівень - місцеві ради забезпечують практичну реалізацію програм, взаємодію з підрядниками, громадськістю, волонтерами. Ключовий принцип – децентралізоване управління, коли рішення приймаються максимально близько до громади.

Ефективна система управління вторинними будівельними відходами від руйнації сприяє екологічній стійкості міст через зменшення навантаження на полігони, економічній ефективності за рахунок повторного використання матеріалів, соціальній стабільності через створення нових робочих місць, технологічній інноваційності, оскільки стимулює розвиток нових методів переробки та будівельних технологій, просторовій сталості, оскільки інтегрується у планувальні рішення міських систем. Таким чином, управління ВБВРБС стає багатофункціональним інструментом трансформації післявоєнних міст, який об’єднує екологічні, економічні та соціальні вектори розвитку.

Виклики та перспективи управління ВБВРБС. Виклики - нестача фінансів і кваліфікованих кадрі, складність юридичного оформлення права власності на зруйновані об’єкти, розірваність міждержавних і муніципальних рівнів управління, екологічні наслідки масштабних робіт з розчищення та демонтажу. Перспективи - створення єдиної цифрової платформи управління відбудовою, розвиток державно-приватного партнерства у сфері ВБВРБС, інтеграція принципів стійкого будівництва та зеленої архітектури, залучення міжнародних експертів і донорів для підвищення якості рішень.

Висновки. Управління вторинними будівельними відходами від руйнації є стратегічним елементом системи відновлення урбанізованих територій, що зазнали масштабного руйнування. Його реалізація повинна базуватися на ключових положеннях:

- Інтеграція управління ВБВРБС у просторове та стратегічне планування міського розвитку.
- Розбудова інфраструктури переробки та повторного використання матеріалів на локальному і регіональному рівнях.
- Створення цифрової системи моніторингу для обліку, контролю та аналітики потоків ВБВРБС.

- Запровадження економічних механізмів стимулювання рециклінгу та розвитку зеленої будівельної індустрії.
- Забезпечення екологічної безпеки та соціальної участі громад у процесах відновлення.

У результаті управління ВББРБС перетворюється на ресурсну платформу сталого розвитку, де руйнація стає початком екологічно збалансованої реконструкції та формування нової якості міського середовища. створюється механізм перезапуску міського функціонування на нових засадах сталості, безпеки та ефективності. Завдання управління повинні базуватись на інтегрованих принципах системності та прозорості, екологічної відповідальності, участі громади, використання інноваційних технологій, опори на місцевий потенціал.

Такий підхід дозволить перетворити процес відбудови не лише на ліквідацію наслідків війни, а на новий етап розвитку українських міст – розумних, стійких і комфортних для життя.

19. ОСОБЛИВОСТІ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ У КОНТЕКСТІ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ МІСТ УКРАЇНИ

Ільїн І. С., студ. магістратури, Жидкова Т. В., к.т.н., доц.
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

Повномасштабна війна в Україні призвела до глибокої гуманітарної та соціальної кризи. Мільйони людей втратили домівки, роботу, близьких, багато хто отримав поранення чи психологічні травми. Руйнування інфраструктури, нестача робочих місць і загальна нестабільність спричинили необхідність не лише фізичного, а й морального та професійного відновлення населення. Відновлення країни потребує комплексного підходу, що включає створення безпечних, інклюзивних і мотивуючих просторів, де люди можуть адаптуватися, навчатися та відновлювати соціальні зв'язки. У цьому контексті профорієнтаційні центри мають потенціал стати важливими осередками інтеграції, розвитку й психологічної підтримки громадян.

В умовах післявоєнного відновлення України питання формування освітнього середовища набуває не лише архітектурного, а й соціально-культурного значення. Сучасні профорієнтаційні центри мають стати платформами професійного та психологічного відновлення суспільства, сприяти самореалізації, перекваліфікації і розвитку нових навичок. Дизайн таких просторів стає інструментом впливу на поведінку, емоційний стан і соціальну активність людини, тому їхнє проєктування вимагає комплексного підходу, який поєднує естетику, ергономіку та педагогіку.

Досвід провідних країн у сфері профорієнтаційних центрів демонструє, що дизайн освітніх просторів значною мірою визначає ефективність навчання та мотивацію користувачів. У Фінляндії та Швеції, наприклад, центри організовані за принципом відкритого простору, де відсутні чіткі межі між навчальними, консультаційними та творчими зонами. Це дозволяє користувачам самостійно обирати активність та темп навчання, стимулюючи відповідальність і ініціативність. Водночас меблі є модульними і мобільними, що забезпечує швидку трансформацію приміщення під різні сценарії: групові проєкти, індивідуальну роботу або проведення воркшопів.

У Нідерландах та Данії широко застосовується концепція «learning by doing». Центри обладнані лабораторіями, тренінговими майданчиками та інтерактивними зонами, де користувачі практикують реальні професійні навички. Тут важливу роль відіграє технологічна інтеграція: VR- і AR-станції дозволяють моделювати виробничі процеси або професійні ситуації без ризику помилок у реальному середовищі. Такий підхід формує більш глибоке розуміння професії та підвищує готовність до ринку праці.

У Великій Британії та США популярні медіазони та зони коворкінгу. Вони передбачають одночасну присутність кількох типів активностей: від групових консультацій до самостійного навчання. Центральним елементом є гнучке освітнє середовище, де простір можна адаптувати під конкретні завдання протягом дня, а дизайн акустики, освітлення та меблів спрямований на максимальну продуктивність і комфорт. Дослідження показують, що такий підхід підвищує залученість учнів і сприяє розвитку комунікаційних навичок.

Скандинавський підхід до кольору та матеріалів також заслуговує на увагу. Використання нейтральних тонів з акцентами яскравих кольорів та природних

матеріалів створює середовище, що знижує рівень стресу та підвищує концентрацію. Це особливо важливо для користувачів, які пережили травматичні події або перебувають у процесі адаптації після війни чи соціальних потрясінь. Крім того, включення елементів природи – рослин, природного світла та текстур дерева – сприяє емоційному відновленню та підтримці психологічного комфорту.

Порівняльний аналіз показує, що ключові фактори ефективності міжнародних центрів полягають у поєднанні гнучкої організації простору, інтерактивних технологій та психологічно комфортного середовища. Центральним у всіх прикладах є орієнтація на користувача: дизайн не просто підтримує функції, а активно стимулює навчання, розвиток навичок та самореалізацію. Такий досвід може бути адаптований для українських реалій, враховуючи післявоєнний контекст та потребу у відновленні соціальної активності.

В Україні натомість освітні інтер'єри часто залишаються жорстко функціональними, неадаптованими до сучасних сценаріїв використання людьми після наслідків війни. Більшість приміщень спроєктовано для пасивного сприйняття інформації, що не сприяє розвитку ініціативності та комунікації. Аналіз цих проблем дозволяє визначити потребу в переході до дизайну, орієнтованого на людину, який базується на ідеї середовища як активного учасника навчального процесу.

З огляду на сучасні виклики, особливого значення набуває створення профорієнтаційних центрів нового покоління, які не лише навчають, а й підтримують людину на шляху відновлення після травматичних подій. Такі простори мають поєднувати освітню, психологічну, комунікаційну та соціальну функції, формуючи середовище для розвитку особистості незалежно від віку чи стану здоров'я

У межах магістерської роботи запропоновано концепцію профорієнтаційного центру, орієнтованого на потреби післявоєнного суспільства. Простір включає навчальні аудиторії, лабораторії, коворкінгові зони, майстерні, сенсорні кімнати, місця відпочинку та спілкування. Особливу увагу приділено безпеці користувачів — передбачено укриття, зручну евакуаційну логістику, систему адаптивного освітлення та звукоізоляції. Використано принципи біофільного дизайну, натуральні матеріали, кольорову гармонію та інклюзивні рішення. Такі простори можуть стати моделлю для створення нової генерації гуманітарних і освітніх центрів в українських містах.

Висновки. Запропонований підхід до формування дизайну інтер'єру профорієнтаційних центрів у післявоєнному контексті дозволяє комплексно вирішувати завдання відновлення соціальної, освітньої та психологічної інфраструктури міст. Використання принципів гнучкого зонування, інклюзивності та емоційного комфорту забезпечує створення універсального середовища для навчання, адаптації та професійного розвитку різних груп населення. Реалізація таких рішень може стати основою для відновлення гуманітарного потенціалу країни та сталого розвитку міського простору.

Література

1. Reinius H., Korhonen T., Hakkarainen K. The design of learning spaces matters: Perceived impact of the deskless school on learning and teaching // Learning Environments Research. – 2021. – Vol. 24. – P. 339–354.

2. Gad S. El S., Noor W., Kamar M. How does the interior design of learning spaces impact the students' health, behavior, and performance? // Journal of Engineering Research. – 2022. – Vol. 6, Iss. 4.
3. Кривенко О., Жу Чанпу. Вплив розвитку інформаційного середовища на сучасний дизайн // Архітектурний вісник КНУБА. – 2025.

20. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ІЗ ЗАХИСТОМ ВІД ЗАГРОЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

Юхимець А.А., студ. магістратури, Соколенко В.М., к.т.н., доц.,
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Проблематика безпеки житлового середовища в умовах воєнних дій стала однією з ключових у сучасній українській архітектурі. Повномасштабна війна показала вразливість більшості житлових будівель, зведених за типовими проєктами, до руйнівних впливів вибухових та балістичних навантажень. У цих умовах постає необхідність розроблення принципово нових підходів до проєктування житла, здатного забезпечити не лише комфорт, а й ефективний захист населення.

Метою даного дослідження є визначення основних архітектурно-конструктивних принципів, які підвищують стійкість житлових будівель до балістичних обстрілів, та обґрунтування доцільності інтеграції захисних елементів у сучасні житлові проєкти.

Першим етапом формування концепції захисного житла є аналіз потенційних загроз. До них належать вибухові хвилі, уламкові ураження, механічні навантаження від обвалення елементів будівель, а також ризики займання внаслідок ураження енергетичних систем. З огляду на це конструктивні рішення повинні забезпечувати локалізацію руйнувань та збереження несучої здатності будівлі навіть у разі часткового пошкодження.

Одним із ключових напрямів є використання монолітно-каркасних систем, у яких несучі елементи виконуються з високоміцного бетону класу не нижче В35 із щільним армуванням. Такі конструкції показують кращу поведінку при ударних і динамічних навантаженнях, ніж традиційні цегляні або панельні. Додаткове укріплення зовнішніх стін сталевими або композитними сітками підвищує стійкість до уламкового пробиття.

Не менш важливим є планувальне рішення. Приміщення підвищеної безпеки (укриття, комори, сходові клітки, санвузли) доцільно розташовувати у внутрішньому ядрі будинку, де вплив зовнішніх факторів мінімальний. У житлових будинках середньої поверховості можливе формування інтегрованого укриття на першому або цокольному рівні, яке виконує функції спільного простору під час надзвичайних ситуацій.

Серед перспективних матеріалів варто виділити залізобетон із фібровим армуванням, що здатний поглинати енергію удару. Додатковий захист забезпечується земляними насипами, підземними парковками, підпірними стінами та елементами благоустрою, які можуть виконувати роль бар’єрів від уламків.

Важливим інструментом сучасного проєктування є BIM-технології. Їх використання дає можливість моделювати сценарії ураження, проводити віртуальні тести стійкості конструкцій та оптимізувати розташування несучих елементів. Інформаційне моделювання також спрощує координацію між архітекторами, конструкторами та фахівцями з безпеки, що значно скорочує терміни розроблення проєкту.

Крім конструктивних заходів, важливу роль відіграє інженерне забезпечення. Автономні джерела живлення, герметичні вентиляційні системи, резервуари з водою та санітарні вузли в межах укриття підвищують автономність будівлі та дозволяють мешканцям перебувати в безпечній зоні протягом тривалого часу.

На рисунку 1 показано приклад концепції інтегрованого укриття у житловій будівлі, що може бути реалізована у проєктах післявоєнного відновлення.

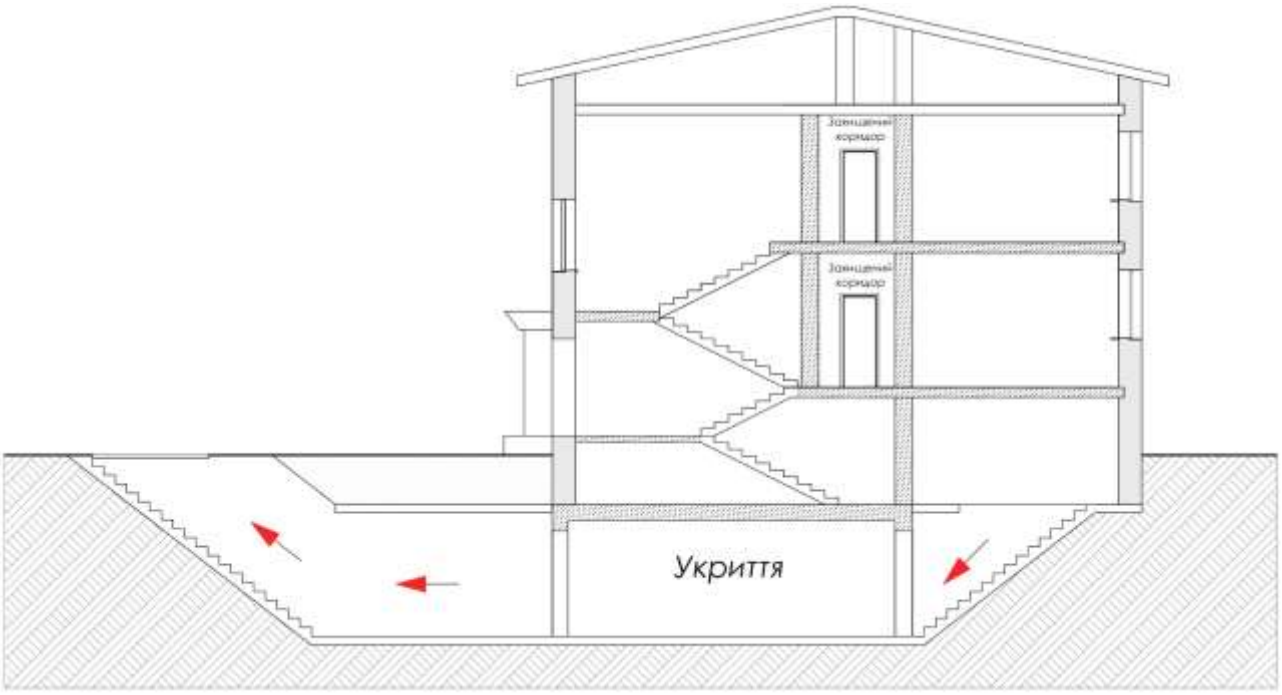


Рис. 1. Концептуальна схема розміщення укриття в житловому будинку

Висновки. Розроблення подібних систем дозволяє не лише підвищити стійкість будівель, а й формує нову парадигму архітектури безпеки, у якій функціональність, естетика та обороноздатність поєднуються в єдину систему. В умовах післявоєнного відновлення міст України впровадження таких рішень має стати обов'язковим елементом містобудівної політики.

Перспективи подальших досліджень полягають у створенні методичних рекомендацій щодо проєктування житла підвищеної стійкості, розробленні типових моделей укриттів для різних типів забудови та аналізі економічної ефективності впровадження захисних елементів у масове будівництво.

Література

1. Коваленко О. С. Архітектурно-конструктивні рішення будівель у зонах воєнних конфліктів. – Харків: ХНУБА, 2023.
2. Стадник В. В. Інженерна безпека в архітектурному проєктуванні. – Київ: Ліра-К, 2022.

II. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

1. BIM AS A TOOL FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INTERACTION AMONG DESIGN PARTICIPANTS

Urazmanova N.F., assistant, Navrotsky N.V., student,
Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa

In contemporary building design, project development requires continuous coordination among multiple specialists, including architects, structural engineers, building services engineers, technologists, and cost estimators. Conventional collaboration methods relying on two-dimensional drawings present significant limitations, including repeated work, difficulty maintaining design consistency, and high risk of errors during design and construction. In this context, Building Information Modeling (BIM) has emerged as a crucial technology, providing a shared digital environment for real-time collaboration among all project participants.

The purpose of this study is to evaluate BIM's potential to improve interaction efficiency among architects, structural engineers, and building services specialists throughout the project lifecycle and to highlight the main advantages and practical outcomes of its implementation.

BIM enables the creation of a three-dimensional digital building model integrating both geometric and semantic information, including material properties, technical parameters, cost data, and schedules. This model serves as a single authoritative source of information for all team members. Automated change management reduces conflicts among architectural, structural, and engineering disciplines, shortening coordination time while improving calculation accuracy and decision quality.

A notable outcome of BIM adoption is a transparent communication workflow. Architects can immediately recognize technical constraints, while engineers can promptly respond to modifications in the architectural model. This integrated perspective minimizes repeated revisions and promotes a holistic understanding of the building. Advanced visualization tools allow the team to quickly assess spatial arrangements and detect potential clashes, enhancing collaborative efficiency.

Research indicates that BIM can reduce coordination time between disciplines by 25–40% and improve precision in spatial planning and structural calculations. It also provides a foundation for further automation in construction, facility management, and development of a digital twin for the building.

The digital twin concept is particularly significant for Ukraine in post-conflict reconstruction. Access to a comprehensive digital model allows rapid planning of rebuilding or reinforcement of damaged structures without full resurveying. This shortens design timelines, increases restoration accuracy, and optimizes reconstruction costs. The digital twin retains verified technical information, essential for modernization, structural reinforcement, or functional adaptation. Over time, such records could underpin a national system for managing residential and industrial buildings, contributing to resilient and sustainable urban recovery.

The significance of these results lies in BIM's transformative impact on design philosophy – shifting from sequential to integrated workflows, where all participants operate synchronously within a shared environment. This approach enhances collaboration, predictability, accuracy, and economic justification of decisions. For Ukraine, BIM adoption

is a critical step in modernizing the construction sector, increasing competitiveness, and enabling rapid restoration of infrastructure affected by military actions.

In conclusion, Building Information Modeling is more than a three-dimensional design tool; it is a comprehensive information management system that unites architects, structural engineers, and building services specialists in a coordinated workflow. Its implementation reduces errors, optimizes costs, accelerates project development, and ensures higher quality of the final product – a modern, efficient, and resilient building.

2. МОДИФІКОВАНА ПАРАМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ПРОСТОРОВОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КАРКАСУ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТУ ПРОДАВЛЮВАННЯ

Черних О.А., к. т. н., доц., Соколенко В.М. к. т. н., доц.,
Соколенко К.В., PhD, ст. викл., Садковський М.В., асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

На протязі останніх восьми років на кафедрі БУПП у рамках курсу «МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ НА МІЦНІСТЬ» [1] студенти-будівельники здобувають практичні навички із застосування інструментарію сучасних BIM – технологій в напрямку створення, розрахунку та проєктування моделей будівельних споруд, наприклад, таких як просторові залізобетонні каркаси. В процесі підготовки навчальних модулів викладачі на постійній основі розробляють нові модифікації параметричних моделей з метою максимального їх вдосконалення та наближення до реальних схем будівельних конструкцій та споруд.

На першому етапі створюється DXF- підкладка з необхідним набором шарів для відповідних елементів інформаційної моделі (рис. 1).

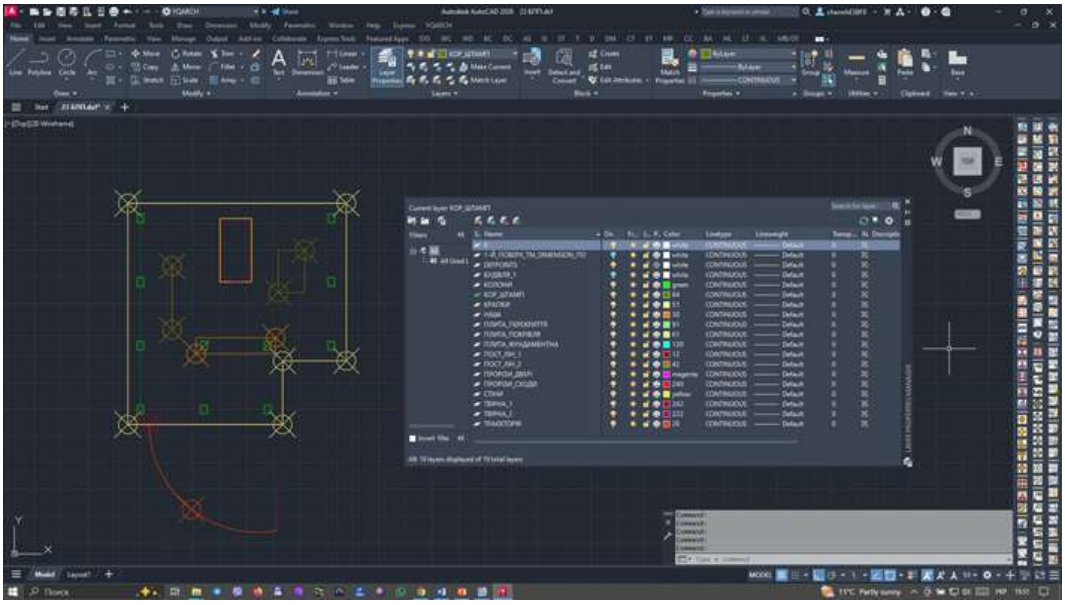


Рис. 1. DXF-підкладка з набором шарів для відповідних елементів інформаційної моделі каркасу у Autodesk AutoCAD 2026

На другому етапі створюється блок-схема параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу за допомогою САПФІР - Генератора ПК ЛІРА-САПР [2] (рис. 2).

Блок-схема включає наступні елементи: модуль для створення поверхів по заданим рівням, модуль імпорту файлу у форматі DXF, фільтри по шарам, модулі створення плит перекриття по заданих контурах, модуль створення стін по заданих осьових лініях, модуль створення дверних прорізів у стінах у заданих точках на осьовій лінії стіни, модуль створення отворів в плитах перекриття по заданих контурах або поверхнях, модуль створення кінематичних поверхонь, модуль відсікання ліній за

межами контурів, модулі створення колон по заданих точках або контурах перерізів, модулі створення лінійно-розподілених навантажень по заданих лініях, модулі створення розподілених по площі навантажень на плити по заданих контурах.

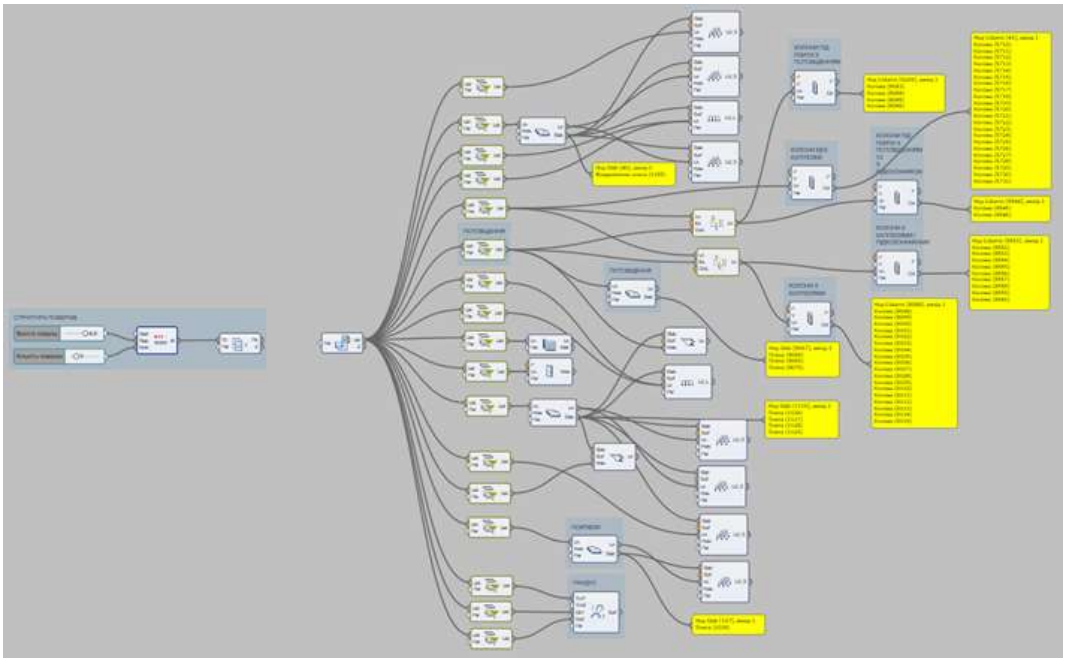


Рис. 2. Блок-схема модифікованої параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу, створеної за допомогою нодів САПФІР – Генератора ПК ЛІРА-САПР

Загальний вид, розрахункова схема, деякі результати розрахунку та проєктування модифікованої параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу представлені на рисунках 3-6.

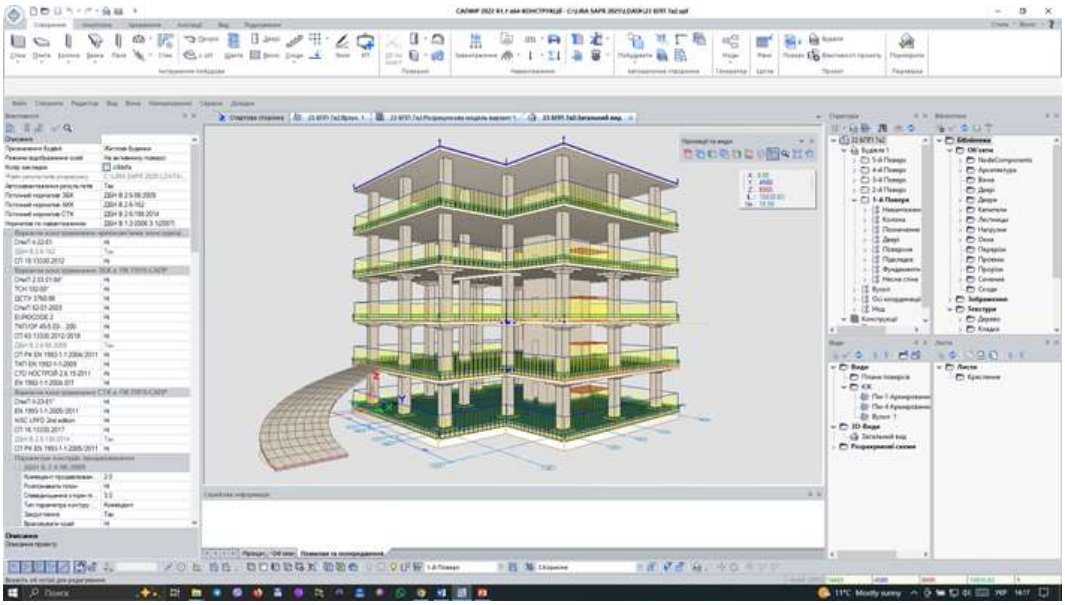


Рис. 3. Загальний вид модифікованої параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу у Сапфірі 3D ПК ЛІРА-САПР 2022

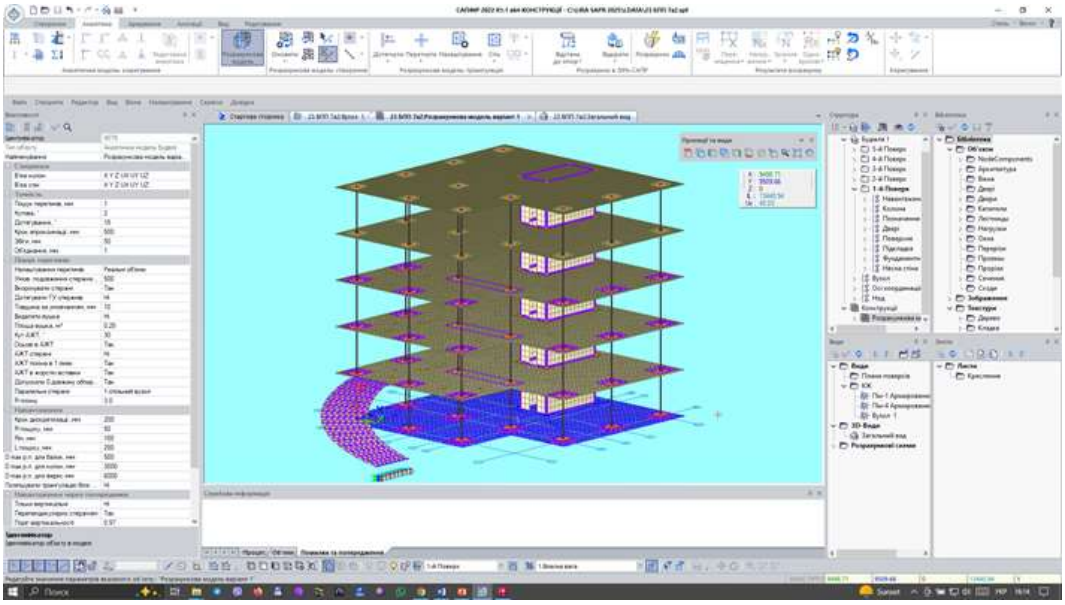


Рис. 4. Розрахункова схема модифікованої параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу у Сапфірі 3D ПК ЛІРА-САПР 2022

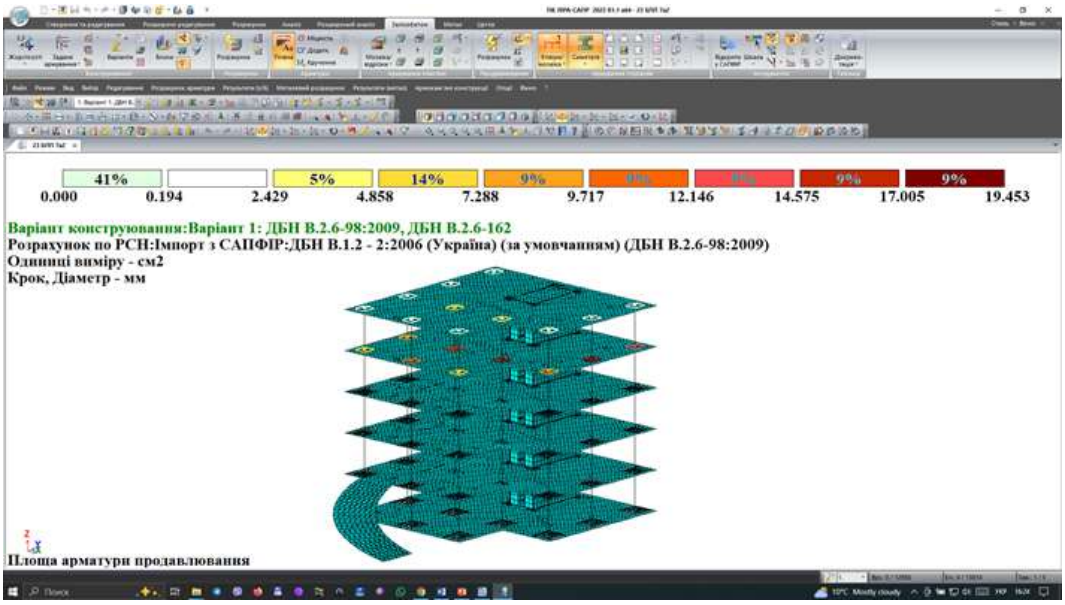


Рис. 5. Результати розрахунку модифікованої параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу у ЛІРА-САПР 2022: площа арматури продавлювання

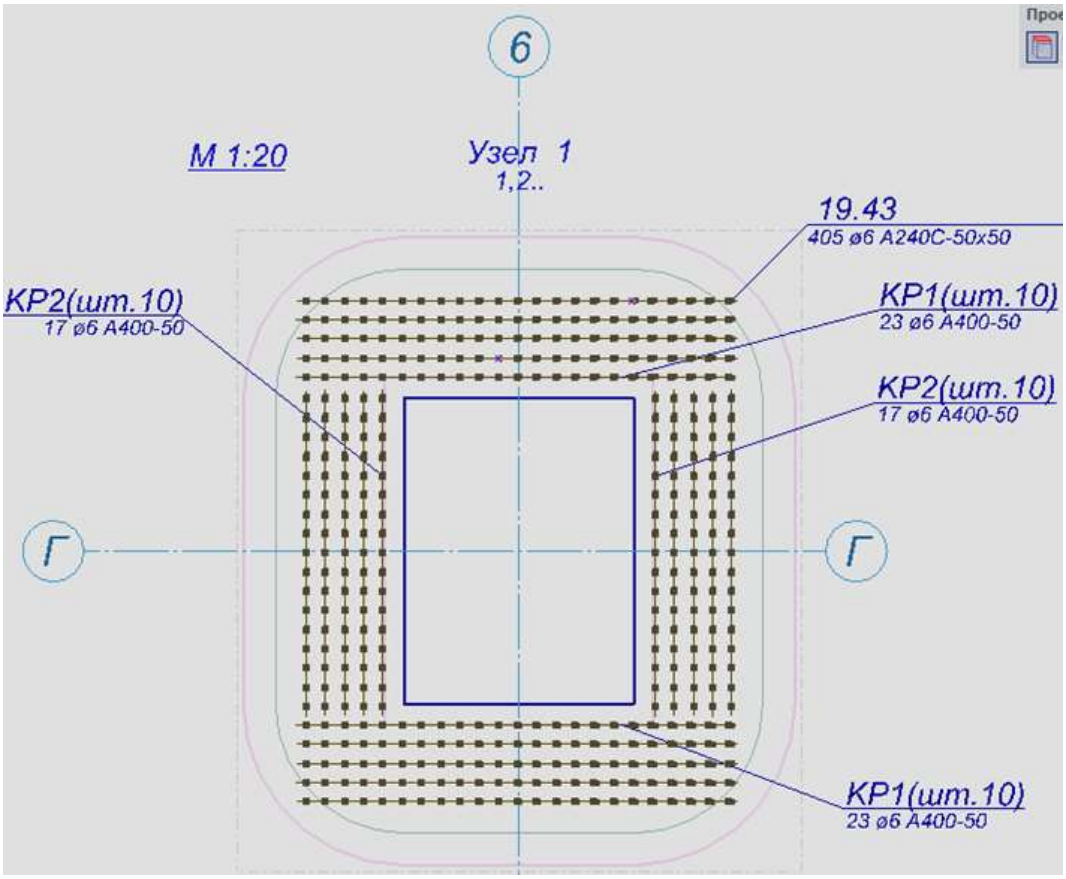


Рис. 6. Результати розрахунку модифікованої параметричної моделі просторового залізобетонного каркасу у ЛІРА-САПР 2022: вузол розташування поперечної арматури у зоні продавлювання

Література

1. Метод скінченних елементів та автоматизовані системи розрахунку на міцність: Електронний університет СНУ ім. В. Даля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://moodle2.snu.edu.ua/course/view.php?id=6446.

2. САПФІР - Генератор: Система параметричного моделювання: LIRALAND Group [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.liraland.ua/lira/systems/generator.php.

3. КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ У БУДІВНИЦТВІ

Уваров П.Є., к.т.н., доц., Дьяковський М.В., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Необхідність впровадження інформаційних технологій для розвитку систем інвестиційно-будівельної діяльності (ІБД) пояснюється вимогами до скорочення термінів проектування та підготовки будівельного виробництва, зниження витрат на проектування та супровід проектів ІБД. Сьогодні можна помітити сильний розвиток функціональності автоматизованого проектування, систем управління базами даних, систем управління даними про проект, методів розрахунку автоматизації. Проте, реалізація сучасних вимог скорочення термінів проектування, використання інформації під час проектування будівель та споруд, забезпечення інформаційної підтримки проекту протягом усього життєвого циклу неможлива без застосування спеціальних методологій проектування.

Сучасні інформаційні технології (ІТ) в автоматизованих системах організаційно-технологічного проектування та управління в будівництві (СОТП) розглядаються як інженерно-інноваційний потенціал розвитку, зумовлюючи науково-технічний прогрес та комплексну ефективність інвестиційно-будівельної діяльності (ІБД) у безперервній інформаційній підтримці повного життєвого циклу створення, проекту-об'єкта будівництва (П-ОБ). Досить сказати, що на даний час ІТ охоплено у проектній справі понад 90% робіт, підготовку інвестиційно-будівельного виробництва (ІБВ) та управління проектами 60-75% робіт, фінансово-економічні розрахунки – понад 70% тощо. [1, 2].

Ефективність використання ІТ у будівельній галузі суттєво підвищується у разі застосування активного проектування на основі інтегрованих інформаційно-графічних технологій (ІГТ), що охоплюють усі організаційно-технологічні етапи та стадії життєвого циклу інвестиційно-будівельного виробництва. Одна з них – це високоефективна комп'ютерна система – CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support – пров. з англ. «безперервна інформаційно-графічна підтримка життєвого циклу» виробу, продукту або цілого об'єкта).

На базі концепції CALS – технологій, новий підхід до інтеграції програмних засобів, дозволяє здійснити наскрізну автоматизацію проектування та управління будівництвом (П-ОБ) та подальшими процесами життєвого циклу, використовуючи модульний принцип функціонально-структурної схеми побудови системи організаційно-технологічного проектування СОТП-ІБД, інформаційно-програмного забезпечення можливостей інформаційного інжинірингу та науково-технічного супроводу [1,2].

Нова концепція САПР та підтримки процесу організаційно-технологічного проектування віртуального П-ОБ формується на базі інформаційно-логічної ***уніфікованої цифрової моделі*** (УЦМ) П-ОБ, яка структурується певним чином, що дозволяє систематизувати всі інформаційні потоки документування – інтегрованої СОТП ІБД.

При цьому УЦМ П-ОБ інтерпретується як основний системоутворюючий фактор - «віртуальний П-ОБ» - модель, що відповідає реальному завданню, але існуюча тільки

в пам'яті комп'ютера, як результат інформаційної взаємодії складових підсистем СОТП ІБД [2].

Висновки. Зазначені функціональні особливості УЦМ П-ОБ зумовлюють необхідність дослідження окремих концептуально-методичних аспектів – вироблення модульного принципу формування візуалізації, тобто. формування моделі інфографічної структури ІБП у завданнях інвестиційно-будівельного виробництва.

Література

1. Уваров П.Е., Кравчуновская Т.С., Шпарбер М.Е. Логико-смысловое моделирование многоуровневых структур организационно-технологического проектирования строительных объектов./ Уваров П.Е., Кравчуновская Т.С., Шпарбер М.Е.// Вестник ДонНАСА. Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства. –Макеевка: ДонНАСА, 2009. – №6(80). – с.95-107
2. Уваров П.Е. Принципы интегрированного организационно-технологического проектирования инвестиционно-строительной деятельности. //Автореферат дисс. … канд.. техн.. наук, - Днепропетровск : ПГАСА, 2008. –20 с.

4. ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДОШКІЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ

Черних О.А., к.т.н., доц., Ігнатова О.Ю., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Сучасні виклики, пов'язані з війною та післявоєнною відбудовою України, зумовлюють потребу у створенні нового покоління будівель освітнього призначення. Вони мають поєднувати функціональність, безпечність та енергоефективність, відповідаючи вимогам сталого розвитку та адаптуючись до умов воєнних ризиків.

Створення дитячих садків і шкіл, обладнаних повноцінними бомбосховищами, стає не лише технічною вимогою, а й моральним обов'язком суспільства. Такі споруди покликані гарантувати безпеку дітей як у мирний час — у випадку надзвичайних ситуацій природного чи техногенного характеру, так і під час воєнних загроз. Вони мають забезпечувати належні умови для тимчасового перебування: захист від уламків і вибухових хвиль, систему вентиляції, водопостачання, освітлення та мінімальний комфорт, необхідний для психологічної стабільності дитини.

Досвід воюючих країн, зокрема України та Ізраїлю, демонструє ефективність інтеграції захисних укриттів безпосередньо в архітектуру освітніх будівель. Підземні приміщення подвійного призначення забезпечують не лише безпеку під час обстрілів, а й раціональне використання простору у мирний час. Водночас впровадження елементів «зеленої архітектури» — озеленених дахів і природних ландшафтних форм — підвищує енергоефективність, покращує мікроклімат та створює психологічно комфортне середовище для дітей. Такий підхід формує новий стандарт будівництва освітніх закладів в умовах воєнної загрози.

У сучасних умовах підземні сховища, що створюються при дитячих садках та школах, проектуються з урахуванням не лише конструктивної міцності та надійності, а й психологічного комфорту дітей. Дизайн таких приміщень базується на використанні яскравих теплих кольорів — зокрема жовтого, помаранчевого та червоного — які формують дружню, затишну атмосферу, сприяють зменшенню тривожності й підтримують позитивний емоційний стан під час перебування у сховищі. Окрім естетичного значення, насичені кольори виконують і практичну функцію — полегшують орієнтацію в просторі, що є особливо важливим у разі обмеженого освітлення або необхідності швидкої евакуації. Важливою складовою сучасного проектування є також урахування інклюзивних потреб: забезпечення безбар'єрного доступу, достатньої ширини проходів, наявності тактильних елементів і зон відпочинку. Таким чином, підземні сховища нового типу поєднують безпеку, функціональність і комфорт для всіх дітей без винятку.

Основою розроблених проектних рішень стали вимоги ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту», які визначають принципи проектування, зведення та експлуатації сховищ, а також положення ДБН В.2.2-4:2018 «Заклади дошкільної освіти», що встановлює специфічні норми планування дитячих будівель. Під час дослідження враховано вимоги розділу 14 ДБН В.2.2-5:2023, який регламентує розрахунок навантажень від вибухів та перевірку несучої здатності конструкцій. Окрему увагу приділено зеленому даху, який виконує не лише естетичну та енергоефективну функції, а й сприяє зниженню впливу вибухової хвилі за рахунок демпфування її енергії шаром ґрунту й рослинності. Таке конструктивне рішення

узгоджується з положеннями ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд» та відповідає принципам сучасного екологічного будівництва.

Будівля передбачає: два надземні поверхи та підземне сховище, призначене для захисту в мирний час від аварій та катастроф, а у воєнний час – від сучасної зброї масового ураження. У мирний час споруда може використовуватись для господарчих потреб. На першому поверсі розташовані приміщення для груп молодших дітей, приміщення харчоблоку та медпункт. На другому поверсі розташовані приміщення для групп дітей середнього та старшого віку, музичний зал, адміністративні приміщення

Розроблене укриття заввишки 3,6 м призначене для використання як бомбосховище дитячого садка та його персоналу, забезпечуючи безпечні умови перебування під час повітряної тривоги. На покрівлі запроектовано рекреаційний поверх із елементами озеленення, який використовується як зона відпочинку та спостереження за природним середовищем. Озеленення даху не лише створює комфортні умови для перебування людей, а й виконує додаткову інженерну функцію: шар ґрунту та рослинності збільшує масу покрівельної конструкції, що сприяє підвищенню її жорсткості та стійкості до ударних і вибухових навантажень. Така конструкція пом’якшує дію вибухової хвилі, зменшує передачу вібрацій на несучі елементи та покращує тепло- й звукоізоляційні властивості будівлі.

Конструктивні елементи мають такі параметри:

- фундаментна плита – товщина 600 мм;
- перекриття – 300 мм;
- несучі стіни – 400 мм, що відповідає сучасним нормам міцності, жорсткості та стійкості споруди;
- бетон несучих конструкцій приймаємо – С25/30.

Результати розрахунково-моделювальних досліджень будівельних конструкцій, виконаних у програмному комплексі ЛІРА-САПР із застосуванням модуля САПФІР-3D [2], надано на рис. 1-6.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується взаємодією плит перекриття та фундаментної плити, об’єднаних системою несучих стін і колон. Додаткове підсилення конструкцій досягається завдяки застосуванню капітелей і підколонників колон, що суттєво підвищує загальну жорсткість та стійкість споруди.

Розробка такого проекту має практичне значення для України, адже подібні архітектурно-конструктивні рішення вже довели свою ефективність у світовій практиці та можуть стати основою для відбудови освітніх закладів.

Запропонований проект присвячений розробці дитячого садка на 48 дітей із заглибленим поверхом (укриттям) та інверсним зеленим дахом. Основна ідея — поєднання:

- безпеки (укриття, природний земляний захист, підвищена стійкість до динамічних навантажень);
- енергоефективності (зменшення тепловтрат, покращення теплостійкості);
- екологічності (інтеграція в середовище, озеленення, біорізноманіття).

Проектування укриттів нового покоління в освітніх закладах — це внесок у майбутнє, що поєднує безпеку, турботу та розвиток. Захищаючи дітей сьогодні, ми зберігаємо найцінніше – життя і надію на відновлення країни, у якій кожна дитина матиме право навчатися й зростати у безпечному середовищі.

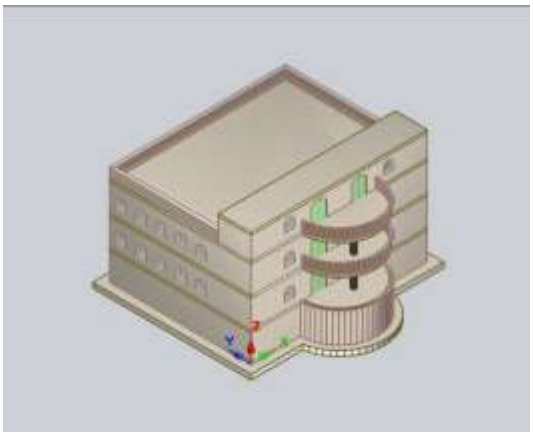


Рис. 1. Вихідна модель

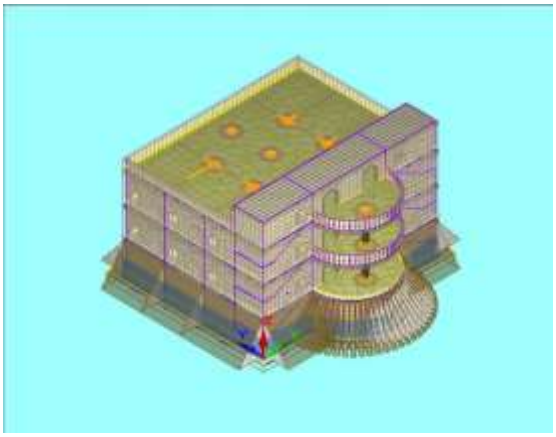


Рис. 2. Розрахункова модель

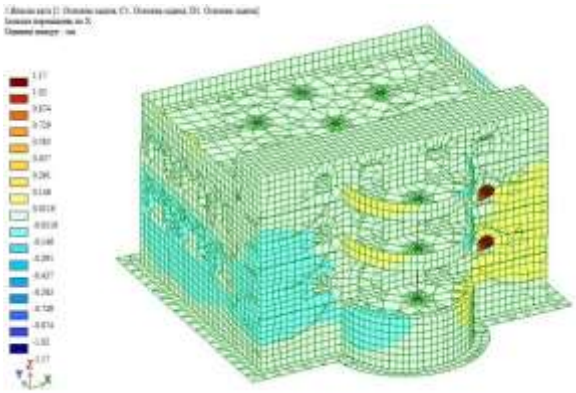


Рис. 3. Ізополя переміщень по X

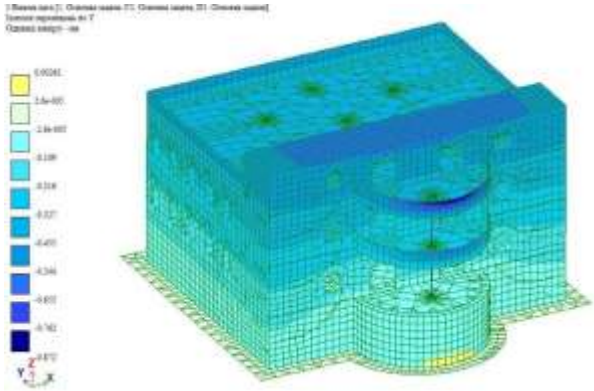


Рис. 4. Ізополя переміщень по У

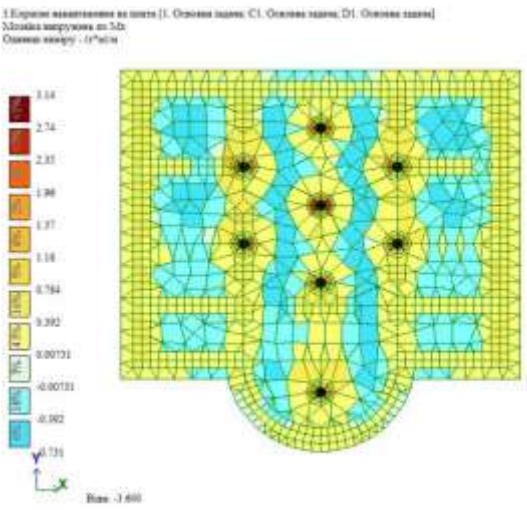


Рис. 5. Мозаїка напружень від корисного навантаження

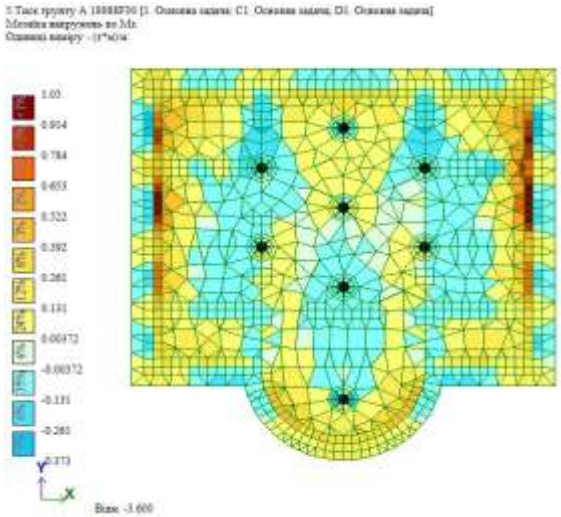


Рис. 6. Мозаїка напружень від тиску

Література

1. ДБН В.2.2-5:2023. *Захисні споруди цивільного захисту.* – Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. – 122 с.

2. ДБН В.2.2-4:2018. *Заклади дошкільної освіти.* – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 86 с.
3. САПФІР-3D: Система параметричного моделювання: LIRALAND Group [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.liraland.ua/

5. АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЗАХИСНОЇ СПОРУДИ АНГАРУ ДЛЯ ЛІТАКІВ НА ДІЇ ВИБУХОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ LIRA-FEM

Бармін І.В. асп.
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

Проблема ефективного захисту бойової авіації на аеродромах базування набуває особливої актуальності в умовах сучасних воєнних дій та локальних конфліктів. У період бойових дій виникає необхідність у точному розрахунку захисних споруд, здатних витримувати дію ударних хвиль, спричинених вибухами різної потужності. Основним критерієм при проєктуванні таких споруд є забезпечення безпеки та оцінювання стійкості ангарної конструкції до закритичних впливів, а також визначення резервів її несучої здатності. У роботі розглянуто приклад захисного ангару арочного типу, призначеного для зберігання літаків наведено на рис. 1.

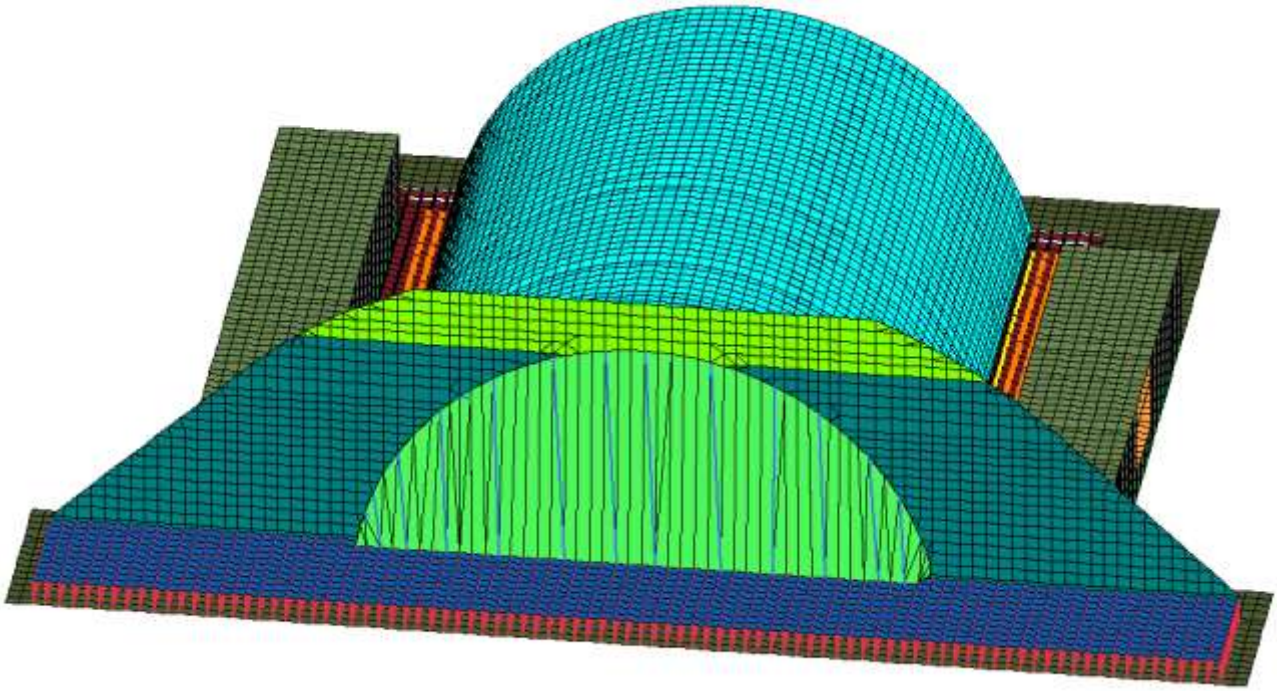


Рис.1. Тривимірний загальний вид ангару та допоміжних споруд

Для аналізу поведінки споруди проведено комп'ютерне моделювання комбінованої конструкції ангару із використанням програмного комплексу LIRA-FEM (ЛІРА-САПР). Модель представлено у вигляді просторової системи, що включає залізобетонний каркас та металеві несучі оболонки, із врахуванням взаємодії споруди з ґрунтовою основою. Під час розрахунків враховано сейсмічні, аварійні, вибухові та інші динамічні впливи. Схема ангару на сейсмічне навантаження прийнята рамно-в'язевою, при цьому враховано ефект кручення конструкції, спричинений зміщенням центру жорсткості відносно центру мас під час сейсмічних коливань.

Результати сучасних досліджень у галузі розрахунку просторових оболонкових систем свідчать, що на передпроєктному етапі необхідно виконувати уточнені чисельні розрахунки, засновані на нелінійній теорії пружності та пластичності. Важливим є

також удосконалення методів апроксимації реальних фізико-механічних властивостей матеріалів та дослідження їх еволюції у процесі деформування. Для математичного опису нелінійних процесів деформації використано підхід, заснований на формулюванні визначальних рівнянь у приростах або у формі диференціальних залежностей. У межах цієї концепції тверде тіло розглядається як таке, що перебуває у стані статичної рівноваги, а його напружений стан фіксується на певних часових інтервалах. Скінченні пружно-пластичні деформації описано через інтегрування отриманих співвідношень уздовж заданого шляху із застосуванням апроксимації функціонала напруженого стану. Конструкція ангару розглядається як система взаємодії сталевих оболонок (незнімної опалубки) та залізобетонної арки. Пружно-нелінійні властивості композитних або анізотропних матеріалів апроксимуються інтегральним законом стану з використанням узагальненого закону Гука, поширеного на область скінченних деформацій для ізотропних і еквівалентно ортотропних матеріалів.

Зазначена задача належить до нелінійних тривимірних систем, розв’язання яких можливе лише методами чисельного аналізу, зокрема методом скінченних елементів (МСЕ), побудованим на основі варіаційних принципів. При побудові розрахункової схеми МСЕ особливу увагу приділено урахуванню горизонтальних пружно-пластичних зміщень під час максимального розрахункового землетрусу. Це досягнуто шляхом використання нелінійних скінченних елементів і моделювання за трикомпонентними синтезованими акселерограмами.

Висновки. Запропонована методика чисельного розрахунку та моделювання дозволяє точніше оцінити стійкість ангарних конструкцій до дії вибухових і сейсмічних навантажень. Проведений комплексний аналіз показав, що здатність конструкції протистояти пластичним деформаціям і перерозподілу внутрішніх сил є визначальним чинником її довговічності. Розрахунки, виконані у LIRA-FEM, підтвердили, що урахування нелінійних властивостей матеріалів і фізичних процесів у тілі конструкції дає змогу більш достовірно прогнозувати її поведінку під час аварійних навантажень. Особливу увагу приділено аналізу плит перекриття, здатних сприймати ударні навантаження на площах до 80 м², що критично для збереження цілісності всієї системи. Отримані результати мають практичну цінність для проєктування нових ангарів військової авіації та модернізації існуючих споруд. Використання сучасних методів чисельного аналізу в поєднанні з інноваційними інженерними рішеннями забезпечує підвищення рівня безпеки стратегічних об’єктів і створення ефективних засобів захисту авіаційної техніки від вибухових впливів. Результати дослідження є актуальними для оборонно-промислового комплексу України та можуть бути використані при розробці нових нормативів проєктування захисних споруд, а також у науково-практичних розробках у сфері безпеки будівництва та військового машинобудування.

Література

1. Барабаш М. С., Костира Н. О., Максименко В. П., Бармін І. В. «Моделювання динамічних навантажень вибухового типу в задачах дослідження міцності будівельних конструкцій з використанням ПК ЛІРА-САПР» Том 38 №4 (2023): Наука та будівництво. С. 20-27.

2. Барабаш М.С. Дослідження стійкості конструкцій будівель та споруд до прогресуючого руйнування при аварійних впливах / М.С. Барабаш, О.С. Городецький // Науково-технічний журнал: Нові технології в будівництві. – 2010. – №2(20). – С.19–23.
3. G. F. Kinney and K. J. Graham. Springer-Verlag Explosive Shocks in the Air — Second edition., Berlin. 1985. 269 pp. Illustrated. DM134.

6. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ТА ВАРТОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

[1]Доненко І.В., к.т.н, доц., начальник відділу планування виробництва
[2]Чечель М.В., ст. викл., [2]Марічева К.Д., студ.
ТОВ «Призма Лайн», м. Запоріжжя[1]
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя[2]

Інформаційне моделювання представляє собою підхід до керування даними протягом усього життєвого циклу об’єкта, що поєднує проектування, будівництво, експлуатацію та демонтаж в єдиному інформаційному середовищі. На відміну від суто тривимірної візуалізації, BIM забезпечує інтегроване зберігання, обмін і актуалізацію техніко-економічних, календарних і конструктивно-технологічних даних, що дає змогу синхронізувати рішення учасників будівельного процесу та скорочувати невизначеність.

Швидка цифрова трансформація будівельної галузі зумовлює перехід від фрагментованих CAD-процесів до модельно-керованого управління проєктом. Використання BIM підвищує точність і узгодженість проєктної документації, сприяє скороченню строків реалізації, зменшенню витрат і кількості технічних помилок, а також покращує координацію між замовником, проектувальниками, підрядниками та експлуатуючими організаціями.

Розглянемо концептуальні засади BIM в рамках проєктування сьогодення:

- Єдине інформаційне середовище (CDE). Централізоване зберігання моделей, креслень, специфікацій, кошторисів і графіків, що забезпечує контроль версій та доступ на основі ролей;
- Об’єктно-параметричне моделювання. Елементи моделі містять геометрію та атрибутивні дані, які використовуються для кількісних підрахунків, кошторисів, графіків і перевірок колізій;
- Інтеграція процесів планування. Поєднання моделі з календарем (4D) і кошторисом (5D) для оцінки термінів і вартості на різних стадіях.

Провівши аналіз літератури [1–4], фіксуються такі орієнтовні ефекти застосування BIM в сучасному проєктуванні:

- зменшення помилок проєктування на 50–60 %;
- скорочення будівельних відходів на 4,3–15,2 %;
- зниження витрат на переробку на 40–50 %;
- зменшення кількості модифікацій проєкту на 40–50 %;
- зменшення колізій на ≈40 %;
- скорочення часу оцінки вартості та опрацювання запитів на ≈80 %;
- зменшення непередбачених у бюджеті змін на 30–60 %;
- поліпшення графіків праці та робіт на ≈50 %.

Попри відчутну операційну вигоду, впровадження BIM супроводжується низкою бар’єрів. Найчастіше це значні початкові витрати (ліцензії, інфраструктура, навчання), нестача компетенцій і міжплатформні питання інтероперабельності, що ускладнюють безшовний обмін даними між учасниками й інструментами.

Додаються організаційний опір змінам і методичні розриви: без чітких ролей, процесів і правил управління інформацією частина потенційного ефекту втрачається.

Окремо стоять правові та договірні аспекти (відповідальність за дані/модель, авторське право, регламент використання моделі в підрядних відносинах), які потребують формалізації в умовах контрактів і політиках CDE. Наукові огляди й кейси підкреслюють, що саме ці чинники, а не технологічні обмеження як такі, є головними стримувачами масштабного впровадження.

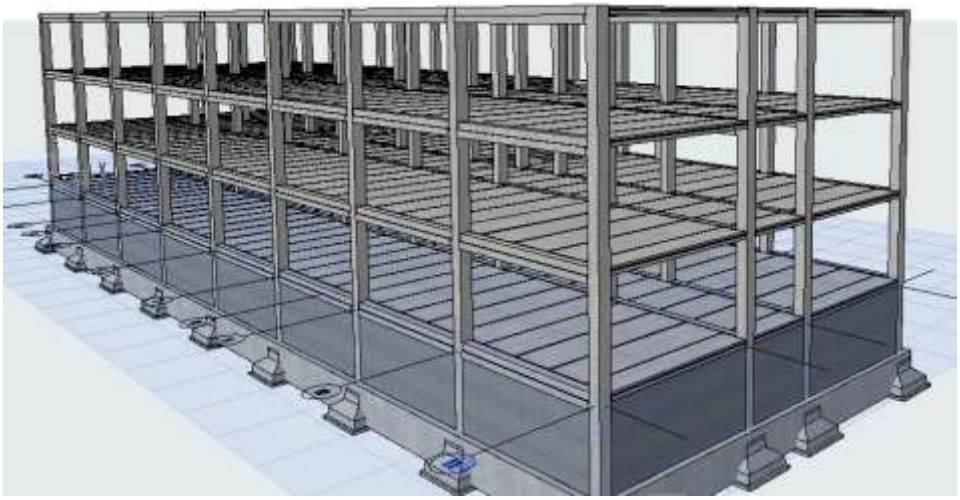


Рис. 1. Процес створення 3D-моделі каркасної будівлі

Висновки. BIM на сучасному етапі розвитку будівництва слугує не інструментом 3D-візуалізації, а інфраструктурою даних для керування життєвим циклом об'єкта. Інтеграція проєктних, технологічних і економічних даних у CDE дає змогу:

1. Зменшити невизначеність і кількість колізій;
2. Підвищити точність кошторисів і планування;
3. Скоротити обсяги переробок і відходів;
4. Покращити керованість строками та ресурсами.

З урахуванням проаналізованих кількісних оцінок, застосування BIM корелює зі скороченням тривалості будівництва та зниженням вартості виконання робіт.

Подальша наукова робота доцільна у двох напрямах:

- узагальнення підтверджувальних даних з верифікацією джерел і методик оцінювання ефектів;
- формування вимог до стандартів і організаційних процедур впровадження BIM у вітчизняну практику з урахуванням бар'єрів для малих та середніх підприємств.

У сукупності поширення використання інформаційного моделювання в будівництві переводить вигоди з площини разових скорочень переробок у площину керованості активом протягом життєвого циклу, що підсилює економічні результати у довшому горизонті.

Література

1. Левченко Н.М., Іваненко Д.С., Бейнер Н.В., Бейнер П.С., Єремка О.М. Ціноутворення в будівництві з використанням інформаційного моделювання // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2024. № 45. С. 416–428.

2. Підлипний Ю.В., Гуштан Т.В., Каганець-Гаврилко Л.П., Самсонов О.С. Можливості інформаційного моделювання будівель для діджиталізованого управління ризиками в будівництві // Scientific Bulletin of UNFU. 2023. Т. 33, № 1. С. 45–51.
3. Кушнір С.І., Бондар О.А., Поколенко В.О., Якимчук І.М., Хоменко О.М. Застосування BIM-технологій для потреб моделювання циклу будівельного проєкту та адміністрування його середовищем // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. 2019. № 15. С. 26–33.
4. Lei Y., Dong L. Building sustainability assessment model based on life cycle cost analysis and BIM technology. International Journal of Environmental Science and Technology. 2023. № 21. P. 1–12. URL : https://doi.org/10.1007/s13762-023-05272-2.

7. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ 3D-ДРУКУ ДЛЯ НЕТИПОВОЇ ОПАЛУБКИ

Бондаренко М.А. студ. бакалаврату, Петренко І.О., викл., асп.
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

В сучасному світі технологія 3D друку в будівництві стає дедалі актуальнішою, оскільки вона відкриває нові можливості для покращення будівельних процесів. Ця інноваційна технологія дозволяє виготовляти будівельні конструкції, такі як опалубка та інші, швидше та ефективніше. Крім того, вона може бути більш екологічною, оскільки сприяє зменшенню відходів матеріалів та енергії, що використовуються у будівництві [1].

Найважливішою перевагою використання 3D-друку в будівництві є гнучкість та можливість створювати складні архітектурні форми й дизайн. Завдяки цій технології, будівлі можуть набувати неповторних форм із застосуванням структур, які раніше було складно або навіть неможливо реалізувати. Окрім цього, використовуючи нову технологію, з’являється можливість для архітекторів створювати нестандартну нерухомість, яка відповідатиме індивідуальним потребам замовників та втілюватиме найсміливіші творчі ідеї у реальність.

Виготовлення опалубки є однією з найбільш трудомістких і витратних стадій бетонних робіт. За оцінками, на неї припадає приблизно 35–60% від загальної вартості бетонних конструкцій. Створення опалубки для бетону є відносно трудомістким заходом, і чим складніший відливок, тим більше часу потрібно для виготовлення форми. Традиційно для виготовлення опалубки застосовують деревину або метал, що є ефективним для типових форм, але створює значні труднощі при реалізації нетипових або складних геометричних форм**.**

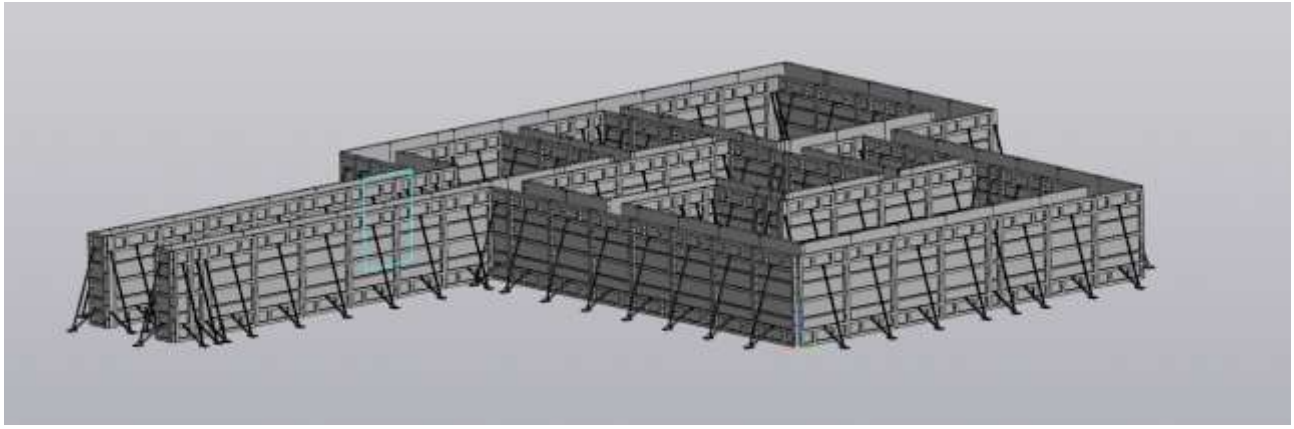


Рис. 1. Змодельована опалубка

У таких випадках ручне виготовлення опалубки часто вимагає великих витрат часу, ресурсів і високої кваліфікації робітників. Крім того, використання традиційної опалубки при індивідуальних формах практично неможливе, що підвищує вартість проєкту.

Саме тому технологія 3D-друку набуває все більшої актуальності у виготовленні нетипової або спеціалізованої опалубки. Вона дозволяє автоматизувати процес створення складних форм, досягти високої точності, скоротити кількість відходів і

виготовляти елементи безпосередньо за цифровою моделлю (рис. 1). Завдяки цьому 3D-друк стає ефективним доповненням до традиційних методів, особливо в проєктах, де реалізація складної форми є ключовою вимогою.

Рис. 2. Приклад поєднання друкованої опалубку зі звичайною.
■ - Дерев'яна або металева опалубка, ■ - Друкована опалубка

Необов'язково виготовляти всю опалубку за допомогою 3D-друку (Рис. 2.). У більшості випадків доцільно поєднувати традиційні матеріали (дерево, метал) із надрукованими елементами, застосовуючи 3D-друк лише для тих частин, які мають складну або нетипову форму. Такий підхід дозволяє раціонально використовувати ресурси та зменшити загальну вартість виготовлення опалубки.

Крім того, технологія 3D-друку є ефективною у випадках, коли один і той самий елемент опалубки повторюється кілька разів. У цьому разі його можна надрукувати в необхідній кількості екземплярів, що значно скоротить час і витрати на виробництво аналогів із дерева чи металу.

Висновки. Технологія 3D-друку в будівництві є перспективним напрямом розвитку сучасних методів виготовлення опалубки. Вона не лише допомагає полегшити роботу в створенні складних конструкцій, а й відкриває нові можливості для поліпшення процесів проєктування та виробництва будівельних елементів. Завдяки високій точності 3D-друку можна створювати опалубки нетипової форми, що забезпечує реалізацію інноваційних архітектурних рішень, чим підвищує якість кінцевого результату. Подальші дослідження технології 3D-друку мають бути спрямовані на вдосконалення матеріалів для друку, підвищення їхньої міцності та екологічності. Особливу увагу варто приділити на вдосконалення програм для моделювання таких опалубок, які дозволятимуть швидко втілити проект в реальність. 3D-друк у будівництві має великий потенціал для подальшого розвитку та може пришвидшити, полегшити, зробити більш екологічним і менш затратним процес виготовлення опалубок нетипової форми.

Література

1. О.В. Орисенко, А.В. Шокало, М.М. Ручинський. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ 3D ДРУКУ БЕТОННИХ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ. *Google*. URL: https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/conf/2023/v-vntk-seratbt/materiali-V-vseukrainskoi-konferencii-2021-.pdf#page=51 (дата звернення: 13.10.2025).
2. LI, Wei, et al. A review of formwork systems for modern concrete construction. In: Structures. Elsevier, 2022. p. 52-63.

8. ВПРОВАДЖЕННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕС РОЗРОБКИ КОШТОРИСНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Шумаков І.В., д.т.н., проф., Дутчак Т.М., асп.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Актуальність досліджень у напрямку впровадження BIM-технологій при розробці кошторисної документації визначається критичною потребою в ефективному та прозорому механізмі управління капітальними інвестиціями в умовах масштабного післявоєнного відновлення інфраструктури України. Суспільний та міжнародний запит на ефективне використання коштів та належне врядування у будівельній сфері вимагає повної цифрової трансформації галузі, ключовим інструментом якої є технологія BIM. Впровадження BIM-технологій на повний життєвий цикл об'єктів будівництва, а особливо в економічній частині проєктування, забезпечує точність даних та скорочення можливих ризиків.

Мета дослідження – розробка науково-методичної та програмно-організаційної основи для підвищення точності, прозорості та оперативності визначення вартості об'єктів будівництва шляхом повної інтеграції BIM-технологій (з акцентом на високі рівні моделювання) у вітчизняні цифрові системи кошторисного нормування.

Аналіз сучасного стану дослідження інформаційного моделювання в Україні свідчить про активне формування нормативно-правового поля. Так, розробка Концепції впровадження BIM в Україні [1] та постійне оновлення кошторисних норм [2, 3] підтверджує стратегічний напрямок держави на цифровізацію. При цьому на практиці переважна більшість проєктів залишається на низьких рівнях інформаційного моделювання, а інтеграція між 3D-моделлю та вітчизняними програмними комплексами для кошторисної документації (АВК, «Кошторис» тощо) є обмеженою та вимагає ручного перенесення даних [4]. Це створює ключову проблему втрати головної переваги BIM – автоматичної, безпомилкової та динамічної зміни кошторисної вартості при коригуванні проєктних рішень.

Згідно з міжнародним досвідом успішне використання моделі для цілей управління вартістю та ресурсами (аж до 7D – Sustainability/Facility Management) вимагає досягнення високого рівня деталізації інформації (LOD) та структуризації даних моделі [5]. Чим вищий рівень інформаційного моделювання, тим точнішими та менш трудомісткими є економічні розрахунки. Для забезпечення максимальної ефективності використання коштів для реалізації об'єктів будівництва всіх видів, BIM-технологія надає такі позитивні аспекти:

1. Прозорість: забезпечення повної простежуваності формування обсягів робіт від елементів моделі до кошторисних позицій, що є критичним для залучення інвестицій.

2. Точність та швидкість: автоматизоване вилучення обсягів мінімізує помилки, прискорює процес розробки кошторису та його коригування.

3. Управління змінами: можливість оперативного перерахунку вартості при внесенні змін у проєкт, що усуває необхідність повного ручного переоформлення документів.

Основні результати проведених досліджень містяться в наступному: 1) проаналізовано сучасний стан питання та актуальність тенденцій розвитку BIM-технологій у процес розробки кошторисної документації; 2) визначено ключові

технологічні та нормативні обмеження, що перешкоджають прямій інтеграції між комерційним BIM-софтом та локалізованими кошторисними системами в Україні, зокрема у сфері уніфікації кодування будівельних елементів; 3) визначено напрямки удосконалення методики розрахунку вартості, зокрема шляхом більш точного та автоматизованого врахування трансакційних витрат, які виникають на етапі експлуатації моделі.

Значущість отриманих результатів є у створенні методичної та програмно-організаційної бази для переходу вітчизняного кошторисоутворення на цифровий рівень 5D/7D-моделювання. Це забезпечить фінансову стійкість проєктів відновлення; підвищення інвестиційної привабливості галузі за рахунок прозорості та уніфікації зі стандартами ЄС; скорочення щорічних глобальних витрат на етапах проєктування та будівництва, що, за оцінками, може сягати 13-21%.

Висновки. Попри існування певних нормативно-технічних бар'єрів впровадження BIM-технологій у кошторисне нормування є актуальною необхідністю та перспективою розвитку будівельної галузі України, особливо в контексті відновлення. Сучасний стан досліджень імплементації BIM у процес розробки кошторисної документації свідчить про необхідність глибшого дослідження, що полягає у розробці практичних методів використання BIM-технологій у сфері кошторисної документації з урахуванням аналізу іноземного досвіду, а також у вивченні можливостей застосування вітчизняного програмного забезпечення, визначенні актуальних проблем цієї сфери в Україні та шляхів їх вирішення для прискорення розвитку цифрових кошторисних технологій.

Література

1. Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Київ, 2019. 118 с.
2. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 01.11.2021 №281 «Про затвердження Кошторисних норм України у будівництві».
3. Левченко Н.М., Рябічко Г., Бугрім О. Модифікація кошторисної документації з визначення вартості об’єктів будівництва. Підприємництво та управління розвитком соціально-економічних систем. 2023. №2. 156 с.
4. Верютіна Л.О., Лукін Д.О., Безбабічева О.І., Лукін О.М. Сучасні реалії розробки кошторисної документації на будівництво транспортних споруд в умовах переходу до BIM-технологій. Grail of Science. 2024. №44. 171 с.

9. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ РІДИНИ У ГРУНТОВИХ ТЕПЛООБМІННИКАХ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СПОРТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Шамич О.М., д.псих.н., проф., Човнюк Ю.В., к.т.н., доц.,
Москвітіна А.С., к.т.н., доц.
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

У роботі отримане гіперболічне рівняння теплопровідності, яке адекватно описує нестаціонарні процеси теплообміну рідини (теплоносія) у ґрунтових теплообмінниках, призначених для підвищення енергоефективності функціонування спортивних будівель та споруд (переважно закритого типу). Врахований рух теплоносія, а розв’язок початково-крайової задачі (задачі Коші) для вище згаданого рівняння даний у циліндричній системі координат методом функцій Гріна.

Вказаний розв’язок відповідає гіперболічній теорії теплопровідності, яка враховує скінченність швидкості розповсюдження тепла, і дозволяє: а) більш правильно призначати норми міцності для трубних елементів ґрунтового теплообмінника, працюючих під дією термодинамічних навантажень; б) більш точно визначати розподіл поля температури у трубі теплообмінника циліндричної форми; в) оптимізувати параметри перехідних режимів функціонування ґрунтових теплообмінників (у процесах їх пуску/зупинки), що, у свою чергу, призводить до підвищення енергоефективності функціонування/експлуатації закритих спортивних будівель та споруд, для котрих використовуються подібні відновлювані джерела енергії (які до того ж ще є й екологічно чистими).

Нестаціонарні теплові поля, виникаючі у ґрунтових прямолінійних трубних елементах подібних теплообмінників, представлені у аналітичному виді завдяки точним періодичним й нестаціонарним розв’язкам гіперболічного рівняння теплопровідності (або телеграфного рівняння чи рівняння Клейна – Гордона – лінійний варіант). Такі розв’язки у роботі отримані безпосередньо у часовій області (при використанні методу функцій Гріна), або поза межами Фур’є – розкладів (т.з. неФур’є-аналіз) за аналогією з відомими результатами А.Б. Шварцбурга.

Для врахування неізометричних параметрів теплообміну виконаний аналітичний розрахунок конвективного теплопереносу за допомогою рівняння теплообміну (при теплообміні двох середовищ (рідина – тверде тіло) для кожного середовища перенос теплоти описується своїм рівнянням теплообміну):

1) для рідкої фази (водний розчин поліпропіленгліколя);

2) для твердого тіла (стінка труби, ґрунт).

У процесі моделювання задавались початкові та граничні/крайові умови (третя крайова задача) у відповідності з реальними розрахунковими залежностями й параметрами у системах акумулювання теплоти у ґрунтовому масиві, а також при врахуванні основних параметрів (й специфіки експлуатації) сучасних спортивних будівель та споруд закритого типу.

Отримані у даній роботі результати, розподіл температурного поля у ґрунтових прямолінійних (одиночних) трубних елементах/теплообмінниках свідчать про можливість (і доцільність) застосування теплообмінників – колекторів для видобутку

природної теплоти ґрунту й підвищення енергоефективності функціонування/експлуатації спортивних будівель і споруд, їх «екологічності».

Крім того, результати дослідження можуть бути використані для уточнення й вдосконалення існуючих інженерних методів розрахунку подібних систем як на стадіях їх проектування, так і у режимах реальної експлуатації задля оптимізації конструктивних елементів теплообмінників – колекторів.

10. БУДІВЕЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Черних О.А., к.т.н., доц., Гусак Я.Г., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Проєктування 11-поверхової житлової будівлі виконано з використанням сучасних програм AutoCAD, Sapfir та LIRA відповідно до чинних нормативів і стандартів ДБН В.2.6-98:2009, ДБН В.2.6-162, ДБН В.2.6-198:2014 та ДБН В.1.2-2006. Метою роботи є розробка архітектурно-конструктивних рішень, створення комплекту креслень, проведення розрахунків міцності та аналіз навантажень. У результаті створено будівельно-інформаційну модель будівлі, підготовлено необхідну документацію та підтверджено надійність і безпеку конструкцій.

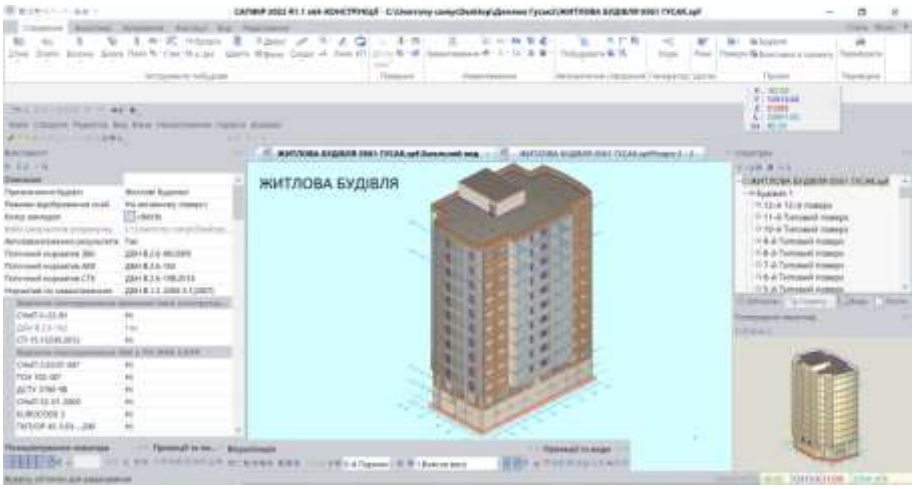


Рис. 1. Загальний вид житлової будівлі

На рисунку 1 зображено загальний вид житлової будівлі, розроблену з урахуванням чинних нормативів і стандартів України.

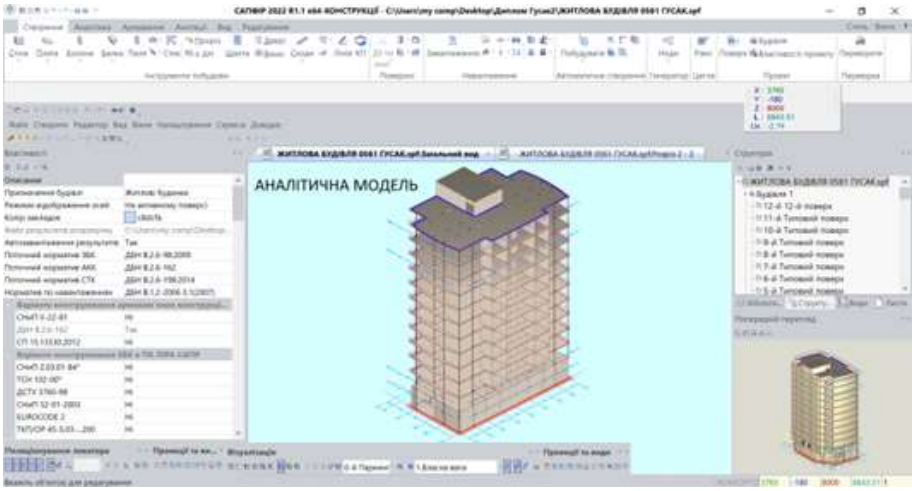


Рис. 2. Аналітична модель будівлі

На рисунку 2 представлено аналітичну модель, яка використовується для створення розрахункової моделі, яка дозволяє визначати напружено-деформований

стан конструкцій шляхом виконання розрахунків міцності та стійкості запроєктованої будівлі.

На рисунку 3 наведено розрахункову модель із поєднаннями навантажень (РСН) та зусиль (РСЗ), яка передається на розрахунок у програму LIRA.

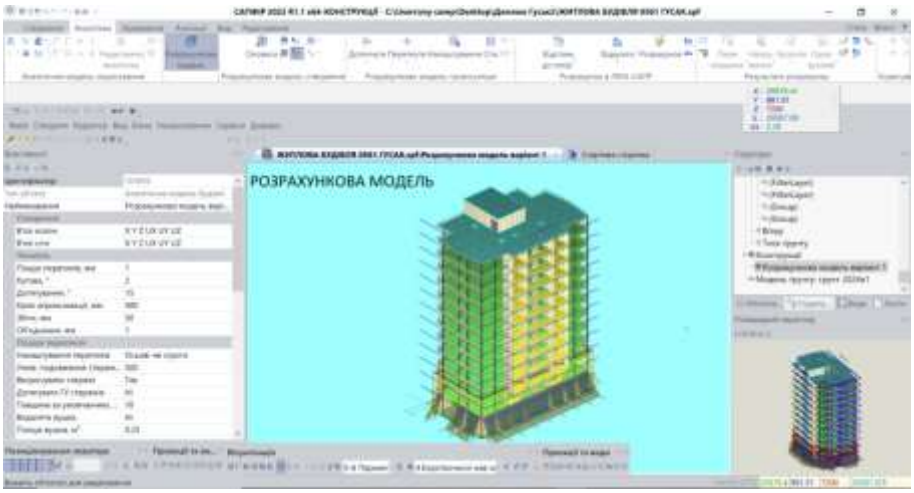


Рис. 3. Розрахункова модель будівлі

Для оптимізації проєктування створено блок-схему будівлі в генераторі вузлів, що дозволило систематизувати конструктивні елементи, візуалізувати їх взаємозв'язки та прискорити розрахунки в Sapfir і LIRA. На рисунку 4 показано загальну схему вузлів та основні елементи: паркінг, перший поверх, типові поверхи (2–11) і технічний поверх.

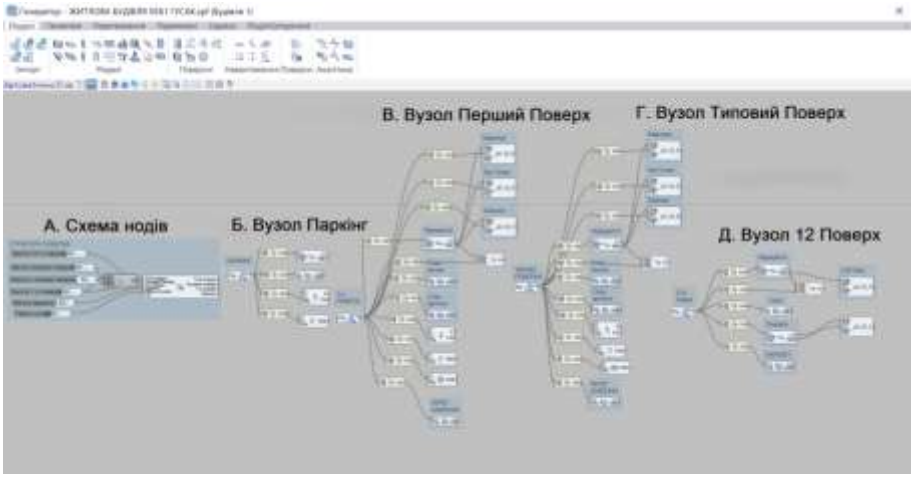


Рис. 4. Блок-схема будівлі у генераторі вузлів

На основі розрахунку будівельно-інформаційної моделі в програмі ЛІРА-САПР отримано результати армування пластинчастих елементів. Розрахунок визначив необхідну площу робочої арматури для плит перекриття, фундаментної плити та інших елементів згідно з нормативами. На наступних рисунках 5 и і 6 показано площу робочої арматури в плиті перекриття вздовж осей X та Y.

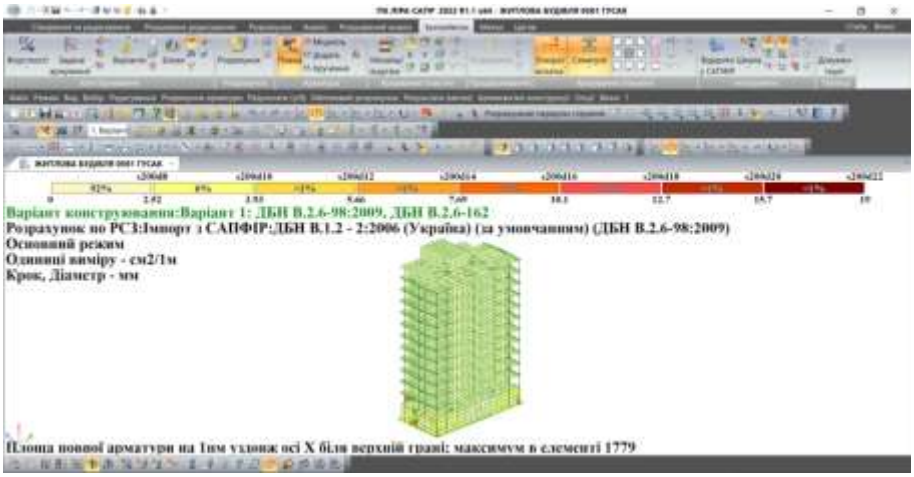


Рис. 5. Розподіл площі робочої арматури по верхній грані пластинчатих елементів вздовж осі X

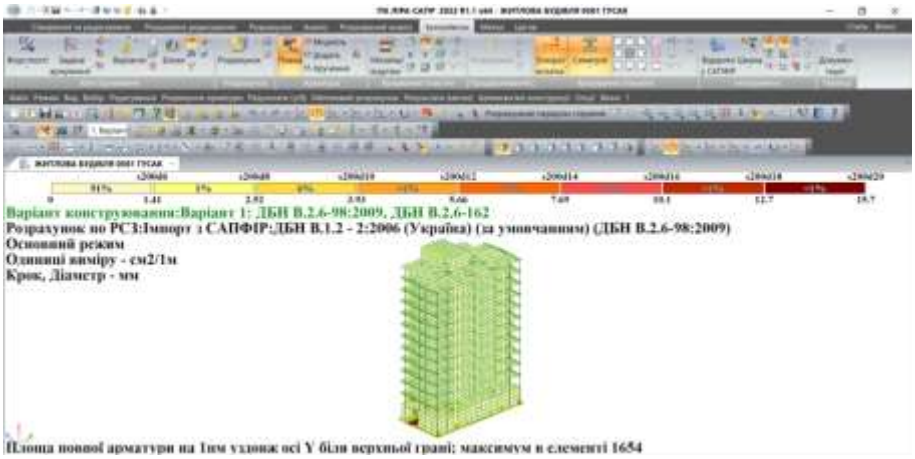


Рис. 6. Розподіл площі повної арматури по верхній грані пластинчатих елементів вздовж осі Y

На основі вимог будівельних норм до багатоповерхових будівель, були виконані архітектурні плани, розрізи та фасади, перевірено міцність та деформативність основних несучих елементів — колон, плит перекриття та фундаменту.

У підсумку був створений базовий комплект робочої проектної документації,

Література

1. 1.ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. — 71 с.
2. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будівель і споруд. Армування елементів залізобетонних конструкцій. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. — 85 с.
3. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. — 145 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. — Київ : Мінбуд України, 2007. — 103 с.
5. САПФІР - Генератор: Система параметричного моделювання: LIRALAND Group [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.liraland.ua/lira/systems/generator.php

11. ІНТЕГРАЦІЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ У СЕРЕДОВИЩЕ BIM (BRIM) ДЛЯ ВИСОКОАВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ МОСТІВ

Овчаренко О. А., к.т.н., доц., Гура В. О., студ. магістратури
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Традиційне проєктування мостів є послідовним процесом, що часто призводить до неоптимальних рішень через обмежену кількість ітерацій та складність ручного узгодження численних інженерних вимог. BIM (Building Information Modeling), зокрема його спеціалізована форма BrIM (Bridge Information Modeling), хоча й покращив координацію та документування [8], залишає прогалини на етапі ранньої структурної оптимізації, де закладається до 80% життєвого циклу вартості проєкту. Генеративний дизайн (ГД), керований алгоритмами оптимізації та ШІ, забезпечує докорінну зміну підходу до проєктування [4]. Він дозволяє інженерам автоматично генерувати та оцінювати тисячі проектних рішень на основі чітко визначених цільових функцій та інженерних обмежень. Метою дослідження є аналіз механізмів інтеграції ГД (на прикладі Autodesk Fusion) із середовищем BrIM, з акцентом на Топологічній Оптимізації (ТО) для високоавтоматизованого та ефективного проєктування мостів.

Синергія ГД-BIM є обчислювально-інформаційним фреймворком [2], де BrIM виступає як платформа управління знаннями, забезпечуючи цілісність даних та надаючи ГД-алгоритму початкову геометрію, матеріальні властивості та граничні умови (навантаження та опори). ГД, натомість, бере на себе функцію оптимізатора структури [1].

Дослідження, сфокусовані на оптимізації мостових конструкцій, підтверджують ефективність такого інтегрованого ГД-фреймворку, наприклад, у сфері дерев'яних мостів [5]. Ключовою методикою ГД для інженерії мостів є Топологічна Оптимізація (ТО). Її метою є пошук найбільш ефективного розподілу матеріалу у заданому просторі при мінімізації цільової функції (наприклад, податливості) та одночасному дотриманні обмежень щодо об’єму матеріалу. Зокрема, ТО, застосована до фермових конструкцій, доводить свою ефективність у мінімізації ваги та матеріалоємності [6].

Fusion, завдяки вбудованим можливостям ТО, слугує потужним генеративним двигуном, створюючи трифазний робочий цикл ГД-BrIM. На першій фазі, з BrIM-моделі передаються ключові дані, що утворюють простір проєктування (Design Space), включаючи Обмеження збереження (зони кріплення), Обмеження перешкод (дорожній просвіт) та Цілі Оптимізації (мінімізація маси та максимізація жорсткості). На другій фазі, алгоритм ТО генерує тисячі форм, які підлягають багатоцільовій оптимізації та фільтрації. Критичним етапом є інтеграція виробничих обмежень (вимоги до товщини елементів, наприклад, для зварювання чи лиття). Моделі оцінюються за продуктивністю та вартістю, що дозволяє інженеру вибрати найбільш збалансоване рішення. Для комплексної оптимізації, поряд із ТО, часто використовуються генетичні алгоритми [7]. На третій фазі, оптимізована сітчаста геометрія (mesh) імпортується назад у середовище BrIM для деталізації, додавання арматури та генерації робочих креслень (рис. 1). Цей зворотний зв'язок забезпечує інтеграцію інноваційної форми у точний BIM-пакет.

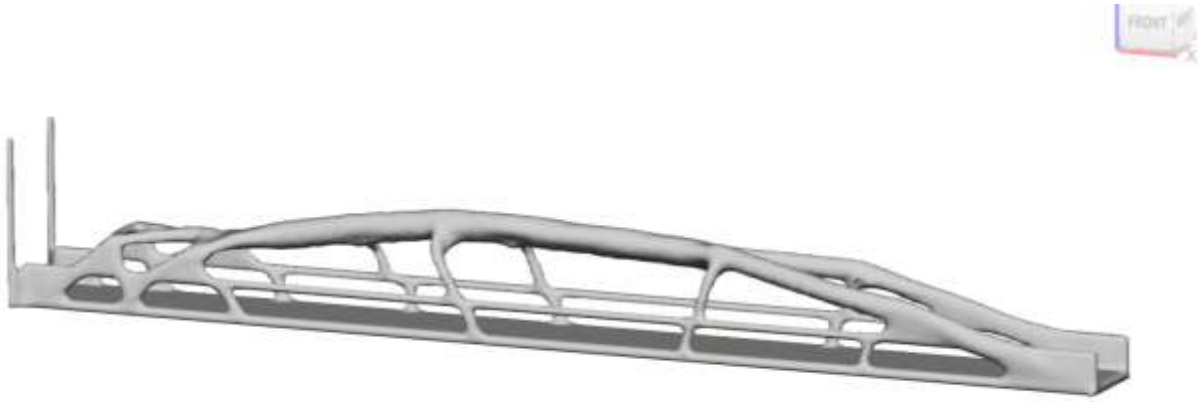


Рис. 1. Результат Топологічної Оптимізації (ГД): інноваційна конструкція мосту, оптимізована під навантаження та обмеження BrIM

Інтеграція ГД-BIM/BrIM забезпечує значні кількісні переваги. ТО безпосередньо призводить до зменшення маси конструкції, що в аналогічних дослідженнях показало скорочення матеріальних витрат (бетону та арматури) до 10–20% [1]. Це також скорочує цикл проєктування з місяців до тижнів та дозволяє дослідити інженерні форми, які традиційними методами були б проігноровані, підвищуючи інноваційність. Проте, впровадження ГД-BrIM стикається з низкою викликів [2, 4]. До них належать висока обчислювальна складність для масштабних конструкцій, проблема геометричної трансляції органічної форми (mesh) на параметризовані BIM-об'єкти, а також необхідність стандартизації BrIM-протоколів для ефективного обміну даними між різними програмними пакетами.

Висновки. Інтеграція генеративного дизайну (на прикладі Fusion) у середовище BrIM є визначальною технологією для майбутнього мостобудування. Вона автоматизує рутинні задачі та сприяє створенню легких, міцних та економічно ефективних конструкцій, виходячи за межі можливостей класичного параметричного моделювання. Перспективи розвитку полягають у подальшій інтеграції оптимізованих BrIM-моделей з Цифровими Двійниками (Digital Twins) для моніторингу стану в реальному часі та прогнозування обслуговування [3], завершуючи цикл цифрової трансформації в цивільному будівництві.

Література

1. Wefki H., Salah M., Elbeltagi E., Alinizzi M. Generative Design-Driven Optimization for Effective Concrete Structural Systems. *Buildings*. 2025. Vol. 15, № 15. Art. 2646. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/15/15/2646 (дата звернення: 05.11.2025).
2. Abrishami S. et al. INTEGRATION OF BIM AND GENERATIVE DESIGN TO EXPLOIT AEC CONCEPTUAL DESIGN INNOVATION. *Information Technology in Construction*. 2014. Vol. 19. P. 350–359. URL: https://www.itcon.org/papers/2014_21.content.01026.pdf (дата звернення: 05.11.2025).
3. BrIM and Digital Twin Integration for Structural Health Monitoring and Analysis of the Villena Rey Bridge via Laser Scanning. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15, №

21. Art. 11741. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/21/11741 (дата звернення: 05.11.2025).
4. Generative AI + BIM: Automating Structural Design in Civil Engineering. *IDSS Global*. 2025. URL: https://idssglobal.com/generative-ai-bim-automating-structural-design-in-civil-engineering/ (дата звернення: 05.11.2025).
5. Integrated Generative Design Framework for Timber Bridge Optimization. *Applied Science*. 2022. Art. 5183.
6. Generative Design-to-BIM Workflow for Minimum Weight Plane Truss Design. *IJSRED*. 2022. Vol. 9, № 9. P. 101–108.
7. Parametric Design and Optimization of Complex Structures using Genetic Algorithms. *Journal of Structural Engineering*. 2021. Vol. 48, № 3. P. 222–234.
8. Review of Building Information Modeling (BIM) Applications in Structural Engineering. *Structures*. 2019. Vol. 19. P. 138–147.

III. МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

1. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

Багрій Н.Ю., ст. викл.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

Вступ. Проблемами екологічної безпеки займаються впливові міжнародні організації: ЮНІДО (Організація ООН з промислового розвитку, UNIDO), ЮНЕСКО (Організація ООН з питаннях освіти, науки і культури, UNESCO), ОБСЄ (Організація з безпеки і співробітництва в Європі), ЄБРР (Європейський банк реконструкції та розвитку), ГЕФ (Глобальний екологічний фонд), ЄІБ (Європейський інвестиційний банк), ЄЕА (Європейська екологічна агенція), НАТО (Північноатлантичний альянс, NATO), МСА (Міжнародна спілка архітекторів, UIA).

Діяльність архітекторів і будівельників має значний вплив на глобальне потепління. На кліматичному саміті в Глазго в листопаді 2021р. прозвучала думка, що один архітектор в процесі професійної діяльності, активно використовуючи надзвичайно поширені матеріали - бетон, метал і скло, залишає вуглецевий слід як 162 людини за все своє життя.

Мета дослідження: визначити основні напрями зменшення вуглецевого сліду в архітектурі та будівництві.

Основний матеріал. В містах щороку зводиться значна кількість нових будівель. До 2060 року в світі планують збудувати 240 млрд $м^2$ площ, тобто щороку на протязі 40 років з’являтиметься новий Нью Йорк.

В липні 2023 року в Копенгагені світова архітектурна громадськість на Всесвітньому конгресі прийняла «Копенгагенські уроки» – 10 принципів, необхідних для того, щоб архітектурне середовище сприяло досягненню цілей ООН в галузі сталого розвитку:

1. Гідність і свобода дій для всіх людей є основоположними в архітектурі.
2. Люди, які ризикують залишитися позаду, мають бути враховані насамперед, коли ми будуємо, плануємо та розвиваємо забудову.
3. Існуючі конструкції завжди повинні бути повторно використані в першу чергу.
4. Жодний новий розвиток не повинен знищувати зелені поля.
5. Природні екосистеми та виробництво продуктів харчування повинні підтримуватись незалежно від умов забудови.
6. В будівництві не можна використовувати первинний мінеральний матеріал, якщо можливе повторне використання.
7. Жодні відходи не повинні вироблятися або залишатися в процесі будівництва.
8. При пошуку матеріалів для будівництва на першому місці повинні бути місцеві матеріали.
9. У всьому, що ми будуємо, уловлювання вуглецю має перевищувати вуглецевий слід.
10. При розробці, плануванні та будівництві кожна дія має позитивно впливати на водні екосистеми та постачання чистої води.

Принцип №3 стверджує: існуючі будівлі повинні бути використані повторно в усіх можливих випадках, що дає переваги реконструкції, адаптації, реновації і модернізації будівель порівняно із зносом.

Виробництво матеріалів та їх використання в процесі будівництва відповідальне за 37% глобальних викидів. Найбільш поширені штучні будівельні матеріали такі як бетон, скло і сталь, при виробництві потребують великої кількості енергії і залишають колосальний вуглецевий слід: 43% викидів дає виробництво цементу, 25% – металу, 24% – скла, деревини та інших матеріалів, 8% будівельна діяльність і логістика. В процесі експлуатації тільки на житлові будинки припадає 22% світового виробництва електроенергії і 17% викидів.

Методи екологічної сертифікації BREEAM, LEED, DGNB в обов'язковому порядку враховують вплив на природне середовище будівельних матеріалів та ресурсів, які використовують при зведені будівель, тому архітектори прагнуть, по можливості, скоротити об'єми їх використання.

У сфері архітектури широко використовуються терміни «зелена (green/eco) архітектура» та «стала (sustainable) архітектура». На екологічні проблеми (наприклад, забруднення повітря та управління відходами) орієнтовані обидва підходи, але часовий відрізок впливу різний:

- зелена архітектура вирішує переважно нинішні проблеми;
- стала архітектура працює на довгострокову перспективу.

В результаті дослідження, можемо виділити основні напрями декарбонізації в будівництві:

- зменшення об'ємів нового будівництва за рахунок реконструкції будівель, що дозволить знизити кількість відходів на 50-75%;
- використання матеріалів, які мають менший вуглецевий слід при виробництві, місцевих, відновних та перероблених матеріалів – деревини, бетону, цегли, металу, каменю, глини, деревини, матеріалів, отриманих в результаті демонтажу будівель і споруд;
- використання електроенергії з відновних джерел;
- скорочення викидів «активного вуглеводню» з систем опалення, охолодження, кондиціювання, освітлення;
- використання інноваційних технологій для підвищення енергоефективності будівель і споруд.

Висновки. Будівельна галузь суттєво страждає від наслідків кліматичних змін, проте сама є причиною складної екологічної обстановки на планеті. Будівельна індустрія відповідальна за майже половину викидів, які утворюються при виробництві матеріалів, зведенні і експлуатації будівель. Зміна стратегії проектування та будівництва дозволить зменшити екологічний вплив на середовище, покращити якість життя в містах.

Література

1. Екологічні організації. URL: https://artius.ua/novini/statti/ekologichni-organizacii.html

2. Будівельні матеріали і клімат. URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43377/Building_materials_climate_KMRU.pdf?sequence=2&isAllowed=y
3. Декарбонизация в строительстве и ЖКХ: приоритеты. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=8064
4. Зелені технології знизять викиди від виробництва цементу на 20% .URL: https://ecopolitic.com.ua/ua/news/zeleni-tehnologii-zmenshat-vikidi-vid-virobnictva-cementu-na-20-doslidzhennya
5. Renovation du bati: faire du neuf avec du mieux. URL: https://courier.unesco.org/fr/articles/renovation-du-bati-faire-du-neuf-avec-du-mieux

2. ПРИНЦИПИ ТА НАПРЯМКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ, АДАПТАЦІЇ, ТРАНСФОРМАЦІЇ ІСТОРИЧНОЇ АРХІТЕКТУРНОЇ СПАДЩИНИ В М. ОДЕСА

Дунаєвський Є. Ю., ас., PhD, Ханжи М. В., студ. бакалаврату
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Містобудівельна реконструкція є одним із ключових напрямів розвитку сучасних міст. ЇЇ головне значення полягає у збереженні історичної спадщини та впровадженні новітніх технологій у просторову організацію територій. Серед український вчених значний внесок у напрямок зробили Ольховик С.М., Соколов І.А., Новосад І., Бурчак А, Дмитрік Н.О., Гулей Д.В. Занедбаність старих підприємств зумовлює особливу актуальність цього напряму у містобудівній реконструкції.

Багато промислових підприємств відіграють значну роль в формуванні силуету міста. Наразі деякі з них втратили функціонал, засмічуючи цінне історичне середовище. Проте, додавання габаритних комплексів в міський простір сприяє укрупненню композиції. Тому головні питання перебудови промислової території в історичних ареалах полягають у реабілітації, збереженні автентичності й переосмисленні функцій будівель. Для вирішення цих проблем застосовують «приховану» реконструкцію (зберігає архітектурно-планувальні структури); реставрацію; комплектування з громадською забудовою; формування функціонально-активних трас. Вагомим у реконструкції є перетворення підприємств у технопарки, які сприятимуть розв’язанню соціальних і архітектурно-художніх проблем.

Рис. 1. Занедбаний завод ЗОР-Одесельмаш вздовж прибережної смуги м. Одеса

Ще більшої складності реновація промислово-складських районів набуває у приморських містах, де підприємства часто формуються вздовж берегів (прикладом може слугувати місто Одеса, рис. 1). Прибережні смуги завжди відігравали роль ключових композиційних осей міського простору, проте часто вони зайняті хаотичною забудовою. Під час реновації обов’язково слід виконати наступні задачі: знайти інформацію про будь-які обмеження та особливості даної території; проаналізувати діючі нормативи планування територій; провести моніторинг існуючих ділянок, які в минулому були промисловими [2]. Технологія реноваційних процесів має враховувати

і екологічні аспекти: повторне використання елементів та санацію житлових будинків. Доречним буде й формування домінант в утвореному архітектурному ансамблі для належного сприйняття панорами. Ключовий аспект полягає у спадкоємності культурних кодів, що передбачає збереження промислових артефактів і гармонійне включення культури у новий архітектурний ансамбль [1, с. 156-157]. Реалізація цієї концепції здатна забезпечити набережним з промисловими об'єктам належні екологічні умови, функціональний баланс та художню виразність середовища.

Прикладом не раціональної перебудови промислового підприємства може слугувати проєкт 24-ох поверхового житлового комплексу замість пошкодженого від пожежі заводу Санценбахера (м. Одеса, рис. 1) [3]. Враховуючи розміри майбутньої будівлі, імовірним виглядає порушення загального вигляду Французького бульвару. Крім того, поява багатьох нових мешканців призведе до перенавантаження транспортних доріг бульвару, проспекту Шевченка та Гагаріна. Слушним вирішенням перебудови (окрім воскресіння заводу) було б спорудження житлового комплексу, що буде вписуватися у межі «блакитної» лінії, облаштування зелених зон або туристичних об'єктів чи збереження частини завод**у** як історико-культурного акценту.

Рис.2. Модель проєкту житлового комплексу на минулому місці заводу Санценбахера, м. Одеса

Висновки. Питання належного оновлення застарілих промислових підприємств є невід'ємною частиною містобудівної реконструкції. Це може бути виконано як у вигляді звичайної реконструкції, так і шляхом перебудови, в результаті створення нової споруди з іншим функціоналом. Але в будь-якому випадку слід притримуватися принципів комплексності, поетапності та спадкоємності. Також перед роботами треба знайти інформацію про обмеження й нормативи планування щодо наявної території. Окремим ускладненням даного питання є розташування будівлі вздовж берегів або в історичній забудові. В таких випадках необхідно окрім функціональних та конструктивних складових враховувати й стильове узгодження. Дотримання правил підготовки будівництва, проведення робіт, майбутньої експлуатації та гармонізації з навколишньою архітектурою сприяє не тільки корисному функціонуванню споруди, а й проявленню поваги до громадян.

Література

1. Дмитрік Н. О. Принципи архітектурно-планувальної організації багатофункціональних комплексів на основі реновації промислових об'єктів: дис. … док. філ. : 02.07.2021. Київ. 2021. 244 с.
2. О.С. Самойлюк, Л.В. Кучеренко. Містобудівні аспекти комплексної реконструкції промислової території, на прикладі міста Вінниця. 2020.
3. Ханжи М. В., Токар В.В., Топал С. С. Перспективи нової експлуатації колись занедбаних будівель Одеси. *Сучасні проблеми та перспективні напрямки інноваційного розвитку міста:* матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. 7-8 листопада 2024 р. С. 148-152.

3. АРХІТЕКТУРНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ МІСТОБУДІВНИХ ВИМОГ ДО ОРІЄНТАЦІЇ, ІНСОЛЯЦІЇ ТА ПРОСТОРОВОГО РОЗМІЩЕННЯ НА ДІЛЯНЦІ

Малашенкова В.О., канд. арх. доц., Ханжи М.В., студ. бакалаврату
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Проєктування будівлі складний процес, який передбачає врахування окрім конструктивних та естетичних питань й проблеми того наскільки комфортним буде мікроклімат майбутнього проєкту. Важливим фактором є орієнтацієя будівлі відповідно до сторін світу та урбаністичним аспектом, які несуть значний вплив на умови проживання людей.

Розташування будівлі за сторонами світу визначає рівень природного освітлення, тепловий комфорт і енергоефективність споруди. Корисним вважається розташування в'їзду до будівлі з північної сторони та особливо зі східної, оскільки тоді планування буде найбільш вигідним завдяки доброму освітленні цієї частини вранці та її не перегріванню в решту дня (рис. 1). Західна дорога не є комфортною, бо вона після полудня сильно прогрівається. Рішенням проблеми є перпендикулярне розташування будівлі відносно дороги з північним входом всередину. Також незручною є південна дорога – доведеться розташовувати будинок якомога далі від вулиці із східним входом (рис. 2) [1].

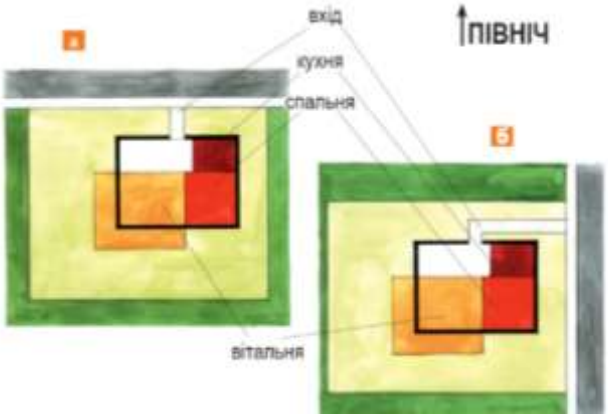


Рис. 1. Розташування будинку на ділянці з дорогою з півночі та сходу

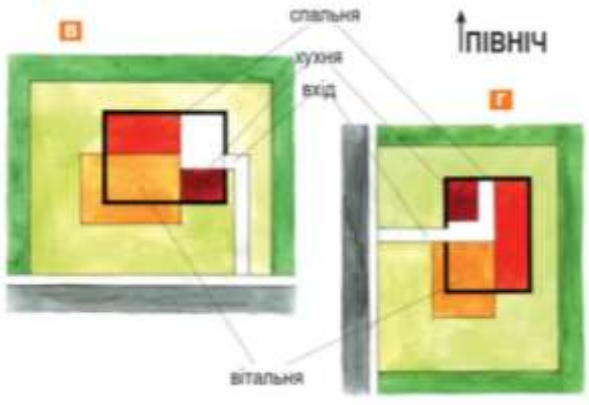


Рис. 2. Розташування будинку на ділянці з дорогою на південь та захід

Оскільки вітальня – місце збору родини та прийому гостей, важливо забезпечити в ній затишну атмосферу та достатнє природне освітлення. Розташування гарного виду з південного боку передбачає положення вітальні в тому ж місці. Через те, що кухню й так активно прогрівають, кориснішим буде її розташування на півночі чи сході. Для компенсації поганого природного освітлення можна застосовувати додаткові освітлювальні прилади. Для «жайворонків», найбільш вдалим буде розташування спальні у східний або південно-східній стороні, а для «сов» – протилежне. Південь не є гарними варіантом, бо сильно прогрівається влітку, а північ через постійну похмурість [2]. Додаткові приміщення краще розташовувати на півночі (інсоляція таких кімнат неважлива). Також необхідно пам'ятати про фактор безпеки. Наприклад, облаштування спальні над гаражем через шум та вихлопні гази може негативно впливати на комфорт і здоров'я мешканців. Архітектор має враховувати персональні уподобання замовників під час проєктування: південне положення квартири з надає достатньо сонячного світла, але при цьому влітку тут надто жарко, тож потрібні штори чи кондиціонер. Узимку поєднання сонця й опалення робить повітря надто сухим і гарячим, від чого страждають дерев'яні елементи інтер'єру. Північна сторона теж має плюси. У спекотному кліматі там прохолодно й комфортно. У холодних регіонах нестачу світла компенсують яскравим текстилем і додатковим освітленням.

Згідно вивченого досвіду, для України метод належного планування будівлі також почали широко застосовувати завдяки своїй енергоефективності. Більш за все сучасних проєктів із дотриманням даних правил зустрічаються у Києві, Одесі, Івано-Франківську, Харькові, Тернополі, Вінниці та інших, переважно, крупних містах. Наприклад, у Львівській області за даними NASA середній місячний рівень сонячної радіації на метр квадратний за останні 22 роки становить – 2.92 кВт·г. Так, поєднання принципів вірної орієнтації будинку та головних положень проектування «пасивних» будівель здатне одночасно облаштувати належний мікроклімат всередині, а також зекономити витрати на енергію, раціонально застосувавши від 10 до 50% накопиченої енергії [3].

Слушним є і належне розташування будівлі у міському середовищі. Висотна забудова може затінювати фасади, а отже зменшувати тривалість інсоляції, що впливає як на природне освітлення, так і на роботу сонячних панелей. Крім того, слід враховувати вуличний шум, напрямки вітру та близькість зелених зон. Так, розташування вікон спалень у бік внутрішнього двору дозволяє значно знизити рівень шуму у порівнянні з фасадами, що виходять безпосередньо на магістраль.

Слід відмітити, що відсутність належного орієнтування будівлі може сильно знизити оцінку замовника щодо роботи архітектора. Будинок може бути чудовим у конструктивній та естетичній складовій, але без гідної орієнтації мешканці можуть зустрітися з рядом проблем, таких як: перегрівання, сильні вітри у дворі, погане освітлення тощо.

Таким чином, розташування відповідно до сторін світу допоможе не лише створити приємний мікроклімат, а й заощаджувати значні кошти. Дотримання урбаністичного фактору у зонуванні здатне облаштувати тиху атмосферу у квартирі, а також оберігатиме здоров'я мешканців від вихлопних газів. Комбінація усіх загальноприйнятих правил щодо орієнтації будівлі сприяє комфортному та економічно вигідному проживанню.

Література

1. Розташування та проєктування будівлі по відношенню до сторін горизонту. Budprofi. 2020. URL: https://budprofi.com/yak-pravylno-roztashuvaty-budynok-na-dilyantsi-po-storonah-goryzontu/ (дата звернення: 12.09.2025).
2. Облаштування квартири в залежності від орієнтації. Remontuem. URL: https://remontuem.te.ua/home-orientation-interior/ (дата звернення: 12.09.2025).
3. Тригуб Д. Особливості проєктування пасивного житлового будинку в Україні. *POLIT. Challenges of science today*, *5-7 April 2022.* Київ, 2022.

4. МІСЬКА МОБІЛЬНІСТЬ В АСПЕКТІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Чередніченко О.П., асп.
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

Метою даного дослідження є процес управління міськими транспортними системами та створення рекомендацій щодо вдалого управління міськими транспортними системами в Україні.

Пропонується визначати «міську мобільність» як інструмент управління населенням міста та зв'язками між функціональними зонами, які утворюються унаслідок життєдіяльності, за допомогою систем транспортного обслуговування. Зв'язки за своїми функціями розподіляються на трудові, рекреаційні та культурно-побутові.

Система транспортного обслуговування населення міста повинна поділятися на підсистеми громадського та індивідуального транспорту.

Управління міською мобільністю – процес, що першочергово базується на попито-орієнтованому підході до пасажирських перевезень, що дає нові партнерські відносини на ринку транспортних послуг та ряд інструментів для заохочення змін у звичках на користь вибору громадських видів транспорту. Дані інструменти базуються на процесах обміну інформації, координації, комунікації, організації та вимагають стимулювання до розвитку та широкого впровадження.

Сучасним містам характерна інтенсивність економічних зв'язків, а потреба в транспортних переміщеннях населення настільки велика, що потенційно її можна реалізувати лише за умови комплексного розвитку різних видів транспорту і транспортних комунікацій. Для містопланувальників і проєктувальників це створює завдання, вирішення якого вплине на характеристики роботи міського транспорту і на розвиток міста в цілому.

Останніми роками в Україні підходи до проєктування та реконструкції вулично-дорожньої мережі піддались суттєвим змінам. На прикладі міста Києва, одного з найкрупніших міст України, можна сформувати наступні проблеми: велика залежність населення від автомобіля (коефіцієнт автомобілекористування складає 0,88 [1], в європейських містах з розвиненою транспортною інфраструктурою – 0,3) та перевантаженість міст, в особливості центрів, від високої інтенсивності використання приватних автомобілів (Київ посідає 3 місце в рейтингу міст з найбільшими транспортними затримками [2]). Поняття «залежність від автомобіля» визначають як сумарний вплив ряду факторів, що призводять до високого рівня використання автомобіля та обмеження можливості вибору альтернативних видів транспорту [3].

З досвіду інших країн світу [4] можна сформувати два шляхи вирішення транспортних пересувань: екстенсивний (збільшення частки вулиць і доріг по відношенню до загальної площі міста) і інтенсивний (зміна пріоритетів в піраміді міської мобільності).

На першому місці у містах з розвиненою транспортною інфраструктурою діє принцип, що місто не може бути комфортним і привабливим, якщо воно не зручне для пішоходів, серед яких найважливішою категорією є маломобільні групи населення – вагітні жінки; діти до 7-ми років; особи, які супроводжують малолітніх дітей; люди поважного віку; люди з інвалідністю; люди з постійними та/або тимчасовими

функціональними порушеннями; люди, які отримали тимчасову травму або хворіють; люди з нестандартними розмірами тіла: значно більшою або меншою за середню масою тіла, низького чи зависокого зросту; люди, які протягом певного часу можуть бути неуважними (приміром під впливом стресу).

Другий крок піраміди мобільності займає громадський транспорт, яким переміщуються набагато більше населення, ніж за допомогою автомобілів, але завдає набагато менше шкоди і не потребує паркінгів. Пасажиропотоки між громадським транспортом Києва розподіляються наступним чином: метрополітен (35,1%), маршрутне таксі (25,7%), автобус (19,2%), тролейбус (8%), трамвай (8%), фунікулер (0,4%), міська електричка (0,1%).

Третю сходинку посідає велосипедний транспорт, який близький до пішоходів за проблемами та перевагами. Але займає окреме місце в піраміді, бо для нього необхідна спеціальні паркувальні місця та інфраструктура.

Варто зазначити, що в середніх (50–250 тис. мешканців) і малих (до 50 тис. жителів) містах велосипедний транспорт може займати 2 місце, а громадський – 3.

Четверте місце належить комерційному транспорту, який є стимулюючим для розвитку бізнесу.

Останні дві позиції належать приватним та запаркованим автомобілям. Вони більш комфортні та мобільні, але значно менш ефективні, потребують великий площ для зберігання й обслуговування і спричиняють забруднення навколишнього середовища.

Дослідивши проблематику транспортних систем, можна стверджувати, що основним якісним інструментом розвитку системи її взаємодії в місті є управління міською мобільністю як показником сталого розвитку міста.

Усі питання щодо транспортного обслуговування й організації дорожнього руху відносяться до проблем, що стосуються *перевезень*. Вирішити проблему перевезень - це:

- зменшення витрат часу на обмін пасажирами і вантажами між різними видами транспорту/маршрутами;
- виключення затримок;
- забезпечення високого рівня обслуговування.

Визначення оптимальних витрат часу та коштів на переміщення, інфраструктуру й експлуатацію транспорту належить до проблеми *підвищення економічної ефективності*. Відповідно врегулювання даного питання – це:

- вирішення проблем першої групи;
- своєчасне оновлення старого парку;
- впровадження розвиненої системи технічного обслуговування.

Безпека руху в місті забезпечується за допомогою численних містобудівних і технічних заходів спільно з технічними характеристиками рухомого складу, за допомогою яких здійснюються перевезення.

Для поліпшення безпеки руху варто:

- поліпшити стан вулично-дорожнього покриття;
- збільшити пропускну спроможність вулично-дорожньої мережі міста;
- розподіляти пасажирські та транспортні потоки (у просторі й часі); – використовувати більш досконалу та надійну техніку;

- застосовувати гнучку систему регулювання дорожнім рухом.

Зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище — окреме коло питань як технічного (рівень викидів, вібрації, шуму), так і містобудівного напрямку (перерозподіл та зменшення транспортних потоків). Вирішення питань з кожної груп проблем буде сприяти покращенню екологічної ситуації в місті.

На прикладі м. Києва [5] оцінено рівень впровадження систем моніторингу та управління транспортними потоками в українських містах. Описано рівні нормативно-правової бази, що регламентує питання міської мобільності населення в Україні.

Досліджено характеристики інтелектуальних транспортних систем та їх ключові предметні області. Виокремлено загальноприйняті послуги для користувачів інтелектуальних транспортних систем та сегментовано відповідно до потреб даних користувачів систем. Представлено функції, способи застосування та технології інтелектуальних транспортних систем. Виділено послуги, які є пріоритетними для потенційних користувачів інтелектуальних транспортних систем в українських містах. Охарактеризовано світовий досвід становлення і розвитку інтелектуальних транспортних систем, а також, європейські програми їх впровадження. Виконано SWOT-аналіз впровадження інтелектуальних транспортних систем в Києві та надано рекомендації щодо створення програми впровадження ІТС в Києві.

Інформаційну базу статті [5] склали публікації видних українських та закордонних науковців, дані сервісу транспортної аналітики Tom Tom, чинна нормативно-правова база України, якою регулюються міські транспортні системи, та міські стратегії розвитку. У процесі дослідження використовувалися наступні методи наукового дослідження: діалектичний метод, метод наукової абстракції, метод аналізу та синтезу, метод індукції та дедукції, порівняльний метод, метод систематизації, графічний метод.

В статті [5] наведено показники оцінки ступеня відповідності міської транспортної системи повній потребі в пасажироперевезеннях.

Однак оцінювати ступінь відповідності системи транспортного обслуговування населення міста повній потребі в пасажироперевезеннях, використовуючи лише кількісні показники, не можливо. Для визначення якісного показника транспортного обслуговування населення потрібно використовувати швидкість переміщення населення, коефіцієнт користування транспортом, сітьовий інтервал, регулярність руху, затрати часу на переміщення та коефіцієнт пересадковості. Наведено основні показники оцінки ступеня відповідності міської транспортної системи повній потребі в пасажироперевезеннях.

Серед них соціальні: кількість індивідуального та громадського транспорту; рівень транспортної доступності; рівень доступності інформації; питомий втрачений час; рівень безпеки; екологічна безпечність.

До несоціальних показників слід віднести кількісні (провізна спроможність, місткість транспортних засобів, щільність маршрутної мережі, кількість рухомого складу на 1000 жителів, статистичний коефіцієнт використання місткості рухомого складу) та якісні показники (Швидкість переміщення населення, коефіцієт користування транспортом, сітьовий інтервал, регулярність руху, затирати часу на переміщення, коефіцієнт пересадковості).

Основними показниками оцінки систем транспортного обслуговування повинні бути: надійність, безпечність, інформаційний сервіс, комфортність, регулярність, виконання змінно- добового плану, доступність.

Одним з шляхів регулювання транспортної сфери є прийняття законів і нормативно-правових актів для всієї системи транспортного обслуговування незалежно від виду транспорту, населеного пункту, економічного становища, збитковості чи прибутковості.

Література

1. Беспалов Д. Встановлено коефіцієнт автомобілекористування в Києві [Електронний ресурс] / Дмитро Беспалов. 2015. URL: https://bespalov.me/2015/10/23/vstanovleno-koeficientavtomobilekorystuvannya-v-kyevi/ (Дата звернення: 10 червня 2025 року)
2. Сервіс транспортної аналітики. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/kiev-traffic (дата звернення: 10 червня 2022 року)
3. Івасенко В.В. Класифікація елементів безбар'єрного простору вулично-дорожньої мережі з урахуванням потреб маломобільних груп населення: дис. … канд. техн. наук: 05.23.20 / Івасенко Вікторія Вікторівна. Полтава, 2016. 206 с.
4. Чередніченко О. Управління міською мобільністю в аспекті транспортної системи міста (на прикладі м. Києва) / О. Чередніченко, О.О. Приймаченко. // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". - 2022. – №7. – С. 9-12.
5. Чередніченко О. Інтелектуальні транспортні системи як інструмент управління транспортними потоками (на прикладі Києва) / О. Чередніченко, А. Валацкєне. // Містобудування та територіальнее планування, вип. №80. К.: КНУБА, 2022. - С. 416-450.
6. Чередніченко О. Управління міськими транспортними системами // Сучасні проблеми архітектури та містобудування, вип. №63. К.: КНУБА, 2022. - С. 164-180.

5. ПІДГОТОВКА Й РОЛЬ ФАХІВЦЯ-УРБАНІСТА У ВІДБУДОВІ ТА ПРОСТОРОВОМУ РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

[1]Габрель М.М., проф., д.т.н., [2]Габрель М.М., доц., к.т.н., докторант
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів[1]
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ[2]

Від фахівців залежить не лише обґрунтування концептуальних засад відбудови, швидкість і ефективність відновлення міст і поселень, а й стратегічна якість простору та майбутнього України в довгостроковій перспективі. Спираючись на базові засади підготовки фахівців у державі, можна визначити основні напрями формування професійної компетентності. Це забезпечить стратегічне бачення, системність рішень і практичну реалізацію принципів стійкого, ефективного й інноваційного відновлення країни після війни. Виокремимо кілька ключових ***функцій фахівця***:

1. *Аналітична й науково-експертна*, у т.ч. стосовно урбаністичних завдань: а) дослідження, оцінка стану, аналіз руйнувань, втрат соціальних, інфраструктурних, економічних та ін.; б) прогнозування наслідків і визначення впливу пропонованих рішень на якість і ефективність відновлення міст, промисловості, сільського господарства й соціальної сфери; в) моделювання й вибір сценаріїв розвитку – створення альтернативних варіантів відбудови (екологічно безпечна реконструкція, цифровізація інфраструктури тощо).

2. *Концептуально-планувальна*: а) розробка стратегій і концепцій як формування концептуальних рамок відновлення (збалансований розвиток, циркуляційна економіка, «зелені» технології); б) інтеграція та узгодження транспортного, енергетичного, житлового, соціального й культурного секторів в єдину просторову концепцію; в) визначення пріоритетів, які дозволять державі й регіонам окреслити ключові напрями дій (відновлення житла, критичної інфраструктури, освіти й охорони здоров'я).

3. *Технологічно-інноваційна:* а) інженери й ІТ-фахівці пропонують сучасні підходи до будівництва, відновлення енергомереж, цифрового управління містами, забезпечують впровадження екологічних стандартів у реконструкції зруйнованого, зменшуючи антропогенний вплив на довкілля; б) зосередження на реальних, контекстуально вкорінених ситуаціях, що потребують комплексного, міждисциплінарного аналізу, стратегічного й критичного мислення.

4. Координаційна й експертно-комунікаційна: а) зв'язок із владою і громадою, експертне пояснення населенню й органам влади логіку й доцільність конкретних проєктів щодо відновлення; б) міжнародна кооперація – підготовка пропозицій для міжнародних інвесторів і фінансування; в) партнерство між секторами (сприяння інтеграції державних, приватних і громадських ініціатив).

5. *Контролююча і нормативна функція* проявляється у встановленні й дотриманні стандартів і норм: а) визначення будівельних, екологічних і соціальних стандартів відновлення; б) моніторинг ефективності інвестицій і проєктів; в) оцінка реалізації концепцій та коригування планів за змін соціальної потреби й умов.

Урбанізована система багатофакторна, соціально значима, функціонує в умовах постійної зміни й конфлікту інтересів. Отож до підготовки фахівців висуваються вимоги міждисциплінарності, контекстуальності, системного аналізу, участі в практичній діяльності, а також орієнтації на стратегічну перспективу діяльності та гуманістичні цінності.

Концептуальні положення підготовки фахівців-урбаністів (еліти в сфері містобудування та територіального планування) поєднують системне розуміння буття людини як суб'єкта та активну діяльнісну позицію в опануванні й перетворенні просторової реальності. У професійній освіті це означає формування не лише знань, мислення, умінь і навичок, а цілісного, відповідального фахівця, здатного до творчого й осмисленого впливу своїх рішень на середовище. ***Ключові положення підготовки***:

1) *сутнісність освіти*. Освіта в урбаністиці й просторовому плануванні повинна розглядатися не як процес передачі знань, а як формування професійного світогляду, коли майбутній фахівець розкриває себе як суб'єкт, що не просто набуває компетентностей, а «проживає» свою майбутню професійну «ідентичність». Відповідно, підготовка скерована на ф*ормування наукового й професійного світогляду,* який охоплює філософські знання, систему цінностей фахівця, його погляд на процеси, що відбуваються в світі та професійній сфері. Передбачає: а) розширення спеціальних наукових знань щодо розв'язання складних недетермінованих завдань та професійного кругозору й осмислення знань за умови їх «розпакування з комп'ютера», теоретичної підготовки, яка дає змогу робити обґрунтовані узагальнення, оцінки й висновки; б) формування загальнолюдських цінностей, усвідомлення важливості дотримання моральних і екологічних імперативів, а також відповідальності за людське буття й загосподарювання середовища;

2) *пріоритет формування мислення* (культури мислення) над освоєнням інформації, функціональних знань, умінь, навичок і запам'ятовування. Це включає: а) формування здатності до синтезу, самоосвіти й саморозвитку, а не механічного «запам'ятовування всього» (знання швидко старіють), а також вміння застосовувати знання, розвивати аналітичне й критичне мислення як логічно-інтуїтивні конструкції; б) ширше інтегрувати науку (теорію) в професійну діяльність – як уміння аналізувати, оцінювати й обґрунтовувати рішення, розглядати процеси й явища в усій багатогранності, а не як окремих складових і ознак;

3) *діяльність як основа становлення фахівця*. Фахівець формується при розумінні й осмисленості суті майбутньої діяльності через моделювання в освітньому процесі реальних професійних ситуацій. Орієнтованість на практику зміщує акцент на участь у створенні реальних або навчальних проєктів, вміння працювати в командах. Фокус зміщується на залучення студентів до реальних завдань (участь у польових дослідженнях, аналізі об'єктів та просторових ситуацій);

4) *проблемність навчання через вирішення змодельованих проблем* і ситуацій у містах і середовищі життєдіяльності – від конфліктів інтересів у просторі до транспортних, інфраструктурних та ін. проблем. Проблемність і невизначеність завдань формують здатність діяти в умовах складності, конфліктності, багатоваріантності рішень. Це стає визначальною характеристикою сучасного фахівця, а урбаністика виступає сферою постійного «пошуку сенсів», а не простих лінійних рішень;

5) *інноваційність* як поєднання творчості, креативного мислення та новаторства в просторовому плануванні й проєктуванні. Єдність когнітивного, ціннісного, емоційного, матеріального в досвіді майбутнього фахівця ототожнюється з навчанням не лише правил розпланування території, а й естетичного і соціального «співпереживання» просторових процесів. Творчість і креативність у цьому контексті розглядаються як виведення освіти за межі рутинного відтворення професійних

навичок: а) уникнення формалізму, що зводиться до домінування процедур (тести, оцінки, критерії), з переорієнтацією на здатність до притичного і просторового мислення, синтезу й бачення «невидимого» (умов розвитку, інтересу до пізнання). Людина як індивідуальність потребує в процесі навчання творчої атмосфери та партнерських відносин (студент – учитель); б) підтримка та розвиток вроджених (генетичних) задатків і здібностей через розвиток ігрових форм навчання, що залучають досвід, емоції, ненаукові знання та життєву мудрість, формують і обґрунтовують алгоритми їх використання в професії;

6) *ситуативність* – навчання через залучення конкретних життєвих, просторових чи професійних ситуацій, діалогічність, відкритість і дискусійність. Освітній процес є взаємодією, а не «втручанням ззовні», і орієнтує на співдію учасників. Ця вимога полягає в критичному підході до чужих думок і тверджень, старанному осмисленні їх аргументів і перевірці логікою, а також вмінні бачити контекст, розуміти глибину соціальних, культурних, екологічних та ін.наслідків професійної діяльності, що забезпечує фахову обґрунтованість суджень, стійкість до маніпуляцій, а також відповідальність за власні дії;

7) *системність підготовки* передбачає застосування холістичного (цілісного) розуміння міського середовища та фаху урбаніста. Місто – цілісна, динамічна й взаємопов'язана урбанізована система, в межах якої процеси мають соціальну, просторову, економічну, екологічну, а також культурну складові, їх взаємозв'язки та координацію. Холістичність трактує процес підготовки фахівця в його постійній динамічній еволюції, що призводить до появи нових і якісно інших навчальних ситуацій, дозволяє уникнути фрагментарності й забезпечити узгодженість на різних рівнях підготовки;

8) *альтернативність рішень і методів їх обґрунтування* передбачає: а) обґрунтування, порівняння і вибір альтернативного рішення на основі визначених критеріїв та аргументованого аналізу, відмови від наперед заданих рішень, поступове «досягнення» очікуваного результату через альтернативність і аналітичний пошук; б) контакт із реальністю та «працю» з конкретним середовищем, його проблемами й потенціалом;

9) *самоосвіта як саморозвиток*. Людиноцентричність в обґрунтуванні рішень як інтегрування в навчання методів дослідження потреб і соціо-психологічного контексту й концепцій. Фахівець-урбаніст проєктує не лише простір життєдіяльності соціуму, а й власний професійний шлях, його сенси й відчуття відповідальності за майбутнє. Це передбачає впорядкування системи інтересів і професійних пріоритетів, орієнтацію на інтелект, креативність і успішність;

10) к*ритичність* ототожнюється зі здатністю урбаніста мислити вільно, аналітично й етично, протистояти шаблонам і кон'юнктурно забарвленим рішенням, включаючи осмислення власної позиції у просторі владних, соціальних і культурних структур, а також відповідальне ставлення до потенційного впливу професійної діяльності на людину, спільноту й довкілля.

В цілому освітній процес має стимулювати пошук рішень у складних умовах багатофакторності, невизначеності й соціальної відповідальності – не можна зводити підготовку фахівця до опису ситуацій (композиційних, ландшафтних, історичних), потрібне «вникнення» в глибину процесів (структурних проблем). У підготовці урбаністів і фахівців з просторового планування це означає: а) підготовку мислячого й

культурного громадянина, а не лише «інженера простору»; б) вчити осмислювати, оцінювати, відповідати за наслідки, а не лише знати й вміти вирішувати «типові» завдання; в) поєднувати архітектуру, соціологію, філософію, екологію, право тощо в одну світоглядну, наукову та професійну цілісність.

ФАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ УРБАНІСТА повинна розглядатися як ЦІЛІСНА, СИСТЕМНО ОРГАНІЗОВАНА ДІЯЛЬНІСТЬ, що поєднує знання, методології, цінності, практичний досвід і комунікативну взаємодію. Вона має ПРОЦЕСУАЛЬНИЙ ХАРАКТЕР, тобто виступає як система – процес та є не лише результатом (план, проєкт, концепція), а й процесами з їх ДИНАМІКОЮ, ЗМІНАМИ, ВЗАЄМОДІЯМИ, ЩО ВИМАГАЄ ОСМИСЛЕННЯ В ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ ТА РОЗУМІННІ ВЗАЄМОДІЙ З РЕАЛЬНІСТЮ.

6. СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСТ І ГРОМАД: ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ЗАВДАНЬ ТА ІНДИКАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ВИМІРІ

Коханій М.С., студ., Сингаївська О.І., д.т.н., проф.
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

У сучасному світі сталий розвиток стає пріоритетом для урядів, міжнародних організацій, бізнесу та громадських спільнот, адже він пропонує комплексний підхід до вирішення глобальних викликів. Під сталим розвитком розуміють розвиток, що спрямований на задоволення потреб сучасного покоління, не ставлячи під загрозу можливості задовольняти свої потреби майбутнім поколінням.

Становлення концепції сталого розвитку. Сталий (збалансований або самопідтримуваний) розвиток — це такий тип розвитку країн та регіонів, за якого економічне зростання, матеріальне виробництво, споживання ресурсів та інші види соціально-економічної діяльності здійснюються у межах, що відповідають екологічній ємності та здатності екосистем до самовідновлення.

На початку 1970-х років, у зв'язку зі зростанням рівня бідності в країнах, що розвиваються, питання соціальної справедливості набули статусу пріоритетних на рівні з економічною ефективністю. Водночас, «хижацьке» споживання природних ресурсів призвело до деградації навколишнього середовища та мало негативні наслідки для здоров'я населення [1].

Формалізацією стратегії сталого розвитку стала, прийнята 25 вересня 2015 року, резолюція Генеральної Асамблеї ООН: «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року», як заклик до дій щодо скорочення бідності, захисту планети та забезпечення того, щоб до 2030 року усі люди жили в мирі і достатку [2]. Даним документом проголошено 17 «Цілей сталого розвитку» і 169 завдань, спрямованих на їх виконання, які набули чинності 1 січня 2016 року та є орієнтиром для прийняття рішень на рівні країн, регіонів та світу в цілому.

Глобальна система показників для «Цілей сталого розвитку», прийнята Генеральною Асамблеєю ООН 06.07.2017, включає 234 унікальні показники [3].

Імплементація «цілей сталого розвитку в Україні». «З метою забезпечення національних інтересів України щодо сталого розвитку», указом Президента України від 30.09.2019 № 722 [4] визначено 17 «Цілей сталого розвитку України» на період до 2030 року

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.11.2024 № 1190-р [5], затверджено завдання щодо досягнення «Цілей сталого розвитку» на період до 2030 року та індикатори їх досягнення. На сьогодні система Цілей сталого розвитку для України представлена на рівні 101 завдання та 315 індикативних показників щодо їх виконання.

Узгодженість завдань та індикативних показників «цілей сталого розвитку» для України. Незважаючи на імплементацію на рівні вітчизняного законодавства Цілей сталого розвитку, зокрема врахування необхідності їх досягнення при формуванні та реалізації державної політики [6], при проведенні аналізу завдань та індикативних показників щодо їх виконання спостерігається неузгодженість з запропонованими на рівні ООН. Зокрема, завдання 11.3 досягнення Цілі сталого розвитку 11 «Сталий розвиток міст і громад» сформульовано як: «Забезпечення

збереження та сталого використання культурної та природної спадщини». До вказаного завдання затверджено такі індикативні показники: 1) «кількість об'єктів культурної та природної спадщини, які включені до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО»; 2) «кількість пам'яток культурної спадщини національного значення, внесених до Державного реєстру нерухомих пам'яток України»; 3) «площа природно-заповідного фонду загальнодержавного значення та місцевого значення»; 4) «кількість пам'яток культурної спадщини національного значення, на які укладені охоронні договори»; 5) «кількість дестинацій, сертифікованих за міжнародними стандартами сталого розвитку».

За результатами аналізу вбачається невідповідність окремих з наведених показників конкретному завданню. Зокрема, сам факт занесення об'єктів культурної спадщини до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО та/або до Державного реєстру нерухомих пам'яток України (індикативні показники №1 та №2) не є корелятивним відомостям про вжиття заходів, спрямованих на їх збереження, а слугує лише кількісним відображенням формальних адміністративних заходів з налагодження обліку об'єктів. Укладення ж охоронних договорів на пам'ятки та щойно виявлені об'єкти культурної спадщини (індикативний показник № 4) є нормативним обов'язком власників таких об'єктів та не може бути показником для аналізу конкретних заходів з їх збереження чи відновлення. Поряд з цим, враховуючи, що норми Закону України «Про охорону культурної спадщини» [7] не містять пріоритизації укладення охоронних договорів на пам'ятки національного значення, сама логічність формулювання показника викликає сумнів.

На глобальному рівні аналогічне завдання цієї ж ЦСР сформульовано як: «Посилити зусилля для захисту та збереження світової культурної та природної спадщини» та опирається на індикативний показник його досягнення – «Загальні витрати на душу населення, спрямовані на збереження, захист та консервацію всієї культурної та природної спадщини, з розбивкою за джерелом фінансування (державне, приватне), типом спадщини (культурна, природна) та рівнем державного управління (національний, регіональний та місцевий/муніципальний)». Даний показник розроблено Інститутом статистики ЮНЕСКО, який і здійснює його моніторинг, та відображає загальну суму на душу населення, яку кожна країна витрачає на захист своєї культурної та природної спадщини. Він включає державні та приватні джерела витрат, зокрема інвестиції, здійснені на місцевому, національному та міжнародному рівнях, самостійно або у партнерстві з організаціями громадянського суспільства. Джерела приватних витрат охоплюють широкий спектр установ, включаючи фонди та інші некомерційні організації, корпоративних спонсорів та приватні пожертви [8]. Індикатор розраховується шляхом ділення загального публічного фінансування спадщини (держава + приватний сектор) за певний рік на кількість жителів [9]. Такий підхід дозволяє отримувати репрезентативні дані для аналізу динаміки заходів зі збереження культурної та природної спадщини, на відміну від формальних кількісних показників, що не відображають ефективність реалізації завдань.

Висновки. Концепція сталого розвитку, що набула широкого визнання у другій половині XX століття, виникла як відповідь на зростаючі екологічні, соціальні та економічні виклики. На найвищому міжнародному рівні, сталий розвиток було визначено як інтегративний підхід, спрямований на задоволення потреб сучасного покоління без ризику для можливостей майбутніх поколінь.

Для України Цілі сталого розвитку є стратегічними орієнтирами на шляху до соціально-економічного зростання та екологічного добробуту. Однак, попри широкий консенсус щодо необхідності сталого розвитку, незважаючи на імплементацію ЦСР на рівні вітчизняного законодавства, при формуванні завдань та індикативних показників до їх виконання спостерігається формальний підхід, що, в свою чергу, унеможливлює аналіз та корегування державної політики за конкретними напрямками та, як наслідок, підвищує ризики погіршення соціально-економічного, культурного, екологічного становища держави в середньо та довгостроковій перспективі, зокрема в існуючій парадигмі безпрецедентних військових викликів.

Література

1. Методичні матеріали для впровадження освітнього модуля «Основи стратегії сталого розвитку в Україні». Програма розвитку ООН в Україні. Всеукраїнська дитяча спілка «Дитяча Варта». URL: https://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2015/02/metod_materialy_do_modulyu.pdf (дата звернення: 05.10.2025).
2. Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2023 року. Резолюція, прийнята Генеральною асамблеєю 25 вересня 2015 року. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/Agenda2030_UA.pdf (дата звернення: 05.10.2025).
3. Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 6 July 2017. URL: https://docs.un.org/en/A/RES/71/313 (дата звернення: 05.10.2025).
4. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: *Указ Президента України від 30 вересня 2019 року № 722/2019.* Урядовий кур'єр від 02.10.2019. № 188. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text (дата звернення: 05.10.2025).
5. Деякі питання забезпечення досягнення Цілей сталого розвитку в Україні: *Розпорядження Кабінету Міністрів України від 29.11.2024 № 1190-р.* Урядовий кур'єр від 13.12.2024 № 252. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1190-2024-%D1%80#n22 (дата звернення: 05.10.2025).
6. Регламент Кабінету Міністрів України: *постанова Кабінету Міністрів України від 18.07.2007 № 950 (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 09.11.2011 № 1156)*. Урядовий кур'єр від 03.08.2007 № 138. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/950-2007-%D0%BF#Text (дата звернення: 05.10.2025).
7. Про охорону культурної спадщини: Закон України від 08.06.2000 № 1805-III. Урядовий кур'єр від 12.07.2000. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text (дата звернення: 05.10.2025).
8. Sustainable Development Goal 11.4. Institute for Statistics UNESCO. URL: https://uis.unesco.org/en/topic/sustainable-development-goal-11-4 (дата звернення: 05.10.2025).
9. SDG indicator metadata. URL: https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-04-01.pdf (дата звернення: 05.10.2025).

7. ПРИЙОМИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПРИБЕРЕЖНИХ РІЧКОВИХ ТЕРИТОРІЙ

Черноносова Т.О., ст. викл., Зоренко А.О., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків

Стан різних водойм, зокрема річок, їх прибережних територій в межах міст зазвичай не відповідає нормативним екологічним та санітарним умовам, містобудівним вимогам, нераціональне використання цих ділянок призводить до занепаду та погіршенню навколишнього середовища, що порушує розвиток зв'язків міських територій з прибережними. Тому фахівці сьогодні велику увагу приділяють визначенню стратегії відновлення сильно деградованих ділянок.

По всьому світу поширюються проєкти ревіталізації природних об'єктів – повернення їх до природного стану, в якому вони були до промислової експлуатації. У містах цей процес починається з ревіталізації річки, яка завдяки стабільній та гнучкій природній системі є найзручнішим місцем для початку процесу природного відновлення в усьому місті.

Ревіталізація може повернути природне значення річок в життєвому циклі міста, що покращує загальний екологічний стан, сприятиме відновленню флори та фауни [1].

Створення рекреаційних зон навколо річок – ключ до комфорту, здоров'я і можливість для якісного відпочинку містян.

Щільність забудови впливає на появу дефіциту вільних ділянок під озеленення, об'єкти системи відпочинку, що й обумовлює необхідність застосування різних засобів що зможуть розширити та покращити водно-зелену інфраструктуру, як один з елементів міської екологічної мережі. Гарний стан екологічної мережі міста забезпечує покращення якості впливу на довкілля. Стан біорізноманіття також впливає на адаптивність до змін клімату, тим самим збільшує стійкість природи до екстремальних погодних умов. Через це, при роботі з прибережними територіями річок, необхідно розглядати усі фактори та процеси комплексно.

Стійкість прибережних територій забезпечується за допомогою містобудівних об'ємно-планувальних рішень та інженерних рішень. Існує широкий спектр прийомів покращення стану річкових просторів, що охоплюють екологічне відновлення, інженерні втручання та комплексну протидію наслідкам управління водозборами.

Серед таких прийомів та заходів можна виділити:

1. *Природні*: спрямовані на відновлення природних гідрологічних та екологічних процесів:

1.1. відновлення прибережних буферних зон, посадка місцевих дерев та чагарників, що забезпечить фільтрацію забруднювальних речовин, затінення потоків та стабілізує береги;

1.2. відновлення заплав, видалення або встановлення дамб – дозволить річкам отримати доступ до заплав, покращити відкладення осаду та урізноманітнити середовище існування різних видів флори та фауни;

1.3. створення та покращення водно-болотних угідь, що прилягають до річок – дозволить покращити кругообіг поживних речовин та забезпечити середовище існування для різноманітної флори та фауни.

1.4. структурування середовища біорізноманіття у річищі річок шляхом розміщення деревних залишків або інженерних перекатів – призведе до утворення калюж та перекатів, тим самим покращуючи водне середовище для існування.

Такі заходи вимагають менших витрат, ніж складні інженерні заходи, але мають необхідність в довгостроковому моніторингу та час для формування рослинності.

2. *Інженерні та структурні*: спрямовані на стабілізацію берегів або їх захист від повеней; забезпечення швидкого захисту берегової лінії, підходять для урбанізованих районів або районів з високим рівнем стоку. Такі заходи рекомендується поєднувати з екологічними (природними) підходами, для запобігання ризику вимирання біорізноманітного середовища, зміщення ерозії вниз за течією; планування міських річкових коридорів та екологічного стоку для визначення умов що спрямовані на розв'язання проблем деградації на рівні водозбору:

2.1. системи річкових коридорів в міському середовищі – підтримують боротьбу з повенями, блакитно-зелену інфраструктуру та доступність територій для різних груп населення (пішохідні доріжки, зелені шляхи тощо);

2.2. програми екологічного стоку передбачають внесення змін в експлуатацію дамб на базі досліджень для імітації природної мінливості стоку та підтримки здорового стану екосистеми – усувають проблему та забезпечують довгострокову стійкість прибережних річкових територій.

Для попередження та зменшення впливу шкідливої дії води передбачається низка нормативних, правових, організаційних та технічних заходів, що спрямовані на отримання екологічних, економічних та соціальних результатів, зокрема [2-4]:

- формування та утримання екологічно захищеного середовища;
- зменшення ризику повеней;
- розчищення річища річок та струмків;
- відновлення біорізноманіття;
- покращення якості води;
- обмеження нового будівництва у зонах можливого затопленням та інші.

Проєктування двоярусних та багатоярусних набережних слугує захисним рішенням під час боротьби з повенями, шляхом затримки надлишкової води на нижніх ярусах, де можуть бути розташовані прогулянкові алеї, зони відпочинку. При цьому позначка верхнього ярусу повинна забезпечувати захист від затоплення самої території [5].

Наразі проблеми прибережних територій повинні вирішуватися комплексно, тобто із застосуванням заходів, спрямованих на створення середовища різноманітного за призначенням та складністю. Такий підхід може стати більш ефективним під час вирішення тої чи іншої проблеми навколишнього середовища прибережних ділянок в містах.

Країни Євросоюзу і наша країна вже набули певного досвіду створення комфортного прирічкового середовища з використанням комплексних заходів. Прикладами можуть стати створення міських рекреаційних об'єктів після проведення різних ревіталізаційних заходів, що запобігають погіршанню навколишнього середовища: створення сучасних бульварів та набережних (м. Варшава, Польща), ревіталізація складської зони та набережної в історичному районі міста

(м. Рига, Латвія), реконструкція та модернізація найдавнішої набережної в Європі (м. Дніпро, Україна), набережної в м. Києві тощо.

Отже, практика показує, що:

- комплексні рішення – короткострокова інженерна стабільність, довгострокові екологічні заходи – забезпечують найкраще поєднання безпеки, біорізноманіття та соціальної стабільності;
- адаптивний моніторинг та планування в масштабі водозбору є важливими для успіху в досягненні цілей покращення стану прирічкових територій;
- відновлення прибережних ландшафтів, формування оновлених ділянок за певним містобудівним функціональним призначенням сприятиме удосконаленню та урізноманітненню системи озеленення та відпочинку міського населення.

Література

1. Панченко Т.Ф. Особливості містобудівної ревіталізації прирічкових територій / Просторовий розвиток: Науковий збірник / Київ, КНУБА, 2023. – Вип. 5. С. 80-89. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2023/SD2305.pdf
2. The European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
3. ДБН Б.2-2-12:2019: Планування і забудова території. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802.
4. Водний кодекс України від 6 червня 1995 року No 213/95-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text.
5. Савченко О.О. Особливості планувальної організації міських набережних: тези 74-ї наук. конф. професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, 25 квітня–21 травня 2022 р. / Полтава : нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2022. Т. 2. С. 11–13. URL: https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/11620.

8. ТРАНСПОРТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРИЙНЯТТЯ МІСТОБУДІВНИХ РІШЕНЬ: МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТА ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Тарасюк В.П., к.т.н., доц.
Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

Підготовка фахівців освітньої програми «Міське будівництво та господарство» спрямована на забезпечення здатності формувати середовище, яке відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та комфортного проживання населення. Містобудівні рішення, що приймаються у цьому контексті, потребують урахування великої кількості взаємопов'язаних факторів, зокрема планувальної структури, транспортної доступності, соціально-демографічних характеристик, функціонального зонування територій тощо. За таких умов зростає необхідність застосування інноваційних методів аналізу та прогнозування сценаріїв розвитку міського середовища, зокрема транспортного моделювання.

Вітчизняний та міжнародний досвід засвідчує , що транспортне моделювання є ефективним інструментом оцінки впливу містобудівних рішень, оскільки дає змогу аналізувати динаміку просторової взаємодії населення й інфраструктури через формалізовані сценарії. В українських реаліях використання таких методів регламентується державними будівельними нормами (ДБН Б.2.2-12:2019, ДБН В.2.3-5:2018, ДБН В.2.3-4:2015), що підтверджує їх обов'язкову роль у процесі проектування нових або реконструкції існуючих елементів міського середовища.

Особливістю транспортних моделей є те, що вони дозволяють комплексно оцінювати транспортні та пасажирські потоки в межах міського середовища та інтегрувати їх у процес містобудівного проєктування. Параметри транспортної доступності та пропускної здатності мережі визначають просторові та функціональні характеристики локальних елементів, водночас зміни у характеристиках цих елементів, як генераторів потоків, впливають на розподіл навантажень у всій системі, що потребує ітеративного перегляду глобальних параметрів. Такий двосторонній взаємозв'язок підкреслює, що оцінка будь-якого містобудівного рішення повинна здійснюватися з урахуванням впливу системи на локальні об'єкти та навпаки, що є важливим при багатоваріантності оцінки проєктних рішень. Водночас для аналізу і моделювання таких взаємодій необхідно опрацювати значну кількість вихідних даних. Традиційний збір інформації є трудомістким і потребує значних часових, фінансових та методичних ресурсів, оскільки для комплексної оцінки враховуються параметри забудови, функціональне використання територій, соціально-демографічні характеристики населення, розподіл робочих місць, інтенсивність транспортних потоків тощо. Транспортна модель міста дозволяє систематизувати ці дані, формуючи структуровану основу для аналізу та проєктування локальних елементів міського середовища, що значно підвищує ефективність прийняття містобудівних рішень і підготовки відповідної документації.

Потенціал транспортного моделювання значною мірою залежить від наявності фахівців, які володіють необхідними знаннями для роботи з цифровими структурами даних та здатні коректно інтерпретувати результати розрахунків у контексті містобудівної практики. У цьому аспекті важливу роль відіграє модернізація освітніх

програм закладів вищої освіти, яка спрямована на інтеграцію відповідних дисциплін у підготовку спеціалістів з міського будівництва та господарства (Рис. 1).

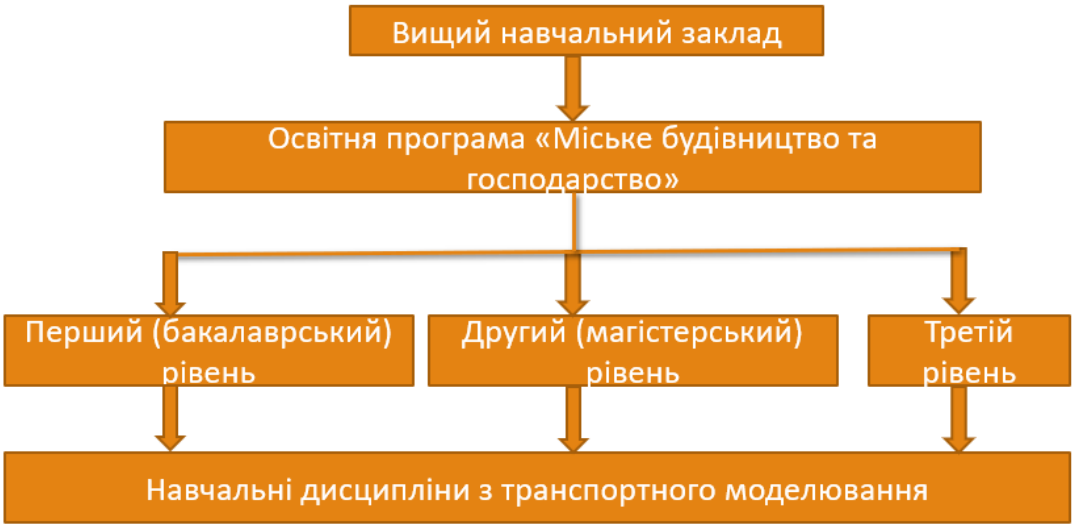


Рис. 1. Місце навчальних дисциплін з транспортного моделювання у освітній програмі «Міське будівництво та господарство»

Залучення транспортного моделювання до навчального процесу може забезпечити формування компетентностей, пов'язаних із системним аналізом міського середовища, прогнозуванням його розвитку та оцінкою ефективності управлінських рішень. Водночас підготовка фахівців має поєднуватися з удосконаленням інструментальної основи їхньої роботи, оскільки навіть високий рівень методичної готовності залишається малоефективним без доступу до структурованої інформації про стан міських територій. Саме тому необхідним напрямом розвитку є створення єдиної бази містобудівних і транспортних даних, сформованої на основі розроблених транспортних моделей міст. Така база може виконувати роль цифрової основи для формування сценарних рішень, проєктних розрахунків і планувальних обґрунтувань різного рівня деталізації. Поєднання методології моделювання із системним накопиченням інформації сприятиме підвищенню якості прийняття рішень у сфері міського будівництва та господарства.

9. МЕТОДИ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ В УМОВАХ ВИКЛИКІВ ВОЄННОГО СТАНУ

Вяткін К.І., к.т.н., доц., Колодезний А.В., асп., Руденко А.І., асп.,
Доценко А.М., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків

Воєнний стан створює безпрецедентні виклики для системи територіального планування, яка традиційно базується на стабільності, прогнозуваності та сталості розвитку. Руйнування інфраструктури, масштабне переміщення населення, зміни у структурі власності, порушення логістичних зв'язків та екологічні ризики формують нову реальність для просторової організації територій. Метою сучасного територіального планування в умовах війни є забезпечення життєздатності простору, відновлення критичної інфраструктури, адаптація просторової структури до умов воєнних загроз та створення передумов для післявоєнної реконструкції і сталого розвитку.

Територіальне планування визначається як система цілеспрямованих дій із формування, використання й охорони територій, спрямована на збалансування соціальних, економічних та екологічних інтересів. У мирний час воно ґрунтується на принципах сталого розвитку, інтегрованого управління ресурсами та партисипативності.

У воєнних умовах ці принципи трансформуються в бік адаптивного планування, що характеризується [1]:

- гнучкістю прийняття рішень;
- багатоваріантністю сценаріїв розвитку;
- оперативністю реагування на загрози;
- інтеграцією кризового менеджменту у планувальні процеси.

Відповідно, у сучасній практиці застосовуються інтегровані просторово-організаційні методи, які дозволяють поєднати воєнно-оборонну, соціально-гуманітарну та економічну складові розвитку територій.

Бойові дії призводять до фізичного знищення житлового фонду, транспортних шляхів, комунікацій та промислових об'єктів. Планування у таких умовах вимагає швидкої інвентаризації збитків, картування небезпечних зон та визначення пріоритетів відновлення. Внутрішнє переміщення мільйонів осіб змінює демографічну та соціально-економічну структуру територій. Міста, що приймають переселенців, стикаються з нестачею житла, соціальних послуг і робочих місць, що потребує адаптивного планування житлової забудови та інфраструктури. Війна спричиняє масштабні екологічні катастрофи забруднення ґрунтів, води, атмосферного повітря, виникнення техногенних ризиків. Територіальне планування повинно інтегрувати принципи екологічної безпеки та реабілітації довкілля. Порушення виробничих ланцюгів і логістики вимагає реіндустріалізації регіонів та переорієнтації просторової економіки на локальні ресурси, короткі ланцюги постачання і енергетичну автономію [2].

Європейський досвід демонструє, що територіальне планування в умовах криз базується на принципах resilience (стійкості) та multilevel governance (багаторівневого управління).

У післявоєнній відбудові Балканських країн, наприклад, застосовувалися:

- методи просторового сценарного аналізу для прогнозу відновлення транспортної мережі;
- комплексне енергетичне планування для децентралізації постачання ресурсів;
- залучення громадян до процесу реконструкції через локальні комітети.

Таблиця

Основні методи територіального планування у воєнний період

Метод	Суть підходу	Ключові інструменти	Очікувані результати
Сценарний	Розробка альтернативних моделей розвитку територій на основі аналізу воєнних ризиків.	Просторове прогнозування, SWOT-аналіз, експертні оцінки.	Гнучкість управлінських рішень і здатність адаптації до змін.
Геоінформаційний	Оцінка стану територій за допомогою супутникових знімків та геоаналітики.	GIS-технології, цифрові карти, дистанційне зондування.	Оперативне відображення руйнувань і планування відновлення.
Критичної інфраструктури	Визначення та пріоритезація об’єктів, необхідних для життєздатності територій.	Ризик-аналіз, паспорти безпеки, карти вразливості.	Забезпечення безперервності базових функцій міста.
Інтегрованого зонування	Балансування функціональних, безпекових та екологічних зон міста.	Картування ризиків, розробка містобудівних схем.	Оптимізація використання територій з урахуванням загроз.
Партисипативний	Залучення місцевих громад до процесу просторового планування.	Публічні консультації, онлайн-платформи участі.	Зростання довіри до влади і легітимності рішень.
Адаптивного управління	Циклічне коригування планів залежно від ситуації на місцях.	Моніторинг, аналітичні панелі, цифрові бази даних.	Підвищення ефективності реалізації стратегій розвитку.

Для України ці підходи можуть бути імплементовані через створення регіональних платформ відновлення, які поєднують місцеві громади, органи влади, міжнародні організації та бізнес.

Українська система планування регулюється Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності», ДБН Б.1.1-15:2021 «Склад та зміст містобудівної документації» та рядом галузевих стандартів.

Під час воєнного стану доцільно вдосконалити:

- процедури спрощеного оновлення містобудівної документації;
- механізми оперативного погодження проектів відновлення;
- цифрову інтеграцію кадастрів і планувальних баз даних.

Необхідним є також створення Національної платформи моніторингу відбудови, яка забезпечуватиме актуальність просторової інформації та прозорість рішень.

У таблиці представлено основні методи територіального планування, які застосовуються у воєнний період для забезпечення безперервності управління, адаптації до динамічних ризиків та планування відновлення критичної інфраструктури.

Методи територіального планування в умовах воєнного стану повинні поєднувати оперативність, наукову обґрунтованість і гнучкість управління. Ключовим завданням стає створення системи, здатної не лише реагувати на кризу, а й формувати основу для майбутнього сталого розвитку.

Використання сценарного, геоінформаційного, адаптивного та партисипативного підходів дозволяє забезпечити комплексність і синергію у відбудові територій. Така модель має спиратися на принципи стійкості, децентралізації та інклюзивності, що є основою нового покоління містобудівних стратегій України.

Література

1. Planning of Spatial Development in Times of War and Reconstruction: a Vision for Ukraine. Український географічний журнал, 2022 № 4(120). Доступно: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGZ_2022_04_1_3_0.pd
2. Urban Planning Responses in Post-Crisis Contexts. UN-Habitat, 2020. Доступно: https://unhabitat.org/urban-planning-responses-in-post-crisis-contexts

10. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ КОМФОРТНИХ МІСТОБУДІВНИХ СИСТЕМ

Вяткін К.І., к.т.н., доц., Медвєдєв М.М., студ. магістратури,
Гончаров Р. В., асп., Крутько В.В., асп.
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків

Розвиток містобудівних систем відображає еволюцію взаємодії людини з простором, технологіями та соціальною організацією.

Історично формування міста завжди було відповіддю на потреби безпеки, праці, обміну та культури. Проте сучасна урбаністика виходить за межі функціональності, прагнучи до створення комфортного середовища проживання, де поєднуються ергономічність, екологічна збалансованість і соціальна інтегрованість.

Містобудівна думка формувалася протягом тисячоліть, проходячи шлях від хаотичних поселень до комплексних урбаністичних структур.

Вона завжди відображала економічні, політичні та культурні домінанти свого часу.

У давніх цивілізаціях (Месопотамія, Єгипет, Китай, Антична Греція, Рим) місто виконувало функції сакрального та адміністративного центру [1].

Його планування базувалося на символіці та ієрархії. Основними елементами були фортифікаційні стіни, храми, площі та базари.

Комфорт розумівся як захищеність і порядок. XIX століття стало переломним етапом. Індустріальна революція спричинила швидке зростання міст, появу нових типів житла, транспорту і промислових зон. Архітектори (Е. Говард, Л. Корбюзьє, П. Геддес) запропонували концепції раціонального міста: «місто-сад», «функціональне місто», «місто-сонце» [2].

Друга половина XX століття ознаменувалася переходом від масової забудови до пошуку ідентичності міського середовища. Концепції «людиноцентричного міста», «нового урбанізму» та «розумного міста» стали базовими моделями планування [3].

У сучасній урбаністиці поняття комфортності виходить за межі архітектури й охоплює соціально-економічні, екологічні та технологічні аспекти.

Екологічний підхід базується на принципах сталого розвитку, передбачає впровадження зелених зон, енергоефективності та зниження забруднення.

Соціально-гуманістичний підхід формує середовище, орієнтоване на людину, її безпеку, мобільність і соціальну інтеграцію.

Технологічний підхід інтегрує цифрові технології у всі сфери життєдіяльності: управління трафіком, моніторинг якості повітря, цифрову демократію.

Однією з ключових проблем сучасного містобудування є нерівномірність просторового розвитку. Більшість мегаполісів характеризується хаотичною забудовою, що виникає через слабке регулювання землекористування та комерціалізацію простору.

Унаслідок цього формуються наступні проблеми [4]:

- фрагментовані урбаністичні зони, де житлова, промислова і рекреаційна функції просторово ізольовані;
- незбалансовані транспортно-комунікаційні схеми, що створюють затори та знижують мобільність населення;

- деградація периферійних територій, де інфраструктура не відповідає потребам зростання.

Причиною таких явищ є відсутність інтегрованого планування та міжгалузевої координації. Міста часто розвиваються без стратегічного бачення, що породжує соціальну поляризацію та архітектурну безсистемність.

Масштабна урбанізація призвела до порушення природного балансу. Основними екологічними проблемами є:

- забруднення атмосферного повітря через транспорт та промисловість;
- зменшення зелених зон і зниження біорізноманіття;
- ефект міських теплових островів, що погіршує мікроклімат;
- нестача систем водоутилізації та управління опадами, що призводить до підтоплень;
- дефіцит чистої води у великих агломераціях.

Більшість сучасних міст споживають енергію в обсягах, які у кілька разів перевищують їхні відновлювальні можливості, що свідчить про відсутність сталих енергетичних рішень у міському розвитку.

Міський простір стає дзеркалом соціально-економічної нерівності. У великих містах спостерігаються чіткі кордони між «центром благополуччя» і «периферією вразливості».

Основні прояви соціальної сегрегації:

- нерівний доступ до якісного житла, освіти, медицини;
- просторове розділення за рівнем доходів (геттоїзація);
- комерціалізація публічних просторів;
- витіснення малозабезпечених груп на околиці міст.

Таблиця

Історичний етап	Ключові ознаки	Модель комфортності	Приклади міст	Основні обмеження
Давній – Середньовічний	Фортифікації, сакральні центри, нерегулярна структура	Безпека, соціальна ієрархія	Афіни, Рим, Кіото	Відсутність санітарії
Індустріальний	Зонування, розвиток транспорту, густонаселені квартали	Функціональність, ефективність	Манчестер, Берлін	Забруднення, соціальні контрасти
Модерністський	Раціональна сітка, висотна забудова, сегрегація функцій	Просторовий порядок, стандартизація	Париж, Чикаго	Відчуження людини від природи
Постіндустріальний	Людиноцентричність, громадські простори, екосистемність	Стійкість, комфорт, участь	Копенгаген, Барселона, Сінгапур	Баланс технологій і природи

Ці процеси знижують соціальну згуртованість і формують конфлікт між концепцією «права на місто» (за А. Лефевром) і реальною практикою ринкової урбанізації.

Доцільно провести порівняльну характеристику етапів розвитку містобудівних систем (див. табл.)

Сучасні тенденції містобудування орієнтовані на біофільність, кліматоадаптивність, короткі відстані, цифрове управління і сталу мобільність. Вони забезпечують синергію технологічного прогресу та природних процесів. Отже, історія містобудування — це історія еволюції суспільних цінностей: від безпеки до комфорту, від функціональності до сталості. Сучасна парадигма комфортного міста спирається на інтеграцію екологічних, соціальних і технологічних компонентів. Комфортне місто майбутнього — це людиноцентрична, адаптивна і розумна система, що поєднує природу та інновації.

Література

1. Clark, G., Chatterjee, K., Martin, D., & Davis, A. (2021). Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment and subjective well-being. Land Use Policy, 104, 105364. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105364
2. Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., Sevik, H., & Küçük, Ö. (2025). Thermal comfort modelling, aspects of land use in urban planning and spatial exposition under future climate parameters. International Journal of Environmental Science and Technology, 22, 11977-11990. https://doi.org/10.1007/s13762-025-06396-3
3. Cilliers, E., Timmermans, W., & van den Bosch, C. (2023). The landscape and evolution of urban planning science. Habitat International, 144, 102839. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102839
4. Zanella, P., Taurino, D., & Venturini, F. (2020). An urban planning sustainability framework: Systems approach to blue and green infrastructure integration. Journal of Environmental Planning and Management, 63(14), 2636-2655. https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1730653

11. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІАЛУ РОЗВИТКУ МІСТОБУДІВНИХ СИСТЕМ

Вяткін К.І., к.т.н., доц., Підопригора Б.В., асп.,
Черепенець А.І., асп., Вяткін В.С., асп.
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків

Сучасні містобудівні системи формуються під впливом глибоких соціально-економічних, екологічних і технологічних трансформацій.

Потенціал їх розвитку визначається не лише ресурсними можливостями, а й здатністю до адаптації, інновацій та інтеграції принципів сталого розвитку.

В умовах глобальних викликів, включно з війною, кліматичними змінами та урбанізаційним тиском, аналіз потенціалу розвитку містобудівних систем стає ключовим завданням для формування стратегій просторового управління, які забезпечують стійкість, безпеку і конкурентоспроможність територій.

Поняття «потенціал розвитку містобудівної системи» охоплює сукупність економічних, екологічних, просторових і соціальних ресурсів,

що визначають здатність міста або регіону до саморозвитку, модернізації та адаптації. Згідно з сучасними концепціями урбаністики, потенціал розглядається як динамічна система взаємопов'язаних факторів: демографічних, ресурсних, інфраструктурних, управлінських та інноваційних.

Відповідно до підходів UN-Habitat і Європейської економічної комісії ООН, розвиток міських систем має ґрунтуватися на принципах «resilient cities» (міста, стійкі до криз) та «green urban transition» (екологічно орієнтований перехід) [1].

Методи аналізу потенціалу базуються на інтеграції статистичних, картографічних, геоінформаційних та експертних інструментів.

Комплексна оцінка охоплює такі складові [2]:

- соціально-демографічну (чисельність населення, міграційна динаміка, рівень урбанізації);
- економічну (інвестиційна активність, зайнятість, структура економіки);
- екологічну (стан довкілля, наявність зелених зон, рівень забруднення);
- просторову (функціональне зонування, щільність забудови, транспортна доступність);
- управлінсько-інституційну (ефективність місцевого самоврядування, наявність стратегічних документів розвитку).

Системний аналіз потенціалу передбачає застосування багатокритеріальної оцінки, що дозволяє визначити інтегральний показник розвитку та виявити резерви для підвищення ефективності використання територіальних ресурсів [3].

Для виявлення основних тенденцій розвитку містобудівних систем здійснюється порівняльний аналіз ключових факторів, які впливають на формування їх потенціалу. Нижче наведено узагальнену таблицю.

Сучасні тенденції розвитку містобудівних систем визначаються переходом до принципів децентралізації, цифровізації та «зеленої урбанізації». Значну роль відіграє використання геоінформаційних технологій (GIS), моделювання потоків населення та інфраструктури, впровадження SMART-технологій у системи управління містами. У перспективі важливим є формування кластерів просторового розвитку, які поєднують промислові, наукові, освітні та культурні осередки. Особливу увагу слід приділяти

розвитку малих і середніх міст як центрів регіональної стійкості. Саме вони забезпечують рівновагу між агломераціями і сільськими територіями, сприяючи формуванню поліцентричної структури національного простору. Потенціал розвитку містобудівних систем є багатовимірним показником, який інтегрує соціальні, економічні, екологічні та управлінські аспекти. Його аналіз дозволяє сформувати стратегічні напрями удосконалення просторової політики, спрямованої на забезпечення стійкості, інклюзивності та конкурентоспроможності територій. Для України пріоритетним є створення адаптивних моделей розвитку міст, що здатні ефективно функціонувати в умовах воєнних і післявоєнних викликів.

Таблиця

Порівняльна характеристика факторів потенціалу розвитку містобудівних систем

Група факторів	Зміст факторів	Показники оцінки	Вплив на розвиток
Соціально-демографічні	Населення, трудові ресурси, урбанізаційні процеси	Коефіцієнт народжуваності, рівень зайнятості	Визначають людський капітал та ринкову активність
Економічні	Інвестиції, доходи, підприємницька активність	Індекс інвестиційної привабливості, ВРП на душу населення	Формують фінансову базу розвитку
Екологічні	Стан повітря, води, зелених насаджень	Площа зелених зон, рівень забруднення	Впливають на якість життя населення
Просторові	Планувальна структура, транспортна мережа, інфраструктура	Щільність забудови, транспортна доступність	Забезпечують ефективність просторової організації
Інституційно-управлінські	Політика управління, стратегічні документи	Наявність стратегій, прозорість рішень	Забезпечують цілеспрямованість розвитку

Література

1. UN-Habitat. (2018). Towards Resilient Cities. Доступно: https://unhabitat.org/towards-resilient-cities
2. Parysek, J., & Mierzejewska, L. (2025). “City as a system: A systems approach to urban planning and development”. Bulletin of Geography. Socio-economic Series, 68, 7-28. Доступно: https://apcz.umk.pl/BGSS/article/view/46718
3. Hickmann, T., et al. (2023). “Enabling urban systems transformations: co-developing national and urban strategy frameworks”. Urban Transformations, 5(1). Доступно: https://urbantransformations.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42854-023-00049-9

12. МІСТОБУДІВНІ СИСТЕМИ: ЕЛЕМЕНТИ, ФУНКЦІЇ ТА СИНЕРГЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ

Вяткін К.І., к.т.н., доц., Білінський М.В., асп.,
Чернявський Н.В., асп., Свізінський І.А., студ. магістратури
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків

Містобудівна система є складним багаторівневим утворенням, у якому інтегруються природно-географічні, соціально-економічні, техногенні, архітектурно-планувальні та управлінські компоненти. Вона відображає структурно-функціональну організацію міського простору як середовища життєдіяльності людини. Сучасна урбанізація, диджиталізація простору та перехід до концепції сталого розвитку посилюють вимоги до ефективності містобудівного планування, орієнтованого на збалансованість між розвитком інфраструктури, екологічною безпекою та соціальним комфортом.

Поняття «містобудівна система» охоплює сукупність взаємопов'язаних елементів, що забезпечують функціонування міста як організованого цілого. Вона має ознаки відкритої, динамічної та самоорганізованої системи, у якій діють принципи цілісності, ієрархічності та адаптивності. Наукові підходи до її дослідження базуються на поєднанні системного, функціонального та синергетичного методів [1].

Системний підхід розглядає місто як єдність просторових і функціональних структур, що формують певну модель організації території. Функціональний підхід акцентує увагу на процесах, які забезпечують життєдіяльність міського середовища: виробничих, соціально-культурних, транспортних, рекреаційних, екологічних. Синергетичний підхід дає змогу виявити ефекти взаємодії елементів системи, що призводять до якісно нових властивостей міського простору [2].

Містобудівна система має складну багаторівневу структуру, до якої належать підсистеми різного призначення - територіально-планувальна, соціально-демографічна, економічна, інженерно-транспортна, екологічна, управлінська. Їх узгоджена взаємодія визначає просторову гармонію міського середовища [3].

Основні елементи та функції містобудівної системи представлено в таблиці.

Функціонування містобудівних систем базується на процесах регулювання потоків ресурсів, енергії, інформації та людей. Важливу роль відіграють механізми просторової організації, що забезпечують рівновагу між забудованими, рекреаційними та природоохоронними зонами. Ці механізми мають інтегративний характер і реалізуються через містобудівну документацію (генеральні плани, детальні плани територій, зонінг).

Застосування принципів сталого розвитку у плануванні передбачає баланс трьох складових: економічної ефективності, екологічної безпеки та соціальної справедливості. Це вимагає міждисциплінарного підходу до управління міським середовищем, що поєднує архітектурне проектування, урбаністику, соціологію, економіку та екологію.

Синергетичний ефект у містобудуванні виникає внаслідок взаємодії елементів системи, коли їх сукупна дія перевищує суму індивідуальних результатів. Наприклад, поєднання транспортної модернізації з розвитком рекреаційних зон і цифрової інфраструктури створює нові можливості для формування «розумного міста».

Таблиця

Основні елементи та функції містобудівної системи

Елемент системи	Основні функції	Результат/вплив на синергетичний ефект
Територіально-планувальний блок	Просторове зонування, баланс забудови та відкритих територій	Формує раціональну структуру міста, мінімізує конфлікти використання землі
Соціально-демографічна підсистема	Забезпечення соціальної інфраструктури, доступності послуг, розвитку людського капіталу	Підвищує комфорт і якість життя, посилює соціальну стійкість
Економічна підсистема	Розвиток підприємництва, інвестицій, інноваційних кластерів	Стимулює сталий економічний розвиток і зайнятість
Інженерно-транспортна інфраструктура	Логістичне забезпечення, мобільність, енергетична ефективність	Оптимізує зв’язки між зонами, знижує навантаження на ресурси
Екологічна підсистема	Збереження природних ландшафтів, управління відходами, озеленення	Забезпечує екологічну рівновагу, підвищує адаптивність міста
Управлінська та нормативна підсистема	Планування, моніторинг, регулювання просторового розвитку	Координує взаємодію всіх елементів, підтримує системну цілісність

Такий ефект проявляється у вигляді зростання енергоефективності, покращення мобільності, зменшення екологічного навантаження та підвищення соціальної інтеграції. На рівні управління синергетичний підхід виявляється у створенні систем прийняття рішень на основі даних (data-driven urban management), що забезпечує адаптивність до змін у середовищі.

Перспективним напрямом розвитку є впровадження геоінформаційних технологій, моделювання потоків мобільності, інтелектуальних систем моніторингу середовища, а також участь громадськості в плануванні територій, що створює передумови для формування синергетичного ефекту між управлінням, інфраструктурою та соціумом, що підсилює сталість і конкурентоспроможність міських систем.

Містобудівна система виступає інтегрованим механізмом організації міського простору, у якому взаємодіють елементи різної природи: соціальної, економічної, екологічної, технологічної. Її ефективність визначається рівнем збалансованості структурних компонентів і ступенем прояву синергетичного ефекту. У результаті місто перетворюється на адаптивну систему, здатну до самоорганізації та сталого розвитку.

Таким чином, розуміння містобудівної системи як синергетичного утворення відкриває нові горизонти для планування міських територій у відповідності до принципів розумного, зеленого та інклюзивного розвитку.

Література

1. Batty M. The New Science of Cities. Cambridge: MIT Press, 2013.

2. Bettencourt, L. M. A. (2021). Introduction to Urban Science: Evidence and Theory of Cities as Complex Systems. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/13909.001.0001
3. Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., Angel, S. (1977). A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford University Press. https://archive.org/download/a-pattern-language-towns-buildings-const/A_Pattern_Language_Towns_Buildings_Const.pdf

13. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ТА УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД

Вигдорович О.В., к.арх.н., доц., Вінниченко Т.С., асп.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Проблема застарілого житлового фонду в Україні є системною і стосується не лише технічного стану будівель, а й соціально-економічних та екологічних аспектів розвитку міського середовища. Понад дві третини житлового фонду країни споруджено у період 1950–1980-х років, що зумовлює високий рівень енергетичної неефективності, конструктивного зносу та морального старіння. Відтак питання модернізації житлових масивів набуває статусу стратегічного завдання державної політики та місцевого управління.

Метою дослідження є систематизація методів дослідження й модернізації застарілого житлового фонду на основі порівняння європейських і українських практик, а також визначення напрямів адаптації успішних європейських моделей до національного контексту. Дослідження базується на принципах багаторівневого аналізу (макро-мезо-мікро), поєднуючи методи енергетичного аудиту, технічної діагностики, оцінки вартості життєвого циклу та інтегрованого територіального планування.

Європейські практики демонструють системний характер модернізації, що поєднує архітектурно-технічні, соціальні та екологічні завдання. У Франції діяльність Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU) [1] реалізує інтегровані територіальні програми, спрямовані на одночасне оновлення 1житла, публічних просторів і соціальної інфраструктури. У Німеччині програма Stadtumbau [3] застосовує сценарне планування та партнерські механізми ухвалення рішень, що дозволяють адаптувати квартали до демографічних і економічних трансформацій. Польща й Чехія розробили стандартизовані «пакети рішень» для типових панельних будівель, базовані на енергетичному аудиті й післяпроєктному оцінюванні ефективності. Країни Північної Європи впроваджують циркулярні стратегії реновації, орієнтовані на повторне використання матеріалів і скорочення вуглецевого сліду.

Українська практика модернізації поки що має фрагментарний характер і переважно зводиться до енергозберігаючих заходів технічного типу (утеплення, заміна вікон, встановлення ІТП) [6]. Відсутність єдиної нормативно-методичної бази, системи обов’язкових енергоаудитів і мезорівневого планування стримує формування комплексної політики реновації. Водночас останні дослідження свідчать про поступовий розвиток методичної культури в цій сфері: з’являються наукові підходи до моніторингу стану житлового фонду, моделювання енергетичних балансів і оцінки соціальної ефективності проєктів.

Порівняльний аналіз дозволяє зробити висновок, що модернізація застарілого житлового фонду має розглядатися як міждисциплінарний процес, що охоплює планувальний, технічний, соціальний та екологічний рівні. Для України першочерговим завданням є створення єдиної системи дослідження та моніторингу житлового фонду, розроблення стандартів енергетичного й технічного аудиту, запровадження типових пакетів модернізаційних заходів для основних серій будинків і формування механізмів участі мешканців. Адаптація європейських методів дозволить

перейти від ситуативних ремонтів до інтегрованої політики сталого оновлення житлового середовища, орієнтованої на підвищення енергоефективності, якості життя та екологічної збалансованості міських територій.

Література

1. OECD. *France — Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU).* Paris: OECD, 2025.
2. International Energy Agency. *Rebuilding better and faster: Why energy efficiency is key for Ukraine.* Paris: IEA, 2025.
3. EBP Global. *Dialog Stadtumbau Ost Plus: Positionspapier zur zukünftigen Stadtumbaustruktur.* Berlin: EBP, 2020.
4. Kosinski, P., Nowak, M., & Wójcik, R. *Deep energy retrofit of large-panel buildings in Poland: Ex-post evaluation and variant selection method. Buildings*, 13(12), 2023.
5. Nordic Council of Ministers. *Circular Construction in Nordic Cities: Stakeholder Maps and Action Roadmaps.* Copenhagen: NCM, 2024.
6. Кирiс, С. *Запровадження енергоефективних принципів в управлінні багатоквартирним будинком.* Комунальне господарство міст, № 6, 2021.
7. Cedos. *Застаріле житло: нова редакція законопроєкту — старі ризики.* Київ: Cedos, 2024.

14. ПРИНЦИПИ МІСТОБУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ НА ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Уваров П.Є., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

З кожним роком проблема рекультивації порушених земель стає все більш і більш нагальною. Дослідники визнають рекультивацію порушених земель як одну з найважливіших проблем сучасності – в Україні, як і в світі, загальна площа порушених земель, зокрема за рахунок видобування корисних копалин, невпинно зростає. Так, в Україні загальна площа порушених земель становить понад 265 тис. га, у т. ч. понад 82 тис. га зайнято торфорозробками. Щороку для потреб гірничо-видобувної промисловості виділяють 7 – 8 тис. га, що належали переважно сільському або лісовому господарствам. При відкритому способі видобування на 1 млн т мінеральної сировини втрати земель складають 76 – 600 га для марганцевої руди, 14 – 640 га для залізної руди, 2,6 – 43,0 га для вугілля, 1,5 – 583 га для нерудної сировини. При шахтному способі на 1 млн. т вугілля під відвали і сховища відводять біля 4,4 га земель [1].

Прискорені темпи урбанізації, проявом якої є перерозподіл територій, необхідність територіального зростання міст та чисельності міського населення. Внаслідок цього дефіцит міських територій; підвищена необхідність їх раціонального використання, складність екологічної обстановки у низці регіонів України, обмеженість у багатьох випадках рекреаційних ресурсів та низка інших вимог визначають необхідність застосування принципово нового підходу до вирішення питань перетворення міського середовища.

Надзвичайно важливим фактором розвитку міської забудови у низці регіонів України є наявність великої кількості техногенних та природних порушених земель та необхідність їхньої рекультивації для включення до складу міського середовища. Виникає необхідність застосування методичного підходу, змістом якого є розробка механізму використання містобудівного потенціалу техногенних ландшафтів із максимально можливим усуненням процесів, що спричиняють екологічні, санітарно-гігієнічні, композиційні та естетичні зміни середовища населених місць. Процес архітектурно-ландшафтного зонування передбачає системне вивчення міської території, коли діапазон поєднань антропогенних, природних та техногенних ландшафто-утворюючих факторів призводить до виникнення підсистем різного типу архітектурно-ландшафтних зон. Архітектурно-ландшафтне зонування – різновид містобудівних робіт, що комплексно розглядає територіально-планувальні, композиційні, ландшафтні та економічні характеристики міського середовища, що містить порушені території. Мета архітектурно-ландшафтного зонування – раціональна організація заходів щодо реабілітації міського середовища, визначення пріоритетних напрямів перетворення техногенних ландшафтів. Індивідуальність кожної архітектурно-ландшафтної зони визначається її структурою, динамікою розвитку, наявністю домінуючого компонента. Як домінуючі ознаки виступають природні компоненти (височини, балки, яри, озеленені масиви, водні простори), техногенні (терикони, відвали, відстійники тощо), антропогенні, представлені різними видами містобудівної діяльності в межах конкретних міських територій. Зміст типологічного підходу у разі – можливість фіксувати домінуючі ознаки формування

(розвитку) архітектурно-ландшафтних зон, прогнозування розвитку та перетворення міського середовища.

Під час проведення зонування ставляться такі задачі:

1. Виявлення особливостей розподілу видів ландшафтів у планувальній структурі, характеру їх територіально-просторової взаємодії.

2. Диференціація території за рівнем розвиненості містобудівного потенціалу порушених територій.

3. Визначення режиму містобудівного використання техногенних ландшафтів у межах визначення напрямків архітектурної реабілітації міського середовища, яке містить порушені території.

4. Визначення у межах архітектурної реабілітації осей та вузлів перспективного ландшафтного розвитку містобудівних систем.

5. Після аналізу факторів використання робиться висновок про можливість створення архітектурного об'єкта як способу технічної рекультивації порушених територій та включення їх до складу міського середовища. Залежно від типу порушеної території залежить тип споруди, що проєктується.

Дедалі зростаючий дефіцит земельних ресурсів для житлового, суспільно-ділового та виробничого будівництва, рекреації та реабілітації природного комплексу дозволив розглядати порушені міські землі як важливий резерв подальшого територіального розвитку міста. Це, у свою чергу, зумовило гостру необхідність проведення аналізу, перегляду та вдосконалення методичних та економічних засад, заходів та нормативів, що застосовуються у процесі рекультивації земель для цілей містобудування.

Деградовані ділянки міських земель мають різні ареали поширення та ступінь впливу на прилеглі території. З метою врахування їх негативного впливу на стан довкілля слід використовувати показник комплексної оцінки ступеня порушення земель. Його необхідно розраховувати, як середнє вагове за набором факторів, що враховують ступінь негативного впливу земель, схильних до хімічного забруднення, захаращення, ерозійних, зсувних, карстово-суффозійних процесів та підтоплення на прилеглі міські території.

У сучасних економічних умовах, коли якісний стан земель одна із оцінюваних параметрів щодо вартості землі та встановленні розмірів земельних платежів, зросла роль економічного обґрунтування заходів рекультивації. У зв'язку з цим розрахунок економічної ефективності заходів рекультивації слід здійснювати на основі інтегрованої оцінки доходів і витрат на їх проведення та запобігання економічним збиткам. У цьому випадку буде враховано як приватні, так і суспільні інтереси, що виникають під час проведення рекультиваційних робіт.

У багатьох випадках напрям територіального розвитку міст, вибір розміщення будівництва на новостворюваних майданчиках або в районах, що реконструюються, темпи освоєння територій значною мірою визначаються складністю інженерно-геологічної обстановки території міста. Разом з тим вимога підвищення ефективності використання територіальних ресурсів міст призводить до необхідності освоєння практично всіх територій, що не використовувалися раніше, в межах існуючого земельного відведення. Так, близько 20…2 5 % потреби на територіях розміщення нового будівництва різного функціонального призначення може бути забезпечено з

допомогою внутрішньоміських резервів, більшу частину яких становлять порушені і обмежено придатні території.

Практична апробація розроблених пропозицій та рекомендацій у світовій практиці найчастіше показує економічну ефективність проектів реорганізації обраних порушених територій як техногенного, і природного характеру.

Висновки. Існуючу проблему наявності великої кількості порушених територій можна вирішувати шляхом включення їх до складу міського середовища, проводячи різні рекультиваційні роботи, в т. ч. та використовуючи порушені території безпосередньо як базу для створення споруд різного призначення. Такі заходи допоможуть не лише знизити економічні збитки від наявності великої кількості порушених територій, а й дозволити підняти економічну ефективність використання територій міста.

Література

1. Іванов Є. А. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами /Є. А. Іванов, В. І. Біланюк // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: матеріали Четвертої міжнародної науково-практичної конференції: у 2-х т. (6–10 листопада 2017 р., м. Трускавець). – К.: ДКЗ, 2017. – Т. 2. – С. 262-270
2. Земельний кодекс України. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text
3. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264 -XII.
4. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII.

15. ПРАКТИКА ВЛАШТУВАННЯ ДИТЯЧИХ ЗАКЛАДІВ У ПІДЗЕМНОМУ ПРОСТОРУ МІСТ УКРАЇНИ

Апатенко Т.М., ст. викл., Свинаренко А.С. студ.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

У сучасних умовах воєнного стану в Україні набуває актуальності питання безпечної організації навчального процесу для дітей. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є створення підземних освітніх закладів – шкіл і дитячих садків, що поєднують функції навчального простору та укриття. Сьогодні в Україні активно будуються підземні школи, це так звані школи-укриття, які мають специфіку функціонального зонування на класи, зони відпочинку, вбиральні та їдальні. За відомостями Міністерства розвитку громад та територій всього заплановано будівництво понад 200 підземних шкіл, 33 з них – вже збудовано, у тому числі безпосередньо на Харківщині вже побудовано на це й час – шкіл, а заплановано до кінця 2025 року добудувати 38 підземних шкіл. Паралельно будуються 48 підземних дитячих садків – Харківщина стане першою областю в Україні, де з'явиться підземний дитячий садок.

Новий підхід щодо формування у підземному просторі міської інфраструктури має широкий вплив на планувальну структуру міст України. Якщо раніше підземними спорудами переважно були переходи, та метрополітен, пізніше – паркінги, або підвальні приміщення, як частина певної будівлі, тобто підземні архітектурні простори традиційно асоціювалися з технічними приміщеннями або сховищами. Проте сучасна архітектурна практика демонструє зростаючий інтерес до використання підземного простору для громадських функцій, зокрема освітніх. Це пов'язано з обмеженістю міських територій, необхідністю енергозбереження та забезпечення безпеки населення.

Добре спланована й правильно експлуатована підземна інфраструктура підвищує якість життя, безпеку (особливо актуальне питання сьогодення), енергетичну ефективність і екологічну безпеку більшою мірою, ніж аналогічна система на поверхні. Водночас через розміщення частини міської інфраструктури під землею зростає площа озеленення та поліпшується стан довкілля великих міст та їхніх історичних центрів.

Практика підземного будівництва показала, що під землею можна розміщувати соціальні об'єкти. Новаторами відносно нового підземного містобудування в світі стали Канада, Японія та Фінляндія, з часом цю інновацію підхопили інші західні раїни: Італія, Франція, Швеція, Норвегія, США та інші країни. Саме завдяки подібним інноваційним розробкам почалася нова ера – підземної урбаністики (англ. Underground urbanistics), яка отримала широкий розвиток наприкінці XX сторіччя. В Канаді ще в 1997 році побудоване ціле підземне місто – РАТН, а у місті Монреаль було побудовано найбільше «підземне місто» (La ville souterraine) площею 12 млн. м^2, яке надає мешканцям та гостям міста майже все необхідне для життя: торгові центри, готелі, банки, музеї, університети, метро, вузли пересадки залізниці, автостанція та інші об'єкти розважальної та ділової інфраструктури.

Раціональне використання підземного простору у великих містах сприяє поліпшенню містобудівних, екологічних, економічних, транспортних та соціальних проблем, та новий аргумент для України – забезпечення безпеки повноцінної життєдіяльності громадян. Такі об'єкти мають відповідати не лише вимогам безпеки, а

й забезпечувати комфортне середовище, наближене до природних умов існування людини, особливо якщо мова йде про дитячі освітні заклади.

Однією з ключових проблем проєктування підземних дитячих закладів є організація природного освітлення. Відсутність вікон може негативно впливати на психоемоційний стан дітей. Саме тому впровадження альтернативних систем природного освітлення – сонячних труб, дзеркальних шахт, волоконно-оптичних систем – стає важливим архітектурним завданням. Такі технології дозволяють передавати денне світло з поверхні у підземні приміщення на глибину до 8 метрів, створюючи візуальний і психологічний зв'язок із зовнішнім середовищем.

Сонячні труби являють собою систему дзеркальних алюмінієвих каналів, які збирають і передають світловий потік через купол на поверхні. Вони забезпечують освітленість, еквівалентну лампі потужністю 100–450 Вт, залежно від погодних умов. Для глибших приміщень використовують оптоволоконні системи, що транспортують сонячне випромінювання без суттєвих втрат. Застосування таких систем у підземних навчальних закладах дозволяє зменшити споживання електроенергії, покращити мікроклімат і підтримати біоритми дітей.

Додатковим аспектом є архітектурно-психологічне формування простору. Використання світлових тунелів, світлових колодязів і штучного денного світла з динамічною зміною кольорової температури сприяє адаптації дітей до простору без вікон. Поєднання природного та штучного освітлення створює комфортне середовище, наближене до природних умов.

Отже, практика влаштування дитячих закладів у підземному просторі міст України має значний потенціал. Використання альтернативних систем природного освітлення не лише забезпечує енергоефективність, а й підвищує якість архітектурного середовища. Розробка відповідних проєктних стандартів і типових рішень є перспективним напрямом розвитку сучасної архітектури безпечного середовища для дітей.

Література

1. Офіційний сайт Міністерства розвитку громад та територій
2. URL: https://mindev.gov.ua/news/prohrama-pidtrymky-pryfrontovykh-rehioniv-u-planakh-pobudova-ponad-200-pidzemnykh-shkil-i-48-dytsadochkiv (Режим доступу: 22.10.2025).
3. В. Р. Сердюк і О. В. Косаківський, «Забудова підземного простору сучасних міст для поліпшення стану довкілля», Вісник ВПІ, вип. 2, с. 14–24, Квіт. 2024. Режим доступу: https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/3005
4. Гнатюк, О. В. Архітектурно-планувальні особливості проектування укриттів нового покоління. – Київ: КНУБА, 2023.
5. Баранов, І. С. Енергоефективні технології природного освітлення у громадських будівлях. – Харків: ХНУБА, 2021.
6. Innovation Watch. (2025). Indoor Sunlight. Ingenia Magazine.
7. URL: https://www.ingenia.org.uk/articles/innovation-watch-indoor-sunlight/ (Режим доступу: 22.10.2025).
8. Natural daylight design for underground public space
9. URL: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X211066640, (Режим доступу: 22.10.2025).

10. Левченко, Н. Психологічний комфорт у підземному архітектурному середовищі. // Вісник архітектури і дизайну, №4, 2022.

16. ПРОБЛЕМИ ВІДВЕДЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД З ТЕРИТОРІЙ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД І БАГАТОРІВНЕВИХ ПЕРЕХРЕСТЬ

Ткачук О.А., д.т.н., проф., Мормуль Є.І., студ. магістрант,
Гіюк М.П., студ. магістрант
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

У багатьох великих і середній містах в останні роки відбувається інтенсивне «завоювання» підземного простору. До цього спонукає висока щільність забудови, значна вартість земельних ділянок, потреба у стоянках для зростаючої кількості транспортних засобів тощо. У багатьох містах з'являються підземні торгові комплекси (наприклад, у м. Києві під Хрещатиком), підземні стоянки, технічні приміщення для об'єктів міської інфраструктури (насосні станції, підземні переходи, об'єкти управління фонтанами, освітленням, устаткуванням тощо).

Накопичення поверхневих вод на територіях над підземними спорудами призводить до двох небажаних наслідків: 1 – проникнення вод у підземні споруди із загрозою їхнього затоплення; 2 – підняття рівня ґрунтових вод із можливістю їхнього проникнення у споруди. На багаторівневих перехрестях також існує загроза затоплення їхніх нижніх ярусів. Крім того, стікання вод по поверхні конструкцій таких перехресть призводить до їх руйнування, а у зимовий період – до обледеніння.

Основними причинами затоплення підземних споруд, у тому числі і нижніх ярусів багаторівневих перехресть, є такі фактори: природні – інтенсивні опади, кількість та інтенсивність яких у зв'язку із змінами клімату в останні роки, зростає; техногенні – порушення природних режимів руху підземних вод через інтенсивне освоєння підземного простору у містах та недосконале управління водними ресурсами; будівельні – зведення споруд у понижених місцях територій та недосконаліть будівельних конструкцій через порушення їхньої водонепроникності (відсутність, низька якість або пошкодження гідроізоляції, відсутність дренажу тощо).

Негативними наслідками затоплення підземних споруд і нижніх ярусів багаторівневих перехресть є: пошкодження майна, що знаходиться у спорудах; проблеми із рухом транспорту у підземних стоянках та на перехрестях; руйнування конструкцій; пошкодження інженерних мереж та обладнання у спорудах; погіршення санітарного стану споруд (підвищення вологості, поява цвілі та плісняви тощо).

Захист підземних споруд (рис. 1) від затоплення вимагає: розміщення споруд на незатоплюваних ділянках, за можливості; посиленої гідроізоляції споруд у зоні дії ґрунтових вод; застосування конструкцій, що запобігають переливам поверхневих вод через вхідні та технологічні отвори; наявності дренажного обладнання для відкачування вод, що можуть потрапити у споруду з непередбачуваних причин.

Для захисту підземних споруд від затоплення важливе значення має організоване відведення поверхневих вод з територій над ними і навколо них. Вони повинні мати, як правило, водонепроникні покриття з ухилами поверхонь 0,004÷0,03. Збір і відведення дощових вод слід здійснювати за допомогою лінійних дощоприймачів, які встановлюють врівень із поверхнею дороги, тротуару, парковки або іншої ділянки. Важливою умовою такого водовідведення є недопущення накопичення поверхневих вод в окремих місцях та проникнення їх у ґрунт. У кінці пандусів в'їзду-виїзду транспорту, наприклад, у підземних парковках, також встановлюють лінійні

дощоприймачі для перехоплення стоку дощових вод. Їх спрямовують до колекторів дощового водовідведення або у збірний приямок, із якого воду відкачують насосами. Ефективним заходом від потрапляння поверхневих вод у середину підземних споруд є влаштування навісів і павільйонів над їхніми входами та технологічними отворами.

Рис. 1. Поперечний розріз підземного паркінгу у багатоповерховій житловій зоні.

Для належного управління стоком дощової води на багаторівневих перехрестях слід застосовувати комплексну водовідвідну систему, яка передбачає влаштування: дорожнього покриття з відповідними ухилами поверхневих покриттів до місць локального збору води; прийом і відведення дощових вод до місць накопичення чи подальшого відведення. Конструкції багаторівневих перехресть (рис. 2) не повинні допускати потрапляння поверхневих вод із верхніх рівнів на нижні. Для цього кожен ярус багаторівневого перехрестя повинен мати окрему систему збору і відведення води, а нижній, додатково, – дренажне обладнання для відкачування води. Враховуючи відкритість перехресть до атмосферних опадів, робота дренажного обладнання повинна бути автоматизована за рівнями води у місцях їх збору і накопичення.

Відведення дощових вод від дощоприймальних лотків чи камер доцільно здійснювати за допомогою водовідвідних трубопроводів. Їхні діаметри приймають не меншими ніж 200 мм. З верхніх рівнів перехресть воду відводять через вертикальні стояки, які прикріплюють до опор кожного ярусу. Від дощоприймачів, влаштованих на рівні поверхні землі, водостічні труби прокладають діаметром рівним 300мм з ухилом 0,02÷0,03 (найменший – 0,005) і довжиною до 40 м. Із рівнів, розташованих нижче поверхні землі, зокрема, у тунелях, воду доцільно відводити самопливом, а за необхідності, відкачуванням води насосами насосної станції у місця збору поверхневих вод, якими можуть бути: колодязі дощової водовідвідної мережі; приймальні резервуари насосних станцій; дощові резервуари; інфільтраційні басейни тощо. Важливою умовою є вимога, що скидання неочищених поверхневих вод з проїзних

частин перехресть не дозволяється у водотоки, водойми та на поверхню ґрунту, використовуючи рельєф місцевості[1, п. 4.6.11].

Важливе значення має регулярне технічне обслуговування водостічних систем багаторівневих перехресть. Воно передбачає регулярні перевірки та підтримування належного технічного та санітарного станів з метою запобігання засміченню та руйнуванням, які перешкоджатимуть потокам дощової води. Для зменшення потреби в ручному очищенні дощоприймачі слід обладнувати системами самоочищення (гідродинамічними промивними пристроями), що дозволить ефективно керувати стоком дощових вод на багаторівневих перехрестях і мінімізувати ризики затоплення чи руйнування конструкцій під час сильних опадів.

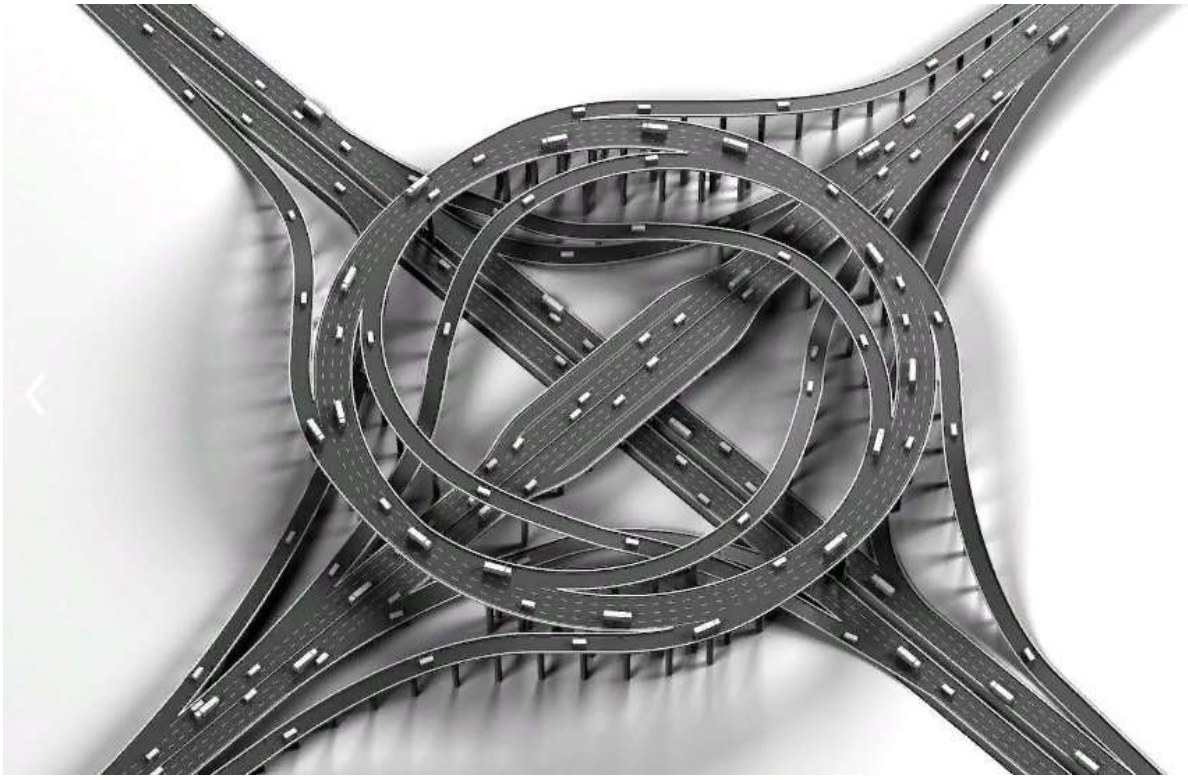


Рис. 2. Схема багаторівневого перехрестя.

Зібрані поверхневі води з поверхні проїзних частин перехресть і прилеглих вулиць направляють у зливову каналізацію з організацією локальної очистки і у місця, які виключають забруднення водних об'єктів [1, п. 4.6.8]. Локальна очистка передбачає влаштування спеціальних споруд для видалення із поверхневих вод нафтопродуктів, іонів важких металів та інших місцевих забрудників.

Проєктування елементів водовідведення передбачає недопущення їхнього переповнення за період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу P [2, додаток А]. Враховуючи, що підземні споруди і багаторівневі перехрестя відносяться до особливих споруд, період P слід приймати рівним 10÷100 років залежно від умов водовідведення [2, п. А3, табл. А4]. Обґрунтування розмірів цих споруд повинно базуватися на математичному моделюванні гідродинамічних процесів у них.

Висновки. Основними проблемами відведення поверхневих вод з територій підземних споруд і багаторівневих перехресть є організація збору атмосферних вод, їхнє транспортування до місць накопичення та випуску у водойми, також очищення від забруднень. Розглянуті проблеми і способи їх вирішення дозволяють визначити основні методи і заходи захисту споруд від затоплення і руйнування поверхневими і ґрунтовими водами.

Література

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Київ: Мінрегіон України, 2018, 54 с.
2. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Київ: Мінрегіон України, 2013, 128 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 «Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення». Київ : Мінрегіон України, 2016. 198 с.

17. ФОРМУВАННЯ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ НЕЙРОАРХІТЕКТУРИ

Казімагомедов Ф.І., к.т.н., доц., Каменєв Д.Г., студ. магістрант
Харківський національний університет міського господарства ім. Бекетова, м. Харків

У сучасному світі, де комфорт для учнів або працівників офісів не завжди є пріоритетним фактором у проєктуванні приміщень чи будівель, виникають проблеми у тих самих людей, які в них працюють. До таких проблем належать стрес, дискомфорт, втрата концентрації – усе це призводить до зниження продуктивності. Існує рішення, при якому використовуючи архітектурно-планувальні і дизайнерські рішення можна зменшити ці проблеми.

З появою нейробіології у XIX столітті вчені почали вивчати будову та принципи роботи людського мозку. У 1960-х роках учений Джонас Солк та архітектор Луїс Кан спроєктували Інститут біологічних досліджень Солка в Ла-Хойї, Каліфорнія. У ньому вчені почали більш цілеспрямовано працювати над тим, щоб з’ясувати, чи може простір впливати на наш мозок, і якщо так — то яким саме чином.

І вже у 2003 році на Національному з’їзді Американського інституту архітекторів було представлен новий напрям, що поєднує в собі архітектуру та нейробіологію — нейроархітектуру, представлений ученим Фредом Гейджем, який на той час працював в Інституті Солка [1].

Рис. 1. Інститут біологічних досліджень Солка

Нейроархітектура – це міждисциплінарний напрям на межі архітектури, нейробіології, психології та когнітивних наук, який досліджує, як просторове середовище впливає на мозок, поведінку та емоційний стан людини.

Завдяки дослідженням було виявлено, що основними ділянками мозку, відповідальними за сприйняття та орієнтацію у просторі, є парагіпокампальна та веретеноподібна звивини. На основі цих спостережень також було встановлено, що в задній частині парагіпокампальної звивини активність вища, ніж в інших ділянках, які відповідають за сприйняття простору, під час перегляду складних зображень — таких як пейзажі чи міські сцени, – на відміну від реакцій під час перегляду фотографій простих предметів або нескладних візерунків [2].

Крім того, у людей, які багато подорожують і відвідують різноманітні пам'ятки, спостерігаються набагато активніші реакції в парагіпокампальній звивині. Підсумовуючи ці дослідження, можна зробити висновок, що наш мозок — надзвичайно складний орган, який на рівні нейронів здатний сприймати форму сцен і реагувати на них позитивно або негативно, залежно від отриманих стимулів [2].

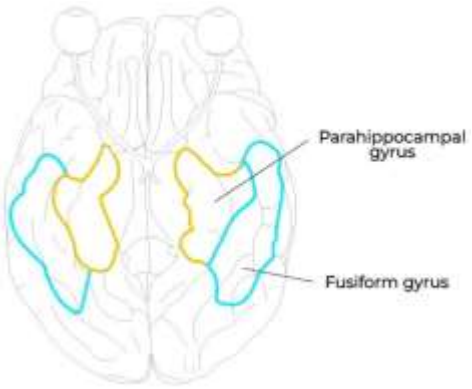


Рис. 2. Парагіпокампальна звивина (жовта) і веретеноподібна звивина жовта

На основі цих відкриттів уже були проведені дослідження, що визначили, які саме умови можуть сприяти зниженню стресу, підвищенню концентрації, поліпшенню прийняття рішень, розвитку емпатії та психологічного стану людини. Одним із прикладів є регулярне проведення часу на свіжому повітрі: доведено, що люди, які мають таку звичку, перебувають у здоровішому психологічному стані, ніж ті, хто постійно перебуває у приміщенні. Подібного ефекту можна досягти завдяки панорамним вікнам із приємним краєвидом на природу [2].

Однак свіже повітря та гарний вид із вікна — не єдині інструменти, які можна використовувати для підвищення задоволеності робочим середовищем. Важливу роль також відіграють кольорова та світлова гами, що здатні стимулювати певні ділянки мозку — наприклад, заспокоювати (що корисно для кімнат відпочинку) або, навпаки, активізувати фізичну енергію (що застосовується в тренувальних залах). Не менш важливим інструментом є маніпулювання простором — тобто зміна розміру приміщення як фізичним, так і ілюзорним способом На жаль, це наразі одна з найсуперечливіших сфер, адже результати різних досліджень часто відрізняються. Основна думка полягає в тому, що приміщення з високими стелями стимулює абстрактне мислення, тоді як низькі стелі — логічне [2.3].

Висновки. Нейроархітектура - це інструмент майбутнього, який вже можна використовувати для поліпшення умов навчання в освітньому середовищі.

Застосування її принципів у проєктуванні навчальних закладів дає змогу створювати простори, що зменшують рівень тривожності, підвищують концентрацію уваги, сприяють кращому засвоєнню матеріалу та емоційному благополуччю учнів і викладачів.

Наприклад, використання природного освітлення, озеленення, ергономічного планування та кольорових акцентів здатне перетворити звичайний навчальний простір на середовище, яке стимулює когнітивну активність і творчість. Це особливо важливо для дітей шкільного віку, оскільки їхній мозок і психоемоційна сфера перебувають у стадії формування. Саме тому вплив архітектурного середовища на психологічний

комфорт і розвиток учнів має вирішальне значення — він може сприяти гармонійному розвитку, підвищенню мотивації до навчання та зниженню рівня стресу.

Література

1. Marando M. An overview of Nueroarchicture in the past. *Rethinking The Future.* URL: https://www.re-thinkingthefuture.com/architectural-styles/a12562-an-overview-of-neuroarchitecture-in-the-past/
2. Anthes E. How Room Designs Affect Your Work and Mood. *Scientific American*. URL: https://www.scientificamerican.com/article/building-around-the-mind/
3. Neuroarchitecture: How the Perception of Our Surroundings Impacts the Brain - PMC. *PMC Home*. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11048496

18. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТРАНСКОРДОННОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Куцина І.А., к.т.н., доц., Голик Й.М., к.т.н., доц.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

За даними Державної прикордонної служби України в межах області аналізу функціонує 10 прикордонних пунктів пропуску, з них 3 автомобільні, 5 залізничних, 1 пішохідно-велосипедний та 1 повітряний.

Характеристика та інтенсивності руху прикордонно-пропускних пунктів представлена в таблиці Розташування пунктів пропуску представлено на рисунку 1.

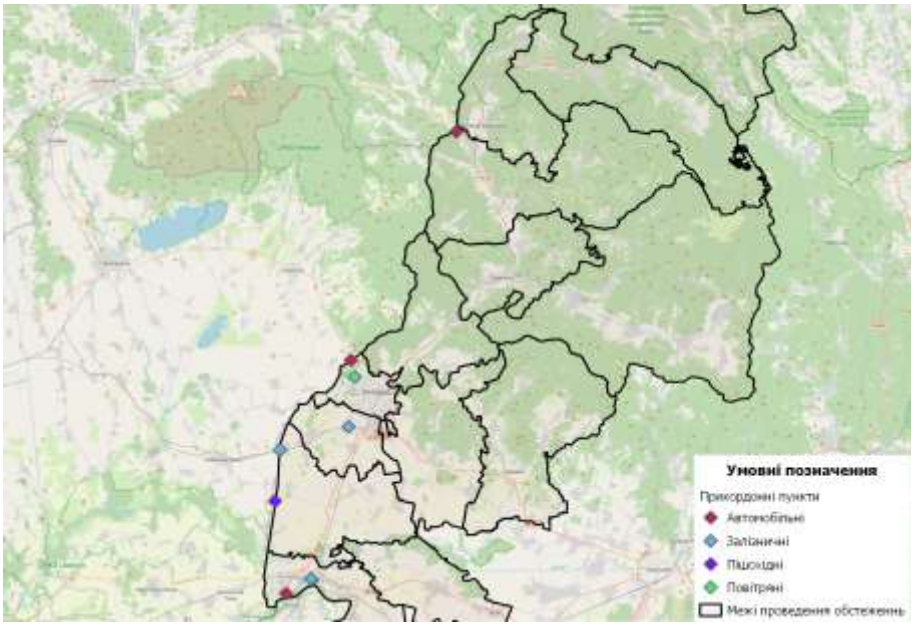


Рис. 1. Розташування та тип прикордонно-пропускних пунктів

Висновки. Розвиток транскордонної транспортної інфраструктури Закарпаття має стратегічне значення для інтеграції України до європейського транспортного простору. Область, розташована на перетині кордонів із трьома країнами ЄС — Словаччиною, Угорщиною та Румунією, — стає ключовим логістичним вузлом, який забезпечує вихід українських вантажів та пасажирів до Центральної Європи.

Упродовж останніх років спостерігається активна модернізація пунктів пропуску, розширення автомобільних і залізничних переходів, створення нових вантажних смуг, а також будівництво євроколії, що сприятиме підвищенню швидкості та зручності сполучення. Важливу роль відіграють міжнародні програми співпраці та фінансування з боку ЄС, які підтримують реалізацію проєктів у межах ініціативи Solidarity Lanes.

Основними перевагами для регіону є зростання транзитного потенціалу, розвиток прикордонної інфраструктури, створення нових робочих місць і зміцнення економічних зв'язків із сусідніми державами. Водночас залишаються виклики — недостатня пропускна спроможність окремих пунктів, складний гірський рельєф, потреба у розвитку під'їзних шляхів і координації між країнами-партнерами.

Таблиця

Характеристика прикордонно-пропускних пунктів

№	Назва	Вид сполучення	Категорія	Місце розташування	Характер перевезень
1	Чоп (Тиса) - Захонь	Автомобільні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	пасажирський, вантажний
2	Чоп (Страж) - Чієрна над Тисою	Залізничні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	пасажирський, вантажний
3	Чоп (Дружба) - Захонь	Залізничні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	пасажирський, вантажний
4	Малі Селменці - Вельке Слеменце	Пішохідні	міжнародний, з 09.00 до 21.00 (за київським часом)	Закарпатська область, Ужгородський район	пасажирський, пішохідний та для велосипедистів
5	Павлове - Матьовце	Залізничні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	вантажний
6	Ужгород (пункт контролю)	Залізничні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	вантажний
7	Ужгород	Повітряні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, м. Ужгород	пасажирський, вантажний
8	Ужгород - Вишнє-Німецьке	Автомобільні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	пасажирський, вантажний
9	Малий Березний - Убля	Автомобільні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Великоберезнянський район	вантажний, пасажирський, до 3,5 т, пішохідний та для велосипедистів
10	Саловка - Еперешке	Залізничні	міжнародний, цілодобовий	Закарпатська область, Ужгородський район	вантажний

Література

1. Посібник з транскордонного співробітництва [Носа Н., Лендьел М., Чопак В. та ін.]. – Ужгород: АРР “Закарпаття”, Поліграфцентр “Ліра”, 2005. – 70 с.

2. Льопко, В. В. Розвиток транскордонного співробітництва на Закарпатті [Текст] / В.В. В. Льопко // Науковий вісник Ужгородського університету : серія: Економіка; збірник наукових праць / редкол.: В.П. Мікловда (гол. ред), М.М. Бойко, М.І. Пітюліч та ін. – Ужгород : Говерла, 2007. – Вип. 21. – С. 176-181
3. Програма Регіональної стратегії розвитку Закарпатської області. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://carpathia.gov.ua/storage/app/sites/21/Economics/201001-1840p.pdf
4. На Закарпатті презентували 12 найкращих транскордонних інфраструктурних проєктів. URL: https://zaholovok.com.ua/na-zakarpatti-prezentuvaly-12-naykrashchykh-transkordonnykh-infrastrukturnykh-proyektiv

19. ВИКЛИКИ ІНТЕГРАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ПРОЄКТИ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ В УКРАЇНІ

Кіс Н.Ю., к.т.н., доц.
Ужгородський національний університет, м. Ужгород

Сучасний етап просторового планування в Україні характеризується глибокими трансформаціями, спричиненими війною та необхідністю післявоєнної відбудови. Це загострило вже існуючі проблеми — розрив між містобудівною документацією, стратегічними документами та юридичною базою, що ускладнює впровадження принципів сталого розвитку. Питання інтеграції екологічних, соціальних та економічних аспектів у практику планування територій стає одним із ключових викликів для українських міст і громад.

Метою є аналіз проблем інтеграції концепції сталого розвитку в проєкти просторового планування України та розроблення рекомендацій щодо їх подолання. Завдання включають: оцінку узгодженості між видами планувальних документів, виявлення бар'єрів у законодавстві, аналіз міжнародного досвіду та визначення шляхів гармонізації між стратегічним, містобудівним і територіальним плануванням.

Дослідження виявило низку системних суперечностей:

1. невідповідність старих містобудівних документів новим законодавчим вимогам;
2. плутанину між рівнями планування (генеральні, детальні та комплексні плани);
3. відсутність чітких механізмів координації між секторами та документами;
4. низький рівень участі громадськості у прийнятті рішень;
5. обмежену якість і репрезентативність наявних даних.

Ці чинники унеможливлюють практичну реалізацію сталого розвитку на місцевому рівні та призводять до неузгодженості між стратегічними цілями і фактичними планувальними рішеннями.

Для ефективного впровадження принципів сталого розвитку необхідно:

1. Гармонізувати законодавчу базу просторового планування та усунути суперечності між законами і підзаконними актами.
2. Забезпечити узгодження комплексних, генеральних і детальних планів територій на основі єдиної системи моніторингу.
3. Запровадити принципи партисипативного планування із залученням громадськості та фахівців.
4. Інтегрувати екологічні критерії в систему оцінки проєктів і стратегій розвитку.
5. Використовувати цифрові платформи та геоінформаційні системи для підтримки прийняття рішень.

Висновки. Успішна реалізація стратегій сталого розвитку в Україні можлива лише за умов системної координації між стратегічним, територіальним і містобудівним рівнями планування. Необхідним є створення нормативної бази, що забезпечує узгодженість усіх документів і враховує регіональні особливості. Сталий розвиток має стати не декларативним гаслом, а практичним інструментом відбудови та модернізації українських міст, спрямованим на формування безпечного, екологічно збалансованого та комфортного середовища для життя населення.

Література

1. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII (https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17#Text) 64 Указ Президента України від 2 червня 2021 року № 225/2021 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року "Про Стратегію людського розвитку"» (https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/225/2021#n2)
2. Міністерство розвитку громад та територій України провело моніторинг розроблення та оновлення містобудівної документації // Вебсайт Міністрерства. – 17 січня 2022.
3. Територіально-просторове планування: базові засади теорії, методології, практики: монографія / А.М. Третяк, В.М. Третяк, Т.М. Прядка; Н.А. Третяк, [за заг. ред. А.М. Третяка]. – Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 142 с.
4. Едварда Сойї "Postmetropolis: Critical Studies of Cities and Regions" https://web.archive.org/web/20190619211415/https://ukr.segodnya.ua/world/wnews/chem-zhivut-samye-umnye-goroda-nashey-planety-santader-singapur-i-songdo-1161880.html
5. Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011р. - № 3038-VI(редакція 21.09.2024р.) https://protocol.ua/ua/pro_regulyuvannya_mistobudivnoi_diyalnosti_stattya_16_1/
6. Габрель, М., Габрель, М., & Форкуца, Л. (2023). До питання формування бази знань просторового планування в Україні.. Містобудування та територіальне планування, (84), 6–27. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.6-27

20. АНАЛІТИКО-ГЕОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ОХОРОННОЇ ЗОНИ ПАМ'ЯТОК КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

[1]Козак С.А., асп. [1]Сингаївська О.І., д.т.н., проф., [2]Якимів Р.Я., к.фіз.-мат.н., доц.
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ[1]
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ[2]

Однією з найактуальніших проблем у сфері збереження культурної спадщини сьогодні є відсутність чітких науково обґрунтованих критеріїв визначення меж охоронних зон пам'яток. У більшості випадків їх встановлення має формально-територіальний характер і базується на узагальнених орієнтирах. Такий підхід не повною мірою враховує закономірності зорового сприйняття, а також особливостей просторової композиції архітектурного об'єкта. У результаті охоронні зони нерідко або звужуються, втрачаючи функцію збереження видової цілісності пам'ятки, або навпаки — безпідставно розширюються, ускладнюючи подальше містобудівне освоєння.

Дослідження спрямоване на пошук об'єктивного методу, який дозволяє поєднати психофізіологічні особливості зорового сприйняття людини з геометричною точністю просторового аналізу. Межі охоронної зони мають визначатися не умовно, а через конкретні параметри поля зору людини, у межах якого архітектурна пам'ятка сприймається цілісно, гармонійно та без спотворень. Проаналізувавши праці провідних дослідників — Є.Є. Водзинського, М.А. Урінбаєвої, І.І. Середюк [1, 2, 3], а також положення ДСТУ Б Б.2.2-10:2016 та Методичних рекомендацій 1982 року [4, 5], можна зробити висновок, що оптимальний кут зорового сприйняття архітектурного об'єкта становить близько 30°. Саме в межах цього кута забезпечується найповніше поєднання цілісності композиції та можливості сприйняття архітектурних деталей. Зазначене значення не є випадковим: воно підтверджується фізіологічними обмеженнями людського зору, ергономічними нормами та дослідженнями у сфері архітектурної психології [6].

Однак на практиці під час визначення меж охоронних зон часто користуються спрощеним орієнтиром — «подвійною висотою» пам'ятки. Такий підхід, хоч і зручний, не враховує реальної просторової геометрії, пропорцій будівлі та характеру її видового розкриття, а також не враховуються випадки коли довжина фасаду об'єкту більша за його висоту. Це створює ризик як звуження меж охоронної зони (що призводить до втрати домінантності пам'ятки), так і їхнього безпідставного розширення. Тому виникла потреба у створенні більш точного, кількісно визначеного методу, який поєднує наукову точність з практичною зручністю для проектувальників.

У рамках цього дослідження запропоновано геометрично-тригонометричний підхід, що базується на аналізі взаємозв'язку між кутом зору, висотою або шириною об'єкта та відстанню спостереження. За вихідну величину прийнято оптимальний кут сприйняття 30°, який забезпечує найкомфортніше зорове охоплення об'єкта без напруження для ока. Використовуючи тригонометричну функцію тангенса, ми вивели точні співвідношення, які дозволяють розрахувати оптимальну дистанцію для спостереження архітектурного об'єкта залежно від його морфології.

У першому випадку, коли висота об'єкта перевищує його ширину (H > W), отримано співвідношення $DO = H / tg(30°) \approx 1.73H$. Це означає, що оптимальна відстань спостерігача має дорівнювати приблизно 1.73 висоти споруди. Такий результат підтверджує логіку нормативів, проте надає їй точного числового вираження. У

другому випадку, коли ширина об’єкта є більшою за його висоту (W > H), розрахунки показали, що оптимальна відстань сприйняття становить $DO = W / (2 \cdot tg(15°)) \approx 1.87W$. Таким чином, ми отримали два сталі коефіцієнти — 1.73 і 1.87, які дозволяють визначати відстань для найкращого зорового контакту залежно від домінантного параметра споруди.

Запропонований підхід забезпечує можливість кількісно обґрунтовувати межі охоронних зон пам’яток архітектури. Мінімальна відстань у два розміри об’єкта є лише орієнтовним значенням, а також не враховуються випадки коли довжина фасаду об'єкту більша за його висоту. За допомогою цього методу проектувальники отримують точний аналітичний інструмент для розрахунку. Це, у свою чергу, дозволяє уникнути як надмірного обмеження території, так і її необґрунтованого розширення. Межі охоронних зон стають науково вивіреними, логічно аргументованими та узгодженими із закономірностями людського зору.

Таким чином, тригонометричний підхід до визначення меж охоронної зони дозволяє перейти від якісного опису до кількісного обґрунтування простору, в межах якого пам’ятка зберігає свою візуальну цілісність і домінантність у міському ландшафті. Отримані коефіцієнти (1.73 для вертикальних і 1.87 для горизонтальних об’єктів) можуть бути використані як універсальні орієнтири для проектування охоронних зон. Вони створюють можливість запровадження у практику охоронного проектування єдиної системи кількісних критеріїв, що ґрунтується на поєднанні геометричної точності, ергономічної доцільності та естетичних принципів архітектури. Такий підхід забезпечує не лише збереження цілісного образу пам’ятки, але й формує гармонійне візуальне середовище історичного міста, у якому спадщина сприймається повноцінно, природно й без спотворень.

Література

1. Водзинський Є. Є. Принципи та методи охорони видового розкриття пам’яток архітектури в краєвиді історичних міст (1970–1990 рр.): дис. … канд. архітектури: 18.00.01. Київ, 2011. С. 43–44.
2. Урінбаєва М.А. Принципы и методы организации объемно-пространственной композиции застройки исторических городов с использованием средств прикладной информатики (на примере Самарканда): дис. … канд. архитектуры: 18.00.01 / Урінбаєва Мірабад Алішеровна. – Ташкент: Ташкентский архитектурно-строительный институт, 1995. – 172 с.
3. Середюк І.І. Восприятие архитектурной среды : монографія / І.І. Середюк. – Львів : Вища школа, Вид-во при Львів. ун-ті, 1979. – 202 с.
4. ДСТУ Б Б.2.2-10:2016. Склад та зміст науково-проєктної документації щодо визначення меж та режимів використання зон охорони пам’яток архітектури та містобудування. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016.
5. Методические рекомендации по исследованию историко-архитектурного наследия в городах Украинской ССР. – К.: КиевНИИПградостроительства, 1982. – 120 с.
6. Шкляр В. В. Ергономіка в архітектурі [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. В. Шкляр. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 109 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/52912/

21. ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ІНЖЕНЕРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ НЕРЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕТИНІВ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

Осєтрін М.М., к.т.н., проф., Дворко О.М., асп.
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

1. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є нерегульований перетин як елемент вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста. *Предметом дослідження* є принципи і методи функціонально-планувальних рішень нерегульованих перетинах на ВДМ міста. *Метою* дослідження є визначення впливу інженерно-планувальних рішень (ІПР) нерегульованих перетинів на ефективність їх роботи. *Нерегульованим перетином* міських вулиць і доріг називають перетинання або примикання їх на ВДМ міста, що не має засобів світлофорного регулювання [1].

2. Актуальність теми дослідження

На магістральні вулиці і дороги (і відповідно на їх перетини) припадає найбільш значне транспортне навантаження [2]. На перетинах магістральної ВДМ міста транспортні та пішохідні потоки рознесені у просторі та часі, тоді як нерегульовані перетини міських вулиць є місцем максимальної взаємодії транспорту, пішоходів та велосипедистів на ВДМ, оскільки саме тут спостерігається їхній максимальний взаємний вплив. Цей вплив обумовлений правилами черговості проїзду та переходу (оскільки засоби примусового регулювання руху відсутні) [3], відповідно виділенням другорядного та головного транспортних потоків, правилами переходу проїзної частини пішоходами, а також організації через проїзну частину велопереїздів [4].

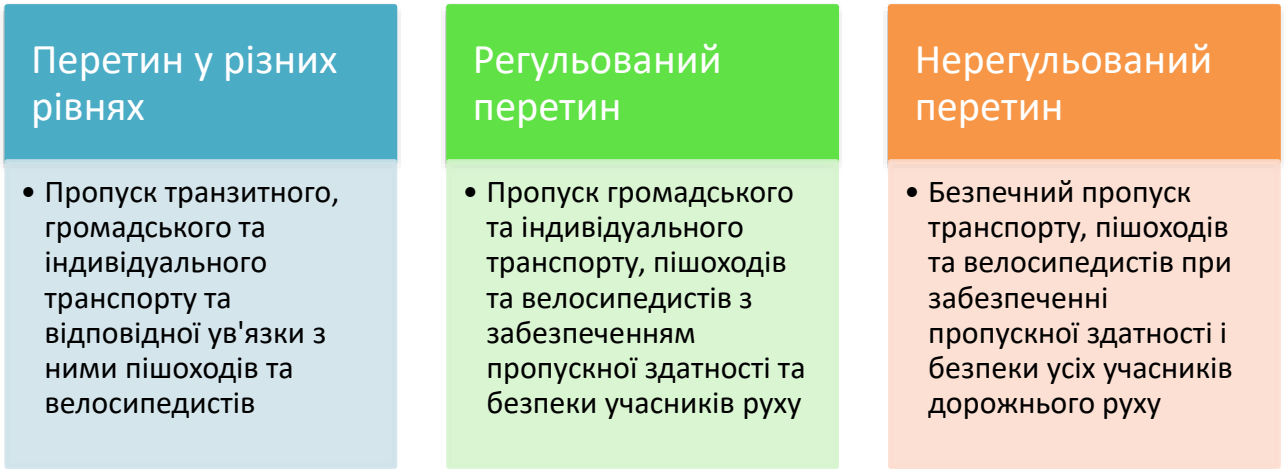


Рис. 1. Характеристика транспортного руху на перетинах ВДМ міста

Крім цього, згідно статистики ДТП, на нерегульованих перетинах спостерігається максимальна аварійність конфліктних точок «автомобіль-автомобіль» та «автомобіль-пішохід» (за Лобановим Є.М.). Тому роллю нерегульованих перетинів на ВДМ міст є безпечний пропуск і взаємодія транспорту, пішоходів та велосипедистів при забезпеченні відповідної пропускної здатності напрямків руху шляхом максимального каналізування напрямків усіх учасників руху (рис. 1). Кожен із типів перетинів має

особливості інженерно-планувальних рішень. Проблематика функціонування нерегульованих перетинів на ВДМ міста визначається наступними ознаками [5]:

- містобудівна (ІПР, категорійність вулиць, що перетинаються);
- організація дорожнього руху (каналізування перетину, пріоритетність напрямків руху);
- екологічний вплив (рівень шуму та забруднення шкідливими викидами, перевитрати палива через затримку руху).

Основні принципи, які виділяються у світовій та вітчизняній практиці влаштування нерегульованих перетинів на вулично-дорожній мережі:

- принцип безбар'єрності руху (мінімізація конфліктних точок і затримок);
- принцип адаптивності, що враховує стохастичність природи транспортного потоку;
- принцип пріоритету безпеки дорожнього руху над швидкістю;
- принцип просторової компактності та зручності для всіх категорій учасників дорожнього руху (містобудівний фактор);
- принцип когнітивної ергономіки (інтуїтивно зрозуміле сприйняття середовища).
- Основні методи, якими забезпечується виконання цих принципів:
- метод імітаційного моделювання транспортних потоків;
- компаративний метод, тобто метод порівняння планувальних рішень нерегульованих перетинів;
- метод системного аналізу для визначення взаємозв'язків у системі «вузол – прилегла територія – вулично-дорожня мережа»;
- метод експертної оцінки;
- геоінформаційне моделювання (ГІС)

Висновки. ІПР нерегульованого перетину характеризує ефективність його функціонування, як важливого елементу ВДМ міста. Виникає необхідність створення системи оцінки ефективності роботи інженерно-планувальних рішень, розробки рекомендацій обґрунтування ІПР нерегульованих перетинів на ВДМ міст України, зокрема під час їх відновлення.

Література

1. Закон України «Про автомобільні дороги» від 8 вересня 2005 р. № 2862-IV// Офіційне інтернет-представництво Президента України. – Режим доступу: http://www.president.gov.ua/documents/2862-iv-3176 (Дата звернення: 29.10.2025);
2. Генеральний план міста Києва. КО «Інститут Генерального плану міста Києва. URL: проект.pdf (grad.gov.ua) Дата звернення: 30.10.2025;
3. Єрмак О.М., Сумець А.І. Дослідження факторів, що впливають на небезпеку руху на перехрестях. ХНАМГ – Харків, 2016 – 292 с. URL: sb-101-c3-363 (kname.edu.ua) Дата звернення: 30.10.2025;

4. Правила дорожнього руху. Правила від 10 жовтня 2001 р. №1306// Офіційний веб-портал ВРУ. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п/page#n16 Дата звернення: 30.10.2025;
5. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. URL: http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/B2212-IB.pdf Дата звернення: 30.10.2025.

22. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗАСТАРІЛОЇ ЗАБУДОВИ РАДЯНСЬКОГО ПЕРІОДУ

Симонов С.І., к.т.н, доц.
Приазовський державний технічній університет, м. Дніпро

Україна в період другої світової війни зазнала чи не найбільших знищень. Після руйнівної війни значна частина житлового фонду виявилася зруйнованою і перед суспільством постала найгостріша проблема нестачі житла. Громадянам доводилось тулитися у бараках, комуналках та всіляких квартирах, тому панельні малогабаритні будинки невеликої поверховості, будувались у величезних кількостях у середині минулого століття на території СРСР та країн Варшавського договору. Особливо масовим було будівництво цих споруд під час правління М. С. Хрущова, і, власне, на його честь вони були названі громадянами «хрущовками».

Зараз в Україні йде нова війна, котра значно зменшує житловий фонд, на який додається ще проблема, бо чим довше тягнеться вирішення питання з «хрущовками», тим дедалі більше стають можливі ризики виникнення проблем зі старою забудовою. Пригнічує і втрачений потенціал і нові можливості такої забудови, тим часом коли будівництво нових споруд все дорожчає, реконструкція та модернізація вже існуючої забудови видається досить логічною.

Тема модернізації застарілої забудови в Україні на сьогодні поставлена дуже яскраво і з часом вона сама по собі не сплине. Панельні будівлі є численною групою забудови по всій державі, багато з цих будівель не обслуговувалися на протязі десятиліть. Зазвичай питання подальшої долі таких будівель не заходить далі рішення зносу та забудови на цьому місті багатоповерхівок.

У масового радянського житлового фонду невизначене майбутнє. Технічний стан будинків продовжує погіршуватися. Якось наша країна зіткнеться з житловою проблемою дуже великого масштабу, тому що на частку масової забудови радянського періоду доводиться близько 60% житлового фонду. І проблема старіння цих будівель не зникне сама собою.

У 1950-х роках перед Радянським Союзом стала задача про розселення людей із комуналок та бараків. Рішенням стало розбудова максимально дешевих серійних будівель у величезному обсязі. Експлуатаційний термін таких цегляних будівель становить 75 років, а панельних – 50 років.

Балтійські країни колишнього Радянського союзу вирішили питання шляхом проведення капітальних ремонтів таких будівель. Фундаменти укріпили, комунікації замінили, фасади утеплили. Роботи фінансували фонди ЄС та співвласники. Для цих цілей мешканці отримали пільгові багаторічні кредити.

Житловий фонд у панельних районах у НДР знаходився у власності держави. Після ухвалення рішення про збереження масової житлової забудови будівлі були передані муніципальним житловим підприємствам, створеним на базі колишніх експлуатуючих організацій. Частина фонду залишилася у власності житлових кооперативів, утворених під час НДР. Тоді ж було прийнято важливе рішення про те, що приватизація житлового фонду приватними особами буде можлива лише на платній основі після модернізації будівель.

Оскільки програма житлового будівництва в НДР не була завершено, деякі райони залишилися недобудованими. Території навколо будинків являли собою будівельний майданчик без благоустрою та дерев. На цьому етапі важливо було

швидко завершити будівельний процес, а також показати жителям, що район змінюватиметься. Досвід міського оновлення у Західній Німеччині вже закріпив у професійному спільноті ідею про важливість залучення жителів, тому однієї з цілей роботи на цьому етапі була демократизація процесу подальшого розвитку панельних районів колишньої НДР. Особливо яскраво процес «демократизації розвитку територій» проявився у Берліні, де у межах адміністративних структур спільно працювали представники західної та східної систем.

Зростання попиту на житло в районах масової житлової забудови привело до того, що в Німеччині стали говорити про «Ренесанс великих житлових масивів».

Нове будівництво потребує розвитку інфраструктури: у деяких містах запускаються програми модернізації та розширення шкіл, в інших районах розробляються концепції оновлення технічної інфраструктури.

У кожного з районів масової житлової забудови є тенденції розвитку та потреби, що залежать від розміру району та загальної ситуації у місті та регіоні. Одні й самі процеси: старіння населення, зменшення доходів, соціальна поляризація впливають на ці райони по різному. Відповідно, кожен випадок потребує своїх рішень.

У більшості районів одночасно існують потреби у новому будівництві, модернізації будівель та частковому демонтажі, адаптації забудови до потреб населення похилого віку.

Однією з основних проблем старої забудови є однотипність житлового фонду, який може утримати у собі різні групи населення. У такому разі існує велика ймовірність того, що вони залишать такий район. Створення нових типів житла відіграє важливу роль для збереження в районі загальної чисельності мешканців та частки молодих людей, а також сімей із високим достатком. Важливо мати в одному районі як житло для молоді та студентів, сімейні квартири, які мають велику площу приміщень, або квартири для літніх, які спеціально облаштовуються. Часто такі типи житла доповнюють нове будівництво, але це можна реалізувати через реконструкцію існуючих будинків.

Вартість такого типу реконструкції може дорівнювати вартості нового будівництва або навіть перевищувати її. На прикладі Німеччини власники реалізують такі проекти лише за наявності додаткової фінансової підтримки з боку держави.

Найпоширеніші «нові формати» житла в панельних районах – це таунхауси та індивідуальна житлова забудова. Таке доповнення старої забудови ефективно урізноманітнить старий район новими категоріями населення.

На порожніх ділянках у центральних частинах району найчастіше реалізуються проекти нової щільної квартальної забудови для створення альтернативи вільному плануванню панельних районів. У серединній частині зустрічається формат "міських вілл".

Основним потенціалом для нового будівництва стають порожні простори на околицях району або ділянки знесених будівель, а також території, зайняті незатребуваними об'єктами соціальної інфраструктури, які залишилися незатребуваними чи адміністративними будівлями. Основний принцип будівництва нового житла: уважне ставлення до існуючих будівель.

Створення умов розміщення автомобілів у просторі вулично-дорожній мережі дозволяє звільнити двори від машин. Таким чином вдасться повністю забезпечити

місцями для паркування мешканців п'ятиповерхової забудови, та частково, з виділенням лише частини двору під паркування – для забудови понад 10 поверхів.

Велику роль у перетворенні вулиць також грає озеленення - дерева та чагарники захищають від шумів, розмежовують частини вулиці та візуально зменшують її. З початку роботи над подальшим розвитком районів масової житлової забудови в Німеччині озеленення було ключовим запитом жителів. Посадка дерев, озеленення стін та пустирів були недорогими рішеннями для швидкого покращення ситуації.

Оскільки благоустрій та утримання великих за площею територій – це дорого, іноді простір між будинками цілеспрямовано скорочують. Наприклад, за рахунок створення терас для мешканців перших поверхів. Таке рішення також допомагає вирішити проблему із нестачею приватності на перших поверхах.

Також з метою економії у впорядкуванні застосовуються прості рішення, переважно антивандальні. Двір – це насамперед зелений простір. Великих дитячих майданчиків немає, хоча на подвір'ї можуть встановити кілька ігрових елементів для найменших. Роль ігрових елементів часто виконують натуральні матеріали - каміння або колода. Часто створюють штучні пагорби, щоб двір виглядав цікавіше. Важливу роль відіграє зелена інфраструктура, коли створюються канали для збору дощової води.

Застосуванням озеленених територій, що не використовуються, можливо зменшити витрати на обслуговування таких ділянок, а також можливо якісно підвищити цінність району.

Виходячи з Німецького досвіду реновації застарілої забудови, серед будівель різних висот, реконструкція п'ятиповерхівки з фінансової точки зору є найбільш виправданою, крім тих випадків, коли потрібна установка ліфтів.

У разі будівлі вище 10 поверхів реконструкцію проводити важче, у зв'язку з тим, що це значно дорожче та технічно складно. Часто у таких проектах виконуються лише окремі види робіт, які корисні для мешканців та економічно ефективні.

Більшість будівель були модернізовані із збереженням існуючих планувань квартир та поверховості. Проекти з надбудовою поверхів складніші за просту модернізацію, тому що необхідно посилювати конструкції та оновлювати інженерну інфраструктуру в будівлі. Вони реалізуються на територіях, де є високий попит на житло, а райони на околицях міст часто не належать до таких. Проте, рішення з надбудовою та прибудованими секціями можуть бути цікавими, коли необхідно з найменшими витратами забезпечити верхні поверхи будівлі доступом на ліфті. Спочатку ліфтова шахта закладається у прибудовану частину будівлі. Потім сама будівля надбудовується і доступ до квартир на верхніх поверхах забезпечується за допомогою коридорів між старою і новою частинами будівель.

З розвитком «зеленої» економіки дедалі більше значення приділяється енергоефективності у житлових секторах.

Райони застарілої панельної забудови, насамперед, важливі як місце проживання великої кількості жителів міст, тим більше тоді, коли нове будівництво становить зовсім невелику частину житлового фонду міста. Райони масової житлової забудови радянського періоду є доступним та недорогим житлом в українських містах.

Не так часто професіонали-містобудівники звертають увагу на радянську житлову забудову. Під час створення генеральних планів міст завжди розраховуються обсяги нового будівництва. А ось панельні райони не такі цікаві як об'єкт планування, оскільки

місця для нового будівництва в них практично немає. У генеральних планах просто фіксується поточна ситуація цих територіях. Жодного розвитку для них не передбачається, крім того, відсутні адекватні дані щодо масової житлової забудови, на підставі яких можна було б аналізувати ситуацію та розробляти сценарії про те, що може відбуватися з такими будинками.

Сьогодні важливо розуміти, що робити із такими районами. У зв'язку з потребами мешканців міста, що надзвичайно змінилися, необхідно шукати шляхи адаптації та заходи для підтримки технічного стану районів та будівель радянської панельної забудови.

23. РОЛЬ КОМПЛЕКСІВ СПОРУД СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОГО НАПРЯМКУ В КОМПОЗИЦІЙНІЙ СТРУКТУРІ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ МІСТА ХАРКІВ

Мартишова Л. С., к.арх., доц.,
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків

Сьогодні у всьому світі не втратило актуальності питання створення привабливих для користувача, унікальних за структурою та наповненням, просторів для відпочинку та фізичної активності, в поєднанні з природою чи зонами унікальних ландшафтів. Спортивно-оздоровчі комплекси є невід'ємною частиною рекреаційної структури та зеленого каркасу міста, особливо спортивні комплекси відкритого типу, що розраховані не тільки на професійних спортсменів, але і на заняття фізкультурою та спортом будь-ким з бажаючих підтримувати себе «у формі»,. Такі комплекси мають також дуже важливий заохочувальний вплив на глядача, мотивуючи людину до фізичної активності та здорового способу життя.

З найдавніших часів національні фізичні вправи, ігри та єдиноборства спортивного характеру, відповідно до різних видів спорту, використовувалися з метою фізичного виховання молоді, підготовки їх до праці та військової служби. Вже з кінця 17 ст. складалася система військово-фізичної підготовки, у зв'язку з чим в навчальних закладах були введені обов'язкові заняття комплексами фізичних вправ (гімнастика, стрільба, фехтування тощо). На початку 19 століття з'явилися спортивні школи, клуби, товариства та організації, що проводили офіційні спортивні змагання. Вже на початку 20 століття, з появою союзів за видами спорту та організацією перших чемпіонатів, спортивно-оздоровчий рух набув масового характеру. Така тенденція спонукала до формування масштабних спортивно-оздоровчих комплексів в структурі міста, різних за ієрархією та доступних для усіх категорій населення. Треба зауважити, що в 1913 році в Києві відбулися перші олімпійські ігри, а в 1914 відбулись другі ігри в Ризі, що започаткували період масового розвитку фізичної культури та спорту в більшості країн Європи. Дуже популярними стають низки об'єктів, що поєднані територіями рекреаційних та прибережних зон, або структурою парків. Фізична культура і спорт стали самостійною сферою будівництва, що поєднала простори та об'єкти для занять спортом та фізкультурою, утворюючи комплекси або ансамблі з рекреаційними та розважального характеру.

Основою композиції будь якого міста завжди є ландшафтна ситуація, певні природні та функціональні особливості розвитку, пріоритетні транспортні напрямки зв'язків та розвитку. Тож, композиція міста Харків не є винятком, вона обумовлена унікальною структурою ландшафту з живописними пагорбами, прорізаними руслами річок, з домінуючою формою центральної форми Нагірного плато, що динамічно піднімається в північному напрямку від міста злиття річок Лопань та Харків. В композиційній структурі міста є цікава особливість, не зважаючи на домінування повздовжніх осей, згідно структури ландшафту, композиція міста розвивалась також і в поперечному напрямку, тож напрямки розвитку південь-північ поєднувались з напрямками схід-захід, утворюючи живописну «сітку», яка поєднує східну частину міста в долині річки Харків та західну частину – в долині річки Лопань.

Одна з найцікавіших частин цієї структури пов'язана з формуванням комплексів спортивно-оздоровчих споруд, в поєднанні з рекреаційними зонами, місцями відпочинку та парковими просторами. Комплекси споруд були побудовані в різні періоди на перетині композиційних осей та осей ландшафтної структури. Так свого часу сформувались: спортивний комплекс «Динамо», комплекс іподрому, комплекс спортивно-оздоровчих об'єктів в Сокільниках, Лісопарку, Лугопарку та Гідропарку.

Формування цієї унікальної композиційної структури почалось в Харкові з моменту закладки центрального парку ще наприкінці 19 сторіччя, що був створений за аналогією Булонського лісу з екіпажними та прогулянковими алеями, на периферії міста. Поява парку започаткувала розвиток найгарнішого та найнасиченішого ансамблю на найвищій відмітці ландшафту центральної частини міста. Вже на початку 20 сторіччя ансамбль парку активно розвивається, додаються об'єкти та простори різні за функцією, розширюється територія. Згодом з західного боку до ансамблю парку приєднався масштабний комплекс «Динамо», що поєднав спортивні споруди з велотреком, стадіоном та відкритим просто неба басейном з вишкою для стрибків у воду. Тут проводились змагання дуже високого рівня та спортивні свята і заходи. Зі східного боку парк також отримав певне «продовження» у вигляді комплексу іподрому, одного з найстаріших в Україні, побудованого ще в 60 роках 19 сторіччя. Комплекс іподрому поєднував скаковий та біговий іподроми, а також головну будівлю з рестораном та адміністрацією, будівлі конюшень та господарчі споруди. Харківський іподром приймав змагання різного рівня, навіть республіканські, в яких кількість учасників (коней) сягало позначки 500. Межею між парком та комплексом іподрому стала вулиця Сумська. Просторовий композиційний розвиток центральної вулиці сформувався згідно лінії вододілу Нагірного плато – центрального пагорба міста. Тож Сумська вулиця поєднала цю частину міста з центральною (історичним ядром міста), та великою лісопарковою зоною на плато.

Лісопарк безпосередньо межує з територією центрального парку, межею зараз служить вулиця Динамівська, що отримала своє продовження в 2010, поєднавши вулицю Європейську (раніше Новгородську) та Динамівську (колишню Паркову) з Сумською, виокремивши таким чином територію центрального парку вуличним простором. Однак, певний зв'язок залишився у вигляді маршруту дитячої залізниці, побудованої для розвитку структури центрального парку та покращення дозвіллєвого сполучення зі спортивною зоною Сокільників та Меморіалом в структурі лісопарку. Зона Сокільники – комплекс об'єктів для занять різними видами спорту в умовах лісопарку в будь-яку пору року: лижні та велосипедні бази, маршрути для занять спортивним орієнтуванням та бігом по нерівній місцевості, тири (стрілецькі та для стрільби з луку), а також спортивний комплекс «Спартак».

Живописні східні схили Нагірного плато Харкова відкривають шлях до ще одного елемента цієї композиції з унікального природною основою у вигляді острова на річці Харків – комплексу Гідропарку. Ця частина міста не тільки є одним із улюблених місць відпочинку містян, але є осередком водного спорту. Ще в 30-х роках 20 сторіччя тут був побудований канал для академічного веслування довжиною 2 кілометри, що згодом мав в 80-ті роки перетворитись на комплекс веслувального спорту олімпійського зразка (проект був розроблений та погоджений). Сьогодні там продовжує існувати невеличка спортивна база веслувального спорту для всіх охочих, не зважаючи на те, що комплекс так і не був побудований, щоб композиційно закріпити цю частину міста, поєднавши її

в ціле найцікавіші простори для спорту та відпочинку, що акцентували унікальні зони ландшафту міста.

Таким чином, роль комплексів споруд спортивно-оздоровчого напрямку в композиційній структурі центральної частини міста Харкова полягає в формуванні цілісної композиції, в основі якої лежить структура ландшафту, розташування зон унікальних ландшафтів та історично сформовані об’єкти з певними функціями. Основою просторової побудови є система повздовжніх напрямків розвитку композиційної структури, що підкреслює структуру ландшафту з важливими акцентами та «візуальними каналами» вздовж русел річок та рельєфу пагорбів, та поперечних – вісі балок та тальвегів з рекреаційною функцією.

24. ВИКОРИСТАННЯ КІМНАТНИХ РОСЛИН ДЛЯ ФІТОФІЛЬТРАЦІЇ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Москвітіна А.С., к.т.н., доц.
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

Кімнатні рослини - ефективний та природний спосіб покращити якість повітря в приміщенні. Ці рослини здатні поглинати забруднюючі речовини, підвищувати рівень кисню та вологість повітря за допомогою різних механізмів. Крім видалення трихлоретилену, бензолу та формальдегіду, кімнатні рослини допомагають усунути ряд інших поширених забруднювачів повітря у приміщеннях. Якість повітря в приміщеннях є життєво важливою для здоров'я людини, особливо в розвинених країнах, де люди проводять більше 90% свого часу в приміщенні [1]. Дослідження показують, що повітря у приміщеннях може бути у 2–50 разів забрудненіше зовнішнього повітря [2].

Джерелами забруднюючих речовин у приміщеннях зазвичай є будівельні матеріали, діяльність людини (CO_2) та зовнішнє повітря, що надходить до будівлі [3].

Ця проблема посилилася в нових енергоефективних будинках з нижчою вентиляцією. До поширених забруднюючих речовин у приміщеннях відносяться ЛОС (летучі органічні повідомлення), тверді частинки, озон, радон, свинець та біологічні забруднювачі. ЛОС у повітрі приміщень виділяються такими предметами, як фарби, лаки, клеї, меблі, одяг, розчинники, будівельні матеріали, прилади згоряння та навіть питна вода [4]. Використовуючи свої природні біологічні процеси, кімнатні рослини не лише знижують концентрацію цих шкідливих речовин, а й сприяють оздоровленню внутрішніх приміщень, пропонуючи природний та економічно ефективний метод покращення якості повітря у будинках, офісах та інших закритих приміщеннях. Деякі види кімнатних рослин були протестовані на їхню здатність видаляти бензол, причому деякі здатні видаляти від 40 до 88 мг на кубічний метр на день [5]. В даний час лише кілька видів кімнатних рослин були вивчені щодо їх здатності видаляти забруднювачі.

Кімнатні рослини відіграють вирішальну роль у поліпшенні якості повітря в приміщенні, поглинаючи та видаляючи різні забруднювачі повітря за допомогою спеціалізованих структур у своєму листі, стеблах та коренях. Ці структури рослин допомагають уловлювати, поглинати та розкладати шкідливі хімічні речовини, такі як ЛОС, які зазвичай зустрічаються у приміщеннях через повсякденну діяльність та матеріали [4]. Цей процес відбувається за допомогою комбінації фізичного поглинання поверхнями листя, хімічного розкладання в коренях та поглинання забруднюючих речовин через продихи. Деякі з найбільш важливих забруднювачів, які можуть видаляти рослини, включають формальдегід, бензол, толуол, ксилол і етилбензол, серед інших [5].

Використовуючи свої природні біологічні процеси, кімнатні рослини не лише знижують концентрацію цих шкідливих речовин, а й сприяють оздоровленню внутрішніх приміщень, пропонуючи природний та економічно ефективний метод покращення якості повітря у будинках, офісах та інших закритих приміщеннях.

Дослідження виявили особливі види рослин із винятковою здатністю знижувати рівень CO_2 у приміщеннях. Хлорофітум чубатий особливо ефективний, здатний поглинати CO та інші леткі органічні сполуки навіть в умовах низького освітлення [2]. Міртові лілії (Спатифіллум spp.) також добре підходять для вирощування в закритих

приміщеннях завдяки великій площі листової поверхні, високій швидкості транспірації та здатності поглинати забруднюючі речовини, такі як CO, CO_2, формальдегід та бензол [6].

Кімнатні рослини покращують якість повітря у приміщенні, головним чином, поглинаючи вуглекислий газ та виділяючи кисень у процесі фотосинтезу. У присутності води, яку рослини вбирають корінням, енергія сонячного світла дозволяє їм перетворювати CO_2 і воду в глюкозу та кисень. Потім кисень виділяється в повітря, а глюкоза використовується як енергія для росту і розвитку рослин. Це природне виробництво кисню сприяє створенню більш здорового та комфортного середовища для людей, підвищуючи рівень кисню в приміщенні та зменшуючи навантаження на систему вентиляції [2].

Кімнатні рослини можуть підвищувати вологість повітря в приміщенні за допомогою природного процесу, відомого як транспірація, при якому волога листя рослин виділяється в навколишнє середовище [7]. Ця додаткова вологість може покращити якість повітря в приміщенні та підтримати здоров'я, особливо в холодну пору року, коли повітря в приміщенні стає сухим через роботу системи опалення та влітку під час роботи охолоджувачів повітря (наприклад, спліт-систем або фанкойлів).

Догляд та утримання кімнатних рослин є ще однією проблемою. Регулярний полив, обрізання та інші види догляду можуть бути трудомісткими та дорогими, що може бути не всім по кишені. Щоб отримати максимальну користь від підвищеної вологості повітря, яку забезпечують кімнатні рослини, та мінімізувати потенційні недоліки, важливо контролювати рівень вологості у приміщенні [8].

Можна зробити висновок, що кімнатні рослини пропонують багатогранний підхід до покращення якості повітря у приміщенні та зміцнення загального здоров'я та благополуччя, а також допомагають заощаджувати енергетичні ресурси за рахунок зниження навантаження на систему вентиляції. Їх здатність поглинати шкідливі забруднювачі, такі як CO_2, чадний газ, леткі органічні сполуки та тверді частинки, одночасно виробляючи кисень та підвищуючи вологість, підкреслює їхню цінність як природних очищувачів повітря. Більш того, деякі види рослин продемонстрували свою ефективність у зниженні мікробного забруднення, забезпечуючи як хімічне, так і біологічне очищення. Все це дозволяє використовувати їх у системах фітофільтрації для підвищення енергоефективності систем забезпечення мікроклімату приміщень.

Понад те, спектр протестованих забруднювачів залишається обмеженим. Більш ретельне вивчення різних видів кімнатних рослин та їх здатності очищати ширший спектр забруднювачів допоможе покращити наше розуміння фітофільтрації та її потенціалу для покращення якості повітря у приміщенні.

Література

1. Tran V. V., Park D., Lee Y.-C. Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17, no. 8. P. 2927. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph17082927 (date of access: 29.10.2025).
2. Gas Exchange Research on Plant Layers of Green Structures and Indoor Greening for Sustainable Construction / T. Tkachenko et al. Sustainability. 2025. Vol. 17, no. 8. P. 3467. URL: https://doi.org/10.3390/su17083467 (date of access: 29.10.2025).

3. Screening Indoor Plants for Volatile Organic Pollutant Removal Efficiency / D. S. Yang et al. HortScience. 2009. Vol. 44, no. 5. P. 1377–1381. URL: https://doi.org/10.21273/hortsci.44.5.1377 (date of access: 29.10.2025).
4. Uptake of toluene and ethylbenzene by plants: Removal of volatile indoor air contaminants / W. Sriprapat et al. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2014. Vol. 102. P. 147–151. URL: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.01.032 (date of access: 31.10.2025).
5. Can ornamental potted plants remove volatile organic compounds from indoor air? – a review / M. Dela Cruz et al. Environmental Science and Pollution Research. 2014. Vol. 21, no. 24. P. 13909–13928. URL: https://doi.org/10.1007/s11356-014-3240-x (date of access: 31.10.2025).
6. Improving the Efficiency of the Indoor Air Purification from Formaldehyde by Plants Colonized by Endophytic Bacteria Ochrobactrum sp. / J. Li et al. Water, Air, & Soil Pollution. 2023. Vol. 234, no. 7. URL: https://doi.org/10.1007/s11270-023-06416-3 (date of access: 31.10.2025).
7. Indoor formaldehyde removal by three species of Chlorophytum comosum under dynamic fumigation system: part 2–plant recovery / J. Li et al. Environmental Science and Pollution Research. 2020. URL: https://doi.org/10.1007/s11356-020-11167-3 (date of access: 31.10.2025).
8. Sokhal A., Narayan U. Plants are More Effective in Absorbing Volatile Organic Compounds from the Atmosphere than Air Purifiers. Journal of Student Research. 2020. Vol. 9, no. 2. URL: https://doi.org/10.47611/jsrhs.v9i2.1047 (date of access: 31.10.2025).

25. ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОГО КОМПЛЕКСУ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Голуженко О.В., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Сучасна енергетична та екологічна політика підкреслює необхідність системного підходу до проєктування інженерних систем житлових будинків (ІТС). У контексті глобальних викликів – енергетичної безпеки, декарбонізації та цифровізації – формування комплексних ІТС є ключовою передумовою створення будівель із майже нульовим споживанням енергії (Nearly Zero Energy Buildings – NZEB) та стійких житлових середовищ. Це ставить завдання не лише підвищення ефективності окремих систем (опалення, вентиляція, освітлення, електропостачання, гаряче водопостачання), а й їх координації в інтегровану, керовану й гнучку архітектуру.

Метою роботи є формування набору принципів, які повинні керувати проєктуванням комплексу інженерно-технічних систем у сучасному житловому будівництві, виходячи з вимог енергоефективності, комфорту, безпеки, надійності й життєвого циклу.

У [1-3] зазначається, що енергоефективний житловий будинок сьогодні – це система, у якій архітектурно-конструктивні, інженерні та інформаційні рішення працюють синхронно, забезпечуючи мінімальні енергетичні втрати та максимальний рівень автоматизації процесів. Структура та склад сучасного комплексу інженерно-технічних систем сучасного житлового будинку є взаємопов’язаним комплексом підсистем, до якого входять:

- система опалення, вентиляції та кондиціювання (ОВК) – основа енергетичного балансу будівлі. Застосування низькотемпературних систем опалення (тепла підлога, фанкойли, повітряне опалення) у поєднанні з вентиляційними установками з рекуперацією тепла дозволяє знизити енерговитрати в середньому на 30-50%.
- системи теплопостачання та гарячого водопостачання (ГВП) – впровадження теплових насосів типу «повітря – вода» або «грунт – вода» із сезонним коефіцієнтом ефективності (SCOP) > 4,0 забезпечує стабільну роботу без викопного палива.
- електротехнічні системи – включають внутрішні мережі, резервне живлення (акумулятори, дизель-генератори), фотоелектричні панелі (PV) та інтелектуальні системи керування навантаженням.
- системи водопостачання та водовідведення – доповнюються технологіями повторного використання дощової води та «сірих стоків», що дозволяє зменшити споживання води до 30%.
- системи автоматизації та моніторингу (BMS/HEMS) – об’єднують усі технічні підсистеми в єдину цифрову платформу керування, що дозволяє оптимізувати роботу будинку в реальному часі.

Ефективне проєктування ІТС базується на принципах інтеграції, автоматизації, модульності та енергоощадності:

- системна інтеграція (Co-design) – інженерні системи проєктуються одночасно з з архітектурно-конструктивною частиною будівлі на ранніх стадіях. Ранні архітектурні рішення (орієнтація, інсоляція, планування) визначають робочі

параметри системи опалення, вентиляції та кондиціювання і енергосистем, тому відкладені проєктні зміни призводять до значних додаткових витрат. Як зазначається в ДСТУ EN ISO 52016-1:2022 Енергоефективність будівель. Енергопотреби для опалення та охолодження, внутрішні температури і навантаження за явною та прихованою теплотою. Частина 1. Методики розрахунку (EN ISO 52016-1:2017, IDT; ISO 52016-1:2017, IDT), енергетичні системи слід узгоджувати ще на стадії концептуального проєктування, щоб забезпечити узгодженість геометрії, орієнтації будівлі, товщини огороджень і схем розподілу повітря, мінімізувати теплові містки, передбачати контури прокладання інженерних комунікацій з урахуванням термоізоляції й доступності для обслуговування.

- пріоритет «попиту» над «пропозицією» – першочергово зменшуємо енергетичний попит (термоізоляція оболонки, герметичність, оптимізація вікон, мінімізація потреби в енергії через утеплення оболонки, використання ефективних систем, застосування відновлюваних джерел енергії.
- модульність та сервісність – системи мають бути модульними (легка заміна модулів), легко адаптованими до змін функцій будинку, модернізації чи нарощування потужностей, зручними для технічного обслуговування, із стандартизованими інтерфейсами. Це знижує життєвий цикл витрат (LCC) і ризики експлуатації.
- цифрова інтеграція – BMS/HEMS як центральний шар: збір даних (IoT-сенсори), керування, аналітика, дистанційний моніторинг, цифрові двійники для оптимізації експлуатації. Застосування «розумного будинку» (Smart Home / BMS) забезпечує автоматичне регулювання мікроклімату, освітлення, безпеки, з урахуванням присутності людей, часу доби та погодних умов. Інтероперабельність і стандартизація даних критично важливі для масштабованості та інтеграції з «розумною мережею».
- енергетична гнучкість і стійкість – інтеграція акумуляції, керування попитом, взаємодія з місцевими мікромережами для зниження пікових навантажень і підвищення стійкості. Розумні алгоритми оптимізації (прогнозування погоди, прогноз споживання, оптимізація зарядки акумуляторів і ТЕЦ) підвищують економічну та кліматичну ефективність будівлі.

Комплекс ІТС має забезпечувати адаптивне керування енергоспоживанням та ресурсами на основі цифрових технологій і даних. Впровадження таких систем є необхідною умовою реалізації політики ЄС щодо NZEB і скорочення викидів CO_2 у житловому секторі.

Висновки. сучасний комплекс інженерно-технічних систем у житловому будівництві повинен будуватися за принципами інтеграції, енергоефективності, цифрового управління та адаптивності. Тільки скоординований підхід, що поєднує якісну оболонку будівлі, ефективні «механічні» системи, інтеграцію відновлюваних джерел енергії та інтелектуальне управління, дозволяє досягти цілей NZEB/Zero-Emission та забезпечити комфорт і здоров’я мешканців при оптимальних життєвих витратах.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіон України, 2021.
2. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings (EPBD). – Brussels, 2018.
3. ДСТУ EN ISO 52016-1:2022 Енергоефективність будівель. Енергопотреби для опалення та охолодження, внутрішні температури і навантаження за явною та прихованою теплотою. Частина 1. Методики розрахунку (EN ISO 52016-1:2017, IDT; ISO 52016-1:2017, IDT). – Київ: Мінрегіон України, 2024. https://ukrmts.com/docsdb/50813.html

26. ОСОБЛИВОСТІ ЗАБУДОВИ СХИЛІВ ВУЛКАНІЧНИХ КАРПАТ

Хархаліс М.Р., к. фіз.-мат. н., доц., Хархаліс А.Р., студ. магістратури
Ужгородський Національний Університет, м. Ужгород

Вступ. Даний час розвитку забудови поселень Карпатського регіону характеризується освоєнням складних в інженерно-геологічному відношенні територій до яких відносяться вулканічні схили вулканічних побудов. Як правило, це зсувонебезпечні або зсувні території. При їх навантаженні активізуються динамічні процеси, попередження яких вимагає проведення додаткових наукових і інженерно-пошукових досліджень [1]. Однак на даний час вони активно забудовуються, створюючи сучасні архітектурний образ міста на схилах. Яскравим прикладом таких територій є південні схили вулканічної побудови г. Червениця в м. Ужгороді.

Мета: Обґрунтування важливості геологічного аналізу структури відкладів схилу з точки зору їх генезису і місця в геохронологічній послідовності еволюції схилу як інструменту для раціонального та безпечного вибору типу фундаментів, що є основою стійкості будь-якої споруди і продемонструвати на конкретному прикладі в складних гірських умовах вибраної забудови.

Основний матеріал: Східні Карпати пройшли альпійський тектоно-магматичний цикл в якості евгеосинклінальної зони епіокеанічної стадії розвитку з усіма характерними проявами геологічних процесів, зокрема магматизму. Розвиток закарпатського комплексу пов’язано з ,Карпатської складчастої системи. Розміщення порід контролювалося розломами глибокого закладення, створюючи головні елементи структури прогину. Тектонічні рухи на протязі останніх 15-17 млн. років сприяли інтенсивному прояву вулканізму вздовж бортових розломів і накопиченню наземних вулканогенних утворень, що складають Вигорлат-Гутинський вулканічний пояс[4].

Вигорлат-Гутинська гряда, при ширині до 20 км, простягається від гори Вигорлат (Східна Словаччина) через Закарпатську область (Україна), гори Гутин (Румунія) і далі в гори Келиман-Харгита. В межах України вулканічний пояс проходить над краєвим швом більш раннього закладення (Закарпатський глибинний розлом) вздовж північно-східної границі Чоп-Мукачівської впадини з Пенінською зоною Карпат, частково перекриваючи останню. Прояви найбільш пізнього неогенового і четвертинного магматизму представлені гутинським і бужорським інтрузивно-вулканічними комплексами.

Гутинський комплекс порід пізнопліоценого віку представлений пірокластичною, ефузивно-піроклатичною та екструзивною фаціями. Пірокластична фація виражена потужними горизонтами грубоуламкових вулканокластичних порід основного складу з язиками потоків андезито-базальтових та андезитових лав. Ефузивно-пірокластична фація гутинського комплексу представлена агломеративними туфами, кластолавами, лавовими покровами крупно порфірового андезиту і андезито-базальту. В межах південних схилів Вигорлат-Гутинської гряди в пізньому пліоцені виникає велика кількість вулканів: гора Велична, Чорна гора, гори Шаланка, Синяк, Анталовецька поляна, Червениця ін.

Заключний пізньопліоценовий – ранньоантропогеновий бужорський підетап вулканізму в Закарпатському прогині проявився виливанням базальтових лав. Породи бужорського комплексу належать ефузивно-пірокластичній і екструзивній фаціям.

Вони представлені потоками і покровами базальтів, андезито-базальтів, екструзивними і гіпабісальними тілами.

Проектування основ і фундаментів завжди було і залишається базовим завданням будівництва, вирішення якого значною мірою залежить від уміння правильно оцінити і розрахувати властивості ґрунтів основ, спільну роботу цих ґрунтів із фундаментами і конструкціями споруди, від раціональності вибраних типів основ і фундаментів [3]. Цей комплекс робіт має проводитися згідно з вимогами [2].

Нами проведено аналіз будівельного майданчика на південно - західних схилах г. Червениця по вул..Університетській в м. Ужгороді, що є складною в інженерно-геологічному відношенні територією. В геоморфологічному відношенні ділянка вишукувань розташована в межах низькогірного рельєфу Закарпатського передгір'я, а саме, Вигорлат-Гутинської вулканічної гряди. Безпосередньо ділянка знаходиться знаходиться на південно-західному схилі вулканічної гори Червениця з ухилом схилу близько 5-7^{o} . Поверхня хвиляста, ускладнена насипами та уступами. Абсолютні відмітки в межах досліджуваної ділянки становлять 150-200 м [5].

а) *б)*

Рис.1. Південно-західний схил вулканічної побудови г. Чевениця до *а)* і після забудови *б*)

Інженерно-геологічна структура ділянки представлена (зверху-вниз) наступними геологічними елементами:

- ґрунтово-рослинний шар (Q_4) – суглинок тугопластичний, підзолистий з корінням трави та чагарників. Залягає з поверхні; потужність – 0,2 м.
- глина напівтверда (Q_4) – грудчаста, без включень уламкового матеріалу, світло коричневого кольору, озалізнена. Залягає у вигляді шару , що виклинюється; максимальна потужність до 3,0 м.
- суглинок напівтвердий (Q_4) – грудчастий, червонувато коричневий З жорствою до 20% та поодинокими включеннями щебеню. Залягає у вигляді шару , що виклинюється; максимальна потужність до 2,3 м.
- глина тверда (N_2 ht_3) - грудчаста, місцями сланцювата та тріщинувата, без включень, блакитно-сірого та темно-сірого кольору. Залягає у вигляді шару змінної потужності від 1 м до 6,1 м.

- ІГЕ 5 – скельний ґрунт: андезит (N_2 ht_2) – середньої міцності, не розм'якшується, масивний, середньо тріщинуватий, слабо вивітрілий, порфіровий, сірого та темно-сірого кольору.

Ґрунтові води типу «верховодка» до глибини 10 м зустрінуті лише свердловиною 3, яка знаходиться в улоговині і має найнижчу відмітку. Води тимчасові, схилові, тріщинного типу, сезонного характеру, мають локальне, спорадичне розповсюдження. Води не агресивні по всіх видах корозії. В паводкові періоди і після інтенсивних дощових опадів можливе появлення вод верховодки на контакті ґрунтів, а також в пазухах котловану і траншей.

Сучасні фізико-геологічні явища і процеси, що негативно впливають на умови будівництва в межах схилу можуть проявлятися в невеликих зсувах (рис1*а*). Схил знаходиться в стані гранично нестійкої рівноваги. За складністю інженерно-геологічних умов ділянка відноситься до ІІ (середньої) категорії (дод. Ж до ДБН А.2.1-1-2008). Сейсмічність ділянки 7 балів; категорія ділянки за сейсмічними властивостями ІІ (табл. 1.1 до ДБН В.1.1-12:2006).

Ця геологічна структура досить чітко відображає кору вивітрювання магматичних порід середнього складу з утворенням елювіальних глинистих каолінітових ґрунтів, що проявляється в умовах субтропічного клімату. Кори вивітрювання - це шари непорушеного (незсунутого) елювію. Власне таким геологічним утворенням і є глина тверда (N_2 ht_3). Вона залягає на товщі вивітрілого андезиту.

Використання такого типу природньої основи забезпечує необхідну несучу здатність і можливість формування багатоповерхової забудови схилів (рис. 1, *б*).

Вищезалягаючі ґрунтові шари є делювіальними утвореннями четвертинного періоду (Q_4) і тому нестійкі при зволоженні та інших навантаженнях на схил.

Висновки. В якості природної основи фундаменту сучасної забудови схилів вулканічного походження слід враховувати генетичні особливості ґрунтів. Рекомендується використовувати ґрунт – глина тверда, що є утворенням неогенового періоду N_2 ht_3 і представляють шар непорушеного (незсунутого) елювію, а також – скельний ґрунт: андезит (N_2 ht_2) – середньої міцності, не розм'якшується, масивний, седньо тріщинуватий, слабо вивітрілий, порфіровий, сірого та темно-сірого кольору.

Література

1. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів вищих навчальних закладів / В. Г. Суярко, В. М. Величко, О. В. Гаврилюк та ін.; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2019. – 278 с.
2. Основи і фундаменти будівель і споруд. / Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
3. Диняк О. В. Інженерно-геологічне моделювання : навч. посібник з навч. дисципліни «Інженерно-геологічне моделювання» / О. В. Диняк. – Київ : Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2020. – 149 с.
4. Вулканічний хребет / І. П. Ковальчук // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. – Режим доступу: https://esu.com.ua/article-30105.

5. Інженерно-геологічні вишукування для будівництва житлових будинків по вул. Університетській в м. Ужгороді, Закарпатської області. / Ткачук М.В. //Технічне заключення: ВК «ГЕОЛОГ», 2016 – 15с.
6. Іванишин В. А. Польові інженерно-геологічні вишукування під будівництво десятиповерхових житлових будинків на вулиці Незалежності в місті Чернігові / В. А. Іванишин, В. Г. Бугай, М. М. Корзаченко // Технічні науки та технології. – 2020. – № 4(22). – С. 222-229.
7. Jain, S. K. Use of RCC pile, anchor bolt and geogrid for building construction on the unstable slope / S. K. Jain, M. S. Nusari, R. Shrestha, A. K. Mandal // Geoenvironmental Disasters. – 2023. – Vol. 10, № 13. – DOI: 10.1186/s40677-023-00243-8.

27. ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ МІСТОБУДІВНИХ ОБ'ЄКТІВ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, СТРУКТУРОВАНИХ ЗА РІВНЯМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОТРЕБ НАСЕЛЕННЯ

Сингаївський П.С., асп., Сингаївська О.І., д.т.н., проф.
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

З часів формування перших урбанізованих середовищ, незалежно від містоутворюючої функції конкретного поселення ядром формування процесів життєдіяльності виступає сельбищна територія, яка має дві основні компоненти - зону житлової та громадської забудови. «Сельбищні території призначені для створення сприятливого життєвого середовища, яке має відповідати соціальним, екологічним та містобудівним умовам, що забезпечують процеси життєдіяльності населення, пов'язані з його демографічним і соціальним відтворенням» [2, с.19], і відповідно «Зона громадської забудови призначена для концентрованого розташування закладів і підприємств обслуговування населення населеного пункту та населення, що мешкає за його межами» [2, п.6.2.1], що свідчить про провідну роль зон громадської забудови у формуванні сталого розвитку середовища життєдіяльності.

Урбанізоване середовище, як складова моделі «Соціоекосистема» [3, с.17], яке представлене сукупністю підмножин видів: економічної діяльності, споруд та функціонально-планувальних утворень, що містять в собі ще по три рівні підмножин, сформованих за функціональними спеціалізаціями. На прикладі класифікатора споруд (Рис.1) [3, с. 74], на останньому четвертому рівні знаходиться підмножина «типів споруд» за функціональним призначенням.

Рівні класифікації				
0	I	II	III	IV
СПОРУДИ	ВИДИ СПОРУД	ВИДИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СПОРУД	ВИДИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ СПОРУД	ТИПИ СПОРУД

Рис. 1.Фрагмент узагальненої модель класифікації споруд, як первинних елементів об'єктів містобудування

З метою уніфікації термінологічного апарату предметної області, в результаті аналізу чинних на момент 2012 р. джерел нормативно-законодавчої та науково-методичної бази, було розроблено «Інформаційну модель містобудівної класифікації типів об'єктів громадського призначення (підприємств, споруд, земельних ділянок)» [4].

Результатами роботи були: комплексний аналіз більше 15 документі; упорядкування термінів та визначень предметної області; визначено структуру первинних елементів об'єктів містобудівної діяльності; «вперше об'єкти містобудівної діяльності, на прикладі об'єктів громадського призначення, представлено у вигляді цілісної інформаційної моделі містобудівної класифікації типів об'єктів, яка структурована за видами функціональної спеціалізації» [4, с.82-83].

В зв’язку зі змінами та оновленнями законодавчої та нормативної база постала потреба в актуалізації «Інформаційної моделі містобудівної класифікації типів об’єктів громадського призначення», яка пройшла апробацію в учбовому процесі на кафедрі міського будівництва КНУБА [1].

Провідним містобудівним принципом є принцип часової та фізичної досяжності до об’єктів громадського призначення за рівнем задоволення потреб населення (повсякденних, періодичних, епізодичних). Саме цей принцип знайшов відображення в «Інформаційній моделі містобудівних об'єктів громадського призначення, структурованих за рівнем обслуговування потреб населення» [1].

Рис. 2. Інформаційна модель містобудівних об'єктів громадського призначення, структурованих за рівнями обслуговування потреб населення [1].

В результаті виконаної роботи актуалізації набули, необхідні для можливості повноцінного впровадження в розвиток інформаційного забезпечення містобудівної діяльності, складові «Інфологічної моделі» : «Інформаційна модель містобудівних об'єктів громадського призначення структурована за рівнями обслуговування» (рис.2).

Висновки. Дослідження підкреслює важливість ролі громадської забудови у формуванні громадських просторів у просторово-планувальній організації сельбищних територій.

Апробація інформаційної моделі містобудівної класифікації об'єктів громадського призначення, актуалізована та структурована за рівнями обслуговування потреб населення, продемонструвала, що є ефективним інструментом для аналізу поточного стану територій, обґрунтування проєктних рішень, а також може слугувати основою інформаційного забезпечення всіх рівнів містобудівної діяльності з метою підтримки національних інтересів щодо сталого розвитку.

Література

1. Бутко М.С. Містобудівні принципи та методи просторово-планувальної організації території Гірської сільської територіальної громади Бориспільського району Київської області [Текст]: дип. р. / Бутко Марина Сергіївна; наук. кер. Сингаївська О.І., консультант Сингаївський П.С. Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2024. – С. 94.
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 01.10.2019]. Київ : Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «Діпромісто» імені Ю.М.Білоконя, 2011. 185 с. (Державні Будівельні Норми).

3. Дьомін М.М. Містобудівні інформаційні системи. Містобудівний кадастр. Первинні елементи структури об'єктів містобудування та територіального планування \ Дьомін М.М., Сингаївська О.І. Київськ. нац. ун-т будівництва і архітектури. – Київ : Фенікс, 2015. – 216 с.: іл., табл.
4. Сингаївська О. І. Інформаційна модель містобудівної класифікації типів об'єктів громадського призначення (підприємств, споруд, земельних ділянок): А.с. 45385. Україна. Державна служба інтелектуальної власності України / О. І. Сингаївська, М. М. Дьомін, А. А. Орел, П. С. Сингаївський. - № 45385; Заявл. 02.07.2012 ; Опублік. 03.09.2012. – 172 с.:іл

28. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРУШЕНИХ ЛАНДШАФТІВ

Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Вихрук О.О., студ. бакалаврату
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

У сучасних умовах інтенсивного розвитку промисловості, аграрного виробництва та урбанізації проблема порушених ландшафтів набуває глобального характеру. За даними досліджень [1], антропогенна діяльність порушує рівновагу природних систем, що призводить до деградації земель, втрати біорізноманіття, порушення водного режиму та мікроклімату.

Порушені ландшафти – це території, де внаслідок людського втручання змінився природний рельєф, склад і структура ґрунтів, рослинність, гідрологічний режим та енергетичний баланс екосистеми. Такі процеси відбуваються під впливом гірничих робіт, лісозаготівлі, надмірного випасу худоби, урбанізації, будівництва або інтенсивного землеробства [2].

В Україні значна частина промислових регіонів, зокрема Донбас, Придніпров'я та Львівсько-Волинський басейн, зазнали істотного порушення внаслідок тривалої експлуатації кар'єрів, шахт і сміттєзвалищ [3]. Втрата родючих ґрунтів, ерозійні процеси, підтоплення, пилове та хімічне забруднення створюють комплексну екологічну небезпеку.

Актуальність проблеми полягає не лише у відновленні екологічної рівноваги, а й у формуванні сталого бачення використання територій, які втратили природні функції. Рекультивація порушених ландшафтів є важливим напрямом екологічної політики, що поєднує природничі, інженерні, соціальні та економічні аспекти.

Мета – дослідити особливості формування порушених ландшафтів, їх типологію, наслідки антропогенного впливу та визначити принципи раціональної рекультивації і відновлення.

Порушені ландшафти поділяються за характером впливу на такі основні групи:

- промислові – виникають через видобуток корисних копалин, роботу кар'єрів і шахт. Такі території мають змінений рельєф, пошкоджені ґрунти та руйновані екосистеми.
- сільськогосподарські – виникають через надмірне використання земель, меліорацію, вирубку лісів, що призводить до руйнування ґрунтів і втрати природної рослинності.
- урбанізовані – з'являються через розширення міст, забудову земельних ділянок, розвиток транспортної мережі.
- природні порушення – повені, зсуви, пожежі, які змінюють структуру екосистем, однак природне відновлення в цих випадках відбувається швидше, ніж після техногенних впливів [2].

Порушення природних ландшафтів призводить до: руйнування ґрунтового покриву та активізації ерозійних процесів; зменшення біорізноманіття та деградації біоценозів; забруднення водних ресурсів і повітря; зниження естетичної привабливості територій і якості життя населення.

За даними [5], порушені ландшафти втрачають здатність до саморегуляції – порушуються природні механізми очищення води, стабілізації температурного режиму та відновлення біомаси. Це призводить до тривалих екологічних і економічних втрат для регіонів.

Крім екологічних наслідків, існують значні соціальні: погіршення умов проживання, зниження рекреаційної привабливості, зростання рівня захворюваності та соціальної напруги [3]. Відновлення руйнівних природних ландшафтів є важливим способом боротьби з наслідками техногенного впливу. Цей процес називають рекультивацією, й він включає багато пунктів, але всі вони стосуються природніх властивостей землі.

Так, згідно із [4], рекультивація має бути комплексною і поєднувати в собі технічні та біологічні методи. Технічний етап включає роботи з підготовки місцевості: виробляється рельєф, укріплюються схили, наноситься родючий шар ґрунту. Біологічний етап означає відновлення рослинності, заліснення місцевості, створення умов для повернення природної життєдіяльності. Таким чином, крім відновлення природних процесів, можливе створення нових типів ландшафтів: рекреації або агролісові системи.

Сучасні наукові дослідження [1, 6] базуються на використанні:

- дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) – для картографування територій і визначення ступеня трансформації;
- геоінформаційного аналізу (GIS) – для моделювання змін рельєфу, водного балансу, ерозійних процесів;
- ландшафтно-екологічного моніторингу – для оцінки біорізноманіття, стійкості та потенціалу відновлення екосистем.

Такі методи дозволяють об’єктивно оцінити стан територій та визначити оптимальні напрями рекультивації.

Порушення ландшафтів в основному проявляється у пошкодженні природних компонентів. Зміна рельєфу, відсутність рослинного покриву та пошкодження ґрунтів призводить до зміни структури екосистем. За даними [1], такі території втрачають здатність самостійно відновлюватися – природні механізми, які очищують воду, стабілізують клімат та підтримують різноманіття живих організмів, зникають.

Промислові та кар’єрні зони стають джерелами ерозії, пилового забруднення й підтоплення. Як підкреслює [5], у таких випадках збалансованість між процесами руйнування та відновлення порушується настільки, що ландшафт потрапляє в нестабільний стан, з якого природне відновлення без дії людини вже практично неможливе.

Перетворення зруйнованих місць на зелені зони або простори для відпочинку допомагає не тільки відновити природу, а й знову створити зв’язок між людиною і природою. Вивчення таких територій допомагає зрозуміти, що відновлення природи – це не окремий проект, а довготривалий процес співпраці між людиною і природою.

Рекультивація порушених земель має бути комплексною, включаючи технічний, біологічний, екосистемний і соціоекологічний етапи [4]:

- технічний етап – вирівнювання рельєфу, укріплення схилів, створення дренажних систем, нанесення родючого шару ґрунту.
- біологічний етап – відновлення рослинності, висадження дерев і трав, формування нових біоценозів із використанням піонерних видів (береза, верба, злаки, бобові).

- екосистемний підхід – мінімальне втручання людини, стимулювання природної сукцесії, відновлення кругообігу води та біологічного різноманіття [5].
- соціоекологічний підхід — залучення місцевих громад, студентів, волонтерів і освітніх закладів до програм відновлення [4].

Таке поєднання методів забезпечує не лише екологічне, а й соціальне відродження територій. Рекультивовані ділянки можуть перетворюватися на екопарки, освітні маршрути, рекреаційні простори.

Висновки. Порушені ландшафти є одним із найсерйозніших проявів антропогенного впливу на природу. Вони характеризуються втратою екологічних функцій і деградацією природного середовища. Відновлення таких територій можливе лише за умови комплексного підходу, що поєднує технічні, біологічні та соціальні засоби. Використання дистанційного зондування та ГІС-технологій дає змогу ефективно оцінювати динаміку змін і планувати заходи рекультивації. Відновлення ландшафтів має не лише природоохоронне, а й освітнє та соціальне значення, формуючи відповідальне ставлення суспільства до природи. Ландшафти, що були колись зруйновані, можуть стати символом нової гармонії між людиною та довкіллям, якщо процес відновлення базуватиметься на принципах сталого розвитку.

Література

1. Altamirano, M. (2020). Disturbed landscapes and ecological restoration. Environmental Review Journal, 15(3), 45–56.
2. Acil, D., Karacan, H., & Tokbergenova, N. (2024). Anthropogenic landscape transformation: classification and monitoring. Environmental Systems Research, 13(2), 89–105.
3. Снітинський, В. В. (2023). Екологічна оцінка та рекультивація порушених земель. Львів: ЛНУ.
4. Мачуська, Н. П. (2024). Комплексна рекультивація техногенних ландшафтів: технічні та біологічні аспекти. Науковий вісник КНУБА, №3, 55–62.
5. Turner, M. G. (1993). Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. Annual Review of Ecology and Systematics, 20, 171–197.
6. Tokbergenova, N. (2025). GIS-based assessment of disturbed landscapes. Journal of Environmental Management, 333, 119–135.

IV. ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО

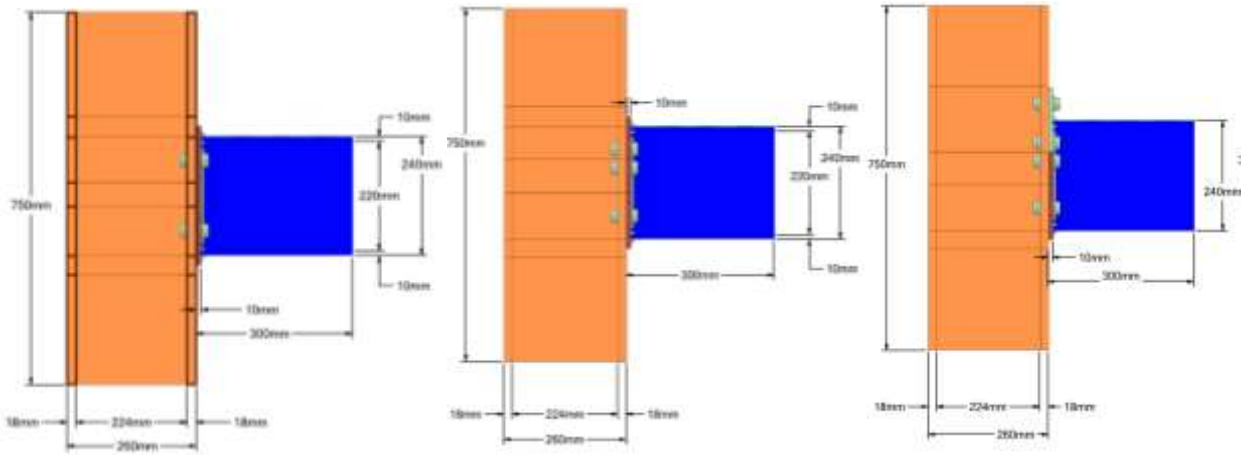
1. ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СТАЛЕВИХ ВУЗЛОВИХ З'ЄДНАНЬ БАЛКИ ІЗ КОЛОНОЮ

Рюмін В.В., к.т.н., доц., Солодовник Ю.Ю., ас.
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Сталева каркасна система з балками і колонами є найбільш поширеною системою в сучасному будівництві. У традиційній практиці аналізу сталевих каркасних будівельних конструкцій з'єднання балок і колон зазвичай спрощуються до двох ідеалізованих крайнощів: або повністю жорсткої поведінки, або ідеально шарнірної поведінки. Численні експериментальні дослідження поведінки з'єднань чітко продемонстрували, що шарнірне з'єднання має певну жорсткість на обертання, тоді як жорстке з'єднання має певний ступінь гнучкості. Ігнорування реалістичної поведінки з'єднання може призвести до нереалістичних прогнозів реакції та міцність конструкцій.

Метою даної роботи було дослідження розроблених чисельних моделей вузлових з'єднань для визначення їх обертальної жорсткості.

Вузлове з'єднання (рис.1) здійснюється за допомогою фланця привареного до торця балки, який в свою чергу до полички колони прикріплюється за допомогою високоміцних болтів. Слід зазначити, що таке конструктивне рішення є традиційним для світової проєктної практиці, оскільки при такому рішенні мінімізована кількість заводських зварних з'єднань, а монтажні зварні з'єднання є взагалі відсутніми, що підвищує їх ефективність застосування. Чисельні дослідження виконувались із застосуванням комплексу скінченно-елементного аналізу ANSYS Workbench (рис.2).

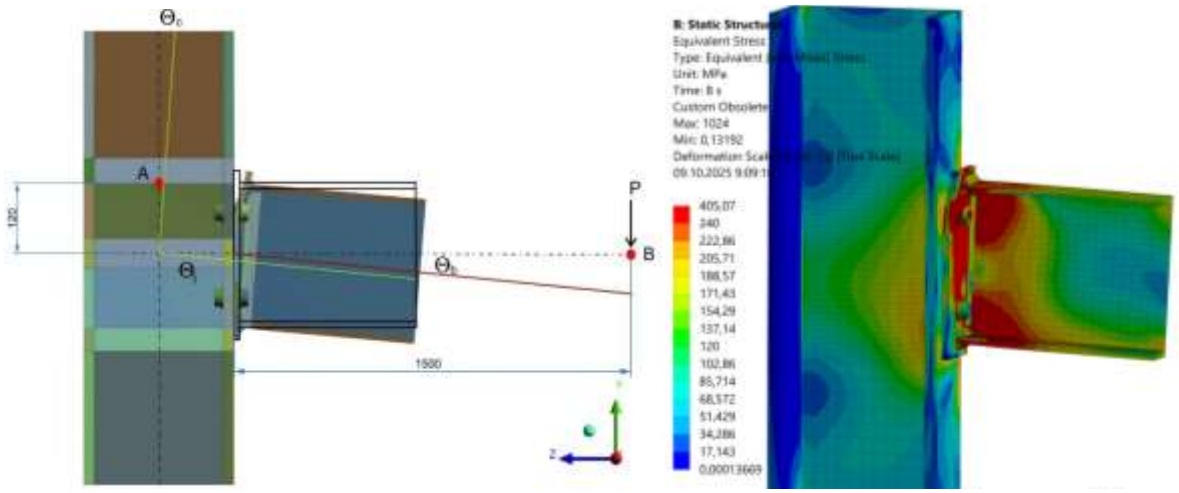


а б в

Рис. 1. Варіанти вузлових з'єднань: а – вузол 1; б – вузол 2; в – вузол 3.

Скінченно-елементна модель створювалась із використанням елементів типу SOLID 186. Контактна взаємодія між окремими елементами чисельної моделі описувалась за допомогою елементів для контактної поверхні типу CONTA174, а для цільової поверхні TARGE170. Для моделювання натягу болтів використовувалась опція програмного комплексу «Bolt Pretension». Із метою зменшення витрат

обчислювального часу розрахунки здійснювались із урахуванням симетрії моделі. Властивості симетрії враховувались накладанням відповідних граничних умов.



а б

Рис 2. Визначення обертальної здатності з’єднання:
а – схема для обчислення кута оберту;
б – розподілення еквівалентних напружень в моделі при вичерпані несучої здатності.

Кут повороту вузлового з’єднання визначається за формулою:

$$\theta_j = \theta_b - \theta_c \qquad (1)$$

де θ_b – кут повороту балки; θ_c – кут повороту колони.

Отримані діаграми «Момент-кут оберту» трьох досліджених типів вузлових з’єднань наведені на рис. 3.

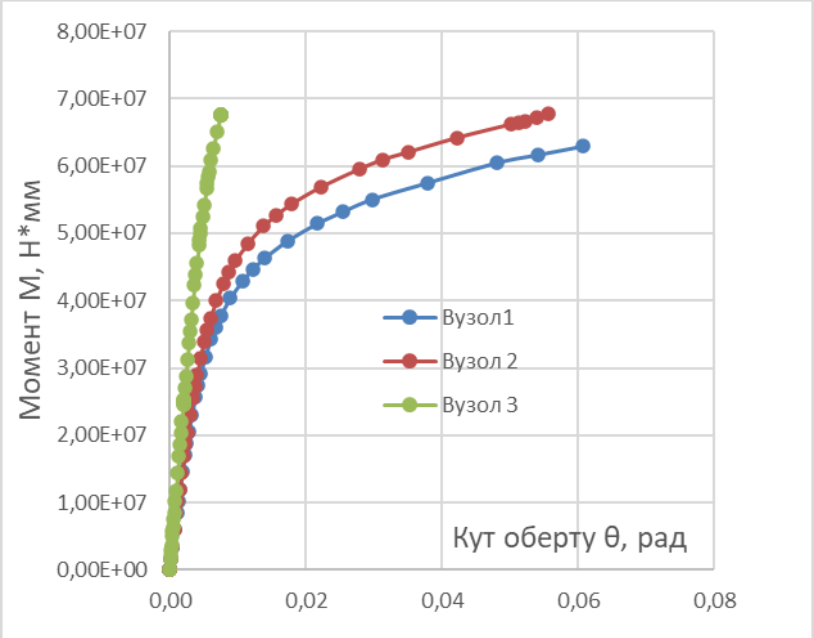


Рис. 3. Залежність «Момент-кут оберту» для розглянутих варіантів вузлових з’єднань

Висновки. Отримані результати чисельних розрахунків розглянутих варіантів вузлових з’єднань підтверджують, що за своєю поведінкою дані вузли займають проміжне положення між шарнірними та жорсткими вузлами, оскільки характеризуються наявністю певної обертальної жорсткості. Отримані залежності «Момент – кут оберту» можуть бути використані при виконанні статичного аналізу рамних конструкцій, що дозволяє суттєво підвищити якість та адекватність розрахунків.

2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-СТРУКТУРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДРЯДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ

Доненко В.І., д.т.н., проф., Гензель І.А., студ. магістрант
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Робота присвячена розробці організаційно-структурних рішень для забезпечення стійкості підрядного будівництва в умовах воєнних дій. Запропоновано рамку інженерії стійкості, що поєднує:

1) переінтерпретацію моделі АІП-ВЗ (*Anti-Crisis Identification and Mitigation of Military Threats*, Антикризова ідентифікація та подолання воєнних загроз), як індексу стійкості;

2) п’ять операційних контурів управління, а саме: планування CPM (*Critical Path Method*) і CCPM (*Critical Chain Project Management*); логістика/ресурси; енергозабезпечення/зв’язок; цивільний захист ЦЗ (CP - *Civil Protection*); матриця ролей RACI (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed*) зі стандартними операційними процедурами SOP (*Standard Operating Procedure*);

3) систему метрик, як виконуваність *Availability* (Av), час відновлення TTR (*Time-to-Recover*), як частка зірваних робіт, відхилення строків $\Delta T/T_0$ і вартості $\Delta C/C_0$, показники HSE (*Health, Safety and Environment*) та ЦЗ (CP), як і інтегральний індекс для порівняння сценаріїв. Сценарне моделювання з використанням BIM-4D - 4D (*Building Information Modeling + Time*) демонструє скорочення TTR і зростання Av завдяки RACI+SOP, резервуванню ресурсів і мікро-енергосхеми майданчика. Рішення інтегруються у ПОС (проект організації будівництва) та ПВР (проект виконання робіт) [1; 4; 5].

Воєнні дії спричиняють стійкі дестабілізуючі впливи на будівництво: повітряні тривоги, блекаути, обмеження доступу до майданчика, дефіцити пального й матеріалів та «вікна» логістики. Традиційні антикризові заходи без вбудовування в структуру управління не гарантують безперервності, а отже потрібна інженерія стійкості - *здатність системи витримувати дестабілізуючі впливи з прийнятними втратами часу та вартості*, що узгоджується з підходами системи безперервності діяльності (BCMS) за ISO 22301 і вимогами ЦЗ щодо укриттів / евакуації [1; 3].

Актуальні наукові праці концентруються на трьох шарах стійкості: 1) конфліктно-резильєнтні підходи для інфраструктури; 2) системи безперервності діяльності (BCMS) за ISO 22301; 3) нормативні вимоги цивільного захисту. Пост-конфліктні та конфлікт-резильєнтні рамки транслюються у підрядні проєкти через індикатори доступності/відновлюваності (Av, TTR) та портфельні бали критичності. В Україні політика ЦЗ прямо впливає на будмайданчики (укриття/найпростіші укриття; обов’язкові вимоги до сховищ у ДБН В.2.2-5:2023), а нормативи ISO 22301 наголошує на метриках і періодичному оцінюванні ефективності (Management Review) [1; 3].

Другий пласт робіт демонструє ефекти цифрово-процесних інструментів: BIM-4D для *look-ahead*-планування та швидкого перепланування, а також CCPM для буферизації/вирівнювання ресурсів; обидва підходи зменшують затримки та підвищують керованість ризиків [4; 5].

Метою роботи є розробка організаційно-структурних рішень, що забезпечують стійкість підрядного будівництва в умовах воєнних дій.

Загальними завдання роботи визначено наступне: ідентифікувати дестабілізуючі впливи та їх ефект на процеси і ресурси; інтерпретувати АІП-ВЗ як індекс стійкості; побудувати орг-архітектуру з RACI; сформувати SOP «*зупинка - безпечний режим - відновлення*» з ключовою метрикою TTR; інтегрувати рішення у ПОС/ПВР (логістичні «вікна», енергоконтур, укриття); визначити метрики та оцінити ефекти на реальному кейсі.

Рис. 1. П’ять контурів інженерії стійкості підрядної організації (воєнні дії): базова схема.

Нормативно-методичною опорою роботи стали ISO 21500/21502 (управління проектами), ISO 31000 (ризики), ISO 22301 (BCMS), ISO 19650 (управління інформацією в BIM), національні ДБН з організації будівництва, охорони праці та цивільного захисту [1; 2; 3].

Аналітичною моделлю є АІП-ВЗ як індикаторне поле для оцінки стану підрядника за шкалою «кризовий - нестійкий - стійкий» із прив’язкою до Av (Availability), TTR, % зірваних робіт, $\Delta T/T_0$, $\Delta C/C_0$, *HSE/ЦЗ;* метрики та періодичність оцінювання узгоджено з ISO 22301 (Clause 9) [1].

У дослідженні застосовано сценарний аналіз, який у даному випадку реалізується, як матриця «*вплив → процес/ресурс → наслідок → відповідь*» для типових ситуацій - повітряна тривога, блекаут, обмеження логістики/доступу, дефіцити пального/матеріалів. Календарне планування виконується методами CPM/CCPM із буферами та альтернативними послідовностями у вигляді (*what-if*) [5]; BIM-4D для швидкого перепланування та належної координації [4].

Організаційно-структурні рішення реалізуються у вигляді п’яти контурів, а саме:

1) *Планування* (CPM/CCPM): Буферизація критичної ланки; альтернативні послідовності та «тихі» вікна виконання робіт [5].

2) *Логістика/ресурси.* «Вікна» постачання; альтернативні маршрути; буфер-склад; *approved equivalents*; резервування механізмів і дублювання бригад на TTR-критичних операціях.

3) *Енергозабезпечення/зв'язок.* Мікро-енергосхема (*мережа - генератор - АКБ - щит*); пріоритети навантажень; дубльовані канали зв'язку та офлайн-процедури.

4) *Цивільний захист* (ЦЗ/СР). Інтеграція укриттів у генплан і ПОС/ПВР; маршрути евакуації; інструкції безпеки; взаємодія з місцевими службами - відповідно до ДБН В.2.2-5:2023 [3].

5) *Матриця ролей зі стандартними операціями* (*RACI* та SOP). Розмежування ролей (керівник проекту, виконроб, інженер ПВР, логіст, енергетик/IT, HSE, ЦЗ) і стандартизація процедур із контрольними точками часу та відповідальними; узгодженість з процесною логікою ISO 21502 [2].

Базовими показниками визначено наступні: Av (*Availability*), TTR, % зірваних робіт, $\Delta T/T_0$, $\Delta C/C_0$, HSE, ЦЗ. Добір метрик і періодичність їх оцінювання відповідають вимогам ISO 22301 (моніторинг, вимірювання, аналіз ефективності BCMS) [1].

За результатами дослідження визначено ескіз інтегрального індексу стійкості:

$$S = w_1 A + w_w \left(1 - \frac{TTR}{TTR_{баз}}\right) + w_3 \left(1 - \frac{\Delta T}{T_0}\right) + w_4 \left(1 - \frac{\Delta C}{C_0}\right) + \\ + w_5 \left(1 - \%зривів\right) + w_6 \, HSE/CP, \sum w_i = 1 \quad (1)$$

Результати застосування моделі АІП-ВЗ у демо-кейсі. Для сценаріїв «повітряна тривога 1–2 рази за зміну», «блекаут до 2 год», «логістичні вікна» отримано: скорочення TTR на 30–45%; зростання A з 0,65–0,72 до 0,78-0,86; зменшення частки зірваних робіт у 1,5–2 рази та відповідне скорочення $\Delta T/T_0$ і $\Delta C/C_0$. Отримані ефекти узгоджуються з емпіричними результатами для CCPM і з практичними настановами BIM-4D-планування [4; 5].

Наукова новизна та практична значущість полягає по-перше у інтерпретації АІП-ВЗ, як індексу стійкості з операційними метриками, по-друге інтегрована «п'ятиконтурна» орг-архітектура (CPM/CCPM, логістика/ресурси, енергія/зв'язок, ЦЗ/СР, RACI/SOP), по-третє конкретні вставки до ПОС/ПВР: таблиця RACI, SOP, мікро-енергоконтур, логістичні «вікна», правила BIM-4D-перепланування. [2; 3; 4]

Висновки. Запропонована п'ятиконтурна організаційна архітектура є мінімально достатнім і модульним каркасом інженерії стійкості підрядника; вона природно вписується в цикл PDCA систем безперервності діяльності за ISO 22301 [1]. Індекс S (Av, TTR, $\Delta T/T_0$, $\Delta C/C_0$, % зривів, HSE/CP) забезпечує прозору основу для порівняння сценаріїв і оглядів з боку керівництва відповідно до логіки ISO 22301 (*Clause* 9) [1]. Стандартна операційна процедура «*зупинка - безпечний режим - відновлення*» зменшують латентність рішень і TTR на TTR-критичних операціях; підхід узгоджується з процесною моделлю ISO 21502 [2].

Література

1. ISO 22301:2019. Security and resilience - Business continuity management systems - Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2019. - 21 c.
2. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management - Guidance on project management. Geneva: International Organization for Standardization, 2020. 52 c.
3. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. - 131 с.
4. Hardin, B.; McCool, D. BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows. 2-ге вид. Hoboken, NJ: Wiley, 2015. - 416 p.
5. Anastasiu, L.; Câmpian, C.; Roman, N. Boosting Construction Project Timeline: The Case of Critical Chain Project Management (CCPM). *Buildings*, 2023, 13(5), Art. 1249, 35 c. DOI:10.3390/buildings13051249.

3. СЕЙСМОСТІЙКИЙ ПЛИТНО-ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ

Тімченко Р.О., д.т.н., проф., Крішко Д.А., к.т.н., доц.,
Савенко В.О., к.т.н., докторант
Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг

Суцільні плитно-пальові фундаменти великої площі проектуються під висотні будівлі на майданчиках з несприятливими інженерно-геологічними умовами, оскільки мають підвищену несучу здатність. З огляду на конструктивні особливості плитно-пальового фундаменту (фундаментна плита безпосередньо взаємодіє як з палями, так і з ґрунтовою основою), передбачається, що частина повного навантаження, прикладеного до фундаментної плити, сприймається пальовим полем, а інша передається безпосередньо на ґрунтову основу. Одним з найважливіших параметрів, що закладаються при проектуванні такого фундаменту, є співвідношення величин діючих реакцій з боку ґрунту, відповідно, на плиту і палі. Достовірність цього співвідношення визначає якість проектних рішень.

Дослідження плитно-пальових фундаментів показують, що граничний опір ґрунту в основі плитного ростверку з випором (зсувом) з-під підошви може бути реалізовано при осіданнях, що значно перевищують допустимі значення. Оскільки розрахунок граничного опору ґрунту під плитним ростверком носить тільки перевірочний характер, для практичних цілей правильніше визначати передавану ростверком на основу фактичне навантаження, яке залежить від осідання.

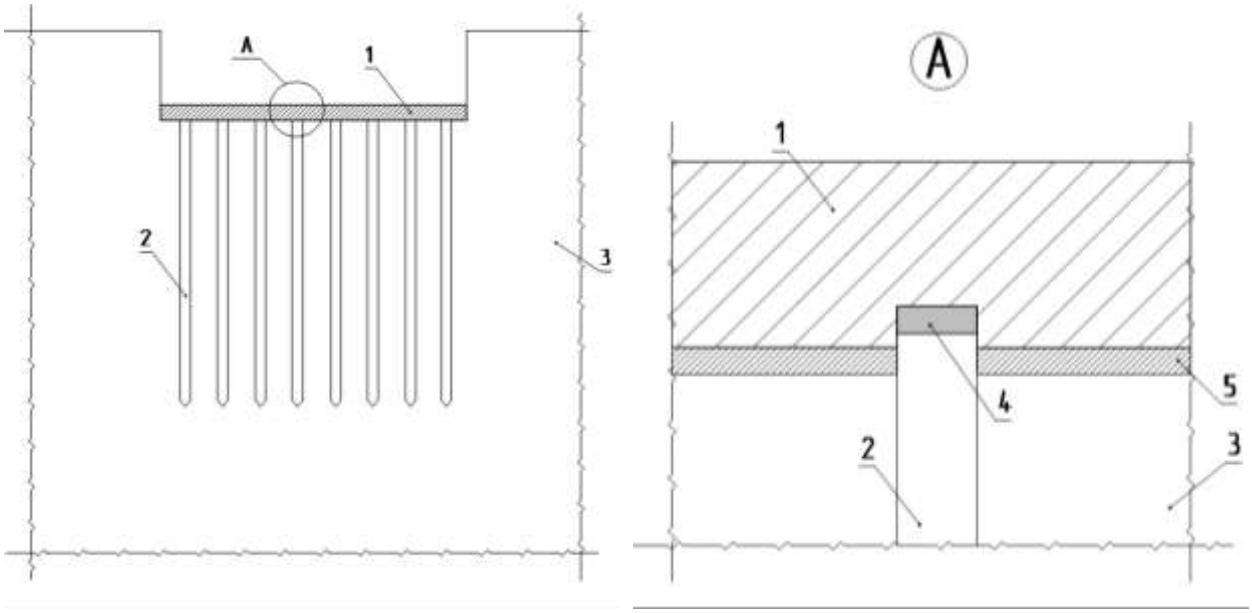
У плитно-пальових фундаментах відбувається паралельне осідання ґрунту і палі з її лінійним опором при невеликих навантаженнях, поступова мобілізація граничного дотичного опору ґрунту по стовбуру палі від п'яти палі вгору, істотне зростання нелінійності з наближенням до граничного стану ґрунту під п'ятою палі зі збільшенням навантаження. При цьому необхідно зазначити, що розсіювання напружень у ґрунті міжпальового простору по глибині стискаємої товщі має незначну величину і, як наслідок, напруження в ґрунті зі збільшенням глибини змінюються на невелику величину. Це пояснюється спільним деформуванням системи «плитний ростверк – пальове поле – ґрунт міжпальового простору», яке полягає в тому, що при невеликому рівні навантаження незначний опір ґрунту під підошвою плитного ростверку збільшує початкову жорсткість пальової основи. Це пояснюється зростанням опору ґрунту по бічній поверхні палі за рахунок збільшення різниці в зміщеннях паль і слабонавантаженого під ростверком ґрунту. У міру зростання навантаження ситуація змінюється на протилежну, істотно більш жорстким стає ґрунтове підґрунтя плитового ростверку. Результати досліджень показують, що ґрунтова основа плиткового ростверку стає більш жорсткою лише після досягнення частки навантаження, що припадає на ґрунт, рівної 30% і більше.

Запропонований сейсмостійкий плитно-пальовий фундамент відноситься до будівництва, зокрема може бути використана при зведенні, в основному, багатоповерхових і висотних будівель та споруд.

Задачею сейсмостійкого плитно-пальового фундаменту є удосконалення комбінованого плитно-пальового фундаменту за рахунок заповнення порожнин між палями і плитною частиною сейсмовіброізоляторами з еластичного матеріалу, що виготовляють з гуми у формі циліндру або кубу та встановлюють на оголовках фундаментних паль, що не зв’язані між собою.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що сейсмостійкий плитно-пальовий фундамент містить плитну частину та палі, між якими виконуються зазори, що заповнені сейсмоізоляторами з еластичного матеріалу, згідно із корисною моделлю, сейсмоізолятори виготовляють з гуми у формі циліндру або кубу та встановлюють на оголовках фундаментних паль, що не зв'язані між собою.

Запропонований сейсмостійкий плитно-пальовий фундамент складається з плитної частини 1, паль 2, грунтового масиву 3, сейсмоізоляторів з еластичного матеріалу 4, сейсмоізолятори виготовляють з гуми у формі циліндру або кубу та встановлюють на оголовках фундаментних паль, що не зв'язані між собою, бетонної підготовки 5 (рис. 1).



а) *б)*

Рис. 1. Сейсмостійкий плитно-пальовий фундамент: а – загальний вигляд; б – вузол А

Сейсмостійкість фундаменту, який заявляється, забезпечується сейсмоізоляторами з еластичного матеріалу 4, які мають форму циліндру або кубу і встановлюються на оголовках паль. Це реалізується за рахунок демпфування коливань грунту до 20-30% від критичного затухання, а також виключає резонансні коливання будівель та споруд, що знижує сейсмічне навантаження і захищає верхню частину (плитну частину 1) від нерівномірних просідань основи та пошкоджень. Таким чином знижується вплив на будівлю низькочастотних коливань, що в свою чергу, створює сприятливі умови для будівництва в складних інженерно-геологічних умовах і сейсмічних зонах.

Висновки. Запропонований сейсмостійкий плитно-пальовий фундамент забезпечує захист будівель і споруд від вертикальних і горизонтальних сейсмічних навантажень, здатен прогнозовано сприймати і перерозподіляти сейсмічні навантаження, що подовжує експлуатаційний строк фундаменту і може бути використаний в складних інженерно-геологічних умовах і сейсмічних зонах.

4. КОМБІНОВАНА КОНСТРУКТИВНА СИСТЕМА ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ ЗІ ЗМІННИМИ ЖОРСТКІСНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Тімченко Р.О., д.т.н., проф., Крішко Д.А., к.т.н., доц., Бихно В.О., асп.
Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг

Проектування та зведення висотних будівель за складністю перевершують інші види будівель і споруд, головним чином, за рахунок багаторазового перевищення висоти над площею основи, що створює значні навантаження на несучі конструкції. Значення несучих конструкцій полягає не тільки в тому, щоб нести власну вагу будівлі, але і в тому, щоб сприймати додаткові навантаження природно-кліматичних умов. Висотні будівлі в усьому світі відносять до об'єктів найвищого рівня відповідальності та класу надійності. У сучасному висотному будівництві застосовують різні варіанти компоновок конструктивних систем. При цьому, незважаючи на значний світовий досвід будівництва, не вироблені єдині правила вибору конструктивних рішень, огороджувальних конструкцій і матеріалів. Відсутня не тільки міжнародна систематизація конструктивних схем висотних будівель, але вона не розроблена і в окремо взятих країнах.

З аналізу конструктивних схем висотних будівель можна припустити, що всі конструктивні системи можна розділити на три категорії: стінові, каркасні, змішані (каркасно-стінові). Каркасні системи можна розділити на рамно-каркасні, каркасні з діафрагмами жорсткості, каркасно-стовбурові, каркасно-оболонкові. Стінові системи можна розділити на схеми з паралельними стінами, з перехресними стінами і коробчасті (оболонкові). Змішані системи включають в себе окремі ознаки різних систем; до них можна віднести каркасно-стовбурові, каркасно-оболонкові і коробчато-стовбурові.

Більшість висотних будівель в даний момент будується за каркасними або змішаними системами. Будівлі висотою понад 250 м часто виконують із застосуванням стовбурової (ядрової) конструктивної системи: «труба в трубі» і «труба в фермі». Ця конструктивна схема складається з центрального стовбура (ядра жорсткості), який бере на себе основну частку навантажень, і периметральних несучих елементів: окремих колон, решітчастих систем (ферм, складових стрижнів та ін.), пілонів, які можна об'єднати в єдину конструкцію. Жорсткість, стійкість і надійність такої системи забезпечуються закладенням центрального стовбура в фундамент.

Якщо жорсткості простої конструктивної системи недостатньо, застосовують комбіновану систему. Наприклад, при комбінації ствольної і стінової систем горизонтальні навантаження передаються з зовнішньої оболонки і на центральний стовбур (ядро жорсткості), і на внутрішні несучі стіни. Комбінована конструктивна система дозволяє розподіляти частки сприйманих зусиль на різні конструкції за рахунок варіювання жорсткості несучих елементів остова.

Запропонована комбінована конструктивна система відноситься до будівництва і може знайти застосування при будівництві висотних будівель на територіях з великими вітровими навантаженнями та сейсмічною активністю.

Задачею комбінованої конструктивної системи є вдосконалення конструктивної системи та її адаптація до висотних будівель з монолітного залізобетону шляхом використання напівжорстких з’єднань вертикального стовбуру та колон з балками та

дисками перекриттів, а у якості аутригерних поверхів використанням поверхів з жорсткими вузлами з'єднання цих конструктивних елементів

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що конструктивна система висотної будівлі складається з вертикального жорсткого стовбуру, з'єднаного балками та дисками перекриттів з колонами, розташованими по периметру. На на окремих поверхах центральний стовбур додатково з'єднаний з колонами, та балками аутригерами. Згідно з запропонованою моделлю усі конструктивні елементи висотної будівлі виконані з монолітного залізобетону, центральний стовбур є жорстким та складається з монолітних залізобетонних стін, що входять до складу сходово-ліфтового вузла, а за висотою будівля розділена на умовні секції за схемою «один через три» за наступним принципом: один поверх, що виконує роль аутригерного, має жорсткі з'єднання центрального стовбуру та колон з балками та дисками перекриттів, а в трьох наступних поверхах конструктивні вузи з'єднання стовбура та колон з балками та дисками перекриттів є напівжорсткими.

Технічний результат від використання комбінованої конструктивної системи полягає у підвищенні загальної жорсткості висотної будівлі з монолітного залізобетону, та забезпеченні її стійкості під час дії вітрових навантажень та впливу сейсмічних коливань.

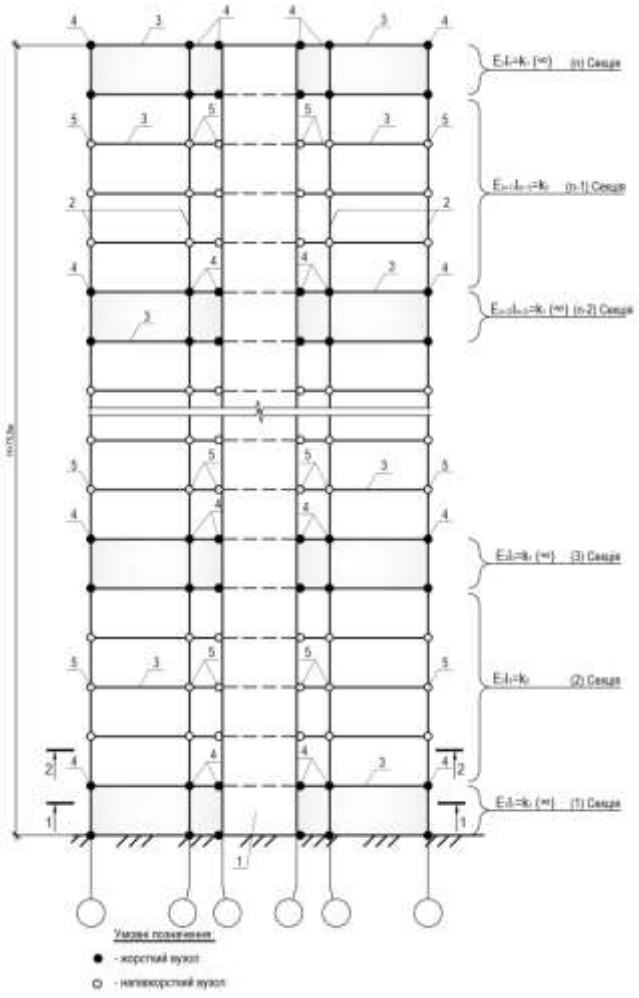


Рис. 1. Запропонована комбінована конструктивна система

Монолітні залізобетонні стіни входять до складу сходово-ліфтового вузла та утворюють центральний стовбур 1 на всю висоту будівлі. По периметру ядра розташована сітка колон 2, що з'єднані між собою балками та дисками перекриття 3. За висотою будівля розділена на умовні секції за схемою «один через три», в яких чергуються жорсткі 4 та напівжорсткі 5 вузли з'єднання балок та дисків перекриття з колонами та стовбуром. Основна ідея запропонованої конструктивної системи полягає у принципі розділення висотної будівлі на умовні яруси, що чергуються: перший ярус має жорстке з'єднання балок та дисків перекриття 3 з колонами 2 та стовбуром 1, наступні три яруси напівжорстке з'єднання певної (кінцевої) жорсткості (рис. 1-3).

При цьому яруси з жорстким з'єднанням мають жорсткісні характеристики $k_1(\infty)$, а яруси з напівжорстким з'єднанням, жорсткісні характеристики k_2. Під час дії на висотну будівлю вітрових навантажень секції з жорстким з'єднанням підвищать

стійкість будівлі до цих навантажень завдяки поверхам з жорсткісними характеристики $k_1(\infty)$. Під час дії сейсмічних коливань, поверхи з жорсткісними характеристиками k_2 забезпечать часткове гасіння цих коливань у напівжорстких з'єднаннях конструктивних елементів будівлі. Такий принцип компонування будівлі дозволить раціонально використовувати секції з жорстким з'єднанням елементів як аутригерні поверхи для надання конструктивній системі додаткової жорсткості, що в свою чергу підвищить загальну жорсткість будівлі, її здатність протистояти вітровим навантаження, а розміщення по висоті будівлі секцій із напівжорстким з'єднанням дозволить зменшити кількість вузлових з'єднань, в яких можуть виникнути надлишкові моменти під час дії на будівлю сейсмічних коливань.

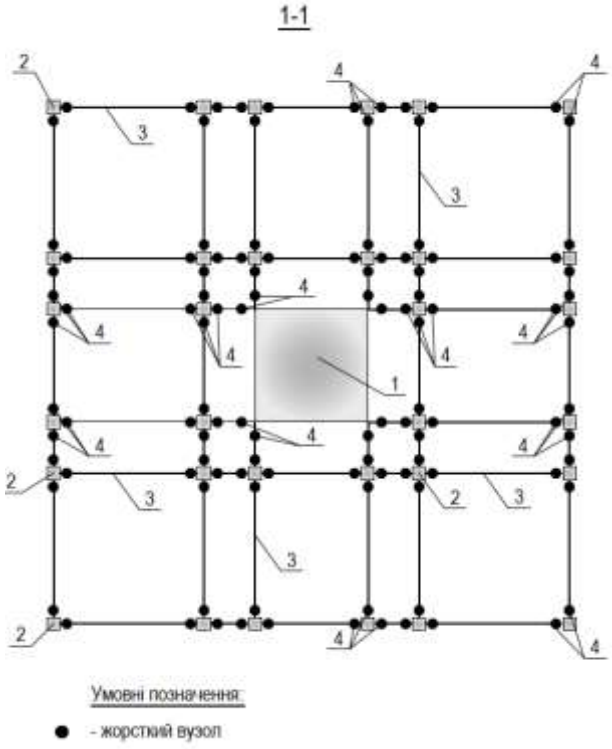


Рис. 2. Переріз 1-1 – план-схема секції з жорстким з'єднанням балок та дисків перекриття зі стовбуром та колонами тема

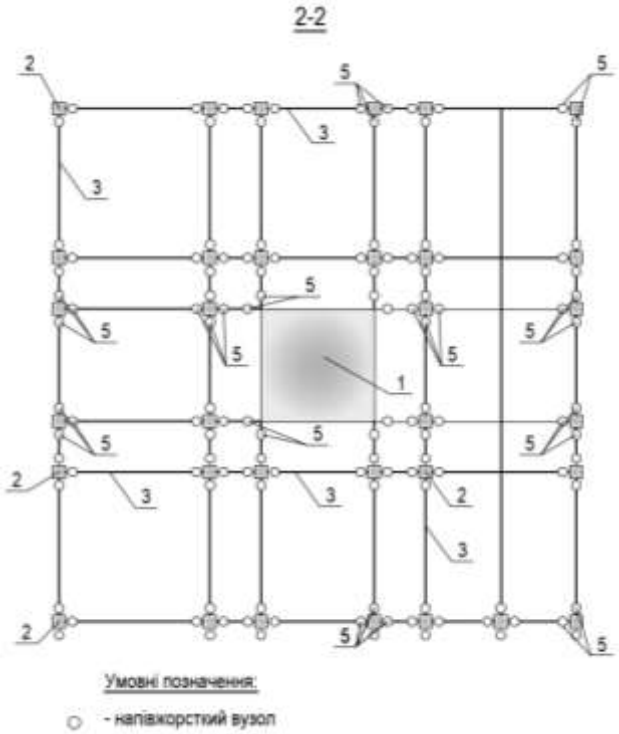


Рис. 3. Переріз 2-2 – план-схема секції з напівжорстким з'єднанням балок та дисків перекриття зі стовбуром та колонами

Висновки. У порівнянні з існуючими конструктивними системами, запропонована комбінована конструктивна система висотної будівлі зі змінними жорсткісними характеристиками дозволить підвищити стійкість висотної будівлі до горизонтальних навантажень та сейсмічних впливів та більш раціонально використовувати корисну площу за рахунок розміщення діафрагм жорсткості у складі центрального ядра та використання у якості аутригерів секцій з жорстким з'єднанням ядра та балок і дисків перекриття, а напівжорсткі вузли сприятимуть ефективнішому «гасінню» амплітуди сейсмічних коливань у вузлових з'єднаннях балок та дисків перекриттів з ядром жорсткості та колонами.

5. ДІАФРАГМА ЖОРСТКОСТІ З ЕНЕРГОПОГЛИНАЧЕМ ДЛЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Тімченко Р.О., д.т.н., проф., Крішко Д.А., к.т.н., доц., Бихно В.О., асп.
Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг

В даний час питання впливу діафрагм жорсткості на формування напружено-деформованого стану каркасних будівель з рамно-зв'язковою конструктивною схемою практично не досліджуються. При проектуванні таких будівель, як правило, використовуються роботи минулого століття, виконані з використанням значних припущень та ідеалізацій, що не враховують в повній мірі вплив спільної роботи діафрагми та рам в рамно-зв'язкових системах, причому як на стадії зведення будівлі, так і на стадії її експлуатації. А саме, не враховується спільна робота діафрагм і рам на вертикальні навантаження, поздовжня податливість вертикальних елементів каркаса. Нехтування зазначеними факторами значною мірою впливає на формування напружено-деформованого стану не тільки окремих елементів каркаса, але і всієї несучої системи будівлі.

Детальний розгляд всіх аспектів впливу діафрагм жорсткості на механізми формування напружено-деформованого стану стає особливо актуальним, оскільки в подальшому дозволить розробити більш ефективні, з точки зору міцності і стійкості, конструктивні рішення багатоповерхових рамно-зв'язкових будівель, як найбільш поширених в будівництві.

Запропонована діафрагма жорсткості з енергопоглиначем відноситься до будівництва і може знайти застосування при будівництві висотних будівель на територіях з підвищеною сейсмічною активністю.

Задачею діафрагми жорсткості з енергопоглиначем є використання принципу роботи енергопоглинача у висотних будівлях зі стовбурною конструктивною системою, де діафрагми жорсткості передбачають на певних поверхах будівлі для надання всій конструктивній системі жорсткості, що підвищує її опір вітровим навантаженням. Від прототипу дане рішення відрізняється тим, що у залізобетонній діафрагмі передбачений проріз, обрамлений металевими елементами, для можливості використання його всередині будівлі, що підвищує гнучкість планувальних рішень.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що діафрагма жорсткості з енергопоглиначем для висотних будівель включає залізобетонні диски, які жорстко прикріплені однією стороною до колон і до балок каркасної будівлі з утворенням діагонально розміщених в комірці зазорів між іншими сторонами дисків. В цих зазорах знаходиться демпфер зі сталевої стрічки у формі синусоїди. В зазорах між вільними вершинами дисків розташований еліптичний або круглий демпфер зі сталевої стрічки.

Згідно з діафрагмою жорсткості з енергопоглиначем залізобетонні диски діафрагми жорстко прикріплені як до колон та балок висотної будівлі, так і до її стовбуру. В одному з дисків діафрагми передбачений дверний проріз, обрамлений металевими профільними елементами, що з’єднані з металевими елементами енергопоглинача.

Технічний результат від використання корисної моделі полягає у підвищенні сейсмостійкості висотних будівель зі стовбурною конструктивною системою та діафрагмами жорсткості.

Залізобетонні діафрагми жорсткості з енергопоглиначем, що з'єднують залізобетонний стовбур висотної будівлі 1 з колонами 2 та балками 3 передбачають на окремих поверхах висотної будівлі. Енергопоглинач містить багатокутні диски 4, які є основою залізобетонної діафрагми. Диски діафрагми жорстко прикріплені до стовбуру 1, колон 2 та балок 3 з утворенням діагонально розташованих зазорів 5 між сторонами дисків і зазором між їх вільними вершинами, які мають криволінійну форму. Диски 4 додатково розділені на дві частини зазорами 6, розташованими паралельно колонам 2 та балкам 3. Енергопоглинач обладнаний демпферами 7, 8, 9 у вигляді сталевої стрічки. Демпфер 9 має круглу або еліптичну форму і знаходиться в зазорі між вершинами дисків 4. Демпфер 7 розташований в діагональних зазорах 5, демпфер 8 - в паралельних зазорах 6. Демпфери 7, 8 мають форму синусоїди та прикріплені до дисків діафрагм 4 за допомогою анкерних болтів, та приварені до металевої рами 10, що обрамлює проріз 11 (рис. 1).

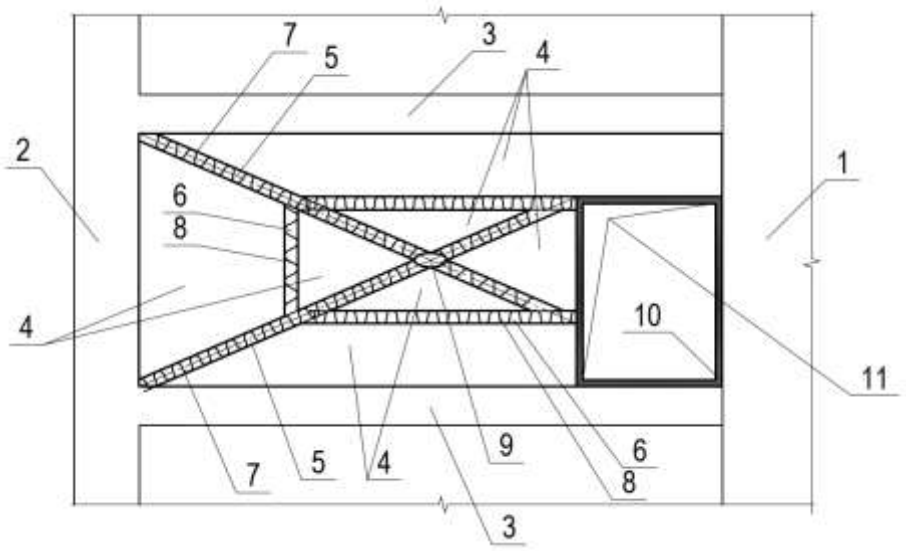


Рис. 1. Конструктивне рішення діафрагми жорсткості з енергопоглиначем для висотних будівель.

При дії на висотну будівлю сейсмічних коливань, відбувається їх передача на діафрагму жорсткості з енергопоглиначем, розміщену у комірці каркасу між стовбуром 1, колоною 2, та балкою 3. Це викликає горизонтальні переміщення залізобетонних дисків 4 та металевої рами 10, що обрамляє проріз 11. Це у свою чергу викликає пружні деформації демпферів 7, 8, 9, розміщених у зазорах між 5, 6 між дисками 4 та рамою 10. Таким чином відбувається ефект гасіння сейсмічних коливань демпферами 7, 8, 9, що у свою чергу запобігає виникненню надлишкових моментів у вузлах кріплення дисків діафрагми 4 та рами 10 до стовбуру 1, колони 2 та балки 3 та запобігає переходу цих вузлів із жорстких у пластичні.

Висновки. Запропонована діафрагма жорсткості з енергопоглиначем дозволяє істотно знизити сейсмічну дію на каркас будівлі, а також відрізняється високою надійністю експлуатації в умовах сейсмічного навантаження.

6. ACCEPTANCE OF GLOBALLY PRACTICED STANDARDIZED CONSTRUCTION MANAGEMENT PROCESSES IN DEVELOPMENT FIELD OF UKRAINE

Donenko V.I., Doctor of Technical Science, Professor,
Dubravin V.V., postgraduate student
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv

Standardizing the way construction and development firms deliver project management is increasingly seen as a key enabler for performance improvement and digital transformation. This study investigates how project managers accept a shift to standardized construction management processes—specifically through the introduction of Standard Operating Procedures (SOPs) — and identifies the main obstacles and enablers in that transition.

The rationale for the standardization lies in the recognized benefits of business process standardization (BPS): streamlined workflows, cost reduction, improved quality, greater transparency, enhanced coordination and preparation for automation and digitalization. At the same time, you meet with the "standardization dilemma" in construction: balancing uniformity with local flexibility, innovation, tacit knowledge and culturally embedded practices. Thus, the main goal of this research is to gain insight into the behavioral and organizational factors influencing project managers' acceptance of a new "way of working" when standardized procedures are mandated.

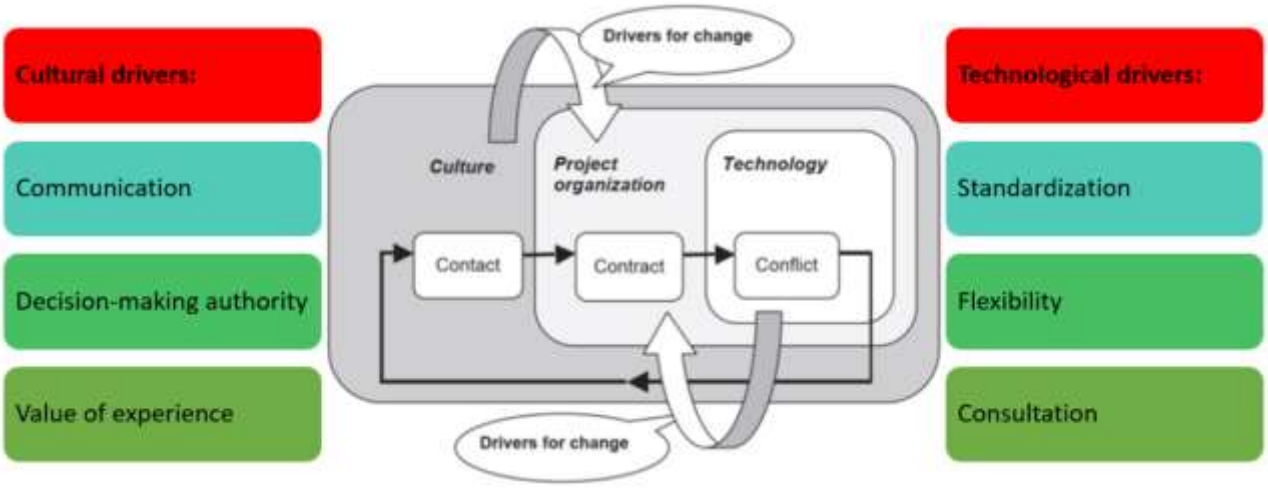


Fig. 1. Drivers for change of project managers' behavior, adapted from Tijhuis & Fellows (2012) and Alavi & Leidner (1999; 2001; 2009).

The problem addressed is two-fold. First, while SOPs promise benefits, their successful uptake is far from automatic. Project managers may resist due to perceived loss of autonomy, increased workload, rigid procedures, unclear benefits or a misfit with established practices. Second, given the complex, culturally nuanced and project-based nature of construction and development work, the challenge lies in aligning global standard processes with local project variety and individual behavior.

The goal is to use a qualitative methodology: literature review of change management, knowledge-management and culture theories (e.g., the Kübler-Ross change curve, the 3C model of Contact-Contract-Conflict, KMS theory) and semi-structured interviews with

project managers and relevant functions in development and civil engineering programs of Ukraine.

The key barriers can be specified: the extensive and time-consuming nature of SOPs, diminished decision-making freedom, risk of reduced job satisfaction and autonomy, ambiguous communication and unclear clarity of the new processes.

On the flip side, important drivers include effective communication and engagement, leadership support, a feedback mechanism, involvement of project managers in design and rollout, and flexibility built into the SOPs. Cultural factors (values, beliefs, motivations) and technological enablers (understanding the standardization benefits, providing tools) act as influential levers.

There is a number of recommendations and solutions for construction and development firms seeking to implement standardized processes globally. These include: designing SOPs that allow project manager discretion and incorporate local adaptation; phasing rollout gradually with pilot programs; engaging project managers early, listening to their tacit knowledge and building ownership; providing training, support, and clear communication of benefits (time-savings, risk reduction, improved coordination); aligning the change with organizational culture and behavior change models; and establishing ongoing reinforcement mechanisms (feedback loops, champions, leadership sponsorship) to sustain adoption. Recognizing the human-behavior dimension of change is vital for bridging the gap between “designed process” and “daily practice”.

In summary: the acceptance of globally practiced standardized construction management processes is not simply a matter of issuing procedures. It requires understanding the interplay of cultural, individual and technological drivers and barriers, and managing the transition of project-managers’ behaviors and attitudes. When this is done thoughtfully, standardization becomes a viable path to delivering more effective, consistent and globally-aligned project management services.

Literature

1. Kotter, J. P. (1996). Leading Change. Harvard Business School Press.
2. Hall, D. M., & Scott, W. R. (2019). Professional cultures and the adoption of digital innovation: The case of construction project management. Construction Management and Economics, 37(7), 393–405.
3. Hjelmbrekke, H., Klakegg, O. J., & Lohne, J. (2017). The need for standardization in the construction industry. International Journal of Managing Projects in Business, 10(3), 505–527.

7. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПІШОХІДНИХ ЗОН БУДІВЕЛЬ ВОКЗАЛІВ НА БЕЗПЕКУ РУХУ ПІШОХОДІВ

Чернишова О.С., к.т.н., доц., Степанчук О.В., д.т.н., проф.,
Калінський В.В., студ. магістратури
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

Питання безпеки людей є одним з найважливіших при плануванні пішохідних зон у вуличному просторі або в будівлях. За межами приміщень на організацію простору пішоходів та їх безпеку впливає значна кількість чинників, оскільки пішохід є не єдиним учасником руху, а тому потрібно враховувати взаємодію з транспортними потоками, систему організації дорожнього руху, особливості інфраструктури та планувальних рішень і навіть погодні умови. В будівлях же рух пішохідних потоків за певних умов може бути більш прогнозованим, що дозволить покращити його організацію та рівень безпеки.

Так, в будівлях безпека пішоходів здебільшого пов'язана з архітектурно-планувальними рішеннями та експлуатаційними факторами. До основних ризиків доречно віднести зіткнення та падіння, які можуть обумовлюватися геометричними параметрами пішохідних зон в плані (ширини проходів, кутів повороту, колон та інших перешкод) і профілі (наявність сходинок, пандусів або певних нерівностей), а також проблемами організації (незрозумілої навігації, недостатнього освітлення, слизької підлоги, наявності виступаючих країв покриттів та ін.). Важливо відмітити, що у звичайних умовах експлуатації наявність ускладнень руху в пішохідних зонах може спричинити суттєве зниження комфортності людей. Але за умови виникнення позаштатної ситуації ті самі проходи та сходинки виконують роль евакуаційних шляхів і їх недостатній рівень безпеки та комфорту можуть спричинити утворення натовпу та паніки, що стане ризиком додаткової небезпеки для життя і здоров'я людей. Слід відмітити, що сучасні будівлі також мають забезпечувати доступність [5] – безперешкодний рух маломобільних груп населення, які в стиснених умовах можуть бути особливо вразливими.

Спираючись на досвід закордонних колег, які розробили класифікацію рівнів обслуговування пішохідних зон [1–2] та вплив вертикальних переміщень [3] і перешкод в плані [4] на особливості руху пішоходів, автори розробили модель індексу безпеки, яка дозволяє оцінити рівень безпеки пішохідної зони за рядом показників та їх сукупності.

Перш за все в роботі було оцінено характеристики руху та їх змінення за різних умов: інтенсивність потоку, щільність, швидкість та ін. Розрахунки дозволили зробити висновок, що маломобільні групи населення в пішохідному потоці потребують більшої площі у 1,2…5,5 рази [6–7] для комфортного та безпечного перебування. При цьому розглядалися пішоходи з дітьми, з дитячими візочками, похилого віку, люди з проблемами опорно-рухового апарату, що переміщуються за допомогою інвалідних візків, ходунків, милиць, люди з проблемами зорового апарату та ін.

Наступним кроком стало визначення мінімальної ширини пішохідної зони та площ приміщень за умови наявності серед пішоходів представників маломобільних груп, а також їх кількості. На основі отриманих результатів побудовано аналітичну залежність, яка дозволяє визначати для будь-яких умов потрібну площу приміщення

або ширину комунікаційного шляху залежно від кількості відвідувачів у приміщенні чи в пішохідній зоні, відповідно. Розроблена методика ґрунтуються на рівнях обслуговування у залежності від площі на одного пішохода [1–2], які наведено у таблиці, та вказує на те, що застосування рівнів обслуговування нижче середнього в умовах наявних маломобільних груп є неприпустимим з огляду на безпеку пішоходів.

Таблиця

Потрібна площа на пішохода при русі

Рівні обслуговування	Площа, м^2/пішохода		
	Пішохідні доріжки	Сходинки	Черга
A	>3,24	>1,85	>1,21
B	2,32…3,24	1,39…1,85	0,93…1,21
C	1,39…2,32	0,93…1,39	0,65…0,93
D	0,93…1,39	0,65...0,93	0,28…0,65
E	0,46…0,93	0,37…0,65	0,19…0,28
F	<0,46	<0,37	<0,19

Проведений аналіз та дослідження дозволили ввести поняття індексу безпеки пішохідної зони, який запропоновано визначати за виразом:

$$I_{без} = \frac{I}{\left(n_n \cdot k_{дод}\right)} \quad (1)$$

де, S – площа дослідного приміщення, м^2;

n_n – кількість відвідувачів, з урахуванням кількості пішоходів з дітьми, похилого віку, з інвалідністю;

$k_{дод}$ – додатковий поправочний коефіцієнт, який впливає на рівень безпеки та враховує тип приміщення, ширину комунікаційного шляху, кількість виходів, рівень освітлення та ін.

Запропоновано шкалу оцінювання індексу безпеки пішохідної зони громадських будівель, значення якої коливаються у межах 0…2 та характеризують рівень безпеки від критично низького (менше за 0,5) до високого (1,5 і більше). При цьому під час оцінки коефіцієнту безпеки враховано наступні показники: площа приміщення або ширина пішохідної зони, кількість відвідувачів, категорії відвідувачів (за віковими ознаками, станом здоров’я), кількість представників маломобільних груп, характеристики евакуаційних виходів, наявні системи управління пішохідними потоками, рівень освітлення та наявність або відсутність перешкод.

Запропоновану модель перевірено на прикладі аналізу пішохідних комунікацій у будівлях залізничних вокзалів міста Києва, Дніпра та Львова.

Висновки. Отримані результати та розроблена авторами модель індексу безпеки пішоходів дозволить оцінювати наявний або прогнозувати очікуваний рівень безпеки пішоходів з урахуванням просторових параметрів і динаміки пішохідних потоків. Коригування ширини пішохідних зон та площ приміщень за запропонованою методикою дозволить регулювати щільність потоку, безпосередньо підвищувати

рівень безпеки, що особливої гостроти набуває в аварійних ситуаціях. Наукова новизна роботи полягає у введенні кількісного показника оцінки безпеки пішохідних зон з урахуванням різнорідності складу потоку та параметрів простору. Застосування такої моделі можливе під час нового будівництва, модернізації існуючих будівель, розробці заходів з покращення умов пішоходів та реалізації вимог безбар'єрності.

Література

1. Pedestrian Planning And Design, JJ. Fruin, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, 1971 – 206 p.
2. Jia, X., Feliciani, C., Murakami, H., Nagahama, A., Yanagisawa, D., Nishinari, K. Revisiting the level-of-service framework for pedestrian comfortability: Velocity depicts more accurate perceived congestion than local density. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 87, 2022, P. 403-425. https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.04.007.
3. Siikonen, Marja-Liisa. People Flow in Buildings. UK: Wiley, 2021. 427 p.
4. Yanagisawa, D. & Kimura, A. & Tomoeda, A. & Nishi, R. & Suma, Y. & Ohtsuka, K. & Nishinari, K. Introduction of Frictional and Turning Function for Pedestrian Outflow with an Obstacle. Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics, E 80, 2009, 036110. https://doi.org/10.48550/arXiv.0906.0224.
5. ДБН В.2.2-40:2018: Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Вид. офіц. К.: Мінрегіон України, 2018. 70 с.
6. Пустовойт Р.О., Степанчук О.В. Визначення оптимальної ширини пішохідної зони на території аеровокзальних комплексів. Airport Planning, Construction and Maintenance Journal. 2024. № 1 (3). К.: Видавничий дім «Гельветика». С. 40–46.
7. Чернишова О.С., Степанчук О.В., Дубик О.М. Сучасні вимоги до пішохідних зон аеропортів та залізничних вокзалів з урахуванням потреб маломобільних груп населення. Airport Planning, Construction and Maintenance Journal. 2024. № 2(4). С. 141-149 doi.org/10.32782/apcmj.2024.4.14.

8. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ПОЛІКЛІНІК З УРАХУВАННЯМ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Малишко Р.М., асп.,
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

Стоматологічні поліклініки посідають важливе місце в системі охорони здоров'я, забезпечуючи профілактику, діагностику та лікування захворювань ротової порожнини населення. Високий рівень стоматологічної допомоги є важливою складовою загального стану здоров'я людини, адже здоров'я зубощелепної системи безпосередньо впливає на якість життя, працездатність і соціальну активність населення. Сучасний розвиток стоматологічної галузі характеризується впровадженням новітніх технологій, зростанням обсягу послуг і підвищенням вимог до умов їх надання, що зумовлює потребу у створенні комфортного, ергономічного та безпечного архітектурного середовища.

Стоматологічна поліклініка є складним об'єктом з точки зору функціонально-технологічної організації, оскільки її структура повинна забезпечувати раціональну послідовність медичних процесів, ізоляцію потоків пацієнтів, персоналу та матеріалів, а також відповідати санітарно-гігієнічним нормам. Якісні планувальні рішення сприяють ефективності роботи медичного персоналу, зручності для пацієнтів і оптимізації технологічних процесів. Водночас більшість існуючих будівель стоматологічних поліклінік не відповідає сучасним вимогам функціональності та комфорту. Зростання кількості пацієнтів, розвиток приватної стоматологічної практики й поява нових медичних технологій актуалізують необхідність наукового переосмислення принципів проєктування таких закладів. У цьому контексті дослідження планувальних рішень стоматологічних поліклінік з урахуванням функціонально-технологічних процесів набуває особливого значення як напрям підвищення ефективності їх функціонування та якості медичного обслуговування.

Мета дослідження полягає у визначенні принципів формування планувальних рішень будівель стоматологічних поліклінік з урахуванням функціонально-технологічних процесів, що забезпечують ефективність медичного обслуговування, комфорт пацієнтів і раціональну організацію праці персоналу.

Стоматологічна поліклініка є складним функціональним об'єктом, у якому поєднуються лікувально-діагностичні, допоміжні, адміністративні та побутові процеси. Її ефективне функціонування залежить від раціональної організації взаємодії між різними підрозділами та правильного розподілу потоків пацієнтів, персоналу, матеріалів і відходів [1]. Кожен із процесів, що відбувається в поліклініці, має свої особливості, послідовність виконання та просторові вимоги. Архітектурно-планувальні рішення мають забезпечувати логіку цих процесів, сприяти безперервності лікувального циклу, зручності користування та дотриманню санітарно-гігієнічних норм.

Зонування будівлі стоматологічної поліклініки базується на функціональному розподілі приміщень. Умовно її можна поділити на кілька основних зон: лікувально-діагностичну, адміністративну, технічну, санітарно-побутову та громадську. Лікувально-діагностична зона є головною й включає всі кабінети, операційні, лабораторії, стерилізаційні, приміщення для рентген-діагностики. Адміністративна

зона містить кабінети керівництва, бухгалтерію, архів, приміщення для нарад і персоналу. Технічна зона забезпечує роботу всіх інженерних систем, тоді як санітарно-побутова — створює умови для дотримання гігієни працівників і пацієнтів. Громадська зона включає вестибюль, реєстратуру, гардероб і зали очікування.

Раціональне розміщення цих зон у структурі будівлі визначається логікою технологічних процесів. Важливим принципом є мінімізація довжини маршрутів пацієнтів і персоналу за умови одночасного дотримання санітарних бар'єрів [2].

Одним із ключових принципів планувальної організації стоматологічної поліклініки є послідовність технологічних процесів. Вона передбачає логічне розміщення приміщень у напрямку руху пацієнта — від прийому до лікування та завершення процедур. Таке планування зменшує кількість переміщень і покращує зручність орієнтації. Не менш важливою є ізоляція потоків: пацієнти, персонал, чисті та забруднені матеріали мають рухатися окремими маршрутами. Це особливо актуально для великих закладів, де перетин потоків може призвести до порушення санітарно-епідеміологічних норм.

Компактність планувальної структури дозволяє оптимізувати використання площі будівлі та скоротити шляхи переміщення. Водночас компактність не повинна суперечити принципам ізоляції потоків і дотриманню нормативних відстаней. Раціональне групування кабінетів за профілем, об'єднання допоміжних приміщень забезпечують ефективність забудови. Гнучкість планувальних рішень має особливе значення для стоматологічних поліклінік, оскільки розвиток технологій постійно змінює вимоги до обладнання й організації робочих місць.

Сучасна архітектура стоматологічних поліклінік орієнтується на створення людиноцентричного середовища, де архітектура підтримує процес лікування [3]. Використання природного освітлення, кольоротерапії, звукоізоляції та озеленення позитивно впливає на психоемоційний стан пацієнтів. Важливим є забезпечення приватності під час прийому та комфортного перебування у зонах очікування. Архітектурні рішення мають також сприяти енергоефективності будівлі, оптимальному мікроклімату та можливості використання відновлюваних джерел енергії.

Висновки. Функціонально-технологічна організація стоматологічних поліклінік визначає ефективність їх роботи, санітарно-гігієнічний рівень і комфорт пацієнтів. Проведений аналіз засвідчує, що успішне функціонування таких закладів залежить від чіткої послідовності медичних процесів, раціонального зонування приміщень і дотримання принципів ізоляції потоків пацієнтів, персоналу та матеріалів. Важливим аспектом проєктування є оптимізація просторових зв'язків між приймальною, діагностичною, лікувальною, стерилізаційною та допоміжною зонами, що забезпечує безперервність і логічність технологічного процесу.

Удосконалення планувальних рішень будівель стоматологічних поліклінік з урахуванням функціонально-технологічних процесів є актуальним напрямом наукових досліджень, спрямованих на підвищення якості медичних послуг і розвиток архітектури закладів охорони здоров'я.

Література

1. ДБН В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я. Основні положення». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. – 48 с.
2. Радченко В. Принципи архітектурного проєктування медичних закладів на основі новітніх тенденцій / В. Радченко // Українська академія мистецтв. – Вип. 34. – 2023. – С. 46–52. doi.org/10.32782/2411-3034-2023-34-6
3. Waller S., Masterson A. Designing dementia-friendly hospital environments / S. Waller, A. Masterson // Future Hosp Journal. – 2015. – Feb. – № 2(1). – P. 63–68. – DOI: 10.7861/futurehosp.15.017

9. МОДЕРНІЗАЦІЯ ФОНДУ БУДИНКІВ ПЕРШИХ МАСОВИХ СЕРІЙ. РЕКОНСТРУКЦІЯ П'ЯТИПОВЕРХОВИХ ГУРТОЖИТКІВ

Виноградов Д. Є., студ. магістратури, Уваров П.Є., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Актуальність. В сучасних умовах економічного й соціального розвитку українського суспільства реконструкція житла є одним із можливих напрямів збереження та збільшення існуючою житлового фонду, поліпшення його надійності та комфортності.

Загальна площа гуртожитків вищих навчальних закладів України становить близько 8,3 млн. м^2. де на одного студента припадає близько 4 м2. житлової площі, тоді як за нормою повинно бути не менш ніж 8 м^2 [1].

Забезпечення студентів, аспірантів, сімейної молоді та викладачів сучасним житлом на період навчання або роботи є соціальною необхідністю. Навчальний заклад, яким є Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, має декілька гуртожитків які побудовані за типовими проектами упродовж другої половини XX ст. Гуртожитки мають різні місткість, рівні комфорту проживання та організації побуту.

Отримати додаткову житлову площу, покращити умови проживання, а також зміни ти естетичні якості окремих будинків та забудови в цілому можливо в процесі реалізації проектів реконструкції [2, 3]. Серед основних методів - прибудова додаткових об'ємів, надбудова кількох поверхів без перепланування або з частковим перепланування існуючих житлових кімнат тощо. Особливої уваги заслуговують таки методи реконструкції (наприклад, «метод фламінго», див. рис. 1), за допомогою яких можливо не тільки змінити внутрішнє планування надбудови, а і запроектувати нові за функцією приміщення, які раніше не передбачалися завдяки браку площі.

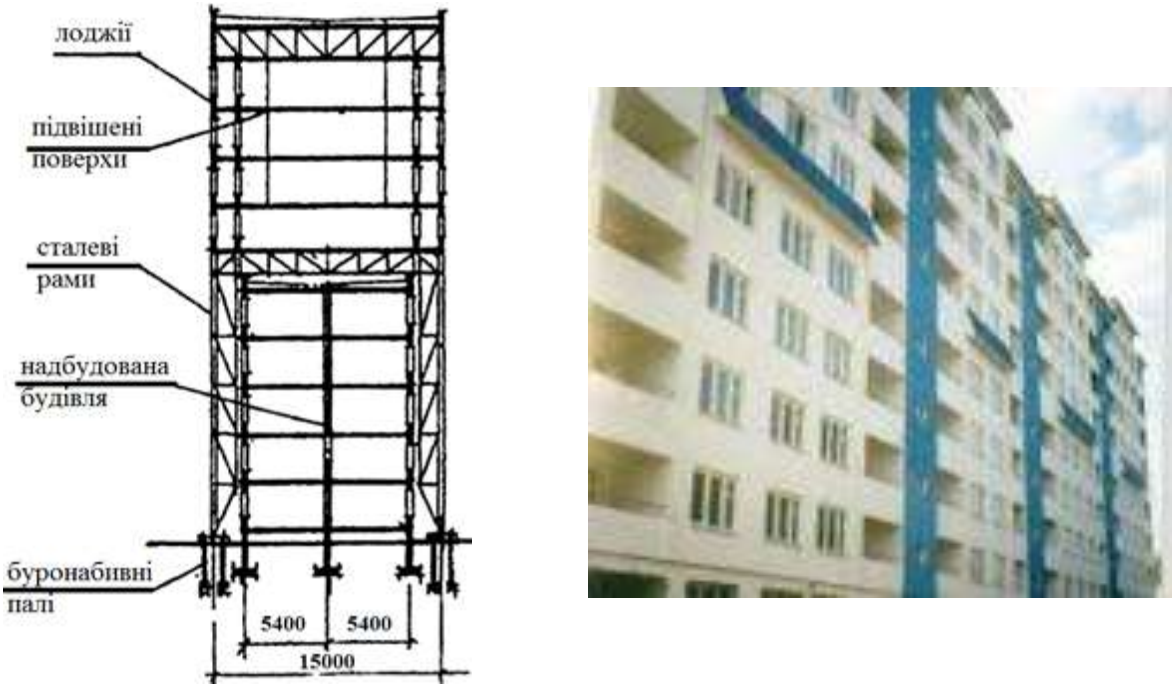


Рис.1. Схема надбудови та загальний вид реконструйованої за методом «Фламінго» об'єкту будівництва

Мета дослідження пошук принципових рішень реконструкції п'ятиповерхових студентських гуртожитків вищих навчальних закладів.

Основні результати досліджень. П’ятиповерхові гуртожитки побудовані за типовими проектами, й мають різну орієнтацію у просторі.

Довжина будинків - 78,00 м, ширина - 15,00 м.

Будинки мають плоскі фасади, невиразну пластику вхідних груп, безликі площини стін, однотипні за формою та розмірами віконні прорізи тощо.

За планувальним рішенням гуртожитки є будинками коридорного типу, у яких житлові кімнати мають виходи через загальний коридор на двоє сходів. Усі житлові кімнати, приміщення загального використання (кухні, санвузли, душові, холи, навчальні кімнати тощо), коридори та сходові клітини забезпечені природним світлом - скрізь віконні прорізи у зовнішніх стінах.

Конструктивна схема - з трьома продовжними несучими стінами. Матеріал стін - цегла, просторова жорсткість забезпечується двома сходовими клітинами, залізобетонними плитами перекриттів.

Один будинок мав до ремонту плаский (суміщений) дах, інший скатний.

Рішення щодо можливості проведення реконструкції повинна базуватися на результатах обстеження технічного стану будинку та аналізу об’ємно-планувальних рішень та містобудівної ситуації.

Аналіз досвіду проектування реконструкції п'ятиповерхових гуртожитків під житлові будинки, накопичений в Україні, свідчить про те, що найбільш поширеними є наступні варіанти:

- без зміни поверховості;
- надбудова одного поверху або одного поверху з мансардою;
- надбудова двох поверхів.

Усі варіанти потребують вирішення низки технічних та інженерних питань [1-3], а два останніх - обов'язкового влаштування пасажирських ліфтів [1]. Встановлення ліфтів у приставних шахтах буде супроводжуватися зміною ширини будівлі та реорганізацією прибудинкової території.

Більш привабливим, з точки зору отримання максимуму додаткової житлової площі, є варіант надбудови 4-5 поверхів. Але це більш складне за технічним вирішенням завдання. Насамперед, зростають навантаження на несучій остов існуючого будинку та його основу. Цю проблему можливо вирішити шляхом влаштування незалежного несучого остова нової частини будинку (надбудови).

У практиці проектування цей метод отримав назву «метод фламінго». Особлива його привабливість - можливість вирішення питань організації внутрішнього простору надбудови у відносній незалежності від рішень існуючого гуртожитку, і цим самим не перевантажувати існуючий фундамент.

Реконструкція за цим методом супроводжується розширенням розмірів будинку у плані. Влаштування вертикальних елементів несучого остову надбудови забезпечує передачу всіх навантажень на основу без порушення стану та умов роботи несучіх конструкцій існуючої будівлі, але змінює умови експлуатації приміщень перших п'ят и поверхів (освітлення, інсоляція тощо).

Демонтаж існуючого даху буде супроводжуватися організацією технічного поверху для розміщування та обслуговування інженерних комунікацій. Інших підходів

потребує організація прибудинкової території та внутрішнього планування у зв'язку з улаштуванням ліфтової шахти.

Саме ці три варіанта надбудови відібрані у якості базових рішень для аналізу можливості проведення реконструкції. Кожний з них планується оцінити за кількома критеріями, серед яких: техніко-економічні показники, архітектурна виразність, технічна можливість реалізації, урахування містобудівної ситуації, дотримання нормативних вимог щодо будівництва в умовах ущільненої забудови [2, 3] тощо.

Висновки. Варіантність проектування надає можливість врахувати вимоги сучасної архітектури та навколишнього середовища, та залучити ефективні системи теплового захисту, новітні будівельні технології, конструкції, матеріали тощо; Застосування надбудови за «методом фламінго» дозволить значно збільшити коефіцієнт використання земельних ресурсів, оптимізувати архітектурно-планувальні рішення тощо.

Враховуючі специфіку експлуатації існуючих будинків, реконструкція може бути проведена з відселенням студентів на час проведення будівельних робіт.

Література

1. Дамаскин Б.С., Уваров Є.П., Меняйло В.А., Уваров П.Є., і ін. Методичні рекомендації з вибору прогресивних архітектурно-планувальних рішень "житло-систем" для реконструкції будинків різних конструктивних систем. – ДО: НИИпроектреконструкция ДонГАСА, 2003. –260 с.
2. Уваров Є.П., Уваров П.Є., Кирнос В.М., Шпарбер М.К. та ін. Регіональна програма "Реконструкція, модернізація й капітальний ремонт житлових будинків перших масових серій".-Луганськ: АСОВІ. 2000. – 98 с.
3. Агєєва Г. М., Кафієв К. П., Крівєльов Л. І. Реконструкція будинків перших масових серій - засада сталого розвитку мікрорайонів і кварталів міст // Наука та будівництво. - 2021. - № 1 (27).

10. ВПЛИВ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ РОБІТ

Жила В. Г., студ. магістрант, Уваров П.Є., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Процес виконання робіт з влаштування теплоізоляції існуючих будівель виконується в специфічних умовах міської забудови, а також під впливом цілого ряду факторів, які негативно впливають на ефективність будівельних робіт. У цьому дуже важливо на початок виконання робіт оцінити кількісно зазначені умови з метою їх мінімізації шляхом вибору раціональних організаційно-технологічних рішень. Для цього потрібна розробка відповідної методики.

Аналіз умов виконання робіт, проектної та виконавчої будівельної документації з влаштування теплоізоляції цілого ряду будівель показав, що на ефективність робіт істотно впливають особливості об'єктів, які називаються дестабілізуючими факторами [1]. В результаті впливу зазначених факторів трудомісткість та вартість виконання робіт може суттєво збільшуватися.

На підставі комплексної обробки статистичних даних, а також результатів застосування методу експертних оцінок встановлено, що найчастіше проявляють себе такі фактори, що дестабілізують [2]:

- просторова обмеженість об'єктів;
- ступінь фізичного зносу будівельних конструкцій;
- висота будівлі;
- наявність на поверхні, що ізолюється, архітектурних деталей;
- наявність на ізолюваній поверхні інженерних комунікацій;
- особливості експлуатації об'єктів, на яких виконуються роботи.

Черговість наведених факторів є довільною. Для оцінки ступеня впливу встановленого переліку факторів запропоновано оцінку їхнього єдиного показника кількісної міри. Як такий показник прийнято безрозмірний коефіцієнт K_i, що враховує ступінь збільшення трудомісткості та вартості виконання робіт у порівнянні з умовами, за яких зазначений фактор не впливає на ефективність робіт. Величина $K_i \geq 1$. Запропоновані величини факторів дестабілізації (коефіцієнти) визначаються за формулами, наведеними в таблиці.

Отримані коефіцієнти враховуються шляхом їх множення на трудомісткість та вартість будівельних робіт з влаштування теплоізоляції та вказують величину додаткових трудових та матеріальних витрат, пов'язаних із їх наявністю. На підставі отриманих формул визначаються значення трудомісткості Q та вартості C робіт. За отриманими даними будуються графічні залежності впливу значень факторів, що дестабілізують, на трудомісткість і вартість робіт, рис. 1.

Аналіз величин дестабілізуючих факторів (коефіцієнтів K_i) на більш ніж сорока об'єктах, де виконувались роботи з влаштування теплоізоляції стін і покриттів будівель показав, що фактори, що дестабілізують, надають прямо пропорційний негативний вплив на ефективність робіт. Отримані залежності можуть бути апроксимовані до лінійної залежності. У наведеному графіку отримані чисельні значення наведено умовно, лише для розуміння фізичного сенсу методики.

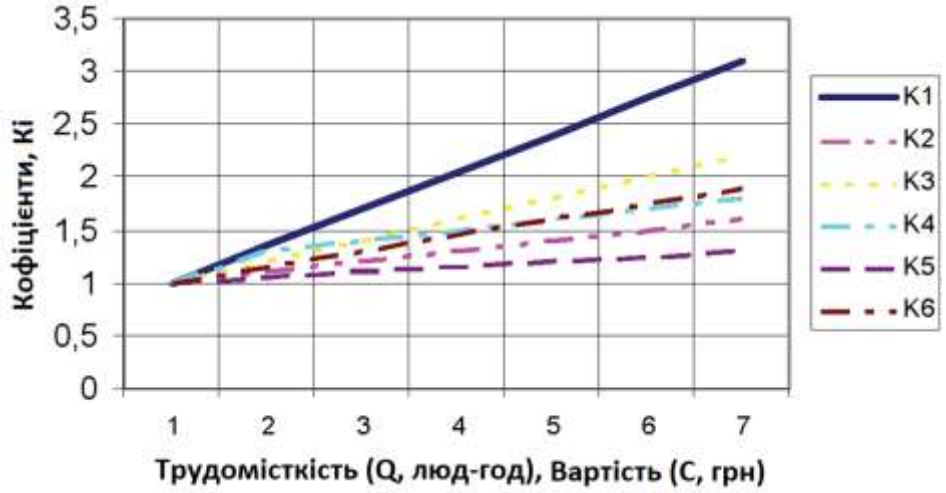


Рис. 1. Вплив значень дестабілізуючих факторів на трудомісткість та вартість робіт

Таблиця

Найменування та формули для визначення чисельних значень дестабілізуючих факторів

№ п/п	Найменування дестабілізуючого фактора	Формула для визначення чисельного значення
1	Стисненість об'єкта	$K_г = L_З / L_в$, де $L_З$ - довжина лінії периметра виступаючих частин будівель, м; $L_в$ - довжина лінії ділянки виконання робіт, м.
2	Ступінь фізичного зносу будівельних конструкцій	$K_2 = 1 + Ф_н/100$, де $Ф_н$ - ступінь фізичного зносу будівельних конструкцій, %.
3	Висота будівлі	$K_З = 1 + H_н/H_ф$, де $H_н$ - висота будівлі, прийнята як нормативна, дорівнює 3,0 м; $H_ф$ - фактична висота будівлі, м.
4	Наявність архітектурних деталей на поверхнях ізольованих	$K_4 = 1 + F_{а.д.}/F_п$, де $F_{а.д.}$ - площа архітектурних деталей, м^2; $F_п$ - площа поверхні, що ізолюється, м^2.
5	Наявність на ізолюваній поверхні інженерних комунікацій	$K_5 = 1 + F_{ик}./F_п$, де $F_{ик}$- площа, яку займають інженерні комунікації, м^2; $F_п$ - площа поверхні, що ізолюється, м^2.
6	Особливості експлуатації об'єктів, на яких виконуються роботи	$K_6 = 1 + 1э/ t_с$, де $t_э$ - тривалість експлуатації об'єкта, ч; $t_с$ - тривалість зміни, ч.

Для оцінки частки зазначених факторів на техніко-економічні показники процесу виконання робіт пропонується поєднати всі отримані залежності від різних факторів в одному графіку, рис. 1.

Чисельні значення коефіцієнтів K_i та відповідні значення трудомісткості та вартості наведені умовно для наочності запропонованої методики. Для практичного застосування методики оцінки значущості дестабілізуючих факторів, приймаються у розрахунок фактично отримані значення згідно таблиці по кожному конкретному об'єкту.

Для достовірності результатів слід мати на увазі і обсяг вибірки, що її забезпечує.

Висновки. З наведених графіків, ми бачимо що залежність має лінійну форму й кути нахилу значень *i* - факторів до осі абсцис різні. Це означає, чим більший кут нахилу кривої певного коефіцієнта фактора до осі абсцис, тим вагоміший вплив дестабілізуючого фактора.

Таким чином, наведена методика дозволяє оцінювати чисельні значення впливу факторів, що дестабілізують, на техніко-економічні показники виконання робіт з влаштування теплоізоляції стін і покриттів будівель. Це дає можливість прогнозування техніко-економічних показників та вибору ефективних рішень виконання робіт з влаштування теплоізоляції будівель ще на стадії розробки проектно-кошторисної документації або в процесі інженерної підготовки виконання робіт.

Література

1. Савйовский В. В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. - Київ: Видавництво Ліра-К, 2018.-320 с.
2. Савйовский В. В. Вплив умов будівництва на ефективність улаштування теплоізоляції будівель / В. В. Савйовский, М. Н. Джалалов // Науковий вісник будівництва / ХДТУБА. - 2009. - № 52. - С. 288-292.

11. МОЖЛИВОСТІ ТЕПЛОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Слєсарєв В.В., студ. магістратури, Анохін С.В., студ. магістратури,
Уваров П.Є., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

У Західній Європі одним з важливих напрямків державної політики є підвищення ефективності економіки за рахунок оптимізації роботи з енергозбереження в будівництві. Наприклад, в 90-і роки у Відні та Берліні у великих масштабах проводилися заходи щодо забезпечення, необхідного для комфортного проживання, теплового режиму для цивільних будівель, побудованих в середині XX століття., Куди увійшли заміна вікон, дверей, системи опалення та утеплення горищ, підвалів, фасадів. В результаті проведеної роботи з утеплення будинків протягом останніх 30 років в країнах Європи витрата на їх обігрів знизився на 40-50% і в наш час дорівнює приблизно 40-50 кВт·год/м^2 на рік. Для порівняння: в Україні для опалення житлових будинків споживається 70-80 кВт·год/м^2 на рік [1].

На території України всі будівлі, зведені в минулому столітті, а саме в 60-80 роках XX століття, мають низький показник енергоефективності в порівнянні з побудованими в країнах зарубіжжя в цей період будівлями , з аналогічними кліматичними умовами.

Більшості будівель, зведених в зазначений період, необхідна теплова реабілітація яку можна реалізувати при реконструкції. Посилення теплового захисту зовнішніх огороджувальних конструкцій необхідно проводити в зв'язку з посиленням норм теплового захисту будівель і в цілях економії енергоресурсів за рахунок зменшення втрат тепла через огороджувальні конструкції [3,4]. Згідно з цими змінами нормований опір теплопередачі огороджувальної конструкції має збільшиться в 2-3,5 рази.

Метою роботи є вивчення варіантів теплової реабілітації цивільних будівель при їх реконструкції і подання можливих варіантів вирішення цього завдання у вигляді найбільш підходящих технологій їх додаткового.

В якості теплової реабілітації стінового огородження будівлі розглядалися технології, які застосовуються при реконструкції будівель:

- утеплення приміщення зсередини;
- технологія "мокрий фасад" (зовнішнє утеплення стін з використанням багатошарового покриття);
- технологія "вентильований фасад" (зовнішнє утеплення стін з застосуванням навісних елементів, які передбачають наявність повітряного прошарку між утеплювачем і облицюванням).

Влаштування внутрішньої теплоізоляції зазвичай застосовується, коли неможливо утеплити стіну зовні (випадки з пам'ятниками архітектури зі складними поверхнями стіни) або коли промерзання стінових огороджувальних конструкцій в будівлі не носять масового характеру.

Роботи по влаштуванню внутрішнього теплоізоляції можуть виконуватися в будь-який час року та не вимагають встановлення додаткових дорогих риштовань.

Утеплення зсередини приміщення вигідно для зниження тепловтрат в кутах будинку.

Однак при даній технології зменшується корисна площа приміщень через збільшення товщини стін. Також в даному випадку за шаром утеплювача можливо формування конденсату.

Саме тому необхідно вживати заходів для захисту стіни від впливу вологи.

У число цих заходів входить влаштування пароізоляції з боку приміщення по всій площині утеплюваної стіни або організація ефективної аерації повітря в приміщенні. Приклад внутрішнього утеплення представлено на рисунку 1.

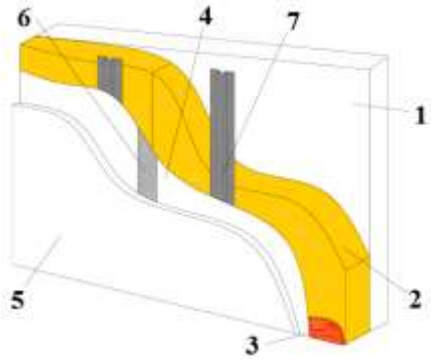


Рис. 1. Приклад технології внутрішнього утеплення стіни: 1 - стіна; 2 - мінераловатні плити; 3 - герметик (кути приміщення, уздовж підлоги, стелі і стін); 4 - пароізоляція; 5 - гіпсокартон; 6 - скотч для стиків; 7 - металевий профіль.

Технологія "мокрий фасад" передбачає кріплення утеплювача до стіни клеєм, який в переважній більшості випадків являє собою полімер-цементний розчин, який має високу адгезію і до несучої поверхні, а також до будь-якого типу утеплювача (рис. 2).

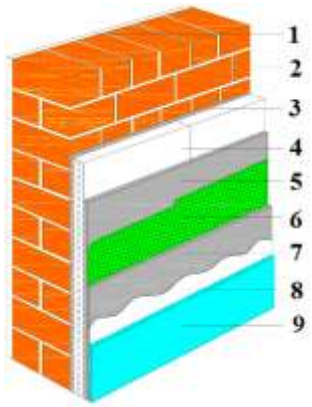


Рис. 2. Схема теплової реабілітації за системою «мокрий фасад»: 1 - внутрішня обробка; 2 - зовнішня стіна будівлі; 3 - розчин для приклеювання утеплювача; 4 - плитний утеплювач; 5 - розчин для приклеювання армуючого шару; 6 - армована сітка зі скловолокна; 7 - розчин для втоплювання армуючого шару; 8 - фарба грунтуюча; 9 - фасадна штукатурка.

Базовий шар, який оберігає утеплювач від фізичних впливів і атмосферних опадів, є основою для фактурного (декоративного) шару. Він складається з полімер-цементного клейового розчину і армуючої лужностійкої сітки зі скловолокна. Стійкість сітки до лужного

середовища, її якість і характеристики міцності впливають на довговічність захисного шару і його фізико-механічні властивості, тому що на базовий шар системи лягатиме основне навантаження протягом подальшої експлуатації будівлі. Декоративний шар системи утеплення захищає теплоізоляційний шар від зовнішніх впливів і виконує естетичні функції. Він являє собою шар фактурної штукатурки. Система «мокрий фасад» поєднує в собі простоту реалізації, помірну вартість і невелику вагу [4]. Серед недоліків можна виділити те, що система "мокрий фасад" передбачає проведення робіт тільки в теплу пору року. У зимову пору року роботи з цементним розчином пов'язані з необхідністю ізолювати фронт робіт від навколишнього середовища і створювання там температури за вище нуля.

Технологія "вентильований фасад" являє собою конструктивне рішення, що складається з плитного зовнішнього облицювального шару, металевого каркасу для утримання плит, вентильованого прошарку і шару утеплювача (рис. 3). Вентильовані фасади є оптимальним варіантом при реконструкції та капітальному ремонті будівель, тому що вони збільшують терміни експлуатації будівель і дозволяють заощадити кошти на утримання цих будівель. Навісні фасади ефективно вирішують задачу енергозбереження, а різноманітні в плані кольору і фактури матеріали, які використовуються для устрою зовнішнього оздоблювального шару, значно підвищують архітектурну виразність будівель.

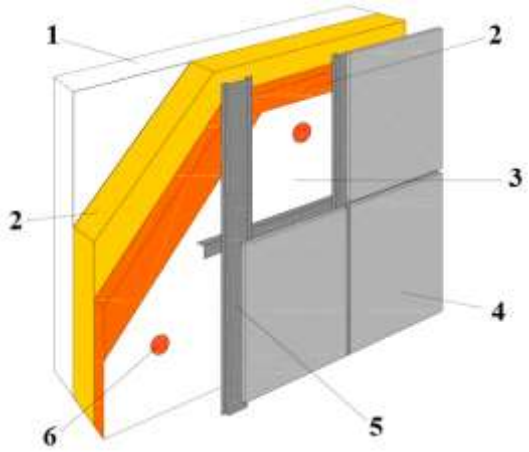


Рис. 3. Схема теплової реабілітації за системою «вентильований фасад»: 1 - захисна конструкція; 2 - мінераловатна плита; 3 - волого-вітрозахисна мембрана; 4 - декоративна облицювальна плита; 5 - напрямні; 6 - кріпильний елемент для утеплювача.

Перевагою навісних вентильованих фасадів є можливість їх використання в регіонах з великими добовими і річними перепадами температур, в регіонах з високою вологістю, в умовах, де традиційні фасадні матеріали мають коротким терміном експлуатації. Також навісні вентильовані фасади збільшують звукоізоляцію зовнішніх стін в 1,5-2 рази, що важливо для великих міст з інтенсивним транспортним рухом. Вентильований повітряний прошарок дозволяє знизити вологість утеплювача і стіни, що сприятливо позначається на температурно-вологісному режимі приміщення, збільшує загальний термічний опір стіни і покращує повітрообмін через зовнішні стіни. Вентфасади мають високу ремонтопридатність, тому що можна швидко замінити частину пошкодженого облицювання фасаду без шкоди для інших частин фасаду. За деякими дослідженнями [1,2] стверджується, що при реконструкції будівель з устроєм вентиляційних фасадів термін бездисконтної окупності інвестицій

становить 59 років, а термін окупності з урахуванням зростання тарифів на енергоносії - 20-24 років. Схема утеплення стіни по системі вентильованого фасаду показана на рисунку 3.

В якості теплової реабілітації існуючих цивільних будівель були розглянуті два з 3 варіантів, які застосовуються при реконструкції будівель, а саме технології "вентильований фасад" і "мокрий фасад". Технологія з утеплення стін зсередини приміщень в розрахунку не розглядалася через наявної можливості утеплювати стіни зовні без зменшення внутрішній простір, й істотного недоліку у вигляді утворення конденсату за утеплювачем.

Для додаткового утеплення по системі «вентфасад» був прийнятий утеплювач у вигляді мінераловатних плит «Rockwool Венті Баттс» теплопровідністю 0,040 Вт/(м·°С). Нормовані теплотехнічні показники матеріалів зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Теплотехнічні показники технології «вентильований фасад»

№	Матеріал шару	Товщина δ, м	Теплопровідність λ, Вт/(м·°С)	Термічний опір шару R_k, (м·°С)/Вт
1	Цементна штукатурка	0,03	0,81	0,037
2	Кладка (цегла керамічна)	0,64	0,56	1,143
3	Плити мінераловатні RockWool	х	0,04	х/0,04
4	Вентильований повітряний прошарок	0,06	-	-
5	Облицювання (керамограніт)	0,02	-	-

Необхідна товщина утеплювача $\delta_{ут}$ визначається згідно з формулою:

$$\delta_{ут} = \left(\frac{R_0^{норм}}{r} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{1}{\alpha_н} - \sum R_k \right) \cdot \lambda_{ут} \qquad (1)$$

де $R_o^{норм}$ – нормоване значення приведеного опору теплопередачі конструкції стіни, (м²·°С)/Вт;

r – коефіцієнт теплотехнічної однорідності;

$\alpha_в$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, Вт/(м²·°С);

$\alpha_н$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожі, Вт/(м²·°С);

$\lambda_{ут}$ – теплопровідність утеплювача, Вт/(м·°С).

Згідно теплотехнічного розрахунку необхідна товщина утеплювача при системі вентильованого фасаду склала 100 мм.

Для додаткового утеплення по технології «мокрий фасад» в розрахунку був прийнятий утеплювач у вигляді мінераловатних плит «Rockwool Фасад Баттс» теплопровідністю 0,042 Вт / (м·°С). Нормовані теплотехнічні показники матеріалів зведено в таблицю 2.

Таблиця 2

Теплотехнічні показники технології «мокрий фасад»

№	Матеріал шару	Товщина δ, м	Теплопровідність λ, Вт/(м·°С)	Термічний опір шару R_k, (м·°С)/Вт
1	Цементна штукатурка	0,03	0,81	0,037
2	Кладка (цегла керамічна)	0,64	0,56	1,143
3	Плити мінераловатні RockWool	х	0,042	х/0,042
4	Декоративна штукатурка	0,03	0,81	0,037

Згідно теплотехнічного розрахунку огороджуючої системи з використанням технології «мокрий фасад» необхідна товщина утеплювача склала 90 мм.

Висновки. підтверджено доцільність теплової реабілітації зовнішніх стін при реконструкції цивільних будівель, так як показники енергоефективності не відповідають діючим нормативам по тепловому захисту. Розглянуті системи дозволяють ефективно вирішувати завдання теплової реабілітації реконструйованих будівель.

Література

1. Сунак П.О. Аналіз заходів реконструкції житлового фонду за кордоном/ П.О. Сунак, Ю.А. Мельник, О.В. Мельник та ін. // Містобудування та територіальне планування: наук. техн. зб. – К.: КНУБА, 2014.– Вип.54.– С. 397-410
2. Мокрый фасад: применяемые материалы и особенности монтажа [Электронный ресурс]. – URL: http://mastera-fasada.ru/vidy-materialov/shtukaturim/mokryj-fasad-90
3. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 68с.
4. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 енергетична ефективність будівель Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 68с.

12. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Уваров П.Є., к.т.н., доц., Дорошенко Д.О., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Цілі, що ставляться перед проектами інвестиційно-будівельної сфери діяльності (ІБД), полягають у підвищенні якості виконання, забезпеченні надійної та безпечної експлуатації об’єктів будівництва, раціональної економії при будівництві об'єктів, сталого розвитку сфери інвестиційно-будівельної діяльності в цілому. Будівельні фірми повинні дотримуватися стандартів у будівництві, оскільки поняття якості об'єктів будівництва - це питання забезпечення безпеки, надійності та довговічності об'єктів, що будуються. Якість формується протягом усього життєвого циклу об’єкту будівництва: при створенні проекту, при виробництві будівельно-монтажних робіт а також при технічній експлуатації об'єкта. Під час зведення об'єктів будівництва працюють наступні системи: будівельна техніка, виконавці робіт, працівники виробничого, допоміжного та керуючого персоналу. Всі частини об'єднані у форму, яка допомагає отримати будівельні об'єкти потрібної якості, та збудовані у необхідні терміни. На їхню взаємодію негативно впливають багато факторів. Насправді здійснити оцінку впливу цих чинників не можливо, тому що немає єдиного формулювання впливу даних чинників. Тому можна розглянути можливість відхилення будівельного процесу, від прийнятих у проекті, тривалості, вартості будівництва.

Можливість отримання необхідного результату не регламентується нормами, які у будівництві. Отже, під час планування процесу будівництва необхідно оцінити ймовірність досягнення системою будівництва, закладених у проекті, вартості та тривалості. Також потрібне планування процесів будівництва з необхідною ймовірністю отримання проектних показників.

Розробка новітніх технологій, великий вибір будівельних матеріалів, збільшення кількості будівельних об'єктів вимагають все більшої надійності у будівництві. Створення прогнозів та зміна діяльності підрядних організацій дозволяють зменшити терміни, вартість будівництва.

Рівень надійності будівельної організації включає: місцеві погодні умови, умови будівництва, стан будівельного обладнання. Головний показник оцінки організаційно-технологічної надійності (ОТН) - це ставлення роботи до простою техніки та виконавців робіт. Ідеальний рівень безвідмовної роботи дорівнює «1», проте, практично його досягти неможливо й економічно недоцільно. З цього випливає, що подальше підвищення ОТН є нераціональним.

Раціональний рівень надійності будівельного виробництва – це граничний ефективний рівень, що досягається будівельною шляхом реалізації за допомогою змін, що покращують надійність. При збільшенні кількості будівельних машин та робітників відбувається суттєве подорожчання проекту інвестиційно-будівельної діяльності. Досвід показує, що максимальний ефект виходить від заходів, які проводять найперші, які вимагають витрат найменшої кількості ресурсів. Виявляється проблема вибору заходів для підвищення ОТН, які забезпечують максимальний ефект, тобто. формування раціональної програми дій щодо поліпшення структури проекту інвестиційно-будівельної діяльності та функціонування його підсистем.

Висновки. Вади в організації сучасних проектів інвестиційно-будівельної діяльності (ІБД) перешкоджають своєчасному введенню в експлуатацію об'єктів, підвищують вартість проекту ІБД, збільшують витрати ресурсів. Відставання розвитку організаційних структур ускладнення будівництва призводить до невідповідності фактичного результату до запланованого тобто. втрати керованості. Втрата керованості - результат невідповідностей між об'єктом й управлінською системою. Усунення невідповідностей можливе шляхом зміни системи управління проектом – об'єктом будівництва.

Структурні зміни – найменш затратні заходи підвищення ОТН будівництва. Структурні заходи здатні підвищити ефективність проекту інвестиційно-будівельної діяльності із найменшими витратами. Отже, економічний ефект підвищення організаційно-технологічної надійності зростає.

Література

1. Уваров П.Є. Принципи інтегрованого організаційно-технологічного проектування інвестиційно-будівельної діяльності. //Автореферат дис. … канд.. техн. наук, - Дніпропетровськ : ПДАБА, 2008. –20 с.
2. Уваров П.Е., Кравчуновская Т.С., Шпарбер М.Е. Логико-смысловое моделирование многоуровневых структур организационно-технологического проектирования строительных объектов./ Уваров П.Е., Кравчуновская Т.С., Шпарбер М.Е.// Вестник ДонНАСА. Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства. –Макеевка: ДонНАСА, 2009. – №6(80). – С.95-107

13. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Білошицький М.В., к.т.н., доц., Дзюбан О.Ю., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Енергоефективність житлових будівель є ключовим чинником сталого розвитку сучасного будівництва. За оцінками Європейської комісії, близько 40% кінцевого енергоспоживання в ЄС припадає на будівлі, з яких 75% – не відповідають сучасним вимогам енергоефективності [1]. Україна має схожу структуру споживання – житловий сектор становить понад 35% загального енергобалансу, що обумовлює потребу у системному аналізі енергоефективних рішень, особливо для малоповерхових будинків [2].

Метою роботи є аналіз показників енергоефективності малоповерхового житлового будинку.

Малоповерхові житлові будівлі (1-3 поверхи) формують значну частку індивідуального житлового фонду України, проте характеризуються високими питомими тепловтратами через оболонку та недостатню герметичність конструкцій. Ефективне проєктування таких будинків потребує комплексного аналізу енергетичних показників, що визначаються поєднанням трьох груп факторів: конструктивних, кліматичних та експлуатаційних.

Аналітична оцінка енергоефективності базується на положеннях ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [3] і міжнародного стандарту ISO 52016-1:2017 «Energy performance of buildings» [4].

Дослідження проведено для типового двоповерхового житлового будинку площею 120 м², розташованого в кліматичних умовах м. Київ (середня температура опалювального періоду – -3,5°С, тривалість – 180 діб). Моделювання здійснювалося в середовищі EnergyPlus із параметричним варіюванням основних показників конструкцій і систем вентиляції.

Конструктивні фактори характеризуються термопровідністю, товщиною утеплювача зовнішніх стін (R або U), U_w вікон та наявністю теплових містків.

Збільшення термічного опору стін від R = 1,5 до 3,5 м²·К/Вт знижує тепловтрати через огородження на 40-50 %. Оптимальний рівень для умов України – $R \geq 3{,}0$ м²·К/Вт, що відповідає товщині шару мінераловатного утеплювача 120-150 мм [5].

Частка вікон у площі фасадів (WWR) впливає на баланс теплових надходжень і втрат. Оптимальне співвідношення WWR = 25-35% при коефіцієнті теплопередачі вікон $U_w \leq 1{,}0$ Вт/м²·К забезпечує зниження енергоспоживання на 15-20% без втрати денного освітлення [5].

До основних кліматичних факторів належать: місцеві погодні умови, середньомісячні температури та тривалість опалювального періоду.

Згідно з [3] для житлових будинків (для умов м. Києва) розрахункова температура внутрішнього повітря $t_в = 20$°С, розрахункова температура зовнішнього повітря для – $t_з = –22$°С. Кількість градусо-діб опалювального періоду для І температурної зони – $D_d = 3750$°С·діб, тривалість опалювального періоду – $z_{оп} = 187$ діб.

Експлуатаційні фактори – це повітропроникність, режим вентиляції, внутрішні теплові навантаження.

Повітропроникність (герметичність) будівлі є одним із ключових показників енергоефективності, який визначає обсяг неконтрольованого повітрообміну між внутрішнім середовищем приміщення та зовнішнім повітрям через огороджувальні конструкції, стики, віконні та дверні блоки. Характеризується кратністю повітрообміну при різниці тисків 50 Па, що визначається показником n_{50} (1/год) – кількість повних обмінів повітря у приміщенні за годину при перепаді тиску 50 Па [4]. Цей параметр істотно впливає на теплові втрати будівлі, вологісний режим огороджень та комфорт мешканців. При n_{50} = 5 1/год (типові будівлі 1990-х років) втрати тепла через інфільтрацію сягають 30-35% від загальних. Зменшення n_{50} до 1 1/год (енергоефективний рівень) знижує річне енергоспоживання на 20-25%, але потребує механічної вентиляції з рекуперацією.

Інфільтраційні втрати можуть становити до 30-40% від загальних тепловтрат будинку [2]. Це особливо актуально для малоповерхових будівель із великою площею огороджень на одиницю об’єму.

Втрати тепла через неконтрольовану інфільтрацію визначаються за формулою:

$$Q_{інф} = 0.28 \cdot n \cdot V \cdot \Delta T \quad (1)$$

де n – фактична кратність повітрообміну (1/год);

V – об’єм приміщення (м³);

ΔT – різниця температур між внутрішнім і зовнішнім повітрям (°C).

Згідно [3], нормативні значення n_{50} для будівель різного типу становлять (табл. 1):

Таблиця 1

Нормативні значення n_{50} для будівель різного типу

Тип будівлі	Клас енергоефективності	n_{50}, 1/год
Звичайна будівля (до 2000 р.)	–	4-7
Енергоощадна будівля	«С-В»	2,0-3,0
Енергоефективна будівля	«А»	1,0-1,5
Пасивний будинок (PHI, EN 13829)	«А+»	≤ 0,6

Таким чином, для досягнення сучасного рівня енергоефективності класу «А» рекомендовано забезпечувати повітропроникність не більше ніж n_{50} = 1,0 1/год.

Для малоповерхового будинку площею 120 м², висотою поверхів 2,8 м (V=336 м³) та температурною різницею ΔT = 35°C:

при n_{50} = 5,0 (звичайна будівля) – $Q_{інф}$=0,28×5×336×35=16,4 кВт;

при n_{50} = 1,0 (герметичний будинок) – $Q_{інф}$=3,3 кВт.

Отже, зниження повітропроникності у п’ять разів зменшує тепловтрати через інфільтрацію приблизно на 80%, що еквівалентно економії 30-40 кВт·год/м²·рік у споживанні енергії на опалення.

Системи вентиляції з рекуперацією ефективністю 70-80% дають економію 12-18 кВт·год/м²·рік, що становить близько 25% загальної потреби на опалення [5].

На основі параметричного моделювання для клімату м. Київ визначено узагальнені показники річного енергоспоживання (табл. 2):

Таблиця 2

Узагальнені показники річного енергоспоживання

Конфігурація будинку	$U_{стін}$ (Вт/м²·К)	n_{50} (1/год)	η_{rec} (%)	E, кВт·год/м²·рік
Базовий (типовий 2000-х)	0,65	5,0	0	185
Покращений утеплювач + герметичність	0,35	2,0	0	115
Герметичний + рекуперація 70 %	0,30	1,0	70	68
Пасивний рівень (n50 ≤ 0,6; $U_w \leq 0,9$)	0,20	0,6	80	45

Отримані результати показують, що зниження коефіцієнтів теплопередачі $U_{стін}$ і U_w, а також застосування рекуперації, забезпечують зменшення енергоспоживання майже у 4 рази порівняно з типовими будівлями початку 2000-х років.

Висновки. основні параметри, що визначають енергоефективність малоповерхового житлового будинку – U-значення огороджень, герметичність, рекуперація тепла та площа засклення. Для кліматичних умов України оптимальними є такі орієнтири: $U_{стін} \leq 0,30$ Вт/м²·К ($R \geq 3,0$ м²·К/Вт); $Uw \leq 1,0$ Вт/м²·К; $n_{50} \leq 1,0$ 1/год; $\eta_{rec} \geq 70\%$. Реалізація цих параметрів дає змогу зменшити споживання енергії на опалення до 60-70%, що відповідає класу енергоефективності «А» згідно з чинними нормативами [3]. Використання параметричного аналізу в процесі проєктування дозволяє знайти економічно оптимальний баланс між капітальними витратами та експлуатаційною економією протягом життєвого циклу будинку.

Література

1. European Commission. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) Recast 2018/844/EU. Brussels, 2018.
2. Міненерго України. Звіт про енергетичний баланс України за 2023 рік. Київ, 2024. https://ukrstat.gov.ua/metaopus/2023/2_03_08_03_2023.htm
3. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Київ: Мінрегіонбуд України, 2021.
4. ISO 52016-1:2017. Energy performance of buildings – Calculation of energy needs for heating and cooling.
5. Dodoo A., Gustavsson L., Sathre R. Primary energy implications of ventilation heat recovery in residential buildings (2011). Energy and Buildings 43(7):1566-1572. DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.02.019.

14. МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО В СВІТІ І ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПЕРЕВАГИ В УКРАЇНІ

Давиденко О.А. к.т.н, доц., Нєкрасов О.С., асп.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Модульне будівництво є однією з ключових тенденцій розвитку сучасного будівельного виробництва, заснованою на принципах індустріалізації, уніфікації та цифрового контролю процесів. Його сутність полягає у виготовленні об'ємних або пласких конструкційних елементів у заводських умовах із подальшим транспортуванням і монтажем на будівельному майданчику. Такий підхід дає змогу забезпечити високу точність виготовлення, скоротити тривалість будівельного циклу та мінімізувати залежність від погодних умов.

Порівняльний аналіз свідчить що за рахунок збору модулів на заводі й відсутності впливу погодних умов модульне будівництво має значну перевагу в техніко-економічних показниках в порівнянні з більш звичними методами. У середньому тривалість реалізації модульного об'єкта скорочується на 50-60% порівняно з класичними технологіями, якщо для зведення стандартного житлового будинку необхідно 12–24 місяці, то аналогічний модульний об'єкт може бути побудований протягом 6–12 місяців. Це досягається завдяки можливості паралельного виконання будівельних і виробничих робіт: виготовлення модулів здійснюється одночасно зі спорудженням фундаменту. При тому що зазвичай скорочення строків будівництва несе за собою збільшення витрат, вартість модульного будівництва загалом зменшується на 10–20 %, що пояснюється скороченням тривалості робіт, зменшенням потреби в робочій силі та зниженням втрат матеріалів. Крім того, кількість будівельних відходів при заводському виготовленні модулів не перевищує 2%, тоді як при звичайному зведенні споруд цей показник сягає 8-10%. Також з точки зору енергоефективності, модульні будівлі мають покращені теплоізоляційні характеристики за рахунок використання сендвіч-панелей, тришарових стінових систем і точного монтажу стиків. Це забезпечує зменшення тепловтрат на 20-30% у порівнянні з традиційними конструкціями. Додатково, контроль якості в заводських умовах дозволяє досягти геометричної точності елементів до 1-2 мм, що позитивно впливає на герметичність і довговічність споруд. Важливою перевагою є також і екологічний аспект: завдяки скороченню транспортних операцій, використанню локальних матеріалів та повторній переробці елементів рівень викидів CO_2 зменшується до 40% [2 с. 8]. Таким чином, модульне будівництво не лише підвищує ефективність виробничих процесів, а й сприяє зниженню екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Світова практика демонструє стабільне зростання використання модульних технологій у різних галузях будівництва. Зокрема, у США реалізовано житловий комплекс Carmel Place (Нью-Йорк, 2017), який складається з 65 сталевих модулів. Тривалість будівництва становила чотири місяці, що на 45% менше від традиційного терміну.

Велика Британія є одним із лідерів у сфері модульного будівництва. У місті Кройдон зведено хмарочос Ten Degrees, який складається з 1359 просторових модулів, виготовлених компанією Vision Modular Systems. Завдяки використанню

інформаційного моделювання (BIM) і попередньо інтегрованих інженерних систем, загальний цикл будівництва скоротився на 55%, а витрати – на 20%. Будівля Dalston Works (Лондон) є прикладом застосування дерев'яних конструкцій типу CLT (Cross-Laminated Timber). Використання клеєної деревини дозволило зменшити масу будівлі на 30 % і викиди CO_2 на 80 % порівняно з аналогічними об'єктами зі сталі чи бетону.

У Сінгапурі реалізовано проєкт Clement Canopy, побудований за технологією PPVC (Prefabricated Prefinished Volumetric Construction). Будівля висотою 140 метрів складається з 1886 бетонних модулів, повністю виготовлених і оздоблених на заводі. Контроль геометрії здійснювався із застосуванням тривимірного лазерного сканування.

В Україні модульне будівництво перебуває на етапі становлення, однак має значний потенціал для застосування, особливо у сфері швидкого відновлення житлової та соціальної інфраструктури. Уже реалізовано низку пілотних проєктів у Київській, Львівській та Чернігівській областях за підтримки міжнародних організацій (UNHCR, USAID) [1 с. 107]. Для таких споруд застосовуються металеві або дерев'яні каркасні системи, утеплені мінеральною ватою, з використанням збірних фасадних панелей і модульних інженерних блоків. Подальший розвиток технології в Україні потребує створення нормативно-технічної бази для проєктування і сертифікації модульних конструкцій, впровадження BIM-технологій у державну будівельну практику та організації виробництва серійних будівельних модулів. Очікується, що перехід до промислового виготовлення конструкцій дозволить скоротити середній цикл будівництва житлових об'єктів на 35-45%, зменшити собівартість на 15-20% і підвищити енергоефективність на 25-30%.

Висновки. Модульне будівництво є ефективним напрямом модернізації будівельної галузі, що поєднує переваги промислової збірності, стандартизації та цифрового управління процесами. У порівнянні з традиційними методами, воно забезпечує суттєве скорочення термінів будівництва, зниження витрат і підвищення якості споруд. Міжнародний досвід підтверджує доцільність широкого впровадження модульних технологій у житлове та комерційне будівництво. Для України розвиток цієї галузі має стратегічне значення, оскільки дозволить оперативно відновлювати житловий фонд, оптимізувати використання ресурсів і забезпечити сталий розвиток інфраструктури.

Література

1. Container settlements built in Ukraine and Western Europe in 2022. Analysis and design recommendations: Oksana Pekarchuk. et al., 2023. https://architectus.pwr.edu.pl/files/numery/74_11.pdf
2. Modular Construction: A Comprehensive Review. Zohourian M. et al., 2025. https://www.mdpi.com/2075-5309/15/12/2020
3. Modular houses as a form of sustainable construction. Kysiak A. et al., 2023 https://www.researchgate.net/publication/376744318_Modular_houses_as_a_form_of_sustainable_construction

15. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАНІТНОГО АСПІРАЦІЙНОГО ПИЛУ В РЕМОНТНИХ СУМІШАХ

Сятковський О.А., ст. викл.
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Широке застосування сухих будівельних сумішей (СБС) є принципово важливим в умовах збільшення обсягів будівництва, а також ремонту та реконструкції. Актуальним є практика використання відходів промисловості (зокрема гранітний аспіраційний пил) у поєднанні з різними мінеральними добавками при формуванні складів цих сумішей. Визначальним фактором є обґрунтоване розуміння вибору оптимальних складів для забезпечення високих показників якості сумішей [1, 2]. Максимальний рівень ефективності застосування сухих будівельних сумішей досягається при поєднанні високих показників основних фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик. Забезпечення належного рівня ефективності є складовою процесу підбирання складів цих сумішей [1]. Поряд з традиційними в'яжучими матеріалами, наповнювачами та полімерними добавками широку актуальність набув процес використання відходів промисловості. Серед поширених матеріалів які активно застосовуються при виробництві це золи виносу, мелені шлаки, аспіраційний гранітний пил та інші.

Проблеми застосування відходів промисловості тісно пов'язані з питаннями ресурсоефективності та екологічних чинників [2]. Використання відходів дає змогу зменшити їх накопичення та знизити об'єми добування природніх матеріалів [2]. Також використання відходів дає змогу отримати склади сухих сумішей з оптимальними властивостями та належними рівнями таких показників як адгезійна міцність та капілярне водопоглинання [1, 3]. Серед відомих праць особливу увагу посідають роботи Л. Дворкіна, О. Дворкіна, М. Саницького, В. Очеретного, Р. Рунової. В працях цих вчених приділена особлива увага основним властивостям сухих сумішей, бетонів та розчинів з використанням відходів промисловості. Зокрема відмічено що додавання аспіраційного гранітного пилу зменшує пористість та посилює структуроутворення [2].

При виробництві сухих будівельних сумішей, а зокрема в ремонтних сумішах, а саме ці суміші досліджувалися, враховують вимоги чинного в Україні стандарту ДСТУ EN 1504-3:2022 «Вироби і системи для захисту й ремонту бетонних конструкцій. Визначення, вимоги, контроль якості та оцінювання відповідності. Частина 3. Ремонт несівних та ненесівних конструкцій» (EN 1504-3:2005, IDT). Зокрема, в п. 5.2 наводиться таблиця з основними показниками та вимогами які наведені в таблиці 1 [4]. З врахуванням вимог стандарту було обрано для дослідження такі важливі показники, як, міцність зчеплення з основою, міцність на стиск та водопоглинання. Склад сухої ремонтної будівельної суміші підбирався з врахуванням вимог чинних НД в Україні (ДСТУ Б В.2.7-126, ДСТУ EN 1504-3).

Основні складові досліджуваних сумішей:

- портландцемент ПЦ-1-500 (Волинь-Цемент);
- пісок кварцевий модуль крупності $М_{кр}$ =1,5;
- гранітний аспіраційний пил (Клесівський кар'єр нерудних матеріалів «Технобуд»), дійсна густина якого – 2,82 г/см^3, дисперсність – 500 м^2/кг;

- метакаолін (Чернівецьке родовище) дійсна густина якого – 2,6 г/см^3, дисперсність – 1500 м^2/кг;
- мікрокремнезем (Італія) дійсна густина якого – 2,2 г/см^3, дисперсність – 2500 м^2/кг;
- як додаткові матеріали використовували суперпластифікатор (СП), ефір целюлози (ЕЦ) та редиспергований полімерний порошок (РПП).

Таблиця 1

Вимоги до деяких експлуатаційних характеристик матеріалів для ремонту конструкційних та неконструкційних об'єктів згідно ДСТУ EN 1504-3:2022

№ п/п	Назва показника	Метод випробування	Вимоги			
			Структурні об'єкти		Неструктурні об'єкти	
			Клас R4	Клас R3	Клас R2	Клас R1
1	Міцність на стиск	ДСТУ EN 12190:2022	≥45 МПа	≥25 МПа	≥15МПа	≥10 МПа
2	Міцність зчеплення (адгезія)	ДСТУ EN 1542:2022	> 2,0 МПа	> 1,5 МПа	≥ 0,8 Мпа	
3	Капілярне водопоглинання	ДСТУ EN 13057:2022	< 0,5 кг м^2 h^{0,5}		≤ 0,5 кг м2 h0,5	-

За основу випробувань було взято 4 склади сумішей: відповідно контрольний (склад 1), суміш+гранітний пил (склад 2), суміш+метакаолін (склад 3), суміш+мікрокремнезем (склад 4).

Визначення показника міцності зчеплення з основою (адгезійна міцність) проводили по методиці що зазначена в ДСТУ EN 1542:2022 «Вироби та системи для захисту та ремонту бетонних конструкцій. Методи випробувань. Вимірювання міцності з'єднання відриванням» (EN 1542:1999, IDT), шляхом визначення міцності при відриві стандартного відривача круглої форми ($S_{від}$ = 1962.5 мм^2) в адгезиметрі електронно-механічної дії. Суміш що випробовується нанесена на відповідним чином підготовлену бетону поверхню (плита 300×300×100 мм). Кожного складу суміші та зразків готували по 3 комплекти. Міцність на стиск проводили керуючись методикою ДСТУ EN 12190:2022 «Вироби та системи для захисту та ремонту бетонних конструкцій. Методи випробувань. Визначення міцності ремонтного розчину на стиск» (EN 12190:1998, IDT), шляхом проведення випробувань стандартних балочок (160×40×40 мм) на максимальне зусилля стиску між двома випробувальними пластинами на випробувальному пресі гідроелектричної дії. Визначення капілярного водопоглинання проводили згідно методики ДСТУ EN 13057:2022 «Вироби та системи для захисту та ремонту бетонних конструкцій. Методи випробувань. Визначення опору капілярному поглинанню» (EN 13057:2002, IDT) [9] шляхом визначення кількості води поглинутої зразком ремонтної суміші круглого перерізу (D = 100 мм, h = 30 мм) який розміщений в ємності з водою та занурений на глибину 2 мм на встановлений лабораторний термін випробування (28 діб). Результат опрацьовується зважуванням та розрахунком. Також для дослідження важливим є показник розтічності суміші на

струшуючому столику. Даний показник визначали за методикою що зазначена ДСТУ Б В.2.7-187:2009 «Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск».

Таблиця 2

Основні властивості сумішей

№ п/п	Склад	В/В	Крупність заповнювача, не більше, мм	Середня густина, кг/м^3	Водоутримуюча здатність, %	Розплив конуса, мм (при в/ц-0,6)	Міцність зчеплення з бетонною основою згідно ДСТУ EN 1542 після витримування у сухих умовах, МПа	Міцність на стиск, МПа (випробувальні балочки у віці 28 діб)	Капілярне водопоглинання, кг·м$^{-2}$·h^{0,5}
1	Склад 1	0,68	0,63	2220	93,0	170,0	1,35	28,2	0,38
2	Склад 2	0,7	0,63	2090	94,2	168,0	1,38	28,0	0,37
3	Склад 3	0,73	0,63	2100	93,2	165,0	1,48	29,2	0,31
4	Склад 4	0,74	0,63	2100	95,2	165,0	1,51	30,1	0,29

Висновки. Дослідження доводять та підтверджують ефективність комплексного застосування відходів промисловості (аспіраційного гранітного пилу) у поєднанні з активними мінеральними добавками (метакаолін, мікрокремнезем) з отриманням стійких показників адгезії та водопоглинання. Зокрема при рівнях введення в склад суміші від 2 до 4% активних добавок спостерігається підвищення міцності адгезії сухої будівельної ремонтної суміші на 15-25% (до показників 1,3-1,6 МПа) в порівнянні з контрольним складом, а також суттєве зниження, на рівні до 30% капілярного водопоглинання.

Літератури

1. Рунова Р. Ф., Носовський Ю. Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів. Київ: КНУБіА, 2007. 256 с.
2. Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л., Пушкарьова К. К., Кочевих М. О., Мохорт М. А. Використання техногенних продуктів у будівництві. Рівне: НУВГП, 2009. 340 с.
2. Дворкін Л. Й. Бетони нового покоління / Л. Й. Дворкін, В. В. Житковський, О. М. Бордюженко, В. В. Марчук, Ю. О. Рубцова. НУВГП. 2021. 317 с.
3. ДСТУ EN 1504-3:2022 «Вироби і системи для захисту й ремонту бетонних конструкцій. Визначення, вимоги, контроль якості та оцінювання відповідності. Частина 3. Ремонт несівних та ненесівних конструкцій» (EN 1504-3:2005, IDT).
4. ДСТУ Б В.2.7-126:2011 «Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови».

16. АРОЧНІ МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ: ПЕРЕВАГИ КРИВОЛІНІЙНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ДЛЯ ПРОЛЬОТІВ ПОНАД 50 М

Арсірій А.М., к.т.н., доц., Лизько М.М., студ.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Арочні металеві конструкції вже багато століть вражають своєю здатністю поєднувати форму та функцію. Вони виступають не просто елементом будівництва – арки є символом інженерної досконалості та архітектурної витонченості, можливість створювати великі відкриті простори без зайвих опор. Від кам'яних арок Римської імперії до сучасних сталевих споруд – арка завжди була відповіддю на потребу відмінної витривалості, естетики та ефективного використання матеріалів.

У XX і XXI століттях розвиток металургії, будівельної механіки та цифрових методів проектування дозволив реалізувати значно більші прольоти, ніж раніше. Індустріалізація виробництва сталі, стандартизація профілів, удосконалення зварювання та кріплення – все це привело до того, що архітектори та інженери почали створювати конструкції, які раніше здавались фантастичними. Особливо це важливо при зростанні вимог до просторів відкритих, безперервних, з складними формами даху або покриття, з великими прольотами (понад 50 метрів.

Арка – це геометрична форма з кривою віссю, яка має особливі характеристики розподілу навантаження і напряму сил, які відрізняються від рамних конструкцій. Криволінійна геометрія арки дозволяє ефективно передавати сили стиску через дугу, зменшуючи згинальні моменти і економлячи матеріал, простір, а також створювати архітектурно виразні об'єми. Саме ці аспекти критичні, коли розглядаються прольоти понад 50 метрів – вони вимагають від конструкції високої цілісності, жорсткості, стійкості та ефективного використання матеріалів.

У сучасному будівництві мостів аркові конструкції мають особливу роль, бо саме вони дозволяють зробити прольоти довшими ніж 50 метрів, при цьому ефективно використовуючи матеріал і підкреслюючи архітектурну виразність. Дослідження, присвячені аналізу максимально можливого прольоту аркових мостів, показують, що важливі не тільки властивості матеріалів, а й форма самої арки [1].

Мета роботи – проаналізувати конструктивні та геометричні переваги арочних металевих систем для прольотів понад 50 м і виявити вплив криволінійної форми на ефективність розподілу навантажень та економію матеріалу.

Сучасні інженери та науковці довели, що вигляд арки впливає на те, як розподіляються навантаження, і визначає, наскільки довгий може бути прольот без втрати стійкості. Порівняння різних форм арки показує: правильно підібрана крива дозволяє збільшити прольот, зменшити витрати матеріалу і уникнути зайвих згинів (Рис. 1).

Результати розрахунків показують, що криволінійні схеми краще відповідають умовам, коли потрібно досягти оптимального відношення довжини прольоту до висоти арки [2]. Наприклад, при прольотах більше 50 метрів плавність форми арки дозволяє рівномірно розподілити зусилля, що дозволяє металевим аркам витримувати навантаження і бути економічними.

Важливо зазначити, що наукові дослідження поєднуються з експериментами і прикладами з реальних проектів. У публікаціях звертається увага на те, що графіки і

моделі підтверджують: при правильної формі арки і відповідних матеріалах прольоти можуть бути значно довшими, ніж у традиційних системах [2].

Висновки. Арочні металеві конструкції демонструють гармонійне поєднання інженерної ефективності та архітектурної виразності. Криволінійна геометрія допомагає конструкторам досягати великих прольотів при мінімальних витратах матеріалу, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження і високу стійкість споруди. Сучасні дослідження підтверджують, що саме геометрична форма арки визначає її технічну доцільність та естетичну цінність. Розвиток цифрових технологій проєктування відкриває нові можливості для реалізації складних конструкцій.

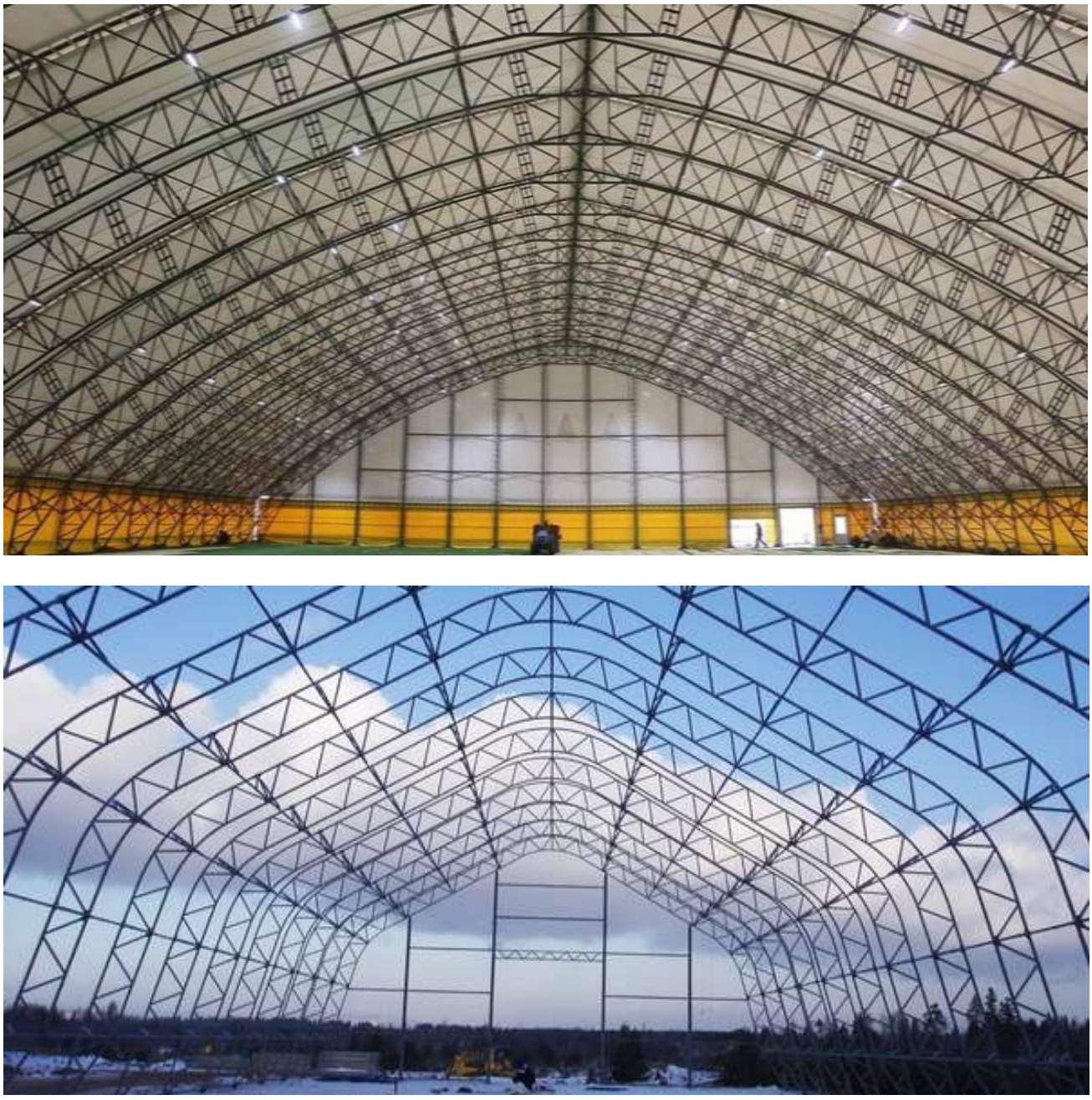


Рис. 1. Практичні приклади використання арочних конструкцій в Україні на прольотах довше 50 м

Література

1. ТОВ "Метал Монтаж Сервіс". Виготовлення металоконструкцій. Будівельні металеві конструкції будь-якої складності. Професійний монтаж всіх видів металоконструкцій та гарантія якості [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://metallservice.com.ua/arochni-konstruktsiyi.html (дата звернення: 02.10.25)
2. Sustainability 2022. Theoretical Analysis of Ultimate Main Span Length for Arch Bridge. Xianxiong Zhang, Zhuozhang Deng, Genshen Fang, 2022 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/24/17043 (дата звернення: 02.10.25)

17. ФАКТОРИ УСПІХУ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ. АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ

[1]Морозенко М.О., асп., [2]Гігінеішвілі К.В., асп., [1]Соколенко В.М., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ [1]
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця [2]

Післявоєнна відбудова є складним і багатогранним процесом, який поєднує технічні, економічні, соціальні та гуманітарні аспекти. Попри прагнення до впорядкованості й передбачуваності, цей процес часто супроводжується значними труднощами у плануванні, координації та оцінюванні результатів. Наявність універсальної стратегії, яку можна було б застосувати в різних контекстах, залишається дискусійним питанням.

Хоча міжнародна практика накопичила чималий досвід реагування на наслідки збройних конфліктів і катастроф, ефективних моделей іноземного втручання наразі не існує. У фаховій літературі неодноразово підкреслювалося, що навіть кваліфіковані та сумлінні фахівці нерідко уникають цієї теми через її політичну та соціальну складність.

Проблеми та ризики міжнародної допомоги. Іноземна допомога у сфері відбудови має як позитивний потенціал, так і низку ризиків, пов’язаних із соціальними, політичними та економічними обмеженнями. Помилково організована допомога може:

- гальмувати місцеві процеси відновлення;
- монополізувати локальні професійні ресурси;
- формувати залежність від зовнішніх донорів;
- підривати авторитет місцевих органів влади;
- інституціоналізувати патерналістські відносини між агентствами та громадами;
- провокувати соціальну напругу та міжгрупові суперечності.

Такі ситуації можуть спричиняти “вторинну катастрофу”, коли допомога, спрямована на розвиток, фактично поглиблює проблеми відновлення.

Соціально-психологічні та гуманітарні аспекти. Післявоєнна відбудова не може обмежуватися лише фізичною реконструкцією зруйнованих об’єктів. Війна й людські втрати є симптомами глибших системних проблем, які вимагають комплексного аналізу психологічних, соціальних і культурних наслідків.

Часто політики та практики уникають тем, пов’язаних із психологічною травмою, пом’якшенням конфліктів або захистом прав людини, оскільки ці сфери складно піддаються кількісній оцінці. Проте ефективні програми відновлення враховують саме ці аспекти, адаптуючи заходи до місцевого соціокультурного контексту.

Принципи ефективних програм відновлення. Ефективна програма післявоєнного відновлення передбачає:

- глибоке розуміння хронічних стресових факторів і передумов конфлікту;
- поступове зменшення зовнішнього впливу та перехід контролю до місцевих структур;
- використання локальних ресурсів та технологій;
- спрямування основної частини фінансування в межах постраждалої території;

- концентрацію зусиль на певних галузях, що безпосередньо відображають причини конфлікту;
- системну комунікацію між науковими установами, урядовими структурами та місцевими партнерами.

Ключовим чинником успіху є налагодження збалансованого партнерства між міжнародними агентствами та місцевими організаціями, заснованого на обміні знаннями, а не лише фінансовими ресурсами.

Аналіз досвіду післявоєнної відбудови у низці міст дозволяє виділити спільні закономірності:

- Катастрофа має розглядатися не лише як фізичне явище, а як соціальний процес, що визначається її наслідками для людей.
- Первинні причини катастрофи визначають траєкторію відновлення: чинники, які формували місто до війни, залишаються визначальними і після неї.
- Післявоєнна відбудова часто характеризується конфліктом між ностальгією населення та професійними підходами архітекторів і планувальників.
- Іноземні агентства схильні недооцінювати цінність місцевих ресурсів та створювати ієрархічні відносини “донор — отримувач”.
- Ефективне використання інформаційних технологій може бути не менш цінним, ніж фінансова допомога.
- Успішні короткострокові заходи не гарантують довгострокового сталого розвитку.
- Ефективність відновлення залежить від взаємодії координаційного агента з місцевою громадою.
- Результати відбудови значною мірою залежать від характеру конфлікту та соціокультурних чинників.
- Успішність відновлення відрізняє післявоєнні програми від реагування на стихійні лиха.

Висновки. Нескоординованість більшості традиційних підходів до післявоєнного відновлення обумовлює потребу у розробленні нових моделей міжнародного втручання, заснованих на принципах локалізації, інтегрованості та стійкого розвитку.

Подальші наукові дослідження можуть відіграти ключову роль у формуванні ефективних стратегій взаємодії між іноземними агентствами та постраждалими громадами, що забезпечить результативність майбутніх програм відновлення.

18. ЕТАПИ ТА НАСЛІДКИ ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ, ЗРУЙНОВАНИХ ВІЙНОЮ. ЧИННИКИ ТА ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ШВИДКІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ

[1]Морозенко М.О., асп., [2]Гігінеішвілі К.В., асп., [1]Соколенко В.М., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ[1]
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця [2]

Ефективність відновлення територій, що зазнали руйнувань унаслідок катастроф чи збройних конфліктів, значною мірою залежить від узгодженості дій суб'єктів, залучених до цього процесу. У випадках, коли політика державних та міжнародних агентств не має чітко визначених орієнтирів, а інструменти реалізації програм відновлення застосовуються вибірково, відсутність координації призводить до дестабілізації системи управління та зниження ефективності використання фінансових ресурсів.

Фаза відновлення (до одного року). У короткостроковій перспективі гуманітарна допомога, як правило, спрямовується на задоволення першочергових потреб постраждалого населення. Проте за відсутності єдиного стратегічного підходу ресурси витрачаються безсистемно, що знижує результативність заходів.

Основними характеристиками цього періоду є:

- розсіювання фінансових потоків унаслідок відсутності централізованого контролю;
- реалізація проєктів без узгодження із генеральними планами розвитку територій;
- невиконання зобов'язань щодо надання субсидій через складність бюрократичних процедур.

Таким чином, початкова хвиля громадського ентузіазму швидко згасає, а ефективність гуманітарних програм суттєво знижується.

Фаза розвитку (до 2–5 років). На другому етапі відбувається зниження обсягів гуманітарної підтримки. Це зумовлено як зменшенням міжнародної уваги, так і вичерпанням фінансових можливостей донорів.

Серед основних тенденцій цього періоду можна виділити:

- поступове згортання діяльності міжнародних організацій і центральних органів влади в зоні відновлення;
- втрату інформаційного інтересу до проблематики катастрофи;
- зростання апатії серед населення, що очікує на допомогу від зовнішніх структур;
- порушення системи комунікацій між місцевими громадами та органами влади.

У результаті формується ситуація соціальної дезорієнтації, що ускладнює реалізацію будь-яких програм відбудови.

Фаза перспективного розвитку регіону (до 5–20 років). На завершальному етапі постраждалі громади опиняються у стані економічної та соціальної вразливості. В умовах ринкової економіки подальше відновлення залежить від рівня попереднього добробуту населення, доступу до фінансових ресурсів та адміністративних зв'язків.

Типові проблеми цього періоду включають:

- структурну деградацію місцевої економіки;
- втрату довіри між населенням і представниками влади;
- ослаблення соціальних інституцій і системи громадської солідарності;
- відсутність системного планування соціальної реабілітації.

Таким чином, відновлення соціальних структур часто здійснюється стихійно, без попереднього аналізу потреб і без координації між різними суб'єктами.

Отримані результати аналізу свідчать, що ефективне планування заходів повоєнного реагування має розглядатися як довготривалий процес соціально-економічної реабілітації, інтегрований у загальну систему місцевого розвитку. Пріоритетним завданням є створення узгодженої політики дій усіх зацікавлених сторін — державних органів, міжнародних партнерів, місцевого самоврядування та громадянського суспільства. Лише комплексний і скоординований підхід дозволяє забезпечити стійке відновлення, відновити довіру між владою та громадянами і створити умови для сталого розвитку постраждалих територій.

Ключовими чинником у процесі після воєнного відновлення є активізація місцевої економіки. Пріоритетами у фазі післявоєнного розвитку є економічне відновлення котре спрямоване на економічну самостійність регіону. Відновлення місцевої економіки та забезпечення зайнятості населення часто мають для постраждалих громад більш вирішальне значення, ніж безпосереднє отримання матеріальної допомоги після завершення фази надзвичайної ситуації. Саме економічна активність є запорукою поступової стабілізації соціально-побутового середовища та відновлення самодостатності.

Організації, що здійснюють гуманітарну та відновну діяльність, повинні враховувати ієрархію потреб місцевого населення, спрямовуючи ресурси на розв'язання найбільш актуальних проблем. Кожен проєкт чи інвестиційний внесок мають бути заплановані, обґрунтовані та синхронізовані з відповідною фазою відновлення.

Наприклад, надання матеріальної допомоги у вигляді продуктів харчування чи одягу є доцільним лише у перші тижні після катастрофи, коли задоволення базових потреб має критичне значення. У подальшому така допомога може розцінюватися як недоречна або навіть принизлива, оскільки на цьому етапі громада переходить до процесу відновлення економічної самостійності.

2. Тривалість і динаміка фаз відновлення

Тривалість кожної наступної фази післякатастрофічного відновлення визначається як кратна величина тривалості фази надзвичайної ситуації. Такий підхід відображає як масштаб руйнувань, так і рівень соціально-економічного потенціалу громади.

Залежність між тривалістю фаз можна виразити формулою:

$$t(R) = t(E) \cdot k \tag{1}$$

де: *t(R)* – тривалість процесу відновлення; *t(E)* – тривалість фази надзвичайної ситуації; *k* – постійний коефіцієнт, що відображає місцеві тенденції до війни, масштаби збитків та ресурси, доступні для відновлення.

Цей коефіцієнт є індикатором адаптаційного потенціалу громади: чим менше значення *k,* тим швидше суспільство повертається до стабільного функціонування.

Фактори, що впливають на швидкість відновлення.

Темп реалізації відновлювальних процесів безпосередньо залежить від кількох взаємопов'язаних чинників:

- рівня розвитку регіону (громади) до настання катастрофи;
- характеру та масштабів руйнувань;
- ефективності управління та координації дій суб'єктів відновлення;
- рівня довіри між населенням і владними структурами.

Успішність реалізації проєктів залежить також від гнучкості інституційних структур та здатності органів місцевого самоврядування забезпечити узгодження дій міжнародних і національних агентств.

Висновки. саме активізація місцевої економіки та відновлення зайнятості мають розглядатися як ключові інструменти переходу від гуманітарної допомоги до сталого розвитку. Збалансоване поєднання матеріальної підтримки на початковому етапі та економічного стимулювання в подальшому забезпечує ефективність усієї системи відновлення та сприяє формуванню стійких соціально-економічних структур у постраждалих регіонах.

19. ОЦІНКА ПІДДАТЛИВОСТІ ТА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАМОНОЛІЧЕНИХ ПЕТЛЕВИХ СТИКІВ З УРАХУВАННЯМ ЗЧЕПЛЕННЯ

Грищенко О.Д., асп., Кочкарьов Д.В., д.т.н., проф.
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,

Розвиток сучасних будівельних технологій нерозривно пов'язаний із застосуванням збірно-монолітних залізобетонних конструкцій. Ефективність таких систем значною мірою визначається конструктивним рішенням та реальною роботою вузлів з'єднання збірних елементів. Серед усього різноманіття стиків, петлеві з'єднання, що замонолічуються, отримали широке розповсюдження завдяки технологічності та високій несучій здатності при сприйнятті зсувних зусиль.

Традиційний підхід до проектування, закріплений у багатьох нормативних документах, розглядає такі стики як ідеалізовані шарніри. Проте, експериментальні дані [1-3] свідчать, що при певній конфігурації армування та геометрії стику, вони здатні сприймати значні згинальні моменти. Ігнорування цієї "позапланової" жорсткості призводить до неточного розуміння справжньої картини розподілу зусиль у конструктивній системі, що може бути критичним для розрахунків на особливі (наприклад, сейсмічні) або динамічні навантаження. Чинні норми проектування (ДБН В.2.6-98:2009, Eurocode 2) пропонують, здебільшого, конструктивні вимоги до анкерування, але не надають інженерної методики для розрахунку повної діаграми "момент-кут повороту" (M-θ) для таких з'єднань. Це робить неможливим їх коректне моделювання у сучасних програмних комплексах як "напівжорстких" або "піддатливих" вузлів. Саме тому розробка уточненої методики розрахунку, що базується на реальних фізичних механізмах (зчеплення арматури з бетоном та упор на ділянках загину), є актуальною науково-технічною задачею. Аналіз наукових публікацій [1-5] показує, що дослідження петлевих стиків ведеться у трьох основних напрямках:

1. Емпіричний. Натурні випробування зразків, що дають можливість отримати дані про несучу здатність, але результати важко узагальнити без фундаментальної аналітичної моделі.
2. Чисельний. Створення складних 3D моделей, які враховують контактну взаємодію, тріщиноутворення та нелінійність.
3. Аналітичний. Інженерні моделі, які, часто базуються на спрощених гіпотезах, які не враховують реальний закон розподілу напружень зчеплення.

Таким чином основна проблема полягає у відсутності інженерної методики, яка б поєднувала аналітичну простоту та фізичну коректність, дозволяючи розрахувати повну діаграму роботи стику (M-θ) на основі його геометричних параметрів та властивостей матеріалів.

Метою роботи є розробка та експериментальна верифікація інженерної методики розрахунку несучої здатності та жорсткісних характеристик (піддатливості) замонолічених петлевих стиків, що базується на диференціальних рівняннях зчеплення для прямих та криволінійних ділянок арматури.

Для досягнення поставленої мети пропонується програма випробувань залізобетонних зразків, що моделюють роботу стику на згин. Експериментальні зразки являють собою дві консольні тонкостінні балки, з'єднані у зоні максимального

моменту (на опорі) досліджуваним петлевим стиком. Завантаження здійснюється зосередженою силою P на вільному кінці консолі довжиною l = 1.5 м. Геометрія балок (висота h=220 мм, ширина b=40 мм) прийнята за аналогією з реальними балками перекриття (проліт 4-5 м). Розрахунковий момент у стику від експериментального навантаження P=4.1 кН становить M = P×l = 4.1×1.5 = 6.15 кНм, що корелює з експлуатаційним моментом реальної конструкції (M= 6.25 кНм). Для дослідження впливу ключових факторів на жорсткість та міцність стику, програма включає варіювання ширини зони замонолічування (перехльосту петель): серія 1: L1 = 15d; Серія 2: L2 = 20d; Серія 3: L3 = 25d.

В основу аналітичної моделі покладено розв'язок диференціального рівняння рівноваги елементарної ділянки арматурного стержня *dx*:

$$\frac{dN(x)}{dx} - U \cdot \tau(x) = 0, \tag{1}$$

де *N(x)* – поздовжнє зусилля в арматурі; *U* – периметр стержня; *τ(x)* – дотичні напруження зчеплення.

Ключовою особливістю методики є використання різних законів зчеплення для прямих та криволінійних ділянок.

1. Пряма ділянка. Пропонується використовувати лінеаризований закон зчеплення, що пов'язує напруження зчеплення *τ(x)* з нормальними напруженнями в арматурі σ_s:

$$\tau = a \cdot \sigma_s + b, \tag{2}$$

де коефіцієнти a і b визначаються експериментально і залежать від класу бетону та стану поверхні арматури або за [6, 7].

2. Криволінійна ділянка. На цій ділянці дотичні напруження суттєво зростають за рахунок ефекту розклинювання (радіального тиску арматури на бетон). Пропонується модифікований вираз:

$$\tau_R = \left(a + \frac{\gamma_1}{R} \right) \sigma_s + \left(b + \frac{\gamma_2}{R} \right), \tag{3}$$

де *R* – радіус вигину петлі; *γ1*, *γ2* – емпіричні коефіцієнти, що враховують вплив кривизни та визначаються в ході експерименту. Інтегрування цих рівнянь з урахуванням граничних умов дозволяє отримати повну епюру напружень σ_s(x) вздовж усієї довжини петлі. Подовження арматури (проковзування) використовується для обчислення взаємного кута повороту θ:

$$\theta = \frac{\Delta L_{total}}{z} = \frac{1}{z \cdot E_s} \int_0^L \sigma_s(x) dx, \tag{4}$$

де z – плече внутрішньої пари сил, ΔL_{total} – повне подовження арматури, величина, на яку розтягнулася петля внаслідок дії моменту. Вираз (4) дає змогу побудувати теоретичну діаграму $M = N(x) \cdot z$ в залежності від θ та визначити еквівалентну жорсткість стику:

$$k_\theta = \frac{dM}{d\theta}. \tag{5}$$

Верифікація аналітичної моделі та результатів експерименту буде проведена шляхом скінченно-елементного моделювання у ПК SCAD або ЛІРА-САПР.

Моделювання планується виконувати наступним шляхом: бетон буде моделюватися плоскими скінченними елементами з урахуванням фізичної нелінійності (із діаграмами стану бетону за ДБН); арматура – стержневими елементами; зв'язок "арматура-бетон" (зчеплення) моделюється спеціалізованими контактними елементами (КЕ-55), параметри яких калібруються за результатами фізичних експериментів. Альтернативний варіант моделювання параметрів зчеплення може відбуватися через коригувальні коефіцієнти до жорсткості арматурних стержнів.

Висновки:

1. Замонолічені петлеві стики є ефективним методом з’єднання залізобетонних конструкцій, фактична робота яких відповідає моделі "піддатливого" (напівжорсткого) з'єднання.
2. Існуючі нормативні підходи не дозволяють оцінити жорсткісні параметри стиків, що не дає можливості оцінити реальну поведінку конструктивних систем з’єднаних даними стиками.
3. Запропонована комплексна (аналітична та експериментальна) методика, яка створює наукову основу для вирішення цієї проблеми.

Література

1. Alan H. Mattock, “Effectiveness of Loop Anchorages for Reinforcement in Precast Concrete Members,” PCI Journal, vol. 39, no. 6, pp. 54-63, Seattle, WA, USA, 1994.
2. Zhongling Wang, Xiaohong Zheng, Qiqi Wang, Qian Wang, “An Experimental Study on the Bond–Slip Relationship between Rebar and Ultra-High-Performance Concrete Grouted in Bellows,” Buildings, vol. 13, no. 9, article 2375, 2023. doi:10.3390/buildings13092375.
3. Yufen Gao, Zheng Yang, Lu Chen, Shengzhao Cheng, Zhongshan Zhang, “The Anchorage Performance and Mechanism of Prefabricated Concrete Shear Walls with Closed-Loop Rebar,” Buildings, vol. 15, no. 1, article 131, 2025. doi: 10.3390/buildings15010131.
4. Peng Huang, Yuanbing Cheng, “Review on Reinforcement-Concrete Bonded Anchorage,” Journal of Engineering Research and Reports, vol. 23, no. 12, pp. 104-114, 2022. doi:10.9734/jerr/2022/v23i12768.
5. Rachel A. Chicchi, “Experimental investigation,” PCI Journal, March-April 2021
6. Kochkarov D.V. Neliniinyi opir zalizobetonnykh elementiv i konstruktsii sylovym vplyvam: Monohrafiia. – Rivne: O. Zen, 2015. – 384 s.:Il.: 139; tabl. 48; bibliohr: 326 - ISBN 978-617-601-125-5.
7. Щодо оцінювання зчеплення арматури з бетоном / О. В. Ромашко, В. Н. Ромашко // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. - 2018. - Вип. 179. - С. 92-99.

20. ВПЛИВ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ І ДЕФОРМАТИВНІСТЬ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Голоднов О.І., д.т.н., проф.,
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

В Україні існує значний фонд сталевих будівельних конструкцій. Тільки в основних галузях промисловості експлуатується близько 36 млн. т і цей обсяг має тенденцію до збільшення. Найбільш ходовими для виготовлення колон, кроквяних балок і ферм, спеціальних конструкцій будівель і споруд є двотаврові та кутикові профілі. Ця обставина сприяє розробленню нових методів розрахунку і технологій виготовлення на базі останніх досягнень науки і техніки.

Як відомо, граничним станом вважається такий стан об'єкта, за яким його подальша експлуатація неприпустима чи недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне. Як критерій граничного стану розглядається ознака чи сукупність ознак граничного стану об'єкта, встановлених нормативно-технічною та (чи) конструкторською (проєктною) документацією. При цьому, залежно від умов експлуатації для одного й того ж об'єкта можуть бути встановлені два чи більше критеріїв граничного стану.

Залишковий напружений стан (ЗНС) виникає в сталевих конструкціях під час виготовлення із застосуванням зварювання та інших локальних термічних впливів (ЛТВ). Залишкові стискні напруження (ЗСН), зосереджені по крайках поясів зварних двотаврових колон, призводять до раннього утворення пластичних зон у цих частинах перерізу. Експериментальними дослідженнями підтверджене зниження стійкості стиснутих зварних двотаврових елементів до 37% у порівнянні із аналогічними конструкціями без ЗСН. Несприятливий вплив ЗСН потребує розмежування коефіцієнтів поздовжнього вигину при розрахунках стиснутих елементів одного профілю. Незважаючи на це, у чинних нормах проєктування сталевих конструкцій (ДБН В.2.6-198:2014 [1]) методика визначення коефіцієнта поздовжнього вигину не враховує особливостей технології виготовлення конструкцій, тобто наявність ЗНС і його впливу на міцність і деформативність стиснутих сталевих елементів.

Таким чином, як актуальна науково-технічна проблема розглядається розробка методології проєктування і виготовлення зварних сталевих конструкцій. Вирішення цієї проблеми неможливе без удосконалення методів визначення ЗНС і врахування його впливу при розрахунках колон і балок за граничними станами.

Метою роботи є теоретичне узагальнення та експериментальне обґрунтування методів визначення ЗНС в елементах сталевих конструкцій і врахування його впливу при розрахунках колон і балок, необхідності регулювання ЗНС шляхом ЛТВ, а також розроблення методології проєктування і виготовлення економічних за витратами металу конструкцій з регульованим ЗНС.

Було поставлено наступні задачі досліджень:

- узагальнити результати теоретичних і експериментальних досліджень в області визначення ЗНС і його впливу на несучу здатність і деформативність елементів двотаврового і складеного з кутиків перерізу, обґрунтувати необхідність регулювання ЗНС шляхом ЛТВ;
- розробити інженерні методи розрахункового визначення параметрів ЗНС для елементів двотаврового і кутикового перерізів;

- розробити методику та провести експериментальні дослідження ЗНС в елементах двотаврового і кутикового перерізів після різних видів регулювання ЛТВ;
- встановити необхідність урахування впливу ЗНС при визначенні критичного навантаження для прямокутних пластин;
- вивчити закономірності деформування та вдосконалити методи розрахунку сталевих колон, балок і стиснутих елементів ферм за граничними станами з урахуванням впливу ЗНС;
- удосконалити методику врахування впливу ЗНС на визначення раціональних параметрів при компонуванні складених двотаврових перерізів колон і балок;
- визначити область раціонального застосування розроблених методів розрахунку стійкості центрально-стиснутих двотаврових колон;
- провести експериментальні дослідження впливу ЗНС у сталевих конструкціях двотаврового та складеного таврового з кутиків перерізів на їхню несучу здатність і деформативність;
- розробити технологію виготовлення економічних за витратами металу конструкцій двотаврового та складеного таврового з кутиків перерізу;
- розробити методологію проєктування та виготовлення економічних за витратами матеріалу сталевих будівельних конструкцій двотаврового та складеного таврового з кутиків перерізу з регульованим ЗНС;
- розробити методи діагностики, контролю й оцінки технічного стану, а також розрахунку залишкового ресурсу будівельних конструкцій з урахуванням впливу ЗНС;
- упровадити розроблену методологію проєктування та виготовлення конструкцій, а також методи діагностики, контролю і оцінки технічного стану, визначення залишкового ресурсу при розв'язанні практичних задач.

Об'єктами досліджень були сталеві конструкції двотаврового і складеного таврового з кутиків профілів: колони, балки, стиснуті елементи ферм тощо, що працюють в області обмеженої динаміки і нормальних температур.

Предметом досліджень були залишкові напруження, що виникають у сталевих конструкціях під час виготовлення і регулювання ЛТВ, та їхній вплив на несучу здатність і деформативність.

Було використано наступні методи досліджень:

- методи математичного моделювання процесів виникнення ЗНС у сталевих конструкціях під час виготовлення і регулювання ЛТВ;
- методи будівельної механіки при розрахунках сталевих конструкцій за граничними станами першої та другої груп з урахуванням впливу ЗНС;
- методи експериментального визначення ЗНС і його впливу на несучу здатність і деформативність конструкцій.

Вивчені закономірності виникнення ЗНС у сталевих елементах під час виготовлення та регулювання ЛТВ, а також розроблені методи розрахунку дозволяють оцінити його вплив на несучу здатність і деформативність конструкцій.

Експериментальні методи контролю дозволяють визначити дійсний напружено-деформований стан зварних конструкцій, оцінити їхній залишковий ресурс і зробити

висновки щодо можливості подальшої експлуатації або прийняти рішення про необхідність проведення робіт із посилення (заміни).

Виконаний аналіз існуючих технологій виготовлення зварних конструкцій дозволив визначити основні закономірності формування ЗНС.

Обґрунтована можливість регулювання ЗНС ЛТВ шляхом наплавлення валиків або прогрівання ділянок готових металоконструкцій до температури вище критичної точки A_{C3}.

Одним із засобів регулювання ЗНС у сталевих елементах є попереднє напруження. На підставі проведеного аналізу робіт зроблено висновок, що при розрахунках конструкцій ігнорується наявність ЗНС, що виникає під час зварювання. Відзначені розбіжності в результатах випробувань зварних і клеєболтових балок (за даними В.О. Кравчука, вони досягають 15%), що пояснюється впливом ЗНС на зусилля попереднього напруження.

Дані про технічний стан експлуатованих будівельних конструкцій, причини появи пошкоджень і обґрунтування необхідності проведення робіт із підсилення або заміни конструкцій наведені в роботах В.М. Гордеєва, Є.В. Горохова, Є.А. Єгорова, В.П. Корольова, А.І. Лантуха-Лященка, М.М. Лащенка, О.І. Оглоблі, А.В. Перельмутера, В.М. Шимановського, О.В. Шимановського, А.М. Югова та ін.

Розроблено аналітичний метод визначення ЗНС, що виникає в елементах сталевих конструкцій після виготовлення та регулювання ЛТВ. Метод базується на передумовах і допущеннях, які традиційно приймаються для рішення таких задач: приймаються гіпотези про пружнопластичний матеріал; розглядаються тільки поздовжні напруження σ_x (поперечні напруження σ_y і дотичні τ_{xy} вважаються такими, що дорівнюють нулю); напруження і деформації визначаються, як у смузі, що зварена встик (пояси при наплавленні поясних швів), і як у смузі з наплавленими валиками на крайках (стінка при наплавленні поясних швів і пояси при термічних впливах по крайках); смуги нагріваються тієї часткою тепла, яка поширюється при зварюванні в пояси і стінку.

Вплив залишкових напружень слід враховувати і при проєктуванні посилення будівельних конструкцій сталевими елементами, оскільки використання зварювання може спричинити негативні наслідки при подальшій експлуатації посилених конструкцій. Особливо це актуально в наш час, коли йде війна і руйнуються різні будівлі та споруди, які потребують подальшого посилення.

Література

1. ДБН В.2.6-198:2014. Державні будівельні норми України. Сталеві конструкції. Норми проектування / Мінрегіон України. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.

21. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СМАЛЬТИ У СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

Полотнюк І.О., студ., бакалаврату, Вантюх Д.Е., викл.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

Смальта є одним із найдавніших та водночас унікально виразних декоративних матеріалів, який зберіг свою актуальність упродовж століть. Це непрозоре кольорове скло, здатне світитися зсередини, яке отримують шляхом сплавлення кварцового піску з металевими оксидами (барвниками) при високих температурах. Її насичена палітра, стійкість до стирання і впливу зовнішнього середовища зумовили широке застосування у монументальному мистецтві, архітектурі та сучасному дизайні. В Україні традиції використання смальти мають глибоке історичне коріння, а сьогодні цей матеріал знову привертає увагу як фахівців, так і митців завдяки поєднанню естетичності, довговічності та можливості для інноваційних рішень [1, 2].

Мета – на основі огляду літературних джерел дослідити залежність певних властивостей смальти (кольору і стійкості до зовнішніх впливів) від її фізико-хімічних характеристик з подальшим порівнянням історичних і сучасних технологій виготовлення і монтажу смальтових мозаїк.

Матеріали і методи. У дослідженні використано комплексний підхід, який поєднує аналіз літературних джерел, візуально-аналітичні спостереження та порівняльний метод. Матеріалами для роботи слугували наукові публікації, нормативно-технічна документація, довідкова література з історії мистецтва та архітектури, а також зразки смальти сучасних виробників оздоблювальних матеріалів.

Основні результати та їх значущість. У межах дослідження було з’ясовано, що смальта має високу щільність (2,3–2,6 г/см³) і твердість (5–6 за шкалою Мооса), що забезпечує їй стійкість до механічних пошкоджень і подряпин. Окрім того, завдяки низькій пористості, смальта не вбирає вологу. Ця властивість дозволяє використовувати її не лише в інтер’єрах, але й у зовнішніх умовах, оскільки вона стійка до замерзання та розмерзання, що робить її ідеальним оздоблювальним матеріалом для різних кліматичних умов. Також варто зауважити, що смальта є хімічно стійким матеріалом, який не піддається дії більшості кислот і лугів, за винятком плавикової кислоти (HF), що забезпечує смальтовим мозаїчним панно можливість тривалої експлуатації. Водночас, завдяки наявності у складі оксидів металів, кольори смальти не вицвітають під дією сонячного випромінювання [1, 2].

Серед найвідоміших історичних прикладів застосування смальти можна відзначити мозаїки в соборах Софії Константинопольської та венеційських базиліках, які стали символами стародавнього візантійського мистецтва. Однак, і на сучасному етапі смальта широко використовується в архітектурі, що підкреслює її вічну цінність та естетичну привабливість. Зокрема, у сучасному будівництві смальта знаходить широке застосування для облицювання фасадів і куполів храмів, оформлення інтер’єрів громадських будівель, таких як театри, вокзали, станції метро, а також для створення декоративних панно, логотипів і настінних композицій. Окрім того, її використовують в ландшафтному дизайні для мозаїчних фонтанів і підпірних стін [4].

Колір смальти отримується шляхом введення до базової маси (кремнезем, сода, вапно) оксидів або солей металів. Історичне виробництво смальти, особливо у Візантії та Київській Русі, було схоже на алхімічний процес, де ступінь окиснення, температура

та середовище варіння (окислювальне чи відновлювальне) відігравали вирішальну роль. Майстри використовували обмежений набір природних барвників: оксид кобальту для зображення небес (синій); оксид міді – зелений або блакитний кольори; оксиди заліза (жовтий або бурий колір); оксид мангану – пурпуровий [3, 5].

Сучасне промислове виробництво дозволило значно розширити палітру (до 10 тисяч відтінків, проти 177 кольорів Софії Київської), використовуючи більш чисті реагенти та точний температурний контроль. Так, до традиційних металів додалися нові елементи: селен та сірчистий кадмій – для яскравих червоних та помаранчевих кольорів; нікель, хром, уран – для нових відтінків зеленого та коричневого; додавання триоксиду сурми дозволяє смальті розсіювати світло, створюючи ефект внутрішнього світіння. Таким чином, хімія кольорів смальти є відмінним прикладом того, як інженерна точність розвинулася з великого мистецтва та досвіду. Щодо монтажу мозаїки, то історично склалося два основних методи набору, які використовуються і сьогодні, але з різними матеріалами основи та кріплення. При прямому наборі кубики смальти ставилися безпосередньо в сирий вапняний або цементний розчин (тиньк), нанесений окремими ділянками, що вимагало великої майстерності. На сучасному ж етапі елементи укладаються по одному на міцний клей (епоксидний або цементний). Зворотний метод - елементи спочатку викладали лицьовим боком (згідно з малюнком) на папір або тонку тканину, потім цей фрагмент переносили на робочу поверхню, закріплюючи зворотним боком на розчині, а папір/тканину знімали. Сьогодні ж використовують набір на полімерній сітці. Елементи кріпляться зворотним боком до полімерної сітки, створюючи готові до монтажу блоки. Сітка спрощує монтаж великих площ, забезпечуючи точне дотримання малюнка [3-5].

Висновки. За результатами дослідження літературних джерел встановлено, що висока щільність, твердість і низька пористість сприяють підвищеній стійкості смальти до механічних пошкоджень, водопоглинання та дії змін температурного режиму, що створює можливість її застосування в умовах інтенсивної експлуатації. При порівнянні монтажу смальтової мозаїки встановлено, що історичний прямий набір був вершиною майстерності, дозволяючи досягти унікальних оптичних ефектів завдяки різному куту нахилу та рельєфному ґрунту. Водночас, сучасні методи (на сітці або папері) значно демократизували та прискорили процес, зробивши мозаїку доступною для швидкого облицювання великих площ, зберігаючи при цьому можливість високохудожнього ручного набору.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що смальта є перспективним матеріалом для застосування у сучасній архітектурно-будівельній практиці, зокрема в оздобленні фасадів, інтер’єрів громадських споруд, у реставраційних роботах та декоративних композиціях. Подальші дослідження доцільно спрямувати на оптимізацію технології виробництва смальти та розширення її функціональних властивостей для адаптації до інноваційних потреб будівельної сфери.

Література

1. Кривенко П. В. Будівельне матеріалознавство : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2019. 624 с.
2. Пащенко Т. М., Світла З. І. Будівельне матеріалознавство : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2009. 434 с.

3. Maltoni S., Silvestri A.A Mosaic of Colors: Investigating Production Technologies of Roman Glass Tesserae from Northeastern Italy. Minerals, 2018, 8(6), article 255. DOI:10.3390/min8060255
4. Marcucci G., Scherillo A., Cazzaniga C. Et al. Historical glass mosaic tesserae: a multi-analytical approach for their characterization. The European Physical Journal Plus, 2021, Vol. 136, article 738. DOI:10.1140/epjp/s13360-021-01696-2
5. Silvestri A., Nestola F., Peruzzo L. Manganese-Containing Inclusions in Late-Antique Glass Mosaic Tesserae: A New Technological Marker? Minerals, 2020, 10(10), article 881. DOI:10.3390/min10100881.

22. ВИКОРИСТАННЯ «РОЗУМНОГО» СКЛА У БУДІВНИЦТВІ

Левчак В.Я., студ., бакалаврату, Вантюх Д.Е., викл.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

Сучасне будівництво дедалі більше орієнтується на використання матеріалів із високими функціонально-експлуатаційними та естетичними характеристиками. Одним із таких інноваційних рішень є смарт-скло (Smart Glass) – світлопрозорий матеріал із керованою оптичною прозорістю, який забезпечує можливість динамічної зміни ступеня прозорості під впливом електричного сигналу або інших фізичних факторів. Застосування смарт-скла дозволяє поєднувати максимальну природну освітленість приміщень із контролем приватності, енергозбереженням та ергономічністю внутрішнього простору.

Розвиток технологій смарт-скла відкрив нові можливості для дизайнерів та архітекторів, дозволяючи створювати сучасні, гнучкі та адаптивні просторові рішення як у житлових, так і в комерційних чи громадських будівлях. Крім того, високі технічні характеристики матеріалу, такі як світлопропускання, тепло- та звукоізоляція, стійкість до механічних навантажень та можливість інтеграції автоматизованих систем керування, забезпечують його перспективність для використання в інтелектуальних та енергоефективних будівлях.

Мета – проаналізувати властивості, принцип роботи, види та сфери застосування розумного скла (Smart Glass), а також обґрунтувати його переваги як сучасного енергоефективного та функціонального матеріалу для інтер’єрних і архітектурних рішень.

Матеріали і методи. У дослідженні застосовано аналіз літературних джерел, що дав змогу вивчити наукові підходи, фізичні принципи роботи та еволюцію технології розумного скла. Проведено порівняльний аналіз для визначення відмінностей між видами смарт-скла за принципом дії, технічними характеристиками та сферами їх застосування. Крім того, використано функціонально-технологічний аналіз для оцінки ефективності застосування смарт-скла в інтер’єрах з позицій енергозбереження, комфорту та дизайнерських рішень.

Основні результати та їх значущість. Розумне скло (Smart Glass) належить до категорії високоінноваційних композиційних матеріалів із керованими оптичними властивостями, що забезпечують можливість зміни рівня прозорості під дією зовнішнього електричного сигналу. Принцип його роботи ґрунтується на застосуванні спеціалізованих функціональних плівок або покриттів, які демонструють оборотну реакцію на зміну електричного струму. У багатошарових скляних системах використання smart-плівки дає змогу трансформувати стан матеріалу з прозорого у матовий шляхом активації електричного перемикача. Додатковою перевагою смарт-скла є здатність відбивати інфрачервоне випромінювання та забезпечувати захист від ультрафіолетових променів.

У сучасній науковій класифікації виділяють три основні типи смарт-скла, що відрізняються механізмом зміни оптичних характеристик:

1) Фотохромне скло – матеріал, чутливий до інтенсивності світлового потоку. Використовується переважно в оптичних системах та віконних конструкціях, де забезпечує автоматичне регулювання рівня природного освітлення відповідно до умов інсоляції.

2) Термохромне скло – змінює ступінь прозорості під впливом температурних коливань. Внутрішній шар спеціального гелю при підвищенні температури переходить у стан оптичної непрозорості. Такий матеріал сприяє зниженню ризику перегріву внутрішніх приміщень улітку та збереженню оптимального рівня освітленості взимку. Найчастіше використовується у конструкціях мансардних вікон, світлопрозорих покрівель і зимових садів.
3) Електрохромне скло – змінює світлопропускання внаслідок впливу електричного струму. Оптична трансформація забезпечується за рахунок нанесення функціонального покриття або інтеграції полімер-дисперсійної рідкокристалічної (PDLC) чи рідкокристалічної (LC) плівки. Матеріали типу LC/PDLC забезпечують швидку зміну прозорості, але не досягають повної оптичної непрозорості. Натомість технології ECD та SPD дозволяють регулювати світлопропускання аж до повної візуальної ізоляції простору. Час реакції варіює в межах від 2 секунд до 5 хвилин залежно від технологічної модифікації.

Комплексний аналіз техніко-експлуатаційних параметрів смарт-скла засвідчив його високий коефіцієнт функціональної надійності. Світлопропускання матеріалу у прозорому режимі становить не менше ніж 75%, а питомі енерговитрати – не більше 5 Вт/м². Робоча напруга експлуатації змінюється у межах 12–48 В, тоді як мінімальна товщина конструкції становить 3 мм. Ресурс надійності перевищує 30 млн циклів перемикання режимів прозорості, що забезпечує термін експлуатації понад 10 років без втрати конструктивних та оптичних характеристик.

Матеріал вирізняється розширеним набором функціональних властивостей, які підсилюють його конструктивну універсальність. Зокрема, застосування армувальних полімерних плівок під час ламінування забезпечує підвищену ударостійкість і фрагментаційну безпеку, що мінімізує ризик травмування у разі механічного пошкодження. Смарт-скло може виготовлятися у різних кольорових варіаціях та піддаватися декоративним технологіям обробки (наприклад, піскоструминню), що розширює його використання у сфері архітектурного дизайну. Технологічні особливості виробництва дозволяють створювати скляні конструкції різної геометрії, а також інтегрувати необхідні технологічні вирізи без порушення структурної цілісності.

За оптичними показниками смарт-скло демонструє високий рівень енергоефективності: у прозорому режимі світлопропускання становить 75–80%, а у вимкненому – близько 60%. Матеріал забезпечує бар'єрний захист від ультрафіолетового випромінювання до 99% і блокування інфрачервоного спектра до 90% у матовому режимі. Це сприяє формуванню сприятливого мікроклімату та зниженню навантаження на системи опалення і кондиціювання.

Серед ключових експлуатаційних переваг варто відзначити триплексну структуру, що забезпечує високий рівень безпеки, а також покращені тепло- і звукоізоляційні властивості. Смарт-плівки можуть наноситися на різні типи поверхонь, а догляд за матеріалом не потребує спеціалізованих засобів.

Функціонально-експлуатаційні характеристики зумовлюють широке застосування смарт-скла у сучасній архітектурі, інтер'єрному дизайні та інженерних системах. Матеріал активно використовується для організації вітрин торговельних закладів, фасадних конструкцій, зонування офісних приміщень, облаштування

конференц-залів і переговорних кімнат, а також у ресторанах, салонах краси, медичних і фінансових закладах з метою забезпечення приватності та комфорту. Перспективним напрямом є впровадження смарт-скла в автомобілебудуванні та житловому секторі, зокрема в системах дистанційно керованих вікон та дверей.

Інтеграція допоміжних технічних пристроїв, таких як фотодатчики, термодатчики, таймери та інші автоматизовані контролери, забезпечує розширення функціональних можливостей матеріалу. Автоматизація дає змогу програмувати режими прозорості, інтенсивність електронагрівання та рівень світлопропускання відповідно до умов освітлення або температури. Наприклад, встановлення смарт-скла на південних фасадах будівель дає можливість реалізувати режим автоматичного затемнення в періоди максимальної сонячної інсоляції, що підвищує енергоефективність будівлі та сприяє оптимізації теплового балансу приміщень.

Висновки. результаті проведеного аналізу встановлено, що смарт-скло є високотехнологічним світлопрозорим матеріалом із керованими оптичними властивостями, який демонструє значний потенціал для застосування в архітектурно-будівельній сфері та суміжних галузях. Дослідження підтвердило, що завдяки можливості оперативного регулювання ступеня прозорості та ефективному бар'єрному захисту від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, смарт-скло сприяє оптимізації мікроклімату внутрішніх приміщень та зниженню енергоспоживання інженерних систем будівель.

Визначено, що сучасні технологічні модифікації матеріалу, зокрема фотохромні, термохромні та електрохромні системи, забезпечують широкий спектр функціональних можливостей та адаптивність до різних експлуатаційних умов. Отримані техніко-експлуатаційні показники підтверджують високу надійність матеріалу, зокрема його тривалий експлуатаційний ресурс, ударостійкість, фрагментаційну безпеку, а також удосконалені тепло- та звукоізоляційні властивості.

Практичне застосування смарт-скла у комерційних, офісних, громадських, житлових та спеціалізованих інтер'єрах засвідчує його ефективність як засобу забезпечення приватності, гнучкого зонування простору та формування інноваційних інтер'єрних рішень. Інтеграція автоматизованих систем керування (фотодатчиків, термодатчиків, таймерів) розширює функціональний потенціал матеріалу, забезпечуючи можливість інтелектуального регулювання режимів світлопропускання відповідно до зовнішніх умов.

Таким чином, смарт-скло доцільно розглядати як перспективний конструкційний матеріал для впровадження в енергоефективне та інтелектуально кероване будівництво. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення технологій виробництва, розширення інтерактивних функцій матеріалу та вивчення можливостей його інтеграції у системи «розумних будівель» та автоматизованих архітектурних середовищ.

Література

1. Пушкарьова К.К., Кочевих М.О., Гончар О.А., Бондаренко О.П. Матеріалознавство (для архітекторів та дизайнерів): Під-ручник / За редакцією д.т.н., проф. К.К. Пушкарьової. - К.: Видавництво Ліра-К, 2012. — 592 с.

2. Barakat, P. N., & Faragallah, R. N. (2024). “Evolution of Smart Glass and its role to redirect Architectural Buildings.” *Journal of Engineering and Architectural Studies*, 52(1). jesaun.journals.ekb.eg
3. Kaufman, M., Vlček, J., Houska, J., Farrukh, S., & Haviar, S. (2024). “Design and Scalable Synthesis of Thermochromic VO_2-Based Coatings for Energy-Saving Smart Windows with Exceptional Optical Performance.” *arXiv Preprint*. arXiv
4. Youngblood, N., Talagrand, C., Porter, B., Galante, C. G., Kneepkens, S., Sarwat, S. G., Yarmolich, D., Bonilla, R. S., & Bhaskaran, H. (2019). “Broadly-tunable smart glazing using an ultra-thin phase-change material.” *arXiv Preprint*. arXiv
5. Ye, Q., Dai, H., Yan, Y., Wang, L., Du, X., Wang, Y., Han, Z., & Guo, R. (2025). “Transparent and heat-insulation bionic hydrogel-based smart window system for long-term cooling and waste heat collection.” *arXiv Preprint*. arXiv

23. НАНОМАТЕРІАЛИ У СУЧАСНІЙ АРХІТЕКТУРІ: ВЛАСТИВОСТІ, ФУНКЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Ільченко Д.Є., студ., бакалаврату, Вантюх Д.Е., викл.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

Сучасне будівництво зіштовхується з гострою потребою у підвищенні довговічності, енергоефективності та екологічності конструкцій. Традиційні будівельні матеріали часто не можуть повністю задовольнити ці зростаючі вимоги. У зв'язку з цим, сучасна архітектура дедалі частіше інтегрує інноваційні матеріали, які дозволяють підвищити енергоефективність, довговічність та екологічність будівель. Одним із найперспективніших напрямів при цьому є застосування наноматеріалів. наноматеріали (зокрема, наночастинки, нанотрубки та нановолокна) відкривають нові горизонти для інновацій. Завдяки своїй наноструктурі вони набувають унікальних фізико-хімічних властивостей, можуть змінювати механічну міцність, теплопровідність, прозорість, водо- та брудо-відштовхувальні характеристики будівельних конструкцій, дозволяють модифікувати властивості цементних композитів, бетонів та покриттів на фундаментальному, наноскопічному рівні, радикально покращуючи їхні характеристики, що відкриває нові можливості для архітектурного та інженерного проектування.

Мета – на основі аналізу літературних джерел визначити основні властивості найпоширеніших наноматеріалів у будівництві з подальшою оцінкою перспективи їх застосування для підвищення енергоефективності, довговічності та інноваційності сучасної архітектури.

Матеріали і методи. Дослідження проводилось шляхом аналізу наукової літератури щодо властивостей та застосування наноматеріалів у будівництві. Також оцінювалась інтеграція наноматеріалів у конструктивні елементи будівель та їхній вплив на підвищення надійності й зменшення енергоспоживання. Для прогнозування поведінки матеріалів у будівельних умовах використовувалися дані експериментальних та теоретичних досліджень.

Основні результати та їх значущість. Наноматеріали відзначаються специфічними властивостями, які не характерні для макроскопічних аналогів. Одним із прикладів є наноскло, яке за рахунок покриття діоксидом титану (TiO_2) набуває самоочисних властивостей. Цей ефект досягається завдяки фотокаталітичній активності, що дозволяє розкладати органічні забруднення під дією сонячного світла. Крім того, наноплівки на склі підвищують теплоізоляційні характеристики та блокують проникнення ультрафіолетового випромінювання, що забезпечує зниження енергоспоживання та захист внутрішнього середовища будівлі.

Аерогелі є ще одним прикладом матеріалів із унікальною структурою: вони поєднують наднизьку густину із високою механічною міцністю та прозорістю. Їх структура дозволяє значно зменшувати тепловтрати та шум, одночасно знижуючи масу конструкцій. Властивості аерогелів пов’язані з їхньою пористою наноструктурою, що утримує газоподібну фазу у межах гелевої матриці.

Графенові покриття демонструють виняткову міцність і гнучкість завдяки одноатомному шару вуглецю у формі шести-кутної решітки. Ці властивості дозволяють підвищити стійкість бетонних і металевих конструкцій до механічних навантажень та корозії, одночасно зменшуючи вагу елементів.

Нанобетон, що містить наночастинки кремнезему, характеризується підвищеною міцністю та стійкістю до розтріскування. Мікрочастинки заповнюють пори в цементній матриці, підвищуючи щільність матеріалу та зменшуючи водопоглинання, що підвищує довговічність конструкцій.

Фазозмінні матеріали (PCM) використовуються для регулювання температури в приміщеннях: при нагріванні вони переходять у рідкий стан, накопичуючи тепло, а при охолодженні кристалізуються, віддаючи його у навколишнє середовище. Таким чином, PCM забезпечують енергозбереження та стабілізацію мікроклімату без використання додаткових джерел енергії.

Дослідження надміцного бетону, конструкційних композитів і нанопокриттів показують, що наночастинки значно змінюють механічні та фізичні властивості матеріалів. Наприклад, нанопокриття здатні не тільки підвищувати антикорозійні та теплоізоляційні властивості поверхонь, а й акумулювати сонячну енергію для подальшого використання. Використання склопластикової арматури демонструє, що наноструктуровані матеріали можуть поєднувати легкість, міцність і стійкість до корозії, що робить їх перспективними для широкого застосування у будівництві [1-3].

Застосування штучного інтелекту у розробці наноматеріалів дозволяє оптимізувати їхню структуру для підвищення механічних характеристик. Так, створені вуглецеві нано-решітки демонструють міцність, яка перевищує міцність титану у кілька разів, при цьому залишаючись надзвичайно легкими. Це відкриває нові можливості для використання наноматеріалів у транспорті, будівництві, медицині та промисловості [1].

Висновки. Наноматеріали мають унікальні фізико-механічні, теплоізоляційні та функціональні властивості, що перевищують характеристики традиційних будівельних матеріалів. Їхнє застосування підвищує міцність, довговічність і енергоефективність конструкцій, а також покращує стійкість до корозії та впливу навколишнього середовища. Функціональні можливості, такі як самоочищення, акумуляція енергії та терморегуляція, відкривають перспективи створення «розумних» будівель, здатних адаптуватися до змін умов експлуатації. Комплексний аналіз властивостей наноматеріалів дозволяє прогнозувати їх ефективність у різних конструктивних елементах, а подальші дослідження сприятимуть розвитку інноваційної архітектури та підвищенню технологічного рівня будівельної галузі.

Література

1. Голик Й.М., Кайнц Д.І., Вантюх Д.Е. Різновиди наноматеріалів та можливості їх використання у будівництві. Містобудування та територіальне планування. 2023. Вип. 82. С. 95-113. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.95-113
2. Дерев'янко В.Н., Кушнєрова Л.О., Мороз Л.В., Мороз В.Ю. Технології та використання наносистем у виробництві будівельних матеріалів. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди. Збірник наукових праць. м. Рівне. 2020. Вип 38. С. 140-147.
3. Згалат-Лозинська Л.О., Згалат-Лозинський О.Б. Активізація використання наноматеріалів та нанотехнологій як напрям інноваційно діяльност у будівництві. Будівельне виробництво. 2019. № 68. С. 30-38.

24. ОПТИМІЗАЦІЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ СТАЛЕВОЇ ЗВАРНОЇ ДВОТАВРОВОЇ БАЛКИ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМАЛЬНОЇ ПОТЕНЦІЙНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Соколенко К.В., PhD, ст. викл.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Оптимізація поперечного перерізу сталевих зварних двотаврових балок є важливою задачею, спрямованою на зниження матеріаломісткості сталевих будівельних конструкцій [1]. Зменшення маси елементів суттєво скорочує витрати на закупівлю матеріалів, виготовлення, транспортування та монтаж конструкцій, що прямо впливає на економічну ефективність будівництва.

Визначення оптимальних розмірів двотаврових балок впливає на економічність конструкції та залежить від безлічі факторів, які повинні забезпечити необхідну міцність, стійкість і жорсткість [2]. На розміри перерізів впливають високі навантаження, форма і габарити споруди, кручення, залишкові напруження, що виникають внаслідок технологічних процесів (прокатка, різання, зварювання), клас сталі, характеристики зварних з'єднань, а також умови експлуатації, наприклад, необхідність підвищення корозійної стійкості.

Чинні норми встановлюють мінімальні вимоги до розмірів елементів, виходячи із забезпечення міцності, стійкості та деформативності. Серед методів оптимізації виділяють: геометричну оптимізацію (зміна параметрів перерізу для оптимального співвідношення міцності та маси), оптимізацію за матеріалом (використання високоміцних сталей), та топологічну оптимізацію (зміна розподілу матеріалу, наприклад, через перфорацію стінки).

На відміну від традиційного підходу, запропонованого В.М. Вахуркіним [3], який базувався на мінімумі функції площі розрахункового перерізу (dA/dh) при фіксованій міцності, пропонується новий теоретичний критерій оптимальності: мінімум потенційної енергії пружної деформації (dU/dh), що накопичується в балці при згині.

Аналітичне диференціювання критерію dU/dh (при цьому складова впливу потенційної енергії зсуву U_Q не враховується) дозволило вивести безрозмірний конструктивний параметр:

$$k_A = \frac{h_w t_w}{b_f t_f} \tag{1}$$

Цей параметр характеризує оптимальне співвідношення між площею стінки ($A_w = h_w \cdot t_w$) та площею поясу двотавра ($A_f = b_f \cdot t_f$).

При проєктуванні зварних балок доцільно використовувати принципи, закладені при розробці сортаментів прокатних профілів, які враховували міцність, стійкість та економічну ефективність [4]. Для попереднього наближеного підбору перерізу вводиться додатковий коефіцієнт форми як відношення висоти профілю h до його ширини b:

$$k_F = \frac{h}{b} \tag{2}$$

Аналіз сортаментів прокатних двотаврів показав, що коефіцієнт форми k_F лінійно зростає зі збільшенням висоти балки (для великих значень h).

Для практичної реалізації критерію розроблено чисельний ітераційний алгоритм оптимізації, що реалізує багатофакторний пошук раціональних розмірів поперечного перерізу. Мета алгоритму – знайти параметри, що забезпечують мінімальну масу балки ($g_b \rightarrow \min$) при одночасному максимальному використанні несучої здатності (коефіцієнт використання $\Delta \rightarrow 1$).

Алгоритм реалізує подвійний цикл перебору можливих параметрів гнучкості стінки (λ_w) та коефіцієнта k_A. Оптимальна висота балки при цьому визначається за формулою В.М. Вахуркіна, яка залежить від λ_w та необхідного моменту опору W_{req}. Переріз, для якого коефіцієнт використання $\Delta > 1$, відкидається як такий, що не відповідає вимогам міцності.

Аналіз результатів роботи алгоритму показав, що збільшення рівномірно розподіленого навантаження (q) призводить до зменшення коефіцієнта k_A та зростання маси балки g_b.

Отримані залежності для різних прольотів $k_A(q)$ можуть бути апроксимовані поліномом п’ятого ступеня. Визначений поліном дозволяє сформувати згладжену криву і може бути використаний у практичних розрахунках, що дозволяє визначати k_A для будь-яких проміжних значень навантаження q.

Верифікація алгоритму шляхом порівняння результатів його роботи з прикладами розрахунку головних балок, наведених у довідковій літературі, підтвердила його ефективність. Алгоритм дозволяє швидко і точно підібрати орієнтовні розміри елементів двотаврового перерізу, близьких до оптимальних, що задовольняють умові міцності. У порівняльних прикладах, маса балки, отримана за новим алгоритмом, була або мінімальною, або незначно відрізнялася від традиційних розрахунків, при цьому забезпечуючи повне використання несучої здатності.

Розроблена методика, заснована на критерії мінімуму потенційної енергії пружної деформації та застосуванні коефіцієнтів k_A і k_F, забезпечує системний підхід до вибору оптимальних параметрів з точки зору як міцності, так і матеріаломісткості. Цей підхід є простим та зручним для інженерів, полегшує процес проєктування та підвищує ефективність використання матеріалів і конструкцій

Розроблений алгоритм забезпечує системний підхід до вибору оптимальних параметрів і може бути використаний для: створення програмних засобів автоматизованого проєктування (САПР); побудови таблиць оптимальних параметрів; розробки рекомендацій для стандартизації зварних профілів.

Необхідним є подальше вдосконалення алгоритму для врахування стандартизованих розмірів листового прокату та забезпечення умов місцевої стійкості тонкостінних елементів.

Література

1. Гордеев В. Н. Елементарні задачі оптимізації двотавра. Збірник наукових праць УкрНДІСК ім. В.М. Шимановського. 2009. №3. С. 27-48.
2. Голоднов А. І., Фоміна І. П. До визначення оптимальних параметрів сталевих двотаврових балок. Збірник наукових праць УкрНДІСК. 2014. №14. С. 95-104.
3. Вахуркін В. М. Найвигідніша форма двотаврових балок. Бюл. буд. техніки. 1949. №21. С. 3-8.
4. Білик А. С., Вдовкін О. О. Методологія побудови сортаменту для ДСТУ «Двотаври сталеві зварні». Збірник праць УкрНДІСК. 2021. №27-28. С. 73-94.

25. РЕКОНСТРУКЦІЯ МЕРЕЖ ЗОВНІШНЬОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Соколенко К.В., PhD, ст. викл.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Проблема зношеності та аварійності систем централізованого водовідведення є однією з найгостріших техногенних і соціально-економічних проблем сучасних українських міст. Значна частина мереж була побудована ще у 1950-1980-х роках і сьогодні повністю вичерпала свій експлуатаційний ресурс. За офіційними даними, понад 40% каналізаційних мереж перебувають у незадовільному або аварійному стані, а зношеність основних фондів підприємств водопровідно-каналізаційного господарства в середньому сягає 70%. Це означає, що більшість мереж функціонує на межі своїх можливостей, що призводить до постійних аварій, витоків і забруднення навколишнього середовища.

Загалом по Україні станом на 2023 рік загальна протяжність ветхих і аварійних мереж централізованого водовідведення становила понад 14 тис. км, тобто близько 41,5% загальної довжини мереж. При цьому протягом року було замінено лише близько 0,7% від необхідного обсягу. Така динаміка свідчить про системну відсутність стратегічного підходу до модернізації інженерної інфраструктури. У більшості населених пунктів комунальні служби вимушені діяти в режимі аварійного реагування, що не дозволяє проводити планові реконструкції.

Проблема особливо актуальна для великих міст, де зношені колектори становлять реальну небезпеку для житлової та транспортної інфраструктури. Наприклад, у Києві частка аварійних каналізаційних мереж становить майже 30%, у Житомирі – понад 70%, у Харкові – понад 60%. У низці випадків мають місце масштабні обвали старих залізобетонних колекторів, що призводить до пошкодження доріг, підтоплення підвалів і порушення роботи міських систем водовідведення. Ситуацію ускладнюють наслідки бойових дій, які з 2022 року завдали суттєвих збитків об’єктам водопостачання та каналізації в різних регіонах.

Більшість існуючих каналізаційних колекторів побудовані із залізобетонних труб, схильних до газової корозії. Основним чинником їх руйнування є дія сірководню, який виділяється зі стічних вод. Під його впливом бетон поступово втрачає міцність, а сталева арматура іржавіє. Як наслідок – утворюються тріщини, зменшується герметичність і пропускна здатність труб, виникають провали ґрунту. Руйнування колекторів у Сумах і Харкові – лише окремі приклади загальнонаціональної проблеми. Ситуація потребує комплексного технічного підходу, спрямованого не на латання аварій, а на повну реновацію мереж.

За умов дефіциту фінансування і значного обсягу аварійних мереж одним із найбільш ефективних шляхів модернізації є застосування безтраншейних технологій реконструкції, зокрема санації методом «труба в трубі». Цей підхід дозволяє мінімізувати витрати, уникнути значних земляних робіт і не порушувати функціонування міських вулиць під час ремонту. Суть методу полягає у протягуванні всередину старої залізобетонної труби нової полімерної, яка має менший діаметр, але значно вищі експлуатаційні характеристики.

Полімерні матеріали, зокрема поліетиленові спіральновиті труби типу СПІРО або СПІРОКОР, практично не схильні до корозії, мають гладку внутрішню поверхню і

значно менший коефіцієнт шорсткості порівняно із залізобетоном. Коефіцієнт шорсткості таких труб становить приблизно 0,01-0,013, тоді як для старих залізобетонних труб він може перевищувати 0,03-0,04. Це означає, що навіть при зменшенні діаметра на 5-10 % гідравлічний опір знижується настільки, що витрата може залишатися незмінною або навіть збільшуватись. Крім того, такі труби мають більший термін служби (до 50 років і більше), високу хімічну стійкість та мінімальні вимоги до обслуговування. Таким чином, полімерні труби забезпечують ефективну роботу системи без необхідності масштабних земляних робіт.

Гладкість полімерних поверхонь забезпечує зниження опору руху стоків у кілька разів. Це дозволяє не лише підвищити ефективність транспортування, а й зменшити енергетичні витрати на перекачування. У системах, де робота насосних станцій становить до 60% загальних витрат, економія енергії стає суттєвим фактором підвищення ефективності роботи всього підприємства водовідведення. Таким чином, реновація полімерними матеріалами є не лише технічним, а й економічно доцільним рішенням.

Важливою перевагою санації є можливість проведення робіт без зупинки системи. Це особливо актуально для густонаселених районів, де неможливо тривалий час перекривати потоки стічних вод. Безтраншейна технологія мінімізує втручання у міське середовище, скорочує строки реконструкції і зменшує вартість проєктів у порівнянні з традиційними методами заміни труб. Крім того, використання полімерів сприяє покращенню екологічної безпеки, адже виключає витоки стоків у ґрунт і знижує ризик забруднення природних водойм.

Застосування полімерних трубопроводів дозволяє підвищити пропускну здатність колекторів навіть при зменшенні площі живого перерізу. Це пояснюється тим, що зменшення шорсткості внутрішніх стінок у 4-6 разів повністю компенсує втрати, пов’язані зі зменшенням діаметра. Таким чином, реконструкція систем водовідведення з використанням полімерних матеріалів забезпечує оптимальне співвідношення між технічною надійністю, енергоефективністю та економічною доцільністю.

З огляду на сучасний стан водопровідно-каналізаційного господарства, безтраншейна санація повинна розглядатися як базовий напрямок технічної політики у сфері реконструкції міських мереж. Умови воєнного часу, обмежене фінансування і потреба у швидкому відновленні інфраструктури роблять цю технологію одним із найперспективніших рішень для муніципалітетів та підприємств водопостачання. Порівняльні дослідження пропускної здатності старих та нових матеріалів створюють підґрунтя для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій, що можуть бути використані при проектуванні та експлуатації сучасних систем водовідведення.

Таким чином, підвищення ефективності роботи каналізаційних мереж можливе лише за умови комплексного підходу до їх реконструкції, який враховує не лише технічні характеристики трубопроводів, а й економічні, енергетичні та екологічні чинники. Застосування полімерних труб при санації дозволяє досягти подвійного ефекту – відновлення функціональності мереж і зменшення експлуатаційних витрат. Впровадження сучасних технологій безтраншейної реновації може стати ключовим напрямком модернізації водовідведення в Україні у найближчі десятиліття, забезпечивши сталу роботу систем у нових технічних та економічних умовах.

Література

1. Комунальне підприємство «Житомирводоканал» | Новини | Чому каналізаційна інфраструктура країни функціонує в аварійному режимі?. *Комунальне підприємство «Житомирводоканал»*. URL: https://vodokanal.zt.ua/news/zitomirska-kanalizacijna-infrastruktura-funkcionue-v-avarijnomu-rezimi (дата звернення: 30.10.2025).
2. Комунальне підприємство «Житомирводоканал» | Новини | 40% водопровідних та каналізаційних мереж в Україні є зношеними. *Комунальне підприємство «Житомирводоканал»*. URL: https://vodokanal.zt.ua/news/40-vodoprovidnih-ta-kanalizacijnih-merez-v-ukraini-e-znosenimi (дата звернення: 30.10.2025).
3. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні. *Міністерство інфраструктури України*. URL: https://mtu.gov.ua/content/nacionalna-dopovid-pro-yakist-pitnoi-vodi-ta-stan-pitnogo-vodopostachannya-v-ukraini.html (дата звернення: 30.10.2025).
4. ПрАТ АК Київводоканал - Щоквартальний звіт щодо виробничої діяльності. *ПрАТ АК Київводоканал - Головна*. URL: https://www.vodokanal.kiev.ua/shhokvartalnij-zvit-shhodo-virobnichoї-diyalnosti-1/ (дата звернення: 30.10.2025).
5. Санация канализационных коллекторов и трубопроводов методом бестраншейной санации | ООО «Завод Спиропласт». *ООО «Завод Спиропласт»*. URL: https://spiroplast.com/sanaciya-truboprovodov-i-sanaciya-kollektorov-kanalizacii (дата звернення: 30.10.2025).
6. Современный метод санации трубопроводов – чулочный метод ремонта трубопроводода. *Научно-производственная фирма Рекат*. URL: https://rekat.org/stati/metod-sanacii-truboprovodov.php (дата звернення: 30.10.2025).

26. ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ, НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ТА РЕАЛЬНІСТЬ

Жидкова Т.В., к.т.н., доц.,
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

Добігає кінця четвертий рік війни, проте заходи щодо захисту цивільного населення станом на сьогодні мало чим відрізняються від лютого 2022 року. Якщо не брати за увагу укриття побудовані за грантові гроші для дитячих садочків та шкіл, для захисту населення не було зроблено нічого. Війна в Україні триває і ніщо не вказує на можливість швидкого її завершення. За даними моніторингової місії ООН з прав людини в Україні тільки станом на 1 жовтня 2025 року майже 52000 постраждалих серед цивільного населення, більше ніж 14 000 загиблих. І це тільки за офіційними даними. Зрозуміло, що в умовах обмеженого бюджету держава повинна перш за все дбати про зброю та наших захисників, але захист цивільного населення так само є пріоритетним напрямом діяльності держави.

Отже, метою даного дослідження є визначення аналіз відповідності нормативних вимог реальним умовам щодо захисту цивільного населення.

Відповідно до положень Кодексу цивільного захисту України, фонд захисних споруд складається зі сховищ та протирадіаційних укриттів. Ці споруди призначені для використання керівництвом держави, робітниками стратегічних підприємств і ще кількома категоріями населення. Для цих категорії населення, відповідно до кодексу цивільного захисту, мають використовуватись також надземні або підземні споруди подвійного призначення, а саме станції метрополітену, підземні паркінги.

Змінами до Кодексу цивільного захисту у 2024 році було зазначено що споруди подвійного призначення мають бути спеціально обладнані для використання в особливий період. Тобто щонайменше в спорудах мали б станом на сьогодні бути розкладні стільці, ліжка для забезпечення перебування людей протягом щонайменше кількох годин. Насправді навіть на кінець 2025 року в жодному зі споруд подвійного призначення немає ознак пристосування. І так само як у 2022 році, люди, що ховаються від обстрілів в метро або в підземних паркінгах сплять на підлозі.

В умовах тимчасової відсутності зазначених споруд для основної частини населення мають бути використані найпростіше укриття - цокольне або підвальні приміщення або інша споруда підземного простору в якій створені умови для тимчасового перебування людей з метою зменшення непрямої дії звичайних засобів ураження під час військових дій.

Влітку 2025 року змінами до кодексу цивільного захисту було зазначено додатковий захист у вигляді блоку модульного типу призначеного для короткочасного перебування в межах міських територій, в рекреаційних зонах, на зупинках міського транспорту [1].

У 2023 році було прийнято рішення до створення принципово нових державних будівельних норм, що враховували реалії війни. На відміну від попередніх, в нових державних будівельних нормах було передбачено використання фонду захисних споруд для всіх категоріями населення. Як і раніше фонд захисних споруд мав складатись зі сховищ та протирадіаційних укриттів, їхня відмінність одне від одного - це динамічне навантаження, яку вони мають витримати [2].

Для розробки норм було залучено велику кількість найкращих фахівців Україні з різних спеціальностей, що стосуються будівництва, архітектури та просторового

планування. Сховище та протирадіаційні укриття передбачено розміщувати під землею над землею та напівзаглибленими з обвалуванням ґрунтом.

За планувальною організацією були максимально враховані вимоги щодо інклюзивності, передбачені окремі зони для перебування людей з маленькими дітьми та домашніми тваринами, шляхи евакуації.. Місткість укриттів та сховищ відповідно до норм мала бути до 1000 осіб.

Укриття і сховища, про що чітко позначено в державних будівельних нормах були розраховані на непряму дію засобів ураження, тобто на вибухову хвилю та уламки ракет і не розраховані на захист від прямого ракетного удару.

Слід нагадати що під час розрахунків була використана інформація про потужність зброї, яку використовував агресор у 2022-2023 роках. Станом на сьогодні ці показники збільшились в кілька разів. Тобто обсяг руйнування захисної споруди та відповідно ймовірність загибелі людей в разі прямого удару також збільшується в кілька разів.

Станом на сьогодні маємо сумний досвід масової загибелі людей під час їхнього скупчення, зокрема у межах захисної споруди. Прикладом цього може бути Маріупольський театр, кав'ярня в селищі Гроза і нещодавня загибель військових у сховищі на навчальному полігоні. Отже, укриття, з визначеною геолокацією, де одночасно перебуває велика кількість людей це є небезпечна безпека - подарунок для ворога.

Єдиний засіб, який може мінімізувати людські втрати в умовах сучасної війни - це максимальне зосередження людей. Досвід сучасної війни показав що, перебування безпосередньо в будинку навіть під час прямого влучення засобів враження може бути більш безпечним ніж перебування в укритті. В цьому випадку може загинути родина або кілька родин, помешкання яких знаходяться в зоні влучання.

Висновки. Станом на сьогодні зрозуміло, що вимоги до захисних споруд зазначені у нормативній документації не відповідають умовам збереження життя людей та мають бути переглянуті.

Література

1. Кодекс цивільного захисту України. Документ 5403-VI, чинний, поточна редакція від 21.09.2024
2. ДБН 2.2-5:2023 : Захисні споруди цивільного захисту – [Чинний від 2023-11-01]. –Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023 120 с.

27. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

Чорна Л.В., к.т.н., доц., Лизько М.М., студ.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Фасадна система є важливим елементом архітектури будівлі, який визначає її зовнішній вигляд, енергоефективність та взаємодію з навколишнім середовищем. У сучасній архітектурі фасад не просто декоративна частина – він виконує роль багатофункціональної системи, що поєднує конструктивні, інженерні та екологічні завдання.

Швидкий розвиток технологій, цифрових методів проектування та зростання вимог до екологічного будівництва призвели до появи нових підходів у проектуванні фасадів. Архітектори частіше використовують адаптивні матеріали, інтегровані енергетичні системи та параметричні моделі, щоб досягти високої ефективності та виразності архітектурного образу. Сьогодні фасад розглядається не лише як зовнішній шар будівлі, а як активна «шкіра», здатна реагувати на зміни клімату, оптимізувати споживання енергії та покращити мікроклімат внутрішнього простору [1, 25]. Такий підхід створює нову парадигму у проектуванні фасадів — від статичних до динамічних, від декоративних до інтегрованих систем, які поєднують інженерію, архітектуру та екологічний дизайн [2, с. 7].

Мета цієї роботи — дослідити основні сучасні тенденції розвитку фасадних систем (рис.) та поширити інформацію серед спеціалістів будівельної галузі

1. Енергоефективні та енергопозитивні фасади. Однією з головних тенденцій сучасного архітектурного проектування є розвиток енергоефективних фасадних систем, які призначені для зменшення втрат тепла та оптимізації використання енергії будівлі. Такі системи створюються завдяки: високоефективним матеріалам, таким як низькоемісійне скло, вакуумні теплоізоляційні панелі та композитні термопанелі; а також використанню інноваційних технологій: зокрема фотоелектричних елементів (BIPV) або фасадних сонячних колекторів [3, с. 18]. Енергоефективні фасади не тільки зменшують витрати енергії, але й часто виступають як активні елементи, що генерують енергію, що дозволяє створювати енергопозитивні будівлі.

Серед головних переваг таких рішень — зниження споживання енергії будівлею на 30–50 % порівняно із традиційними конструкціями фасадів, можливість генерації власної електроенергії та покращення мікроклімату приміщень завдяки керуванню сонячними потоками та термічним балансом. До недоліків можна віднести високу вартість впровадження, складність технічного обслуговування та залежність ефективності від орієнтації фасаду та кліматичних умов [1, с. 77]. Такі фасади найчастіше застосовуються у громадських та офісних будівлях нового покоління, а також у проєктах реконструкції, де поєднуються сучасні технології з історичним контекстом [4, с. 16].

2. Адаптивні та кінетичні фасади. Такі фасади є однією з найбільш технологічно насиченою форм розвитку фасадних конструкцій. Вони здатні змінювати форму, колір або ступінь прозорості в залежності від зовнішніх умов, таких як сонячне світло, температура, вітер або потреби людей [3, с. 27]. В таких системах використовують спеціальні пристрої, електродвигуни або матеріали, що надають можливість фасадам самостійно, або за певними командами, реагувати на зміни у зовнішньому середовищі.

Такі рішення поєднують архітектуру, інженерію та технології, створюючи живий, рухливий зовнішній вигляд будівлі.

Особливості адаптивних фасадів – значна економія енергії завдяки автоматичному регулюванню сонячного світла та повітряного потоку, кращий комфорт усередині будівлі через контроль природного освітлення та зміну архітектурного вигляду протягом дня [2, с. 48]. Проте у них є і недоліки — складність у будівництві, високі вартість обслуговування та можливі порушення роботи автоматичних систем. Такі фасади поширені у сучасних офісних будівлях, музеях, виставкових центрах та будівлях, які демонструють сучасність та технологічність.

3. *Параметричні та AI-підсилені фасади з цифровим виготовленням*. Параметричні фасади — результат розвитку цифрового проектування, де архітектурна форма створюється за допомогою алгоритмів, які враховують багато змінних — наприклад, напрямок будівлі, сонячне освітлення, вітрові навантаження, теплопередачу та естетичні параметри [4, с. 11]. Такі фасади дозволяють робити точні форми та оптимізації, які не можна досягти у традиційному проектуванні. Сучасні цифрові інструменти, такі як Grasshopper, Rhino, Revit Dynamo, з алгоритмами штучного інтелекту (AI) дозволяють автоматично шукати найкращі рішення з врахуванням енергоефективності, освітлення та економії матеріалів [4, с. 17].

Параметричний підхід дає можливість швидко аналізувати різні варіанти фасадних систем, зменшити кількість відходів матеріалів завдяки точній цифровій підготовці виробництва, а також забезпечити візуальну унікальність будівель [5, с. 31]. Однак існують й недоліки: якість результату залежить від програмного забезпечення, складно узгоджувати цифрові моделі із реальними будівельними процесами, а також потрібна висока кваліфікація проектувальників [3, с. 26].

Параметричні фасади найчастіше використовуються у проєктах інноваційних культурних центрів, офісних хмарочосів, університетських корпусів та публічних будівель, де архітектура виступає засобом вираження технологічних досягнень при одночасній ресурсоекономічності рішень.

4. Ретрофіт і подвійні скляні фасади (рис.). Одним із головних питань подальшої експлуатації будинків, зведених у минулому сторіччі, є їх термомодернізація. Серед важливих рішень у цій сфері — використання сучасних фасадних систем, які забезпечують вдосконалення старих конструкцій. Ретрофіт-фасади — це система, яка встановлюється як другий шар над старою оболонкою, що дозволяє покращити теплоізоляцію, забезпечити природну вентиляцію і при цьому модернізувати зовнішній вигляд будівлі. Ці фасади часто застосовуються у модернізації офісних та житлових будівель фонової забудови у містах України та Європи, де багато споруд було побудовано до появи сучасних стандартів енергоефективності [1, с. 66].

При використанні подвійних скляних фасадів можна отримати значне підвищення енергоефективності, покращений акустичний комфорт та можливість природної вентиляції без втрати теплозахисту [3, с. 22]. Крім того, такі системи дозволяють встановити сонцезахисні елементи між шарами скла, що зменшує перегрів у літо. Проте вони мають певні недоліки, зокрема високу вартість оновлення, потрібність ретельного розрахунку повітряних потоків між шарами та ризик утворення конденсату у вологих умовах [2, с. 39]. Подвійні скляні фасади широко використовуються у відомих офісних центрах Європи (RWE Tower, Ессен, Німеччина; вежа Мері-Екс в Лондоні та ін.).

Ретрофіт-підхід загалом підтримує стратегію сталого розвитку, оскільки сприяє підвищенню енергоефективності будівель, дозволяє продовжити термін експлуатації старих будівель, та зменшити викиди вуглецю.

5. Біофільні та сталі фасадні системи. Біофільні та сталі фасадні рішення відображають екологічну орієнтацію сучасної архітектури, де головна мета — поєднання природних процесів з будівельною структурою [3, с. 21]. Біофільні фасади включають інтеграцію рослинних систем, зелених стін, вертикальних садів або природних матеріалів, що створює сприятливий мікроклімат і покращує екологічні показники міського середовища. Сталий підхід у проектуванні фасадів полягає в використанні вторинних або низьковуглецевих матеріалів, таких як перероблене скло, алюміній або композити на біооснові. Такі рішення зменшують екологічний слід будівлі і сприяють реалізації концепції «Zero Carbon Architecture» [5, с. 29]. Біофільні фасади мають позитивний психологічний ефект — покращують самопочуття, знижують шум і пил, а також підвищують вологість повітря [2, 44]. Основними недоліками є складність догляду за рослинними системами, необхідність регулярного зрошення та контролю мікроклімату в фасадних шарах [1, с. 78].

Висновки. Серед розглянутих фасадних систем у житловій забудові України переважно використовуватимуться вентильовані фасади, системи з композитних панелей, склом та термопанелями через поєднання енергоефективності та естетики. У промисловій забудові більш вживаними залишаться сендвіч-панелі, вентильовані фасади, раціональним є використання фотоелектричних елементів або фасадних сонячних колекторів. У майбутньому український ринок фасадів продовжуватиме розвиватися в напрямку використання екологічних матеріалів, адаптивних технологій, застосування штучного інтелекту на стадії проектування. Це дозволить створювати «розумні» фасадні конструкції будівель, які будуть ресурсо-економними та відповідатимуть кліматичним умовам країни, підвищуватимуть комфорт мешканців.

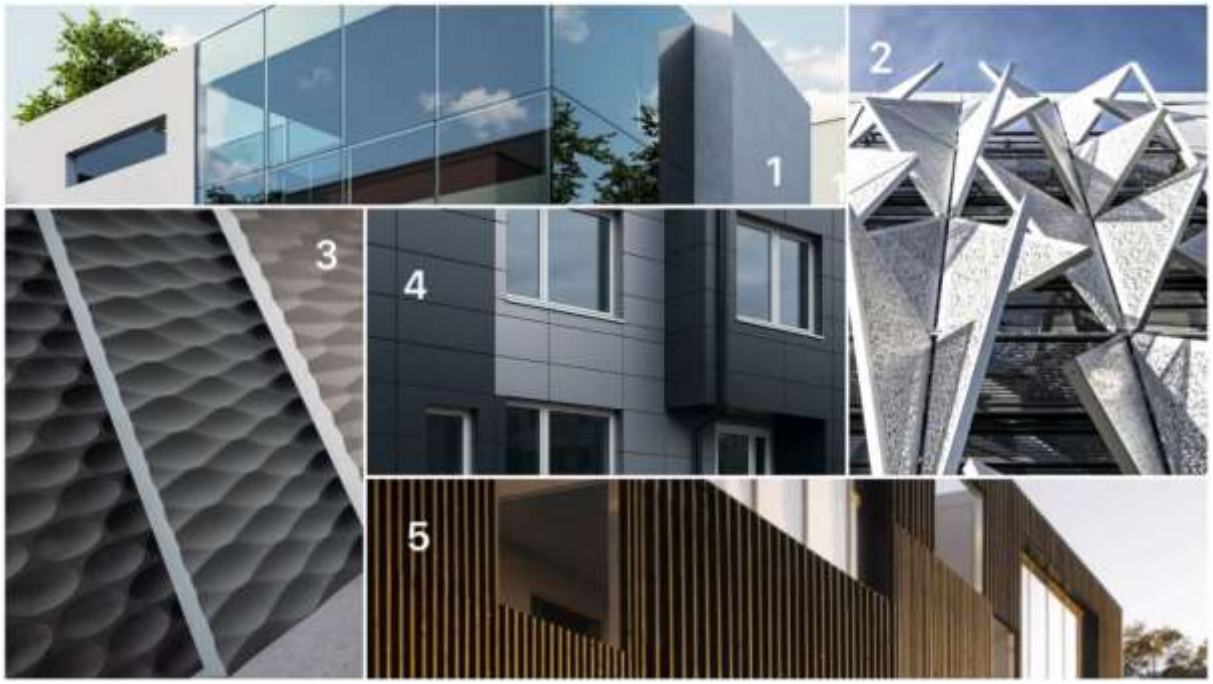


Рис. 1. Приклади застосування різних видів фасадних систем
(відповідно до нумерації систем в тексті)

Література

1. Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., Auer, T. — Façades: Principles of Construction. Birkhäuser, 2007.
2. Tahmasbi, F. et al. — “Energy-efficient building façades: A comprehensive review”, *Journal / Elsevier* (review, 2024).
3. Wang, M. — “Review of dynamic façade typologies, physical and control strategies” (2024).
4. Lin, V.Y.C. — “AI-Augmented Parametric Façade Design: Exploring MCTS and generative workflows”, *Built Environment / Design journal* (2025).

28. УЗГОДЖЕНІСТЬ АДГЕЗІЙНИХ І КОГЕЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИСТЕМИ «ШТУКАТУРКА – ЧЕРЕПАШНИК»

Керш В.Я., к.т.н., проф., Фощ А.В., к.т.н., доц, Бацуєв В.В., асп.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Більшість будівель центральної частини міста Одеси складено з місцевого природного каменю вапняку-черепашника. Поряд з досить гарними технічними і експлуатаційними властивостями (міцність, тепло- і шумозахист), суттєвим недоліком черепашника є втрата міцності при його зволоженні, що призводить до руйнувань будівель з вапняку. Однією з причин надмірного зволоження зовнішніх стін є пошкодження штукатурного покриття.

Для відновлення споруд із вапняку-черепашнику необхідно застосовувати спеціальні реставраційні штукатурні склади, фізико-механічні властивості яких узгоджені з характеристиками основного стінового матеріалу, зокрема - адгезією.

Технічні вимоги до ремонтної композиції, що розробляється на кафедрі міського будівництва та господарства ОДАБА, визначені таким чином: матеріал повинен бути структурно сумісним із черепашником, характеризуватися прискореним твердінням, підвищеною водостійкістю, а також мати міцність, паропроникність і адгезію, узгоджені з параметрами основного каменю.

В даної роботі розглядаються питання, пов’язані з дослідженням міцності зчеплення штукатурної суміші на основі гіпсоцементнозольного (ГЦЗ) в’яжучого з черепашником.

Недостатня адгезія штукатурного шару до черепашнику може призвести до таких наслідків: відшарування штукатурки з утворенням пустот між штукатуркою і стіною, поява тріщин на поверхні, втрата тепло- і звукоізоляції, прискорене руйнування контактної зони. Занадто надмірна адгезія більш міцного (порівняно з черепашником) штукатурного шару може призвести до відриву частин матеріалу основної стіни.

З точки зору будівельного матеріалознавства, необхідність врахування узгодженості властивостей штукатурного складу і черепашнику обґрунтовується принципом «слабкої ланки» в багатошаровій системі. Система «штукатурка-стіна» складається з трьох потенційних площин руйнування (штукатурний склад, зона контакту, матеріал основної стіни), кожна з яких характеризується певним показником міцності:

- Когезія штукатурки ($К_{шт}$) - внутрішня міцність самого штукатурного шару.
- Адгезія - міцність зчеплення (А) на межі розділу/контакту шарів.
- Когезія черепашнику ($К_{чер}$) - внутрішня міцність самого матеріалу стіни.

Порівнюючи структурно-механічні характеристики компонентів системи, можна зробити висновок, що «слабкою ланкою» в даному випадку є матеріал основної стіни. Розглянемо його особливості. Черепашник - природний, пористий, гетерогенний матеріал із рядом специфічних властивостей, які критично впливають на вибір штукатурки:

- черепашник має високу відкриту пористість і відносно низьку щільність у порівнянні з бетоном, цеглою або звичайними штукатурними сумішами;
- міцність черепашнику (особливо на розтяг і зсув) порівняно низька.

Можна припустити, що в силу своєї природної структури (цементація уламків раковин) він має відносно низьке і сильно варіабельне значення когезії в порівнянні з високоміцними кладочними матеріалами.

Найгірший сценарій руйнування штукатурної системи — це когезійний розрив в тілі черепашнику з відривом частини каменю, оскільки це незворотньо пошкоджує основну конструкцію. Щоб цього уникнути, необхідно, щоб при виникненні напружень (температурних, усадочних, експлуатаційних) руйнування відбувалося або в штукатурному шарі, або по межі розділу. Правильне проєктування складу штукатурної суміші має виконуватись з урахуванням узгодженості адгезійних і когезійних властивостей ГЦЗ штукатурного складу і черепашнику як матеріалу основної стіни.

Вимірювання адгезії/когезії розроблених складів до поверхонь різної природи (черепашник, керамічна неглазурована облицювальна плитка) проведено «методом відриву кільца» за допомогою експериментальної установки, розробленої на кафедрі ПАТБМ ОДАБА. Принцип визначення адгезії полягає у вимірюванні зусилля відриву кільця з випробуваною сумішшю (витримка – 7 діб) від поверхні основи (опорної пластини). У попередніх експериментах встановлено базовій склад ГЦЗ суміші з оптимальним співвідношенням властивостей: 50 масових частин гіпсу, 30 частин клінкерного цементу і 20 частин золи ТЕС. За результатами досліджень зчеплення запропонованого складу з поверхнею черепашнику характеризувалось зусиллям відриву на одиницю поверхні контакту – 0,25 МПа. Адгезія цього ж складу до поверхні керамічної плитки – 0,30 МПа. Відрив кільця при цьому фіксувався по контактній зоні. При введенні до складу адгезійної добавки СС 81 (3-10%) адгезія зросла в 1,3-2 рази, залежно від концентрації добавки; при її максимальному вмісті спостерігалось часткове виривання матеріалу основи.

На наступному етапі дослідження в базовий склад введені модифікуючі добавки – пластифікатор, гідрофобізатор і фібра. Це призвело до збільшення міцності матеріалу і вимагало додаткового дослідження міцності зчеплення системи «штукатурка – основа». Впливати на співвідношення адгезійно-когезійних властивостей компонентів системи найбільш ефективно можна регулюючи когезійні властивості штукатурного складу (за рахунок введення інертних наповнювачів, наприклад відсіву відходів каменепілення) і адгезію контактної зони. Щоб забезпечити саме таке правильне співвідношення при проектуванні штукатурного складу, необхідно знати величину когезії поверхневого шару черепашнику.

У відкритих українських та міжнародних джерелах не вдалося знайти достовірних даних про результати вимірювань, в яких би чітко вказувалася когезійна міцність поверхні черепашнику (тобто міцність внутрішнього зчеплення каменю).

Оскільки дані про когезію черепашнику відсутні, проведено дослідження цієї характеристики. Опорні пластини розміром 50х50х15 мм випиляні з черепашнику, міцність на стиск якого дорівнювала 1,9 МПа. Для того, щоб відрив відбувався по тілу черепашнику, внутрішня міцність самого штукатурного шару і міцність контактної зони повинні безумовно перевищувати когезію черепашнику. Спроба попереднього зміцнення поверхні черепашнику в контактній зоні 2-компонентним епоксидним складом виявилася невдалою. Відрив кільця з цементно-піщаною сумішшю (Ц:П = 1:1) відбувався від поверхні затверділої смоли. Більш вдалим виявилося використання цементно-піщаної суміші безпосередньо на поверхні черепашнику. У цьому випадку

відділення кільця стійко відбувалося з виривом матеріалу основи, тобто спостерігалася саме когезія черепашнику, величина якої, в середньому, склала 0,60 МПа.

Орієнтуючись на величину когезії, отриманої в експерименті, можна проектувати ремонтні склади для конкретного объекта з необхідним співвідношенням адгезійно-когезійних властивостей. Наприклад, при міцності на стиск дослідних зразків черепашнику $R_{ст} \approx 2$ МПа, слід орієнтуватися на ремонтний розчин з $R_{ст}$, що не перевищує або трохи нижче ніж 2 МПа, та адгезією до 0,5 МПа.

При аналізі та інтерпретації результатів вимірювань слід брати до уваги неоднорідність матеріалу: черепашник локально дуже варіативний - окремі ділянки можуть мати варіацію міцності ±20-30%, а також враховувати режим вологості - насичення водою знижує і когезію, і міцність.

29. ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Бобраков А.А., к.т.н., доц. Тесленко Є.О., студ.
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

В умовах дефіциту площ, регламентів руху й часових «вікон» актуальна необхідність узагальнити та формалізувати підходи до узгодження постачань, внутрішніх переміщень і виробничих процесів на міських будмайданчиках. Мета полягає у зниженні тривалості та вартості виконання робіт за дотримання встановлених показників якості та безпеки.

Логістичний підхід розглядає будівництво як інтегрований ланцюг створення цінності, у якому кожен потік (матеріальний, транспортний, інформаційний) має бути синхронізований із технологічною послідовністю робіт (рис. 1).

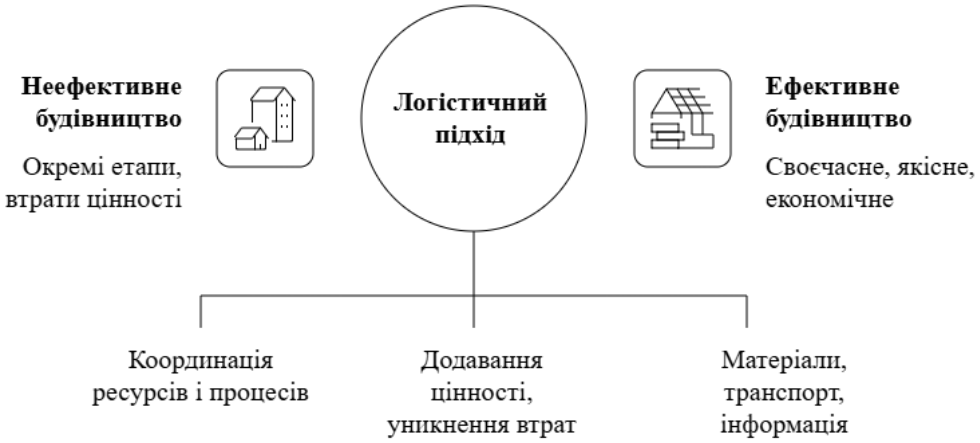


Рис. 1. Загальні принципи логістичного підходу в будівництві

Ключовою ознакою є превентивність рішень: планування виконується з випередженням щодо виробництва, а керування здійснюється на основі прогнозованих потреб, доступності ресурсів та обмежень міського середовища. Умовою ефективності є прозорість даних у єдиному інформаційному середовищі та стандартизовані інтерфейси взаємодії між учасниками.

Урбанізований контекст зумовлює дефіцит площ під складування, фрагментованість під'їздів, конфлікти із транспортними потоками міста та регламенти щодо шуму й екології. Виробнича логістика має враховувати часові «вікна» для постачань, вимоги до мінімізації тимчасових запасів, обмеження щодо габаритів і маси транспортних засобів, а також безпекові аспекти для пішоходів та мешканців прилеглих будинків. У таких умовах зростає роль попереднього комплектування та поетапної подачі ресурсів без тривалого зберігання на майданчику.

Практична реалізація логістичного підходу базується на поєднанні консолідації постачань поза межами об'єкта та строгої ритмічності всередині майданчика. Доцільним є створення проміжних пунктів комплектації, де партії формуються відповідно до добового або змінного ритму робіт, з маркуванням під конкретні зони монтажу. Внутрішні переміщення організовують так, щоб уникати перехрещень маршрутів і повторних операцій, із чітко визначеними коридорами подачі. Окремо виділяють «чисті» та «брудні» потоки, щоб не допускати взаємного впливу різних

видів робіт. Розклад робіт узгоджується з графіком транспортувань: матеріали надходять в обсягах, достатніх для безперервності процесу, але без накопичення надлишкових запасів.

Логістика набуває керованості тоді, коли розклади робіт, специфікації матеріалів і статуси постачань відображаються в єдиному інформаційному середовищі. Цифрове представлення об'ємів, зон виконання та послідовності робіт дозволяє завчасно виявляти конфлікти, узгоджувати «вікна» доставки з етапами монтажу й прив'язувати партії до конкретних ділянок.

Управлінські рішення ґрунтуються на поєднанні прогностичного планування та оперативного диспетчерування. Для середньострокового горизонту використовують калібровані норми споживання ресурсів і виробничі ритми, що дозволяє оцінювати потреби за видами робіт і періодами. Для короткого горизонту застосовують щоденні наради вирівнювання, де уточнюють послідовність операцій, коригують пріоритети та закривають обмеження. Дані про фактичні поставки, простої та відхилення фіксуються системно, щоб наступні рішення спиралися на верифіковану історію.

Логістичні рішення оцінюють із позицій безпеки праці, впливу на дорожній рух, шумового навантаження й пилу. Поставки групують у часові інтервали, що мінімізують конфлікти з міськими транспортними піками. Для тимчасових зон розвантаження запроваджують фізичні бар'єри та навігацію для пішоходів. Комунікації з мешканцями та муніципальними службами плануються заздалегідь, щоб скоротити число позапланових обмежень. Ризики відхилень у постачанні зменшують за рахунок резервних маршрутів і дублювання критичних постачальників.

Оцінювання ефективності логістики доцільно виконувати через набір індикаторів, що відображають час, витрати та стабільність процесу. До базових належать тривалість циклу поповнення, рівень запасів на майданчику, частота внутрішніх переміщень, частка своєчасних доставок, відсоток робочого часу, втрачений через очікування матеріалів, і частота змінних розкладів. Інтерпретація показників проводиться у динаміці: важливим є не разове значення, а тренд вирівнювання процесу та зменшення варіативності.

Раціональним є перехід до поетапного комплектування «ділянка–зміна–бригада» із чіткими вікнами постачань, мінімізація тимчасових складів, розділення потоків за типами матеріалів і чистотою, а також попереднє узгодження графіків із міськими регламентами руху. Інформаційні засоби мають забезпечувати відстеження статусів постачань у реальному часі та швидке донесення змін до всіх учасників. Внутрішні маршрути й зони розвантаження слід робити постійними на весь період виконання відповідного виду робіт, щоб уникати імпровізацій і зменшити ризики.

Висновки. Логістичний підхід у щільній міській забудові забезпечує керованість будівельного процесу за рахунок синхронізації потоків із технологічною послідовністю робіт та обмеженнями міського середовища. Системна організація постачань, прозорість інформації, ритмічність внутрішніх переміщень і пріоритет безпеки формують умови для скорочення тривалості виконання, зниження супутніх витрат і стабілізації якості. Результативність підходу визначається не окремими інструментами, а узгодженістю управлінських рішень у часі та просторі, що дозволяє адаптуватися до обмежень великого міста та підтримувати прогнозованість виробничого циклу.

Література

1. Іваненко Д.С., Бобраков А.А. Підвищення ефективності будівельних проєктів завдяки оптимізованим логістичним рішенням // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2023. № 43. С. 292–300.
2. Арутюнян І.А., Коваленко О.С. Оптимізація організаційних процесів у цивільному будівництві за допомогою логістичних моделей // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. 2024. № 25. С. 13–19.

30. ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ЯК ІНСТРУМЕНТА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА БУДІВЕЛЬНИХ МАЙДАНЧИКАХ

Загребін В.В., студ., Келеберденко Т.А., студ., Тишковець І.В., студ.
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Оскільки будівництво належить до одних з небезпечних видів діяльності, це обумовлює перехід від вибіркових інспекцій до постійного ризик-орієнтованого нагляду із залученням БПЛА, що дають об'єктивну візуалізацію небезпек і скорочують час інспектування порівняно з пішими перевірками.

Для типових будмайданчиків пріоритетними є мультироторні платформи, які забезпечують безпечний візуальний огляд у складній забудові; там, де потрібне тривале чергування над вузькою зоною, доцільні прив'язні системи.

Канал керування і передачі даних реалізують прямою радіолінією з резервуванням через прив'язний або мобільний шлюз. Первинну аналітику частково варто виконувати на борту, а задачі зіставлення з BIM, агрегування KPI та формування звітів – на сервері або в хмарному середовищі. Загальний перелік можливостей при застосування БПЛА в будівництві наведено на рис. 1.

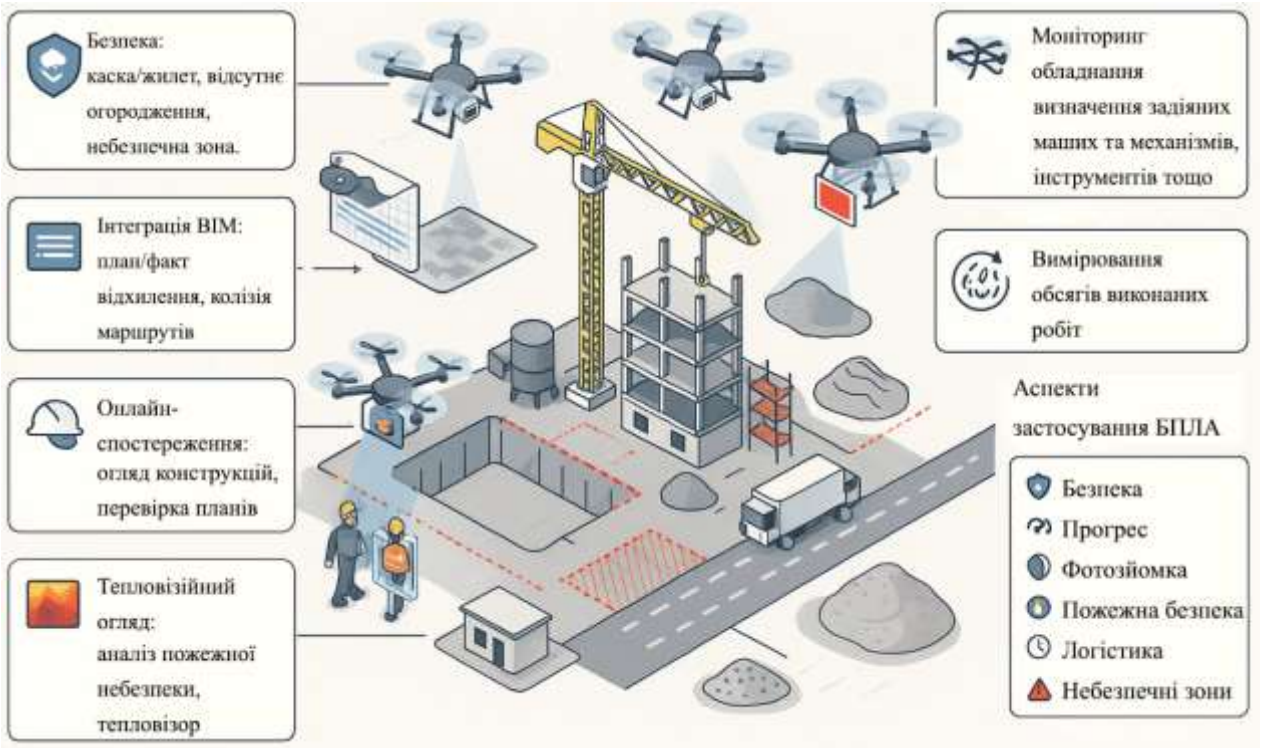


Рис. 1. Концептуальне представлення використання БПЛА у процесі зведення будівель (використання ШІ з подальшим допрацюванням)

Пропонується виконати огляд сучасних технічних рішень з використанням безпілотних літальних апаратів для підвищення рівню безпеки праці на будівельних майданчиках.

1. Фото- та відеозйомка з БПЛА формує ортофотоплани й хмари точок для оцінки геометрії, укосів, тимчасових конструкцій; ці дані інтегруються з 4D/5D-BIM для порівняння «план/факт» і виявлення небезпечних відхилень. За результатами аналізу

літератури доведена можливість регулярного моніторингу прогресу та якості з прив'язкою до графіка.

2. Платформи інспектування безпеки. Розробляються спеціалізовані UAS-платформи для інспекції правил безпеки (маршрути, контроль зон підйому вантажів, перевірка огороджень), що скорочують часові витрати та суб'єктивізм контролю.

3. На базі відеопотоків з БПЛА впроваджується автоматичне розпізнавання касок/жилетів, небезпечної близькості «людина–машина», тріщин на огороджувальних конструкціях тощо; у сучасних роботах продемонстровано застосування YOLO-моделей і інтеграцію з системами попереджень у реальному часі.

Перевага першого порядку полягає в різкому скороченні часу інспектування та підвищенні оперативності реагування. БПЛА дозволяють за один політ оглянути зони, на які пішому інспектору знадобилися б години, причому з можливістю миттєво зафіксувати відхилення, передати попередження та ініціювати коригувальні дії без затримок.

Другою ключовою перевагою є об'єктивність і відтворюваність контролю. Аерознімання формує візуальні та геопросторові докази – ортофотоплан, хмари точок, відеозаписи – які можна повторно аналізувати, зіставляти між собою і з «планом» у 4D/5D-BIM.

БПЛА фізично відсувають людей від небезпеки та розширюють доступ до важкодоступних ділянок. Верхні яруси, зони над крановими шляхами, укоси котлованів, фасади й тимчасові конструкції оглядаються без потреби встановлювати додаткові риштування або направляти інспекторів у небезпечні точки.

Окрім наведеного переліку переваг, необхідно вирішити актуальні питання щодо обмежень використання БПЛА в будівництві. Технічні (погода, тремор від вітру, потреба в належній оптиці/RTK), організаційні (підготовка операторів і аналітиків), правові (режим використання повітряного простору), етичні (зйомка людей). Баланс між автоматизацією й перевіркою людиною зберігається критично важливим.

Технічною перешкодою є метеофактори, завади GNSS і необхідність якісної оптики та RTK для стабільної геометрії. Організаційно потрібні навчання операторів і аналітиків, синхронізація з крановими і логістикою, а також чіткі стандартні операційні процедури. Правові й етичні питання стосуються режимів використання повітряного простору, зйомки людей і зберігання відео з мінімізацією персональних даних та розмежуванням доступів.

Висновки. БПЛА створюють інфраструктуру «очей у небі», що підсилює охорону праці на будівництві через швидке виявлення небезпек, зменшення часу інспектування, прозору фіксацію відхилень і інтеграцію з 4D/5D-BIM. Ефект реалізується за наявності регламентів польотів, підготовленого персоналу, інтегрованих середовищ даних і дотримання вимог законодавства.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на кількісну оцінку впливу БПЛА на показники безпеки (частота інцидентів, час реакції) та стандартизацію метрик якості CV-детекцій (комп'ютерний зір).

Література

1. Левщанов С. Застосування безпілотних літальних апаратів у будівельній індустрії // Технічні науки та технології. 2024. № 2(36). С. 297–302. DOI: https://www.doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2(36)-297-302.

2. Гаврись А.П., Лаврівський М.З., Філіппова В.В., Марценюк А.Ю. Аналіз ефективності та перспектив застосування безпілотних літальних апаратів у сфері цивільного захисту // Міжнародний науковий журнал «Грааль науки». 2024. № 46. С. 531–546.

31. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ У БУДІВНИЦТВІ НА ЗАСАДАХ ЛОГІСТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Іваненко Д.С., асп., Білозуб Л.С., студ.
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Логістичний менеджмент розглядає об’єкт будівництва як інтегрований ланцюг створення цінності, у якому матеріальні, транспортні та інформаційні потоки синхронізовані з технологічною послідовністю робіт і просторовими обмеженнями майданчика.

Оптимізація ресурсів у будівництві досягається через стабілізацію виробничого ритму та скорочення втрат, що виникають від затримок, колізій і неузгоджених дій між учасниками. У сучасних умовах набуває актуальності перехід від статичних процедур до керування на основі актуальної інформації з будівельного майданчика, що зменшує нераціональне використання трудових ресурсів, підвищує надійність дотримання графіків і покращує прогнозованість витрат.

Аналізуючи наукові статті закордонних науковців, у практичних кейсах зафіксовано усунення 96 колізій і 53 ризиків якості та скорочення строків виконання на 21 день порівняно з традиційною практикою [1, 2]. Результати безпосередньо корелюють зі зниженням сумарних витрат на рівні 4-10 % у проектах, де управлінські рішення приймалися на основі цілісної інформаційної картини виробництва [3]. Наведені факти свідчать про актуальність тематики у контексті розвитку будівельної галузі, а також при відбудові міст.

Ключова логіка оптимізації полягає у синхронізації матеріальних, трудових і технічних потоків із реальними обмеженнями майданчика та зовнішнім середовищем. Таким чином, практична реалізація зосереджується на трьох площинах:

1. Плануванні забудови майданчика з урахуванням просторових обмежень і ефективного використання тимчасових зон;
2. Координації процесів з прив’язкою до актуальних послідовностей робіт;
3. Оперативному перерозподілі ресурсів для запобігання дефіцитам і простоям.

Наведені рішення стабілізують ресурсні потоки, зменшують відходи та підтримують стійкість операцій у разі перебоїв постачання чи відмов техніки.

Результати, наведені у матеріалах [1–5], підкреслюють також управлінські вигоди: підвищення надійності календарних планів, зниження ризиків переривання робіт, поліпшення взаємодії між учасниками на всіх етапах проєкту та можливість масштабованого застосування і для великих інфраструктурних програм, і для проєктів модернізації, де критичними є точність поставок і дисципліна виконання. Додатковий ефект – посилення безпеки за рахунок зменшення непередбачених відхилень і чіткішої організації робочих зон.

Обмеженнями, які впливають на кінцевий ефект, являються якість вихідних даних, несумісність форматів, потреба у підготовці персоналу та складність впровадження, що особливо суттєво для невеликих організацій. Вирішення цих питань потребує дисципліни даних, чітких правил обміну інформацією та поетапного розгортання рішень із концентрацією на ділянках максимального впливу – інакше частина потенціалу економії трансформується у транзакційні витрати на координацію.

Щоб перевести окреслені принципи в керовані дії, доцільно сфокусуватися на невеликому наборі обов'язкових управлінських кроків з прямим впливом на строки і витрати:

1. Фіксувати просторові обмеження майданчика і постійно перевіряти відповідність тимчасових зон і маршрутів фактичній послідовності робіт (запобігання конфліктам і зайвим переміщенням);
2. Погоджувати постачання «саме вчасно» під критичні операції та відмовитися від накопичення буферів, що не підтримують безперервність процесу;
3. Проводити щоденне оперативне узгодження послідовностей робіт і пріоритетів ресурсів на підставі фактичних відхилень, а не планових припущень;
4. Забезпечити прозорість статусів для всіх учасників, щоб рішення щодо перерозподілу людей, техніки та матеріалів приймалися завчасно;
5. Окремо відслідковувати ризики перебоїв постачань і відмов обладнання та мати погоджені маршрути/варіанти дій для швидкого відновлення ритму.

І, нарешті, оптимізація ресурсів має сенс тільки тоді, коли результати вимірюються. Основні принципи апелють до собівартості, тривалості, запасів і простоїв – рекомендовано зробити їх коротким «ядром» управлінської звітності: одине робоче середовище із чотирма індикаторами, що щоденно оновлюються. Якщо ці індикатори стабілізуються, логістична стратегія працює; якщо «стрибають» – не допоможе жодне додаткове складування.

Таким чином, оптимізація використання ресурсів –організаційна дисципліна прийняття рішень на основі актуальної інформації з будмайданчика, що дозволяє стабілізувати послідовності робіт, скоротити зайві запаси і переміщення та зменшити сумарні витрати при збереженні якості й безпеки виконання. Організований логістичний менеджмент синхронізує матеріальні потоків із реальною послідовністю робіт і просторовими обмеженнями. Керування здійснюється через невелике «ядро» KPI, стандартизовані правила зміни плану, прозору цифрову модель та щоденний цикл прийняття рішень

Практичні результати, наведені у роботі (скорочення строків, зниження витрат, мінімізація конфліктів і відходів), демонструють доцільність такого підходу і його придатність до масштабування у різних типах проєктів.

Логістичний менеджмент має сприйматись не як «доставка матеріалів», а як узгоджена організація потоків протягом усього життєвого циклу: інтеграція з проєктною документацією, орієнтація на вимоги замовника, мінімізація логістичних витрат і системне застосування інформаційних технологій для керування матеріалами, інформацією та фінансами [4]. В результаті акцент буде зміщений із накопичення запасів на прозорість, гнучкість і передбачуваність виконання.

Тому наведені аспекти мають можливість стати основою для подальших змістовних досліджень за наведеним напрямом.

Література

1. Liu, J.: Application of BIM Technology in construction quality management. Academic Journal of Engineering and Technology Science. 5, (2022). https://doi.org/10.25236/ajets.2022.050203

2. Li, N.: The Application of Computer BIM Technology in Prefabricated Construction Project Management. IJIIS: International Journal of Informatics and Information Systems. 5, 114–122 (2022). https://doi.org/10.47738/ijiis.v5i3.138
3. Abdelbary M., Edkins A., Dorra E.M. Reducing CRR in fast-track projects through BIM // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). 2020. Vol. 25. P. 140–160. DOI: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.009.
4. Іваненко Д.С., Бобраков А.А. Підвищення ефективності будівельних проєктів завдяки оптимізованим логістичним рішенням // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2023. № 43. С. 292–300.
5. Іванов Ю. Логістика у будівництві: методи прийняття рішень, особливості й перспективи розвитку // Галицький економічний вісник. 2023. Т. 81, № 2. С. 123–132.

32. СУЧАСНІ АСПЕКТИ У ВІДБУДОВІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ: ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТІНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Кулік М.В., к.т.н., доц., Гуляєва Л.В., к.пед.н., доц., Прядко А.М, студ.
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Збереження тепла в житлових будівлях під час відбудови потребує інтегрованого підходу, що поєднує класичні теплофізичні розрахунки з урахуванням сучасних матеріалів та технологій контролю вологості, енергозбереження.

Метою роботи є аналіз теплотехнічних характеристик огороджувальних стінових конструкцій при відбудові житлових будівель; визначення впливу коефіцієнтів теплопровідності, паропроникності та опору теплопередачі на енергоефективність; а також порівняння традиційних і сучасних матеріалів для вибору оптимальної системи утеплення.

Відновлення пошкоджених стінових конструкцій виконується, насамперед, з огляду на три ключові параметри: коефіцієнт теплопровідності (λ), коефіцієнт паропроникності (μ), загальний опір теплопередачі (R). В якості дослідженння можна вибрати комбіновану огороджувальну конструкцію, яка складається із цегли (d = 510 мм, $\lambda \approx 0{,}81$ Вт/(м·К), $\mu \approx 0{,}14$ мг/(м·год·Па); мінвати (d = 150 мм, $\lambda \approx 0{,}041$ Вт/(м·К), $\mu \approx 0{,}30$ мг/(м·год·Па); внутрішнього та зовнішнього шару цементно-піщаного розчину [7]. Розрахунок загального опору теплопередачі за відомою формулою для теплотехнічного розрахунку дає наступне значення $R \approx 4{,}4$ м²·К/Вт. Отже, отримане значення R перевищує мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі огороджувальної конструкції житлових та громадських будівель для I та II кліматичних зон України [6], що свідчить про відповідність сучасним вимогам теплозахисту. Необхідно зазначити, що традиційна цегляна кладка без утеплення має недостатній опір теплопередачі ($R \approx 0{,}63$ м²·К/Вт) і високу тепловтрату, тоді, як конструкція з газоблоків або цегли з утепленням мінеральною ватою досягає R = 4,29-6,16 м²·К/Вт. Водночас мінеральна вата завдяки найвищій паропроникності забезпечує оптимальний вологообмін. Коефіцієнт паропроникності μ використовують для оцінки вологообміну та здатності конструкції «дихати», тобто пропускати водяну пару без накопичення конденсату у товщі стіни. На підставі проведених розрахунків зроблено висновок, що найефективнішим рішенням для сучасної відбудови є поєднання матеріалів із низькою теплопровідністю та високою паропроникністю, що забезпечує комфортний мікроклімат і підвищену енергоефективність конструкцій.

Ці конкретні числові дані слугують відправною точкою для аналізу та порівняння з новими рішеннями та для практичних кошторисних оцінок відновлення стіни після руйнувань. Однак, при проєктуванні реконструкції слід пам’ятати, що теплові характеристики самі по собі не гарантують довготривалої ефективності. Важливо також здійснювати контроль вологості та паропроникності. Вимірювання водяної паропроникності (WVP) матеріалів залишається технічно складним і результати різних лабораторій іноді суттєво відрізняються. На це наголошено у комплексному огляді даних WVP для інорганічних будівельних матеріалів (brick, stone, plaster, cement-based) 2024 року, де підкреслюється необхідність акуратного інтерпретування одиничних експериментальних значень при проєктних розрахунках [2]. Практичний наслідок

полягає в тому, що при розробці конструкції треба опиратися одночасно на лабораторні паспортні дані виробників, нормативи та консервативні припущення з урахуванням можливих похибок вимірювань [2].

За останні два роки (2024–2025) [3, 4] індустрія утеплення зробила кілька помітних кроків, а саме:

- по-перше, зросло застосування дихаючих (vapour-open) мембран та парорегулюючих шарів, що мають відносно низький дифузійний опір і дозволяють парі виходити назовні, але при цьому запобігають проникненню рідкої вологи;
- по-друге, на ринок виходять «смарт» пароізолятори (humidity-dependent vapor retarders), що змінюють свою проникність залежно від відносної вологості;
- по-третє, поширюються композитні панелі та утеплювачі з контрольованою структурою пор, що поєднують низький λ і регульовану паропроникність, розвиваються системи моніторингу вологості у товщі огороджувальних конструкцій.

Практична перевага дихаючих мембран і регульованих бар'єрів полягає у зниженні ризику внутрішньої конденсації за умови правильно спроектованих шарів і коректного монтажу. Мембрана з μ (фактор опору дифузії) на рівні порядку 10–30 і еквівалентною товщиною шару повітря sd = 0,1–0,3 м значно покращує можливість висихання конструкції у порівнянні зі стандартним пароізолятором ($\mu \gg 100$), який, хоч і блокує дифузію, може сприяти накопиченню вологи у товщі стіни за наявності інфільтраційних течій повітря або вологи з іншого джерела [3, 4]. Нові публікації також підкреслюють, що першочерговою задачею є контроль повітряної герметичності (airtightness), оскільки рух повітря переносить значно більше вологи, ніж проста дифузія, і часто саме непродуктовані шви або поганий монтаж створюють умови для інфільтраційної вологи та її конденсації [4].

Практичний алгоритм вибору конструкції відбудови для культових прикладів (наприклад, відновлення 30 м² цегляної ділянки товщиною 510 мм) має включати наступні послідовні кроки, а саме:

- необхідно визначити залишкову несучу здатність суміжних елементів і прийняти рішення щодо конструктивного варіанта: реставрація цегли, утеплення, заміна газоблоком або монолітна вставка, обов'язково з утепленням;
- для обраного варіанта виконати точні теплотехнічні розрахунки з урахуванням λ шарів;
- перевірити пародинаміку конструкції, розрахувавши сумарний опір паропроникності sd або mu, оцінити ризик внутрішньошарового конденсату з урахуванням граничних температур і вологості;
- обрати систему паробар'єрів / мембран та схему монтажу, що забезпечує баланс між дифузією й повітряною герметичністю;
- передбачити систему контролю (візуальний доступ, датчики вологості в товщі стіни у критичних місцях) для оперативного виявлення проблем [1, 3].

Згідно оглядових матеріалів 2024-2025 рр. [3] використання сучасних панелей та мембран сприяє реальній економії енергії. Економія енергії може також ще зрости і за рахунок зниження містків холоду та покращення герметичності орієнтовно до 15-25 %

додаткової економії при рівних товщинах утеплення. І при цьому важливо, що нові матеріали мають μ-показники такі, що зменшують ризик утримання пари. У складних багатошарових системах, наприклад, «дихаюча» мембрана μ = 10-30 (d = 0,1–0,3 м) створює умови для висихання стіни, в той час як традиційні пароізоляційні шари фактично мають μ дуже великого порядку і перешкоджають цьому висиханню [3].

Критичним для успіху є якість монтажу. Галузеві огляди 2025 року підкреслюють, що технологічні інновації в продуктах дають значний потенціал, але помилки при герметизації стиків, несумісність матеріалів або відсутність вентильованих зазорів зводять нанівець ефект від дорогих рішень [3]. Саме тому при відбудові, де часто доводиться поєднувати старі конструкції з новими шарами, слід планувати деталі переходів, використовувати перевірені системи сумісних матеріалів, а також проводити тестування герметичності та контроль вологості вже після монтажу. Окремо варто передбачити заходи щодо захисту від вітрового впливу й дощу під час будівельних робіт. Тимчасовий захист має бути таким, щоб не допускати намочування утеплювача під час монтажу, оскільки деякі нові високоефективні утеплювачі, наприклад, вакуумні або нанопористі елементи, дуже чутливі до вологи.

Підсумовуючи вище означене, необхідно звернути увагу на те, що для відбудови житлових будівель рекомендовано інтегрувати перевірені конструктивні принципи, які закладені у вихідній роботі (правильний вибір товщин і матеріалів, теплотехнічні розрахунки, кошторисні оцінки), з новими технологіями управління вологою: дихаючими мембранами, смарт парорегуляторами, композитними панелями та системами моніторингу. Такий комбінований підхід дозволяє досягти нормативних значень R, зменшити тепловтрати, мінімізувати ризики конденсації та продовжити життєвий цикл конструкцій, що в контексті відбудови України має ключове практичне значення як для комфорту мешканців, так і для економії ресурсів у довгостроковій перспективі.

Література

1. Збереження тепла у відбудові житлових будівель: теплотехнічні та кошторисні аспекти стінових конструкцій: наукова робота з дисципліни «Будівельна фізика». Запоріжжя: Нац. ун-т «Запорізька політехніка», Факультет будівництва, архітектури та дизайну, 2025. (файл робочого матеріалу, надано автором).
2. Hall C., Lo A., Hamilton R. Water-vapour permeability of inorganic construction materials: review and assessment. Construction and Building Materials. 2024. DOI/URL: https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-023-02281-y.
3. Advancements and Best Practices in Air and Vapor Barriers. Waterproof Magazine. 25 Mar 2025. URL: https://www.waterproofmag.com/2025/03/advancements-and-best-practices-in-air-and-vapor-barriers/.
4. Rethinking Moisture Control: The Primacy of Air Tightness Over an Outdated Fixation on Vapor Barriers in Building Envelope Design. Positive Energy (building science blog). 22 May 2025. URL: https://positiveenergy.pro/building-science-blog/2025/5/22/rethinking-moisture-control-the-primacy-of-air-tightness-over-an-outdated-fixation-on-vapor-barriers-in-building-envelope-design.

5. Colinart T. et al. Results of round-robin testing for the vapor permeability of bio-aggregate based building materials. Materials and Structures / Journal, 2025. DOI/URL: https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-025-02644-7.
6. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель" https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996?doc_type=2
7. ДСТУ 9190:2022 ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/dstu_91902022_energetichna_efektivnist_budivel_metod_rozrakh.pdf.

33. ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ВНУТРІШНЬОГО УТЕПЛЕННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ СТІНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Олійник В.В., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Проблема енергоефективності житлових будівель набула особливої актуальності в умовах енергетичної нестабільності та необхідності зниження вуглецевого сліду будівельного сектору. За оцінками [1], житлові будинки в Україні споживають понад 40% усієї кінцевої енергії, при цьому 60-70% втрат припадає на огороджувальні конструкції. Відтак питання підвищення теплозахисних властивостей стін є пріоритетним у програмах термомодернізації.

Метою роботи є оцінка техніко-економічної та експлуатаційної придатності різних варіантів внутрішнього утеплення (матеріали, товщина, система паро-бар'єру та вентиляційні рішення) з огляду на теплотехнічні параметри та довговічність конструкції.

У більшості випадків теплореновація передбачає зовнішнє утеплення, проте воно не завжди можливе – зокрема, для будівель історико-культурної спадщини, об'єктів щільної забудови або таких, де зміна фасаду заборонена архітектурними вимогами. У таких ситуаціях єдиним можливим рішенням є внутрішнє утеплення.

Однак, на відміну від зовнішніх систем, внутрішні утеплення мають суттєві ризики: можливість утворення конденсату в тілі стіни, зволоження матеріалу, зниження теплового опору та навіть руйнування огородження внаслідок циклів замерзання/відтавання. Отже, вибір матеріалів, конструкційних схем і технологічних рішень для внутрішнього утеплення потребує науково-обґрунтованого підходу.

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [2], теплозахисна ефективність огороджувальної конструкції характеризується опором теплопередачі R, який визначається як:

$$R = \frac{\lambda}{d} \tag{1}$$

де δ – товщина шару, м; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·°С).

Для більшості регіонів України мінімальний опір теплопередачі для зовнішніх стін житлових будівель має бути $R \geq 3{,}3$ м²·°С/Вт.

У разі утеплення зсередини, теплова інерційність зовнішньої стіни змінюється: основна маса конструкції опиняється в зоні низьких температур, що зменшує її здатність акумулювати тепло і збільшує ризик переохолодження зовнішніх шарів.

Ключовим аспектом є розподіл парціального тиску водяної пари в товщі конструкції. Якщо температура на межі стіна – утеплювач падає нижче точки роси, виникає внутрішня конденсація, яка поступово руйнує матеріал. Для запобігання цьому необхідне введення пароізоляційного шару з боку приміщення.

На основі аналізу практичних рішень та результатів досліджень [3-6] можна виділити три основні типи конструкцій внутрішнього утеплення:

- система з суцільним паробар'єром (утеплення відбувається за схемою: стіна → утеплювач → пароізоляція → облицювання (гіпсокартон)). У якості утеплювача використовується екструдований пінополістирол (XPS) та пінополістирол (EPS). Мають високу теплоефективність та простий монтаж,

але при такому утепленні необхідно ретельно ущільнювати стики через ризик скупчення вологи між шарами при порушенні герметичності.

- пароадаптивні системи, де замість класичної пароізоляції застосовуються «розумні» плівки з коефіцієнтом S_d (еквівалентна товщина шару повітря), що змінюється залежно від вологості повітря. Це дає змогу виводити надлишкову вологу взимку та запобігати її накопиченню влітку. У даному випадку доцільно використовувати мінераловатні плити або капілярно-активні матеріали (базальтова або кам'яна та ековата), які дозволяють системі дихати і контролювати вологість всередині стіни шляхом перенесення конденсату назад у приміщення. Це запобігає надмірному зволоженню стіни та підтримує комфортний мікроклімат.
- капілярно-активні або дифузійно відкриті системи, спеціально розроблені для внутрішнього утеплення. Використовують гігроскопічні матеріали (силікатні або глиноземні штукатурки, плити з целюлозного волокна, гідрофільні панелі), які поглинають і випаровують вологу, не допускаючи її конденсації.

У роботі зроблено порівняльний аналіз найбільш використовуваних матеріалів для внутрішнього утеплення (див. табл.).

Таблиця

Порівняльний аналіз найбільш використовуваних матеріалів для внутрішнього утеплення

Матеріал	λ, Вт/(м·°С)	μ (коеф. паропроникності)	Водопоглинання, %	Особливості
XPS	0,032	150-200	<0,5	низьке водопоглинання, потребує пароізоляції
EPS	0,037	40-100	2-4	економічний, менш вологостійкий
Мінеральна вата	0,041	1-3	до 5	висока паропроникність, пожежостійка
Капілярно-активні плити	0,045-0,050	3-10	3-6	відводять вологу, забезпечують комфортний мікроклімат

Екструдований пінополістирол є оптимальним варіантом у випадках, коли необхідно забезпечити високий опір теплопередачі при мінімальній товщині утеплювача (30-70 мм). Для історичних будівель, де важливо уникати змін вологості, доцільним є застосування капілярно-активних матеріалів у поєднанні з пароадаптивними шарами.

Так, стіни з керамічної цегли $\delta = 0,6$ м, $\lambda = 0.45$ Вт/(м·°С) без утеплення мають опір теплопередачі $R = 1,0$ м²·°С/Вт. При використанні у якості утеплення

екструдованого пінополістиролу δ = 70 мм – R = 3,4 м²·°С/Вт; з утепленням мінеральною ватою δ = 80 мм – R = 3,2 м²·°С/Вт.

Таким чином, додатковий шар утеплення товщиною 7-8 см забезпечує підвищення теплового опору в 3-3,5 рази, що відповідає вимогам нормативних документів для ІІ кліматичної зони. При цьому за рахунок пароізоляційного шару $S_d \geq$ 20 м забезпечується відсутність конденсації впродовж усього опалювального сезону.

Енергетичні розрахунки показують, що економія теплової енергії становить 35-45% порівняно з неутепленими стінами, а термін окупності системи – близько 2-3 опалювальних сезонів.

Крім того, внутрішнє утеплення підвищує температуру внутрішньої поверхні стін на 3-5°С, що знижує відчуття «холодних зон» і сприяє рівномірному розподілу тепла в приміщенні.

Висновки. Внутрішнє утеплення є доцільним рішенням у випадках, коли зовнішня термореновація неможлива або економічно необґрунтована. Основним фактором довговічності системи є правильне розташування пароізоляційного шару та вибір матеріалів із контрольованою паропроникністю. Найбільш раціональними варіантами для умов України є: XPS-панелі з герметичною пароізоляцією, пароадаптивні системи з мінеральною ватою та капілярно-активні рішення для історичних об’єктів. Комплексний підхід до вибору матеріалів, вентиляції та вологості забезпечує зменшення тепловтрат на 40% без негативних наслідків для огороджень.

Література

1. Міненерго України. Звіт про енергетичний баланс України за 2023 рік. Київ, 2024. https://ukrstat.gov.ua/metaopus/2023/2_03_08_03_2023.htm
2. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіон України, 2021.
3. Lisitano, I. et al. Evaluating the Impact of Indoor Insulation on Historic Buildings: A Multilevel Approach Involving Heat and Moisture Simulations (2021). Applied Sciences 11(17):7944. DOI: 10.3390/app11177944
4. Martel, T. Monitoring of moisture in walls retrofitted with internal insulation. (2021) Energy & Buildings. Case Studies in Construction Materials, 14 (2). DOI: 10.1016/j.cscm.2021.e00520
5. Ободянська О. І. Інноваційні технології для внутрішнього утеплення будівель [Електронний ресурс] / О. І. Ободянська, І. О. Забіяка, В. В. Грибик // Матеріали L науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11925.
6. Harberg, M.E. Mould Growth Risk for Internal Retrofit Insulation (2025). Heritage, 8(7), 278. https://doi.org/10.3390/heritage8070278

34. УМОВИ ТА ФАКТОРИ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНА ОЦІНКА ВУЗЛА ХК281-А СТІНОВОЇ СИСТЕМИ ASTRON НА ПРИКЛАДІ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ПАРКУ «БІЛА ЦЕРКВА»

Коліушко О.Ю., студ. магістратури, Герасим П.М., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

У статті представлено результати обстеження та теплотехнічного аналізу фасадів *single-skin* (LPA900 + мінеральна вата) промислових будівель F-1 та F-3. На вузлі ХК281-А у смузі прогона товщина утеплювача зменшується до 29 мм, що формує лінійний «місток холоду» [1]. Розрахунок за ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ EN ISO 6946:2019 показав зростання U-значення з 0,375 до 1,117 Вт/(м²·К), ризик конденсації та додаткові втрати. Запропоновано технічні й організаційні заходи.

Об’єкт дослідження – будівлі F-1 та F-3. Каркас будівель – стальні рами виробництва компанії Astron (Люксембург) із прогонами стін і покриття, без вертикальних зв’язків між колонами. Огороджувальні конструкції стін – одношарова система на основі профільованого листа LPA900 з внутрішнім волокнистим утеплювачем INF 100 мм та паро-/вітрозахисними шарами внутрішнього простору будівлі (рис. 1) [1,2].

Рис. 1. Фото конструкції одношарової системи профільованого листа LPA900 з внутрішнім волокнистим утеплювачем INF 100 мм.

Фокус дослідження – вузол ХК281-А у лінії прогонів. Слабке місце вузла – лінія прогона вузол ХК281-А та подібні вузли (рис. 2), де скловолокно локально стискається кріпленнями до товщини ~29 мм, що змінює теплотехнічні параметри вузла

Розрахунок опору теплопередачі огороджувальних конструкцій проведено за класичною формулою (1) теплотехнічного розрахунку опору теплопередачі багатошарових огороджувальних конструкцій, яка застосовується в усіх нормативних документах [3, 4]:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}}, \left(\frac{Вт}{м^2 \cdot К} \right) \quad (1)$$

де: U — коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К); R_{si} – опір теплопередачі з боку внутрішнього повітря, м²·К/Вт; R_{se} – опір теплопередачі з боку зовнішнього

повітря, м²·К/Вт; d_i – товщина і-го шару конструкції, м; λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К).

Рис. 2. Схема вузла ХК281-А кріплення профільованого листа до металевого прогону каркасу будівлі.

В розрахунках прийняті вихідні данні, а саме:
$\lambda_{вати}$ = 0,040 - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К);
R_{si} = 0,13 - опір теплопередачі з боку внутрішнього повітря, м²·К/Вт;
R_{se} = 0,04- опір теплопередачі з боку зовнішнього повітря, м²·К/Вт.

Результати розрахунку зведені в таблицю.

Таблиця

Результати розрахунку опору теплопередачі

Зона розрахунку	Загальний R_Σ, м²·К/Вт	U, Вт/(м²·К)
Поле стіни (100 мм)	2,67	0,375
Лінія прогона (29 мм)	0,895	1,117

Згідно результатів розрахунку зростання U у смузі прогона майже утричі знижує температуру внутрішньої поверхні, підвищує ризик конденсації, прискорює намокання вати та корозію кріплень.

Практика монтажу одношарової стінової системи показала, що у місцях кріплення профільованого листа до прогонів відбувається зминання волокнистого утеплювача, втрата його товщини та переривання континуальності теплоізоляції (порушення цілісності шару теплоізоляції в огороджувальних конструкціях будівлі стінах), внаслідок чого утворюються так звані «містки холоду».

Локальні містки холоду зумовлюють зниження внутрішньої температури поверхні, появу конденсату та мікробіологічного ураження, корозію кріплень і сталевих елементів вторинного каркаса, деградацію волокнистого утеплювача (втрата товщини, усадка, зменшення термічного опору *R*). Це знижує експлуатаційну придатність огороджень і підвищує ризики з точки зору надійності за другою групою граничних станів.

При аналізі проекту «Будівництво цеху з виробництва електротехнічної продукції на території промислового майданчика в місті Біла Церква, розробленого ТОВ “Архітектурно-Конструкторське Бюро “Віхарєв”, проекту організації будівельних робіт та актів виконаних будівельних робіт, встановлені такі причини виникнення дефекту, а саме:

1. проектні – відсутність безперервного теплоізоляційного шару в зоні прогона, недостатнє врахування впливу кріплень та стиснення вати.
2. технологічні – неповне заповнення/ущільнення утеплювача, порушення пароізоляції, дефекти примикань.
3. управлінські – відсутність переліку контрольних операцій при монтажі та вхідного контролю матеріалів, непередбачені карти вузлів для локального виправлення дефектів.

На підставі виконаного теплотехнічного аналізу вузлів, розрахунку коефіцієнта теплопередачі та виявлених дефектів експлуатації огороджувальних конструкцій пропонується комплекс заходів, спрямованих на усунення негативних наслідків та підвищення надійності промислової будівлі:

1. Локальна реконструкція фасадів: установлення терморозривів (ізоблоків) у лініях прогонів; дублювання теплоізоляції внутрішнім шаром 50–80 мм із безперервною пароізоляцією; герметизація стиків.
2. Діагностика: тепловізійне обстеження у проектний мороз (нічний час), контроль вологості в товщі утеплювача, перевірка герметичності пароізоляції й повітропроникності огороджень (blower-door, локальні димові тести).
3. Вимоги до монтажу: застосування карт операцій, поетапний фото-контроль, зберігання теплоізоляції, виконання швів і примикань за інструкціями виробників, випробування вибіркових вузлів.
4. Проектно-нормативний супровід: актуалізація теплотехнічних розрахунків на стадії «РД» з урахуванням вузлів; порівняння варіантів (single-skin + ізоблоки vs сендвіч-панелі) за життєвим циклом не менше 50 років [5].

Виявлені теплотехнічні відхилення огороджувальних конструкцій мають комплексний характер і пов’язані з проєктними, технологічними та організаційними чинниками. Лінійні «містки холоду» у вузлах ХК281-А збільшують U до 1,117 Вт/(м²·К), що знижує енергоефективність і довговічність фасаду.

Запропоновані заходи з локальної реконструкції фасадів, впровадження системної діагностики та контролю дозволяють мінімізувати негативні наслідки й забезпечити відповідність нормативним вимогам (ДБН В.2.6-31:2021, ДСТУ EN ISO 6946:2019).

Реалізація цих рекомендацій підвищує надійність та ремонтопридатність конструкцій, зменшує експлуатаційні витрати протягом усього життєвого циклу й продовжує фактичний термін служби фасадних систем.

Література

1. Astron Buildings. LPA900 Single-skin wall system. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.astron.biz/en/building-system/products/wall/lpa900.
2. Індустріальний парк «Біла Церква». Комерційна нерухомість. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ip-bt.com/en/buildings/commercial-real-estate/.
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021.

4. ДСТУ Б EN ISO 6946:2019. Будівельні конструкції та вироби. Тепловий опір і коефіцієнт теплопередачі. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
5. ISO 15686-1:2011**.** Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles. – Geneva: ISO, 2011.

35. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ТИПОВИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТОВИХ БАЛОК ДЛЯ ВІДПОВІДНОСТІ СУЧАСНИМ ТРАНСПОРТНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Мінюкова А.Д., асп.
Національний транспортний університет, м. Київ

Проблема експлуатаційної надійності залізобетонних мостових конструкцій, спроєктованих у другій половині XX століття, наразі є актуальною. Конструктивні елементи мостів, такі як прогонові будови, зазнають як фізичного зносу: корозія арматури, руйнування гідроізоляції та втомні пошкодження, що знижують експлуатаційний ресурс, так і морального. Переважна більшість цих споруд була розрахована під застарілі нормативні навантаження, такі як Н-30 та НК-80. Внаслідок фізичного та морального старіння, а також зростання інтенсивності руху та підвищення нормативів до класу АК-15 та НК-100 (регламентованих сучасними ДБН), типові прогонові будови демонструють значний дефіцит несучої здатності, що може сягати 20–25% відповідно до натурних обстежень та розрахунків напружено-деформованого стану.

Ліквідація цього дефіциту вимагає не просто застосування існуючих методів, а удосконалення розрахункової методики підсилення, яка б забезпечувала всебічну перевірку конструкції за сучасними критеріями безпеки та довговічності. Традиційні методи часто не можуть бути застосовані через обмеженість підмостових габаритів, а їхня ефективність щодо підвищення тріщиностійкості є недостатньою. Це обумовлює необхідність впровадження високоточних, науково обґрунтованих підходів, зокрема із застосуванням зовнішньої попередньо напруженої арматури.

Метою роботи є удосконалення та кількісна верифікація методики підсилення типових залізобетонних мостових балок (на прикладі Вип. 122-62, Вип. 56, ВПТ-16, довжиною 16,76 м) за допомогою зовнішньої попередньо напруженої арматури. Дослідження спрямоване на забезпечення комплексної адаптації конструкцій до сучасних транспортних навантажень (АК-15), а саме: відновлення несучої здатності, підвищення жорсткості та тріщиностійкості.

Оцінювання ефективності підсилення залізобетонних конструкцій у сучасній інженерній практиці виконується на основі Методу граничних станів, який є основоположним як у вітчизняних (ДБН, ДСТУ), так і в європейських нормативних документах.

Методу граничних станів передбачає перевірку конструкцій за двома групами граничних станів. Перша група граничних станів: Характеризує втрату несучої здатності (розрахунки на міцність, стійкість). Для балкових конструкцій ключовим параметром виступає граничний згинальний момент, що визначає здатність балки сприймати навантаження без руйнування. Друга група граничних станів: Відображає обмеження за експлуатаційною придатністю (контроль прогинів, ширини розкриття тріщин). Для мостових балок ці перевірки є особливо важливими, оскільки від них залежить довговічність конструкції й безпека руху.

Оцінювання ефективності підсилення виконується в рамках методу граничних станів, зокрема, за критеріями опору та граничного згинального моменту.

За основу удосконалення алгоритму підсилення була прийнята стандартна процедура аналізу залізобетонних балок на згин. Методика була удосконалена для роботи зовнішньої попередньо напруженої арматури і включає такі ключові етапи:

1. Аналіз початкового стану: Визначення несучої здатності перерізу до підсилення та встановлення максимального навантаження, яке може сприймати балка. Використовуються експериментальні дані характеристик матеріалів та розрахунок за першою групою граничних станів.
2. Визначення дефіциту: Побудова епюри згинальних моментів від розрахункового навантаження АК-15 та порівняння її з фактичною несучою здатністю балки для кількісного встановлення дефіциту міцності.
3. Визначення зон підсилення (Графічний метод): Удосконалена методика ґрунтується на визначенні зони спільної роботи основної та підсилюючої арматури графічним способом згідно з епюрою теоретичних згинальних моментів.
4. Розрахунок зовнішньої попередньо напруженої арматури: Розробка розрахункової моделі посиленого перерізу з зовнішньої попередньо напруженої арматурою визначення необхідного зусилля попереднього напруження, що компенсує дефіцит і мінімізує напруження в розтягнутій зоні.
5. Верифікація за першою та другою групою граничних станів: Встановлення додаткової арматури підсилення на розрахункову довжину, яка відповідає епюрі внутрішніх зусиль, із подальшою перевіркою несучої здатності та контролем прогинів і ширини розкриття тріщин.

Таким чином, методика дозволяє не лише кількісно оцінити приріст міцності та жорсткості, але й обґрунтувати оптимальне розташування зовнішньої попередньо напруженої арматури.

Проведене дослідження підтвердило, що застосування удосконаленої методики підсилення зовнішньої попередньо напруженої арматури є доцільним і науково обґрунтованим технічним рішенням для модернізації мостового фонду.

Література

1. СНиП 2.05.03-84* . Мости і труби.
2. Боднар Л. П., Завгородній С. С., Яструбінецький В. Л. Аналіз типових проектів найбільш поширених залізобетонних прогонових будов мостів на автомобільних дорогах України // Дороги і мости. Київ, 2020. Вип. 22. С. 176-186.
3. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування.
4. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення».
5. Каськів В. І., Панібратець Л. Г., Степанов С. М., Грінів В. С., Чайковська Л. І. Стан мостового господарства України на дорогах загального користування державного значення на підконтрольних територіях за 2023 рік. Дороги і мости. Київ, 2024. Вип. 29. С. 280–292.
6. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Правила проектування. Київ, 2006. 48 с. (Інформація та документація).
7. РВ.3.2-03450778-832:2013. Рекомендації з проектування монолітних попередньо-напружених мостів з напруженням на бетон (пост-напружені

системи). Київ, 2013.
8. РВ.3.2-218-03450778-741:2008. Рекомендації з підсилення конструкцій мостів під навантаженням, в т. ч. з регулюванням зусиль. Київ, 2008.

36. ПОВЕДІНКА ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ПЕРІОДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

[1]Дацюк В.В., асп., [2]Гомон Св.Св., д.т.н., проф., [2]Якубець В.Р., асп.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк[1]
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне[2]

Дерев'яні елементи та конструкції можуть експлуатуватися протягом довгого відтинку часу за сприятливого температурно-вологісного режиму. Нами було прийнято рішення дослідити поведінку деревя'них балок після тривалого періоду експлуатації. Попередньо ми провели дослідження на призмах перерізом 30×30×120 мм [1].

Отже, соснові балки прямокутного цільного перерізу 50×80×1650 мм було отримано шляхом випилювання із крокв, які експлуатувалися не менше 50 років за нормального температурно-вологісного режиму без суттєвих вад та пошкоджень. Згинальні елементи були випробувані за одноразового короткочасного навантаження. Було досліджено 3 балки. Вологість деревини була в межах 11-15 % (рис.1).

Рис.1. Характерне руйнування соснової балки

Спираючись на результати експериментальних досліджень, було визначено несучу здатність дерев'яних балок та проведено порівняння з сосновими балками без тривалої експлуатації, які мали вологість в тих же межах. Усереднена несуча здатність згинальних елементів після тривалої експлуатації становила 13,0 кН, а зразків без тривалої експлуатації 13,8 кН. Аналізуючи отримані результати, приходимо до висновку, що за нормального температурно-вологісного режиму несуча здатність за досить вагомий період експлуатації незначно зменшується в межах 5%.

Література

1. Datsiuk V., Homon S., Gomon S., Dovbenko V., Petrenko O., Parfentyeva I., Romaniuk M., 2024. Effect of long-term operation on the strength properties of pine wood. *Procedia Structural Integrity* 59, 583-587.

37. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ЦІЛЬНОГО ПЕРЕРІЗУ ПІД ДІЄЮ ВПЛИВУ ВОЛОГИ

Рощук М.М., асп., Гомон Св.Св., д.т.н., проф.
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Багато елементів та конструкцій на основі деревини зазнають безпосереднього впливу водного середовища. До таких середовищ відносять прісне та солоне. Дуже часто такого впливу зазнають згинальні елементи. За діючим ДБН [1] важко провести розрахунок балок цільного перерізу за таких умов експлуатації.

Нами було виготовлено серію балок прямокутного цільного перерізу 50×80×1650 мм в заводських умовах з деревини сосни та ялини. 4 балки було випробувано без занурення за короткочасного одноразового навантаження (по 2 сосни та ялини). Інших 8 із просоченням у прісному та солоному середовищах на протязі 30 днів. Вологість деревини була вища за 30% (рис.1). Експериментальні дослідження проводились в лабораторних умовах.

Рис.1. Випробування балки з деревини ялини після впливу вологи (прісної води)

На основі проведених експериментів було встановлено несучу здатність дерев'яних балок без проникнення водним середовищем та з ним. Отже, несуча здатність непросочених балок становила: з деревини сосни 14,1 кН, а ялини – 10,7 кН. З проникненням прісної води для деревини сосни 8,0 кН, а ялини - 6,6 кН. З проникненням солоної води для деревини сосни 8,9 кН, а ялини – 5,8 кН. Отже, несуча здатність балок цільного перерізу після просочення прісною водою протягом 30 днів для деревини сосни зменшилась у 1,76 рази, а ялини - у 1,62 рази у порівнянні з балками за вологості 12%. Після просочення солоною водою для деревини сосни впала у 1,58 рази, а ялини – в 1,84 рази.

Література

1. ДБН В.2.6-161:2017. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. К.: Мінрегіон України, 2017. 111 с.

38. АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ДЕРЕВ'ЯНОГО ШПОНУ НА ЕТАПАХ ДОКРИТИЧНОГО ТА ЗАКРИТИЧНОГО СТАДІЙ РОБОТИ

[1]Свиридюк О.Б., асп., [2]Гомон Св.Св., д.т.н., проф.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк[1]
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне[2]

В останні роки досить широко почали використовувати елементи та конструкції на основі дерев'яного шпону. Основними їх перевагами є те, що вони мають підвищені механічні характеристики, можуть перекривати великі прольоти та складатися з різних порід деревини [1].

Для експериментальних досліджень було прийнято зразки перерізом 45х45х150 мм виготовлених в заводських умовах із шпону деревини сосни та ялини [1]. Експериментальні дослідження проводили за жорсткого режиму прикладання навантаження осьовим стиском вздовж волокон одноразовим короткочасним навантаженням (рис. 1).

На підставі виконаних експериментальних досліджень отримано повні діаграми деформування призм та встановлено основні міцнісні та деформівні характеристики (рис. 2).

Рис.1. Зруйнована призма

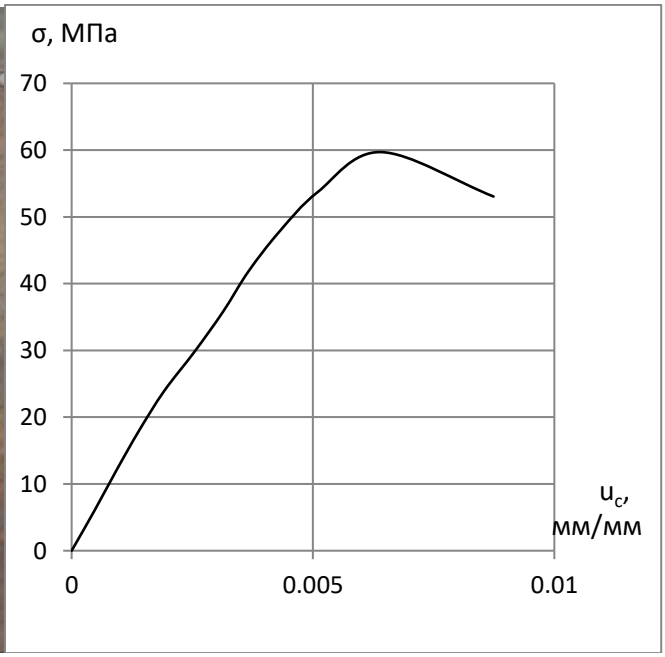


Рис.2. Повна діаграма деформування призми

Таким чином тимчасова гранична міцність деревини склала 59,7 МПа, а відносні критичні деформації зафіксовані на позначці 0,00614 мм/мм.

Література

1. Гомон Св.Св., Свиридюк О.Б. Область застосування та перспективи використання LVL-композитів в Україні. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві.* Луцьк: ЛНТУ, 2023. Вип.19. С. 42–50.

39. ПРОЄКТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ГІЛОК МЕТРОПОЛІТЕНУ

Доненко В.І., д.т.н., проф., Гелюх Г.В., асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Інтенсивний розвиток великих міст потребує надійних, безпечних і екологічно збалансованих транспортних систем. Метрополітен — ключова складова сталого міського транспорту, що забезпечує високу провізну спроможність, швидкість і стабільність перевезень незалежно від дорожньої ситуації. Проєктування підземних гілок вимагає урахування численних чинників: геологічних умов, щільності забудови, пасажиропотоків, вимог безпеки, енергозбереження й урбаністичної інтеграції.

Мета дослідження — проаналізувати зарубіжні та українські підходи до проєктування метрополітенів, виявити ефективні технічні рішення та сформулювати рекомендації для оптимізації майбутніх проєктів.

Проєктування підземних гілок метрополітену є складним багатофакторним процесом, який поєднує аспекти транспортного планування, геотехніки, інженерії, архітектури, екології та економіки. На сучасному етапі основу методології становить принцип комплексного просторового моделювання, що передбачає узгодження підземного та наземного рівнів міської інфраструктури. Ключовим завданням є оптимізація трасування — вибір раціональної геометрії лінії з урахуванням щільності забудови, глибини залягання, інженерних мереж та пасажиропотоків.

Для цього використовуються цифрові платформи GIS та BIM, які дозволяють у режимі 3D моделювати геологічні умови, конфлікти з підземними комунікаціями, а також прораховувати варіанти вентиляції, шуму, енергоспоживання та безпеки. Суттєву роль відіграє геотехнічне обґрунтування, яке визначає вибір конструктивної схеми тунелю (одноколійний, двоколійний, багатоярусний), типу кріплення (залізобетонні тюбінги, монолітна обойма, сталеві сегменти) та методу спорудження. Найпоширенішими є:

- щитовий метод (TBM) — високоточне проходження тунелю із мінімальним впливом на поверхню, придатне для міських територій;
- новоавстрійський тунельний метод (NATM) — застосовується у складних геологічних умовах, передбачає контрольоване деформування порід та поступове нарощування кріплення;
- метод «стіна в ґрунті» — використовується при спорудженні станцій та вентиляційних шахт у тісній міській забудові;
- відкритий спосіб (cut-and-cover) — ефективний для неглибоких ділянок або при наявності вільної території.

Важливою тенденцією є збільшення глибини залягання ліній, що дозволяє уникати конфліктів із наявною забудовою та комунікаціями, однак потребує вдосконалених систем ліфтового і ескалаторного сполучення. У сучасних проєктах значна увага приділяється пожежній безпеці: проєктування аварійних виходів, протидимних камер, вентшахт, систем надлишкового тиску, дренажу та автоматичного гасіння. Важливим аспектом є гідроізоляція споруд: застосовуються ін’єкційні матеріали, полімерні мембрани та комбіновані системи захисту від фільтраційних вод.

Архітектурно-планувальні рішення мають забезпечити комфорт і логічну орієнтацію пасажирів. Сучасні станції проєктуються з урахуванням безбар’єрності, оптимального розподілу потоків, систем навігації та можливості евакуації протягом 4–

6 хвилин згідно з європейськими нормами EN 1991 та EN 13501. Енергетична ефективність і «зелені» технології стають важливою складовою сучасного проєктування. На етапі концепції враховують рекуперацію гальмівної енергії поїздів, системи LED-освітлення, автоматичне регулювання мікроклімату та вентиляції, використання теплових насосів. В останні роки активно впроваджується цифровізація процесів управління будівництвом — моделі Digital Twin дозволяють у режимі реального часу контролювати параметри тунельного буріння, осідання ґрунтів і стан конструкцій.

Таким чином, сучасний підхід до проектування підземних гілок метрополітену є синтезом інженерної точності, цифрових технологій, екологічної відповідальності та орієнтації на безпечну експлуатацію.

Аналіз міжнародної практики свідчить, що в країнах із розвиненою транспортною інфраструктурою проєктування підземних ліній здійснюється на основі інтегрованого підходу “місто–транспорт–екологія”, що поєднує технічну ефективність з урбаністичною доцільністю. Європейська школа проєктування (Велика Британія, Франція, Німеччина, Іспанія) характеризується високим рівнем стандартизації та жорстким дотриманням норм безпеки (EN, UIC, ITA Guidelines). У Лондоні під час реалізації проекту Crossrail (нині Elizabeth Line) вперше в Європі використано систему повного BIM-контролю та 3D-сканування геологічного середовища. Це дало змогу скоротити терміни проходки на 18 % і підвищити точність буріння до ±10 мм.

Париж у межах програми Grand Paris Express впроваджує 200 км нових підземних гілок із застосуванням ТВМ-щитів діаметром понад 9 м. Основний акцент зроблено на енергоефективності, автоматизації руху (CBTC) та архітектурній інтеграції станцій у міське середовище.

Скандинавські країни (Швеція, Норвегія, Фінляндія) активно застосовують скельні тунелі з мінімальною ізоляцією, що забезпечує природну стабільність порід та зниження вартості утримання. Висока увага приділяється екологічним аспектам: утилізація породи, рекуперація тепла з вентиляційних потоків, зниження шуму та вібрацій.

Азійський досвід демонструє унікальну гнучкість і технологічність. У Токіо та Сеулі лінії метро проєктуються як частина багаторівневих підземних комплексів, що включають торгові зони, евакуаційні укриття та технічні галереї. Тунелі споруджуються на різних глибинах із врахуванням сейсмічних ризиків — застосовується подвійне кріплення і демпфуючі стики.

Китай за останні два десятиліття створив понад 6000 км метрополітенів, використовуючи масове серійне виробництво ТВМ та уніфіковані стандарти проектування, що скоротило витрати до 30 % у порівнянні з європейськими аналогами.

Північноамериканська практика (Нью-Йорк, Торонто) орієнтована на реконструкцію старих ліній. Тут основна увага приділяється модернізації інженерних мереж, систем вентиляції та пожежогасіння, впровадженню «розумних» систем моніторингу пасажиропотоків.

Сучасні західні підходи відзначаються активним використанням модульного будівництва: станційні блоки виготовляються на заводі та монтуються під землею, що скорочує будівельні ризики і підвищує якість. Показово, що більшість закордонних проектів ґрунтується на принципі «life cycle cost design» — планування не лише

будівництва, а й витрат на експлуатацію протягом 50–100 років. Саме цей підхід забезпечує довговічність та економічну стабільність метрополітенів у мегаполісах.

Український досвід проектування та будівництва метрополітенів має багату та цікаву історію та характеризується поєднанням високого технічного потенціалу, обмежених фінансових ресурсів і складних геологічних умов. На сьогодні в Україні функціонують три метрополітени — у Києві, Харкові та Дніпрі, кожен із яких має свої особливості розвитку, технічної бази та проблематики.

Крім того, у містах Львів, Одеса та Вінниця розглядаються або проєктуються концепції підземних ліній різного рівня готовності. Київський метрополітен, відкритий у 1960 р., є найстарішим і найбільшим в Україні. Його мережа включає понад 67 км ліній і 52 станції, розташовані на глибині до 105 м (станція «Арсенальна» — одна з найглибших у світі).

Проектування ліній у Києві ведеться з урахуванням складної геологічної структури — лесові, супіщані та водонасичені ґрунти, наявність численних річкових долин та підземних водоносних горизонтів. Саме тому більшість ділянок споруджувалася методом щитової проходки із застосуванням залізобетонних тюбінгів. У період 1980–2000-х років активно використовувалася технологія «стіна в ґрунті» для спорудження станцій і вентиляційних шахт, що дозволяло мінімізувати вплив на забудову. У 2010-х роках розпочато модернізацію систем автоматики та сигналізації, впровадження LED-освітлення та систем рекуперації енергії. Водночас залишаються актуальними проблеми морального зносу рухомого складу та обмеженої пропускної спроможності під час пікових навантажень. Харківський метрополітен (відкритий у 1975 р.) розташований у регіоні з більш стабільними глинистими ґрунтами, що дозволяє використовувати як відкритий, так і комбінований способи будівництва.

Архітектурні рішення станцій вирізняються простотою і функціональністю, однак рівень технічної оснащеності поступається європейським стандартам. У 2016–2021 рр. розроблялася концепція продовження Олексіївської лінії із будівництвом нових станцій «Державінська» та «Одеська», де планується застосування системи BIM-проєктування та сучасних ТВМ-комплексів. Проблемами залишаються зношеність вентиляційних систем і нестача фінансування для модернізації систем сигналізації. Дніпровський метрополітен, відкритий у 1995 р.,є наймолодшим в Україні, однак має коротку лінію — лише 7 станцій. Сучасні проєкти його продовження, реалізовані спільно з міжнародними підрядниками, демонструють поступове впровадження новітніх технологій — бурових комплексів Herrenknecht, цифрового геомоніторингу осідань та контролю тиску в камері щита. Важливою особливістю є глибоке залягання (до 60–70 м), що потребує точного геодезичного супроводу та застосування гідроізоляційних мембран європейського стандарту DIN 18195. Загальною проблемою для всіх українських метрополітенів є застаріла нормативно-правова база. Значна частина проєктних рішень базується на радянських СНіПах 1980–1990-х років, які не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності, екологічної безпеки та інклюзивності. Необхідною є гармонізація з міжнародними стандартами — EN 1997 (Eurocode 7), EN 50126/50128/50129 (Railway Applications), ITA Guidelines. Впровадження таких норм дозволить підвищити якість проєктування, оптимізувати витрати й залучати міжнародні інвестиції. Ще одним аспектом є обмежені фінансові ресурси. Відсутність стабільного державного фінансування гальмує реалізацію нових гілок та модернізацію існуючих. Більшість проєктів реалізуються за участі

міжнародних кредиторів — ЄБРР, ЄІБ, Світового банку, що вимагає адаптації українських технічних документів до європейських процедур закупівель (FIDIC).

Поряд із цим, українські інженери мають значні досягнення в пристосуванні іноземних технологій до місцевих умов. Наприклад, при проектуванні Подільсько-Воскресенської лінії у Києві розроблено унікальні рішення щодо проходки під руслом Дніпра з використанням комбінованої системи ТВМ + кесонного відсіку. Такі практики свідчать про потенціал національної інженерної школи та можливість інтеграції у міжнародне професійне середовище.

Серед актуальних напрямів розвитку вітчизняного метробудування варто виділити:

- створення єдиної цифрової бази геологічних і гідрологічних даних великих міст;
- адаптацію стандартів BIM і GIS до потреб підземного будівництва;
- запровадження нових методів пасивної безпеки та моніторингу деформацій конструкцій у режимі реального часу;
- розвиток системи інженерного захисту від підтоплення та агресивних ґрунтових вод
- формування екологічних стандартів при проектуванні станцій (зниження шуму, рекуперація енергії, використання місцевих матеріалів).

Отже, українська школа проектування метрополітенів має глибоку технічну традицію та високий рівень професійної підготовки кадрів, проте потребує системної модернізації — від нормативної бази до цифрових технологій управління. Поєднання національного досвіду з міжнародними практиками є ключовим шляхом до створення конкурентоспроможних і безпечних підземних транспортних систем

Висновки. Зарубіжний досвід проєктування метрополітенів демонструє високий рівень технологічності, цифровізації та орієнтацію на комфорт пасажирів. Вітчизняна практика має потенціал розвитку, зокрема через впровадження сучасних інженерних технологій, оптимізацію фінансування й адаптацію інноваційних рішень до українських умов. Подальше удосконалення національних стандартів, інтеграція досвіду європейських країн і підвищення рівня безпеки дозволять створити ефективну, надійну й сучасну систему підземного транспорту в Україні.

Література

1. Мішенюк О.І. Підземне будівництво і тунельні технології. — К.: Вид. ХХХ, 2019.
2. Петров С.В. Метрополітен: проєктування станцій та тунелів. — Харків: Технічна література, 2020.
3. International Tunnelling and Underground Space Association (ITA). Guidelines and Best Practice Reports, 2021.
4. Grand Paris Express Project Documentation. — Paris, 2022.
5. Crossrail Project Data Sheet. — London Transport Authority, 2021.

V. SMART ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

1. SMART ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ НАПРЯМ ТРАНСФОРМАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Безлюбченко О.С., к.т.н., доц., Апатенко Т.М., ст. викл.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Сучасна будівельна галузь України переживає етап глибоких змін, обумовлених глобальними викликами, потребою відновлення зруйнованої інфраструктури та інтеграцією до європейського ринку [1]. У цьому контексті впровадження SMART-технологій набуває стратегічного значення. Цифровізація, автоматизація та використання інноваційних матеріалів дозволяють забезпечити якісно новий рівень проєктування, будівництва та експлуатації споруд [2, 3].

Мета дослідження. Визначення ролі SMART-технологій як стратегічного напряму трансформації будівельної галузі України, аналіз сучасних тенденцій цифровізації, а також визначення шляхів інтеграції інтелектуальних систем у практику проєктування, зведення й експлуатації будівель і споруд.

Основні результати. Використання SMART-технологій у будівництві охоплює широкий спектр інновацій:

1. Впровадження BIM-технологій (Building Information Modeling)

У вітчизняному будівництві спостерігається поступовий перехід до інформаційного моделювання будівель (BIM), що дозволяє зменшити терміни реалізації проєктів, підвищити точність рішень та оптимізувати витрати [2, 3]. BIM є основою цифрової трансформації галузі, що забезпечує комплексний підхід до планування, реалізації та управління життєвим циклом об’єкта [2, 3, 4].

2. Розвиток SMART-матеріалів

Українські науково-дослідні установи та підприємства поступово впроваджують інноваційні матеріали з багатофункціональними властивостями, що здатні адаптуватися до умов експлуатації та підвищувати довговічність будівель [5].

3. Енергоефективність та екологічність

SMART-рішення у сфері енергозбереження, інтеграція відновлюваних джерел енергії та «зелених» стандартів будівництва відповідають курсу України на сталий розвиток і гармонізацію з європейськими нормами [6, 7].

Інтеграція SMART-технологій у будівельну галузь України дозволяє вирішувати завдання підвищення конкурентоспроможності підприємств, зниження вартості експлуатації.

Smart Cities Integration – взаємодія інтелектуальних будівель з міською інфраструктурою, транспортними та енергетичними мережами.

4. Інтернет речей та системи моніторингу

Використання IoT-технологій дає можливість здійснювати контроль за станом конструкцій, забезпечувати безпеку будівель і знижувати енергоспоживання [1]. Це особливо актуально для житлового сектору та інфраструктурних об’єктів України.

5. Автоматизація та роботизація будівельних процесів

Застосування дронів, 3D-друку та роботизованих механізмів сприяє скороченню людських ресурсів на небезпечних етапах будівництва [4]. Це важливий фактор у відновленні зруйнованих територій.

Значущість дослідження. Теоретична значущість полягає в систематизації наукових підходів до використання SMART-технологій у будівництві та формуванні методологічної бази для їх подальшого дослідження.

Практична значущість зумовлена можливістю безпосереднього використання отриманих результатів при модернізації об'єктів житлової та громадської забудови, реконструкції інженерної інфраструктури та розробці стратегій сталого розвитку міст.

Це особливо актуально для України в умовах відбудови зруйнованих територій, коли постає завдання створення сучасного та безпечного житлового середовища.

Висновки.

1. SMART-технології виступають ключовим чинником модернізації будівельної галузі, сприяючи переходу від традиційних підходів до цифрових і інтегрованих рішень.
2. Використання інтелектуальних систем у проєктуванні, будівництві та експлуатації дозволяє забезпечити високі показники енергоефективності, екологічності та комфорту.
3. Для ефективної інтеграції SMART-технологій в Україні необхідне удосконалення нормативно-правової бази, стимулювання інвестицій та підготовка фахівців нового покоління.
4. Розвиток SMART-рішень у будівництві відкриває стратегічну перспективу формування сучасної урбаністичної інфраструктури та підвищення якості життя населення [4].
5. Необхідно гармонізувати національні будівельні норми з міжнародними стандартами у сфері цифрового проєктування та SMART-рішень.
6. Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення науково-методичної бази впровадження SMART-технологій та їхню інтеграцію у навчальні програми підготовки архітекторів, інженерів та урбаністів.

Література

1. European Construction Sector Observatory. *Digitalisation in the construction sector*. – Brussels : European Commission, 2021. – 45 p.
2. Істман, Ч., Тейхольц, П., Сакс, Р., Лістон, К. *BIM Handbook: Посібник з інформаційного моделювання будівель для власників, менеджерів, проєктувальників, інженерів та підрядників.* – 2-ге вид. – Нью-Йорк : Wiley, 2018. – 672 с.
3. Shaviv, E. Smart Buildings and Sustainability. *Energy and Buildings*. – 2019. – Vol. 198. – P. 102–113.
4. ISO 19650-1:2018. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles*. – Geneva : International Organization for Standardization, 2018. – 36 p.

5. Volkov, A., Gavrilenko, I. Smart construction technologies and digitalization in civil engineering. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 869. – P. 052052.
6. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. *Зелений курс України: перспективи у будівельній галузі*. – Київ, 2022. – 64 с.
7. Kibert C. J. *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2022. – 560 p.

2. SMARTLAND: ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

Шевченко А.О., к.т.н., доц., Зеленська А.А., студ. магістр,
Васик А.О., студ. магістр
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Сучасні виклики сталого розвитку вимагають інтеграції інтелектуальних технологій у всі сфери життєдіяльності, зокрема у землевпорядкування та будівництво. Концепція SMART передбачає створення адаптивних, інтегрованих систем управління просторовими даними, які забезпечують точність, прозорість і ефективність прийняття рішень [1].

У землевпорядкуванні цифрова трансформація охоплює перехід від паперових кадастрових записів до інтегрованих геоінформаційних платформ, що функціонують у режимі реального часу [2]. Розробка системи SMARTLAND спрямована на створення нової парадигми управління земельними ресурсами, заснованої на поєднанні геоінформаційних технологій (GIS), інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та цифрового моделювання (BIM/GIM) [3, 6, 8].

Цифрове моделювання є основою концепції SMARTLAND. 3D- та 4D-моделі земельних ділянок дозволяють враховувати не лише просторові, а й часові зміни – деградацію ґрунтів, знос інфраструктури, освоєння територій [4]. Це створює основу для інтеграції містобудівного та землевпорядного планування. Моделі, побудовані на основі супутникових даних і результатів дрон-зйомки, використовуються для аналізу потенціалу забудови, контролю землекористування, оптимізації дорожньо-транспортних мереж і запобігання несанкціонованій зміні меж [3, 9].

Інтеграція сенсорних систем і супутникового моніторингу забезпечує оперативне спостереження за станом земель. IoT-пристрої дозволяють контролювати вологість, температуру, стан рослинності та рівень ерозійних процесів [6]. Отримані дані автоматично передаються до хмарного середовища, де аналітичні алгоритми виявляють тенденції та формують прогнози. SMART-моніторинг сприяє екологічній безпеці, зменшенню людського фактору та швидкому реагуванню на зміни у землекористуванні [1, 5].

Алгоритми машинного навчання у системі SMARTLAND аналізують великі масиви просторових даних, виявляючи закономірності у використанні територій. На основі таких моделей можна прогнозувати майбутню ефективність землекористування, визначати оптимальні сценарії розвитку територій і запобігати конфліктам між видами користування [6, 10]. Крім того, використання AI сприяє автоматизації процесів визначення кадастрової вартості, класифікації земель за цільовим призначенням і виявленню ризикових зон для забудови [3].

Одним із ключових завдань SMARTLAND є створення інтерактивної платформи, що об’єднує кадастрові дані, проєктну документацію, результати моніторингу та правову інформацію. Така екосистема забезпечує прозорість управлінських рішень, скорочення часу погоджень та ефективну взаємодію між землевпорядними органами, забудовниками, місцевими громадами та користувачами земельних ділянок [2, 7]. Використання міжнародних стандартів, зокрема ISO 19152 (Land Administration Domain Model), забезпечує уніфікацію просторових даних і сумісність систем різних рівнів [7]. Упровадження концепції SMARTLAND створює передумови для:

- переходу до цифрових кадастрів нового покоління [1];
- формування єдиного просторового інформаційного середовища державного та муніципального рівнів [2; 5];
- підвищення ефективності управління земельними ресурсами та зменшення корупційних ризиків [3];
- створення умов для сталого розвитку територій і залучення інвестицій у «розумну» інфраструктуру [6].

Висновки. Розвиток системи SMARTLAND є логічним етапом цифрової трансформації землевпорядної галузі. Інтеграція інтелектуальних технологій у процеси просторового планування та управління забезпечує не лише підвищення точності й швидкості прийняття рішень, а й формування нової культури управління територіями [1, 4, 11]. SMARTLAND поєднує технічні, економічні та екологічні аспекти, формуючи фундамент для сталого розвитку міст і сільських територій.

Література

1. Буряк, П. Ю. Сучасні інформаційні технології у землевпорядкуванні. – К.: Ліра-К, 2020. – 256 с.
2. European Commission. Smart Cities and Communities – European Innovation Partnership. Brussels, 2023. – 78 p.
3. Goodchild, M. F. Geographic Information Systems and Science. 4th ed. – Wiley, 2020. – 560 p.
4. Кравченко, В. О., Лисенко, І. М. Цифрове моделювання територій та управління земельними ресурсами. – Харків: ХНУБА, 2021. – 212 с.
5. United Nations. Global Geospatial Information Management (UN-GGIM): Future Trends Report. New York: UN Publications, 2023. – 64 p.
6. Zhang, J., & Chen, L. Smart Land Administration: Integrating GIS, IoT, and AI for Sustainable Land Use. *Journal of Land Use Policy*, 2024, Vol. 136, pp. 102–118.
7. ISO 19152:2019. Land Administration Domain Model (LADM). International Organization for Standardization, Geneva, 2019. – 56 p.
8. Погребняк В.О., Шевченко А.О., Матвієнко О.О. «Точність зйомки місцевості та обробка отриманих даних на міжнародних транспортних коридорах та високошвидкісних магістралях: Accuracy of location currency and processing of received data on international transport corridors and high-speed masters». *Науково-виробничий журнал «Метрологія та прилади»*, № 1(75), 2019, с. 21-24. DOI: 10.33955/2307-2180(1)2019.21-24.
9. Ugnenko E., Shevchenko A., Matviienko O., Maliavin A., Viselga G., Turla V. «Analysis of existing train directions and international transport corridors of Ukraine». Proceedings of the International Conference TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology, XV, pp. 622-632 (2019). ISBN 978-3-030-38665-8. DOI: 10.1007/978-3-030-38666-5_65.

10. Shevchenko A.O., Матвієнко О.О., Лютий В.А., Мануйленко В.Г., Муригіна Н.О. «Digital models and the effect of error when shooting terrain for high-speed traffic». IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 708 (2019) 012028. DOI: 10.1088/1757-899X/708/1/012028.
11. Shevchenko A.O., Матвієнко О.О., Мануйленко В.Г. «Energy management for implementation of high-speed railway system». Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність на транспорті», Харків, 18-20 листопада 2020. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1021 (2021) 012027. DOI: 10.1088/1757-899X/1021/1/012027.

3. ІНТЕГРОВАНІ В БУДІВЛІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ

Безпалий Д.М., асп., Татарченко З.С., ст. викл.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Фотоелектричні системи, інтегровані в будівлю це – Building-Integrated Photovoltaics (BIPV). На відміну від звичайних сонячних панелей, які встановлюються поверх даху чи фасаду, BIPV-системи є невід'ємною частиною конструкції будівлі, виконуючи подвійну функцію: одночасно служать будівельним матеріалом (наприклад, покрівлею чи фасадною панеллю) та генерують електроенергію. На відміну від Building-Applied Photovoltaics (BAPV), які монтуються поверх вже існуючої конструкції, фотоелектричні елементи BIPV інтегровані в конструкцію будівлі як частину конструкцій, що захищають.

BIPV-елементи можуть бути інтегровані в дахи, стіни, вікна та інші елементи будівель, замінюючи собою традиційне облицювання або покрівельні матеріали. Таким чином, BIPV виконують подвійне призначення: Ці системи не тільки виробляють сонячну енергію, але й забезпечують захисні функції будівельних матеріалів, такі як теплоізоляція, захист від шуму та погодних умов.

BIPV пропонує велику свободу для дизайнерів, дозволяючи створювати більш привабливі та функціональні архітектурні рішення, оскільки елементи можуть бути виконані у різних кольорах та фактурах. При цьому існує відмінна економія простору, оскільки не потрібна додаткова площа для встановлення, оскільки сонячні модулі інтегровані в структуру будівлі. Тобто, основною ідеєю такого підходу є максимальна оптимізація конструкцій для скорочення споживання енергетичних ресурсів.

Використання сонячних панелей як покрівельний матеріал один з найперспективніших і найрозвиненіших напрямків BIPV рішень. Прикладами таких сонячних систем є різні види черепиці із вбудованими фотомодулями або застосування м’якого рулонного покриття на основі тонкоплівкових технологій [1].

При новому будівництві та реконструкції будівель все більше йде використання сонячних панелей як облицювальний матеріал для фасадів будівель.

З точки зору теплопостачання, стіна Trombe (TW) є зручною при модернізації стін будівлі, яка може забезпечити зимове опалення, а також літню вентиляцію [2]. Компанія Mitrex випустила Solar Brick — поверхня з інтегрованими сонячними батареями виглядає як цегляна стіна, але в неї вбудовані модулі стін будівлі, яка може забезпечити зимове опалення, а також літню вентиляцію [3]. Їх встановлюються на площі 7000 квадратних футів будівлі і, наприклад, у Канаді, вони виробляють приблизно 90 000 кВт·год електроенергії на рік. Фасади можуть бути виготовлені із сонячних панелей потужністю 330 Вт, які сконструйовані так само, як і інші BIPV-панелі Mitrex, які панелі мають алюмінієву стільникову структуру, затиснуту між шарами цільних алюмінієвих листів, що робить їх одночасно легкими та міцними. Монокристалічний сонячний елемент увінчаний скляним фасадом у різних виконаннях, а поверхня покрита запатентованими антивідблисками та антибрудовідштовхуючими покриттями. Стандартні розміри панелей варіюються від 2-3,5 футів на 4-6,66 футів, і вони можуть бути виготовлені на індивідуальне замовлення розміром до 6,5 футів на 12 футів. Скло можна вибрати індивідуально, інші варіанти оформлення включають граніт, фарфор, цеглу, дерево або індивідуальну графіку.

Незважаючи на вищі літні температури, трохи зниження ККД фотоелектричної системи, липневі умови призводять до збільшення загального виробництва енергії через збільшення тривалості світлового дня.

Оскільки інтегровані системи переважно використовуються в умовах щільної міської забудови, основною проблемою, з якою стикаються проектувальники, є затінення та неоптимальна орієнтація відносно півдня й горизонту. Для подолання цих обмежень часто застосовують сонячні панелі на основі тонкоплівкових фотоелементів. Попри те, що їхній коефіцієнт корисної дії нижчий, ніж у монокристалічних фотоелементів, вони демонструють кращу ефективність за умов розсіяного або відбитого освітлення.

Крім того, через монтаж панелей у зонах з неоднорідним освітленням і можливістю поєднання різних технологій, виникають труднощі при побудові електричної схеми по стороні постійного струму для досягнення максимальної генерації. Використання оптимізаторів потужності або схем із мікроінверторами дозволяє частково усунути цю проблему.

Висновки. Інтеграція фотоелектричних технологій у будівельні матеріали відкриває перспективний шлях до енергоефективності будівель. Останнім часом будівлі почали перетворюватися на когенераційні системи, забезпечуючи укриття з одного боку, а з іншого наявність теплового комфорту, теплового кондиціювання, електричної потужності.

Література

1. Приклади BIPV рішень. https://solarsoul.net/uk/shho-take-bipv-sonyachni-elektrostanciyi/
2. Ковтун Я.В., Назаренко О.М. Експериментальні вимирювання стіни Тромба у літній період. Комунальне господарство міст, 2018, 7 (146). 83-86.
3. Mitrex releases the Solar Brick–a solar-integrated building facade. https://pv-magazine-usa.com/2022/03/04/mitrex-releases-the-solar-brick-a-solar-integrated-building-facade/

4. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ХАРЧОБЛОКУ ЛІЦЕЮ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ

Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Казаков О.О., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Підвищення енергоефективності - це комплекс організаційних, технологічних та економічних заходів, спрямованих на зниження споживання енергії для виконання того ж завдання, що дозволяє досягти економії ресурсів та зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище. Це відрізняється від енергозбереження тим, що фокусується на раціональнішому і кориснішому використанні енергії (підвищенні ККД), а не тільки на її загальному зниженні споживання. Існує сім класів енергетичної ефективності від A до G. Відповідно до європейського досвіду в Україні прийнято наступну градацію існуючих будівель:

- старі будівлі, збудовані до 2007 року та споживають на опалення та охолодження до 300 кВт·год/м^2; (Такі будівлі мають преоритет на енергомодернізацію)
- нові будівлі, збудовані до 2016 року зі споживанням близько 150 кВт·год/м^2;
- енергоефективні будинки з низьким споживанням енергії близько 60 кВт·год/м^2;
- пасивні будівлі, збудовані за стандартом passive house, із споживанням менше - 15 кВт·год/м^2 на рік;
- будинки з нульовим споживанням енергії (фактично це пасивні будівлі з обладнанням для виробництва енергії на компенсацію своїх енерговитрат) вони споживають – 0 кВт·год/м^2;
- будинки класу Енергія+, що виробляють значно більше енергії, ніж споживають [1].

Капітальний ремонт харчоблоку ліцею був викликаний необхідністю покращення умов праці для кухарів та забезпечення якісного процесу приготування їжі для учнів.

Стан приміщень та деяка наявна техніка застарілі і потребували повного капітального ремонту. Керамічна плитка на підлозі та стінах знаходилась в незадовільному стані, електромережі зношені і не здатні забезпечити використання наявних електроприладів. Також незадовільний був стан сантехнічних мереж, що спричиняв численні незручності в процесі роботи на кухні. Застаріле обладнання потребувало оновлення. Витяжна система, в малій частці виконувала обсяг покладених на неї функцій, що спричиняло перенасичення повітря випарами, утвореними під час готування страв. Враховуючи всі перераховані недоліки капітальним ремонтом харчоблоку передбачалось покращення експлуатаційних показників за рахунок проведення:

- загально - будівельних робіт;
- встановлення нового технологічного обладнання;
- оновлення інженерних мереж водопостачання та каналізації;
- оновлення електропостачання;
- організація та заміна систем загальнообмінної вентиляції.

Для покращення експлуатаційних властивостей приміщень, проект передбачав: влаштування додаткового утеплення та гідроізоляції цоколю підвалу, заміну

вимощення, заміну покрівлі над коморою та влаштування додаткових конструкцій із залізобетону для безпечного та комфортного використання приміщення за його призначенням. Також капітальним ремонтом передбачалось проведення демонтажних, монтажних, що давали змогу забезпечити санітарно-гігієнічні умови приготування їжі для забезпечення всіх учасників навчально-виховного процесу якісним харчуванням.

Зовнішнє утеплення фасаду передбачалось на рівні 1-го поверху мінераловатними плитами товщиною 100 мм, а покриття комори мінераловатними плитами, товщиною 200 мм. Окремі огороджувальні конструкції частини будівлі, що підлягали ремонту, утеплювали до нормативних показників:

- зовнішні стіни – газобетон 300 мм,
- утеплювач – мінераловатні плити теплопровідністю 0,045 м^{2}К/Вт, товщиною 100 мм,
- зовнішнє опорядження тонкошаровою штукатуркою,
- внутрішнє опорядження – тонкошарова штукатурка.

Приведений опір теплопередачі стін становить:

$R_{ст}$ = 1/23+0,01/0,87+0,10/0,036+0,30/0,12+0,01/0,87= 5,3 м^2·К/Вт

Покриття комори – утеплювач – мінераловатні плити 200 мм, контробрешітка – дерев'яний брус 30 мм, обрешітка – дошка 30 мм, металочерепиця:

$R_{пок}$ = 1/18+0,20/0,036+0,030/0,14+0,030/0,14 = 6,0 м^2·К/Вт

Таке утеплення дозволяє покращити клас енергоефективності будівлі до рівня С. За умови виконання мінімальних вимог щодо енергоефективності будівлі, не нижче С або не більше 110 кВт-год/м^2. Можливо використовувати окремі елементи будівлі зі зниженими значеннями опору теплопередачі (75% від R_{qmin}) для непрозорих частин зовнішніх конструкцій, що захищають, і до рівня 80% від R_{qmin} для інших конструкцій.

Таким чином, були досягнути цілі підвищення енергоефективності харчоблоку ліцею:

- зниження витрат на електроенергію, тепло та інші комунальні ресурси.
- зменшення забруднення навколишнього середовища та скорочення вуглецевого сліду, оскільки менше енергії виробляється, що призводить до менших викидів.
- підвищення надійності постачання, особливо в умовах нестабільності цін чи перебоїв у постачаннях.
- виконання зростаючих вимог законодавства та стандартів у галузі енергозбереження та охорони навколишнього середовища.

Висновки. Отримані результати задовольняють мінімальним вимогам з енергетичної ефективності будівель. Інженерні системи відповідають класу енергетичної ефективності «С» для громадських будівель. У зв'язку з тим, що робочий проект, який розробляється, стосується капітального ремонту окремих частин будівлі, немає необхідності розробляти енергетичний паспорт та енергетичний сертифікат.

Література

1. Дубенець В. Як визначити клас енергоефективності https://akvilonpro.ua/ua/energosberezhenie/energeticheskij-sertifikat/kak-opredelit-klass-energoeffektivnosti.html

2. Energy star. https://www.energystar.gov/about/how-energy-star-protects-environment/energy-efficiency#:~:text=Simply%20put%2C%20energy%20efficiency%20means,through%20inefficiencies%20and%20energy%20waste.

5. SMART-ГЕОДЕЗІЯ ТА РОЗУМНЕ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

Сорочук Н.І., ас., Сорочук О.В., студ. бакалаврату
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

У сучасних умовах цифровізації суспільства геодезія та землевпорядкування зазнають глибоких змін. Ці галузі, що традиційно базувалися на точних вимірюваннях і картографуванні, сьогодні трансформуються у високотехнологічну сферу управління просторовими даними [1].

В основі цих змін — SMART-технології, які поєднують точність, швидкість і гнучкість цифрових рішень. Вони перетворюють геодезичні процеси на інтерактивні, автоматизовані та взаємопов'язані системи, здатні функціонувати в реальному часі.

SMART-підхід означає створення інтелектуальних технологічних рішень, що дають змогу збирати, обробляти й аналізувати інформацію про територію з високою точністю. Йдеться не лише про використання сучасних вимірювальних приладів, а й про формування єдиного цифрового середовища, у якому поєднуються супутникові системи позиціонування, безпілотні літальні апарати, лазерне 3D-сканування, геоінформаційні системи (ГІС) та хмарні сервіси[2, 3].

Сучасна геодезія поступово переходить від ручних вимірювань до автоматизованого спостереження, де дані надходять із різних джерел і обробляються в режимі онлайн. Безпілотні дрони виконують зйомку великих територій за лічені хвилини, а лазерні сканери створюють тривимірні моделі місцевості з неймовірною деталізацією. Ці моделі стають основою для цифрових двійників об'єктів, що дозволяють відстежувати зміни, контролювати деформації споруд і прогнозувати ризики [4].

Велике значення мають інтелектуальні сенсорні системи, які забезпечують постійний моніторинг природних і техногенних процесів. Завдяки мережам датчиків можна в реальному часі контролювати осідання ґрунтів, вологість, температуру, зміни рельєфу або стабільність будівельних конструкцій. Ці дані автоматично надходять у ГІС-платформи, де аналізуються та візуалізуються у вигляді динамічних карт і графіків [5].

У сфері землевпорядкування SMART-технології стали ключовим інструментом для формування прозорої системи управління земельними ресурсами. Електронні кадастрові системи, створені на основі ГІС, дозволяють швидко оновлювати інформацію про межі, власників і цільове призначення земельних ділянок. Супутникові знімки й аналітичні моделі допомагають виявляти несанкціоноване використання земель, відстежувати зміни у структурі землекористування, аналізувати екологічний стан територій [6].

Впровадження інтелектуальних технологій сприяє переходу до розумного землекористування — коли управлінські рішення приймаються не інтуїтивно, а на основі точних даних і просторового аналізу. Такий підхід забезпечує не лише економічну ефективність, а й екологічну збалансованість територіального розвитку.

Особливу роль відіграє інтеграція геодезичних і кадастрових даних у єдину цифрову платформу. Це створює основу для побудови Smart City — міст, де кожен елемент інфраструктури, від будівель до зелених зон, відображений у цифровому середовищі та підлягає постійному моніторингу. Така модель дозволяє швидко

реагувати на зміни, оптимізувати забудову, покращувати екологічний стан та забезпечувати комфортне життя мешканців [7, 8].

Попри значні переваги, поширення SMART-технологій у геодезії та землевпорядкуванні стикається з певними труднощами. Це насамперед висока вартість обладнання, необхідність підготовки фахівців нового покоління, а також потреба у стандартизації геопросторових даних і захисті інформації. Проте досвід розвинених країн демонструє, що інвестиції в цифровізацію просторових процесів мають тривалий і стабільний ефект.

У найближчій перспективі розвиток SMART-технологій буде пов’язаний із використанням штучного інтелекту, машинного навчання, блокчейну та цифрових двійників територій. Ці інструменти дозволять створювати новий рівень просторового управління — від автоматичного аналізу даних до моделювання сценаріїв розвитку територій [9, 10].

Висновки. SMART-технології відкривають перед геодезією та землевпорядкуванням нову епоху — епоху інтелектуального простору, де дані стають основою для прийняття рішень, а цифрові рішення — гарантією точності, ефективності та сталого розвитку.

Література

1. Біла Т.М. Цифрова трансформація геодезії та картографії в умовах розвитку інформаційного суспільства // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. — Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2022. — Вип. 1. — С. 15–22.
2. Гринюк О.В., Кривошеєв П.І. Інноваційні технології в геодезичних вимірюваннях: сучасний стан і перспективи розвитку // Вісник геодезії та картографії. — 2023. — № 2. — С. 9–18.
3. Дьяков С. В. Геоінформаційні системи та технології: навч. посіб. — Київ: НАУ, 2020. — 312 с.
4. Жердєв В. П. Впровадження Smart-рішень у системи моніторингу земельних ресурсів // Землевпорядний вісник. — 2022. — № 5. — С. 26–31.
5. Козяр М. О. Використання безпілотних літальних апаратів у геодезії та землеустрої // Науковий вісник НУ «Львівська політехніка». Серія: Геодезія, картографія та аерофотознімання. — 2021. — № 869. — С. 112–119.
6. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Національна інфраструктура геопросторових даних: офіційний портал. — URL: https://nsdi.gov.ua (дата звернення: 27.10.2025).
7. Овчаренко В. І. Інтелектуальні системи та технології у землевпорядкуванні // Наукові праці Українського державного університету геодезії та картографії. — 2021. — Т. 3, № 2. — С. 74–82.
8. Шульга О. С. Розвиток концепції «розумного простору» в геоінформаційних технологіях // Геодезія, картографія та аерофотознімання. — 2020. — № 91. — С. 54–61.
9. UN-GGIM (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management). Future trends in geospatial information management: The five to ten year vision. — United Nations, 2023. — 64 p.
10. European GNSS Agency (EUSPA). GNSS User Technology Report 2023. — Prague: EUSPA, 2023. — 124 p.

6. ІНТЕГРАЦІЯ АВТОНОМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНСЬКЕ ЗАКОНОДАВСТВО, СТАНДАРТИЗАЦІЮ ТА ГУМАНІТАРНУ СФЕРУ

Білобров Д. Л., асп., Доненко В. І., д.т.н., проф.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Розвиток автономних роботизованих систем (АРС) відкриває нові шляхи для поліпшення продуктивності, безпеки праці та автоматизації в різних секторах. У контексті відновлення України після конфлікту питання регулювання, сертифікації та впровадження таких систем стає особливо важливим.

Мета роботи – сформулювати підхід до інтеграції АРС у правове поле, систему стандартизації та практику застосування в будівництві та гуманітарній допомозі, враховуючи міжнародний досвід та українські потреби.

Проаналізовано поточне законодавство України щодо забезпечення технічних норм, оцінки відповідності та стандартизації. Встановлено, що відсутність чіткого правового статусу для автономних систем ускладнює їх сертифікацію та широке використання.

Запропоновано прийняти положення міжнародних стандартів ISO/IEC (наприклад, ISO 10218, ISO 13482, ISO 12100) як основу для українських ДСТУ, щоб гарантувати безпеку, сумісність та етичність роботизованих технологій.

Розроблено початковий план впровадження АРС у виробничі процеси будівельних підприємств, який передбачає тестування систем на різних етапах, їх сертифікацію, навчання працівників і державний контроль. Використання АРС у будівництві дозволяє зменшити виробничі ризики, підвищити точність і якість виконання робіт, скоротити строки реалізації проєктів і створити передумови для автоматизованого будівництва об’єктів інфраструктури.

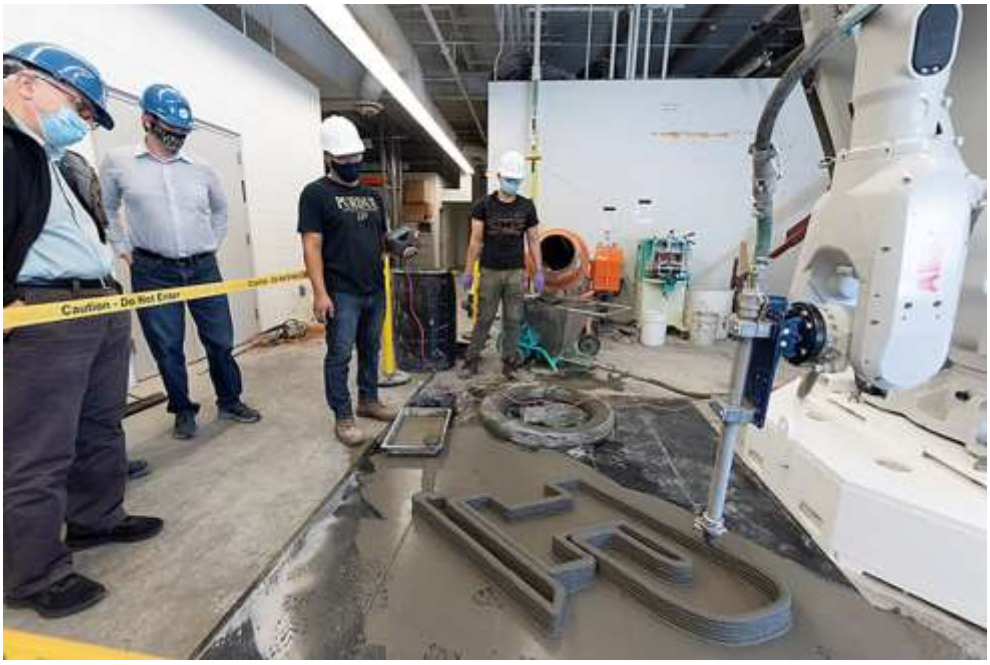


Рис. 1. Демонстраційний стенд 3D-друку в університетській лабораторії зі студентами.

Інтеграція автономних роботизованих систем в українське законодавство вимагає створення всебічної нормативної бази, гармонізованої з міжнародними стандартами. Запропонований підхід сприятиме розвитку національної системи сертифікації АРС, підвищенню безпеки виробництва, а також ефективній відбудові інфраструктури України з використанням сучасних технологій.

Література

1. ISO 10218-1:2011 — Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots.
2. ISO 13482:2014 — Robots and robotic devices — Safety requirements for personal care robots.
3. ISO 12100:2010 — Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction.
4. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 р. № 124-VIII.
5. Постанова Кабінету Міністрів України № 158 від 01.03.2022 р. «Про затвердження переліку національних стандартів, гармонізованих з міжнародними та європейськими».
6. COBOD International. 3D Construction Printing Solutions. Copenhagen, 2023.

7. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СИСТЕМІ РОЗУМНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ: ПРОГНОСТИЧНА АНАЛІТИКА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Нестер О.І., ас.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

Після повномасштабної війни перед будівельною галуззю України постали безпрецедентні виклики відновлення зруйнованої інфраструктури. Станом на початок 2024 року в Україні повністю або частково знищено понад 160 тисяч будівель і споруд внаслідок бойових дій [4]. За оцінками Світового банку, ООН та Єврокомісії, вартість повоєнного відновлення сягає 486 млрд. доларів і продовжує зростати [5]. Такий масштаб відбудови вимагає нових підходів до планування й управління проєктами. Вітчизняна будівельна галузь досі залишається недостатньо цифровізованою та технологічно застарілою, особливо щодо впровадження BIM та інших IT-рішень. Традиційні методи планування, кошторисного прогнозування і контролю якості можуть бути надто повільними та непрозорими, що неприпустимо за обмежених ресурсів і стислих строків відбудови.

У сучасних умовах України цифровізація будівництва виходить на передній план як запорука прозорості та ефективності. Державні ініціативи (наприклад, запровадження єдиної електронної системи у будівництві) спрямовані на подолання корупційних ризиків і підвищення контролю. Проте для розумного будівництва потрібен наступний крок – активне застосування штучного інтелекту (ШІ), що значно підсилить можливості фахівців, надаючи прогностичну аналітику та автоматизацію складних задач. Прогностична аналітика на основі ШІ дозволяє, зокрема, передбачати ризики проєктів, оптимізувати використання ресурсів та скорочувати втрати часу. Таким чином, актуальність тематики зумовлена нагальною потребою підвищити продуктивність і прозорість будівельних проєктів в Україні за допомогою інноваційних AI-рішень, що вже довели свою ефективність у світі.

Приклади застосування ШІ в розумному будівництві охоплюють увесь життєвий цикл проєкту – від містобудівного планування та проєктування до управління будівництвом, контролю виконання та експлуатації об’єктів. Розглянемо ключові напрямки впровадження ШІ, які вже зараз підвищують ефективність проєктів.

Містобудівне планування та архітектурне проєктування. На етапі планування міських територій і будівельних об’єктів ШІ слугує інструментом для прискорення та оптимізації проєктних рішень. Застосування алгоритмів генеративного дизайну дає змогу всього за лічені хвилини згенерувати безліч варіантів планувань або забудови, враховуючи задані параметри (щільність, зонування, інсоляція, рельєф тощо). Штучний інтелект автоматично аналізує великий набір критеріїв (транспортна доступність, роза вітрів, освітленість, наявні комунікації) і пропонує рішення, що відповідають визначеним цілям розвитку території. Це особливо цінно для післявоєнного відновлення українських міст, де потрібно швидко і раціонально планувати відбудову кварталів з урахуванням сучасних вимог.

У архітектурному проєктуванні інтеграція AI-алгоритмів із BIM-моделями дозволяє автоматично виявляти колізії та конструктивні ризики на ранніх етапах. Системи на основі машинного навчання аналізують 3D-моделі будівель і можуть передбачати проблемні місця – наприклад, недостатню несучу здатність елементів або

неефективні планувальні рішення – ще до виходу на будмайданчик [3]. Це дає змогу проєктантам оперативно вносити зміни, уникати помилок і оптимізувати будівельні конструкції.

Управління ресурсами та виконання будівельних робіт. Під час реалізації проєкту штучний інтелект допомагає ефективніше планувати розклад робіт, розподіляти ресурси і стежити за дотриманням графіків. AI-алгоритми планування на основі великих масивів даних можуть формувати реалістичні календарні плани, враховуючи доступність робочої сили, техніки, матеріалів та потенційні ризики. За даними галузевих досліджень, впровадження таких систем допомагає встановлювати обґрунтовані строки і скорочувати затримки, що своєю чергою економить кошти проекту [3].

Важливою сферою застосування ШІ є оптимізація ланцюга постачання та управління матеріалами. Штучний інтелект здатен з високою точністю прогнозувати потребу в будматеріалах і обладнанні, синхронізуючи постачання з графіком робіт, що дозволяє уникати як дефіциту матеріалів, так і надлишкових закупівель. У кейсі післявоєнної України оптимізація ресурсів критично важлива, оскільки ШІ допомагає використати кожну гривню цільово і за призначенням, що підвищує довіру донорів і інвесторів.

Окрім суто аналітичних застосувань, у розумному будівництві дедалі більше ролей виконують автоматизовані механізми під керуванням ШІ. Наприклад, роботизовані комплекси на базі AI вже вміють виконувати кладку цегли, 3D-друк бетонних конструкцій, автоматично керувати баштовими кранами чи бетонними укладачами. Такі системи підвищують точність і продуктивність робіт, водночас компенсуючи нестачу кваліфікованих кадрів. Хоча в Україні ці технології лише починають з’являтися, у світі є приклади успішного їх застосування.

Прогнозування строків та витрат. Однією з найцінніших можливостей ШІ у будівництві є здатність навчатися на історичних даних проєктів і передбачати майбутні результати. За допомогою прогностичної аналітики будівельні компанії можуть завчасно виявляти ризики перевищення бюджету чи відставання від графіку. AI-системи, проаналізувавши тисячі завершених проектів, здатні попередити менеджерів про ймовірні затримки або перевитрати ще до того, як ті стануть критичними. Це дозволяє керівникам проєктів оперативно перебудувати плани, перерозподілити ресурси чи додатково залучити підрядників, тим самим запобігаючи зриву строків.

Окремий напрямок – це інтелектуальне кошторисне прогнозування. Тут показовим є приклад української розробки: AI-платформа, створена інженером Владиславом Юрченком для міжнародної компанії Combit Construction, яка здійснила справжній прорив у швидкості та точності оцінки вартості будівельних проєктів. Якщо раніше на підготовку детального кошторису йшли дні перемовин і розрахунків, то впроваджене рішення дозволяє клієнту отримати обґрунтований розрахунок за лічені секунди [1]. Штучний інтелект аналізує десятки параметрів майбутнього будівництва – від площі об’єкта, обсягів і типів робіт до вартості та наявності матеріалів, потрібної кількості робітників, логістики, а також особливих побажань замовника. Нейромережа, натренована на великих масивах даних, співставляє ці вхідні дані з внутрішніми базами знань (типові норми, ринкові ціни, минулі проекти) і видає деталізований кошторис з прозорим обґрунтуванням кожної статті витрат. У результаті замовник одразу бачить кінцеву вартість проекту без багатотижневих очікувань і сумнівів. Цей кейс яскраво

демонструє практичну цінність прогностичної аналітики, а саме: ШІ підвищує прозорість і швидкість роботи з замовниками, що врешті сприяє успішній реалізації проектів вчасно і в межах бюджету.

Моніторинг об'єктів і контроль виконання. У ході будівництва та експлуатації споруд важливу роль відіграє постійний моніторинг. І тут також штучний інтелект надає інструменти для автоматизованого нагляду і раннього виявлення проблем. Сучасні будмайданчики обладнуються камерами та дронами, потік даних з яких аналізується алгоритмами комп'ютерного зору. Такі AI-системи моніторингу в реальному часі відстежують прогрес робіт, порівнюють виконане з BIM-моделлю або графіком та можуть автоматично фіксувати відхилення [3]. За рахунок такого автоматичного нагляду будівельні компанії зменшують кількість інцидентів і простоїв, підтримуючи високий темп робіт.

Штучний інтелект корисний не лише під час будівництва, а і після завершення для експлуатаційного моніторингу об'єктів. Оснащення будівель датчиками (технології IoT) у поєднанні з AI-аналітикою відкриває можливості прогнозного обслуговування інфраструктури. Системи штучного інтелекту здатні цілодобово обробляти дані про вібрації, навантаження, температуру обладнання та інші показники, щоб завчасно виявляти ознаки зносу чи аварійних ситуацій, що дозволяє скоротити простої обладнання до 50% і на 40% продовжити термін його служби [3]. Наприклад, у великому торговельному центрі AI-модуль може аналізувати звук і температуру, роботи ліфтів чи насосів, Як тільки параметри виходять за межі норми, то система повідомляє про необхідність ремонту ще до фактичної поломки. Подібно і для мостів чи висотних будівель ШІ, аналізуючи дані сенсорів, здатен попередити про втому матеріалу або мікротріщини, які невидимі для людського ока. Це значно підвищує надійність і безпечність експлуатації інфраструктури, знижуючи ризик раптових аварій та економлячи кошти на усунення наслідків.

Нарешті, слід відзначити інноваційні кейси використання ШІ саме в українських реаліях. Одним із прикладів пілотних ініціатив є проект «Damaged_In_UA» для міста Буча Київської області. В рамках цього експерименту штучний інтелект було застосовано для аналізу будівельного сміття та залишків зруйнованих будинків після бойових дій. AI-алгоритм обробляє аерофотознімки з дронів та розпізнає уламки, придатні для повторного використання (фрагменти бетону, металу, деревини). На основі цього формується відкрита база даних з оцінкою ступеня пошкоджень матеріалів і приблизним обсягом тих, що можна демонтувати та переробити. В результаті логісти будівельники отримують чіткі рекомендації, які матеріали доцільно зберегти або рециклувати, а що утилізувати. Це допомагає уникнути зайвих витрат і зменшує потребу в закупівлі нового цементу, сталі, лісу тощо [2]. Фактично завдяки ШІ руїни перетворюються на цінний ресурс для відбудови. Подібні підходи відповідають принципам сталого (екологічного) будівництва і є надзвичайно актуальними для України. Проект у Бучі став першим прикладом застосування AI для стійкого відновлення після війни і, вірогідно, не останнім. У майбутньому такі системи можуть масштабуватися на інші регіони, значно прискорюючи оцінку пошкоджень та інтегруючи вторинні матеріали в нові проекти.

Світовий досвід і згадані приклади підтверджують, що штучний інтелект уже нині здатен радикально покращити різні аспекти будівельної діяльності від планування міст до управління будмайданчиком і подальшої експлуатації споруд. Для України, яка

одночасно переживає цифрову трансформацію галузі та потребує швидко відбудуватися, важливо перейняти найкращі практики. Поряд із глобальними рішеннями (Autodesk, Bentley, Microsoft тощо), в Україні з'являються і власні AI-продукти та спільноти: проводяться профільні конференції (AI4Construction 2024 у Львові), уряд запускає програми підтримки штучного інтелекту (ініціатива AI Factory від Мінцифри) тощо. Це створює сприятливий ґрунт для широкого впровадження AI в будівництві на практичному рівні вже найближчими роками.

Висновки. Впровадження штучного інтелекту в будівництво на практичному рівні здатне стати каталізатором якісних змін для містобудівельної галузі України. Аналіз прикладів показує, що AI-інструменти при правильному використанні забезпечують відчутний виграш у ефективності: проєкти плануються точніше, ризики передбачаються завчасно, ресурси використовуються ощадливо, а об'єкти здаються в експлуатацію швидше. Застосування прогностичної аналітики дозволяє мінімізувати перевищення бюджету і графіку, підвищити прозорість для замовників та інвесторів. Автоматизований моніторинг і контроль якості, своєю чергою, зменшують кількість дефектів і аварійних ситуацій, що покращує якість та безпеку будівництва.

Для повоєнної України особливо цінною є здатність ШІ масштабувати експертизу та компенсувати дефіцит висококваліфікованих кадрів. AI-системи можуть акумулювати найкращий світовий досвід та допомагати навіть відносно невеликим підрядникам працювати на рівні провідних компаній. Це сприятиме більш рівномірному розвитку галузі по всій країні. Крім того, цифрові платформи з функціями штучного інтелекту забезпечують необхідну прозорість при використанні міжнародної допомоги: донори отримують інструменти контролю прогресу відбудови в реальному час, що зміцнює довіру і стимулює подальші інвестиції.

Звичайно, впровадження AI не позбавлене викликів, адже потрібні інвестиції в IT-інфраструктуру, навчання персоналу новим навичкам, удосконалення нормативної бази для роботи з даними. Проте ці початкові зусилля окупляться сторицею. Практична цінність ШІ для будівництва вже доведена кейсами як за кордоном, так і в Україні (від розумного кошторису до сортування завалів). У перспективі за 5–10 років можна очікувати, що розумне будівництво із застосуванням штучного інтелекту стане в Україні новим стандартом. Це дозволить відродити міста і інфраструктуру на якісно вищому рівні – швидше, дешевше, безпечніше та з врахуванням принципів сталого розвитку. Отже, штучний інтелект уже сьогодні виступає однією з ключових основ підвищення ефективності будівельних проєктів, а його подальша інтеграція відкриває для української будівельної галузі шлях до інноваційного поступу і глобальної конкурентоспроможності.

Література

1. AI у будівництві: як розробка українця Владислава Юрченка змінила правила гри для міжнародної будівельної компанії. URL: https://www.ukr.net/news/details/companies/ai_u_budivnictvi_iak_rozrobka_ukrayincia_vladislava_iurcenka_zminila_pravila_gri_dlia_miznarodnoyi_budivelnoyi_kompaniyi-143.html (дата звернення 12.10.2025).
2. ШІ проти руїн: у Бучі штучний інтелект допомагає відбудові з уламків. URL: https://kyivschina24.com/news/shi-proty-ruyin-u-buchi-shtuchnyj-intelekt-dopomagaye-vidbudovi-z-ulamkiv/ (дата звернення 12.10.2025).

3. AI in Construction – Optimizing Resource Allocation and Reducing Project Overruns. URL: https://premiercs.com/blog/ai-in-construction-optimizing-resource-allocation-and-reducing-project-overruns (дата звернення 12.10.2025).
4. BIM Implementation in Post-War Reconstruction of Ukraine. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/14/11/3495 (дата звернення 12.10.2025).
5. How Artificial Intelligence Can Help Rebuild Ukraine. URL: https://hromada.network/how-artificial-intelligence-can-help-rebuild-ukraine (дата звернення 12.10.2025).

8. «РОЗУМНЕ МІСТО» – СТІЙКИЙ РОЗВИТОК В АРХІТЕКТУРІ ТА МІСТОБУДУВАННІ ЧЕРЕЗ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Кисельов В.М., ст. викл., Кисельова Г.В., ст. викл.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Сучасні міста стають центрами економічної, соціальної та культурної активності, але водночас зіштовхуються з проблемами перенаселення, забруднення довкілля, транспортних перевантажень та неефективного використання ресурсів. Концепція «розумного міста» постає як відповідь на ці виклики, пропонуючи інтеграцію цифрових технологій, інтелектуальних систем управління та екологічно орієнтованих рішень у містобудівному розвитку. Головною метою є досягнення стійкого розвитку, коли економічні, соціальні та екологічні складові поєднуються в гармонійній міській екосистемі.

«Стійкі міста були провідною глобальною парадигмою урбанізму, а екоміста - однією з найбільш популярних моделей сталого міського розвитку» [1].

Розумні міста та сталий розвиток тісно пов’язані із використанням цифрових технологій. Цифрові технології відіграють ключову роль у перетворенні міст у більш інтелектуальні та ефективні системи, сприяючи сталому розвитку. «Концепція розумного міста з’явилася у 1990-ті роки. Цей період характеризувався технологічним підходом, а головними авторами були великі технологічні компанії. У 2000-х роках. став переважати підхід покращення якості життя (з метою залучення високо кваліфікаційних працівників). «За останні десять років створення «розумних міст» стало пріоритетним напрямком розвитку цифрової економіки у світі, у нашій країні створення подібних міст тільки починає розвиватися як у правових, так і нормативних документах, так і в економічних, соціальних напрямках» [2].

«Розумне місто» (Smart City) – це комплексна урбаністична модель, у якій цифрові технології та системи управління використовуються для підвищення ефективності міської інфраструктури, покращення якості життя населення та зменшення негативного впливу на довкілля.

Основні складові «розумного міста»:

1. Інтелектуальна інфраструктура – транспортні системи, мережі енергопостачання, водопостачання та утилізації відходів, які функціонують на основі цифрового моніторингу та аналізу даних.
2. Архітектурні рішення – будівлі з високим рівнем енергоефективності, «зелені» технології, інтеграція природних елементів у міський простір.
3. Соціальний вимір – створення безпечних, інклюзивних і комфортних умов для життя громадян.
4. Екологічна сталість – зниження рівня забруднення, розвиток зеленої інфраструктури, використання відновлюваних джерел енергії.
5. Архітектура в умовах цифрової трансформації орієнтується на інтеграцію інноваційних матеріалів, гнучких планувальних структур і систем управління будівлями.

Енергоефективні будівлі: використання сонячних панелей, систем рекуперації тепла, «зелених дахів».

Адаптивний дизайн: можливість трансформації приміщень відповідно до змін функцій.

Біокліматична архітектура: проєктування будівель з урахуванням кліматичних умов, що знижує споживання енергії.

Інтерактивні фасади: використання «розумного скла» та динамічних систем освітлення, що реагують на середовище.

Таким чином, архітектура в «розумному місті» виходить за межі лише естетичних категорій і стає частиною цифрової екосистеми міста.

Розвиток «розумних міст» у містобудуванні передбачає:

1. Компактне планування: створення багатофункціональних кварталів, де житло, робота та відпочинок поєднуються в єдиному просторі.
2. Транспорт майбутнього: розвиток електромобільності, безпілотного громадського транспорту, систем спільного користування.
3. Зелена інфраструктура: інтеграція парків, зелених дахів, вертикальних садів у міське середовище.
4. Розподілені енергетичні системи: локальні сонячні та вітрові установки, енергетичні кластери.
5. Управління ризиками: використання цифрових платформ для прогнозування надзвичайних ситуацій і швидкого реагування.

Розумне місто – це не лише технології, а й люди. Воно формує простір для активної взаємодії громадян із владою та бізнесом через цифрові платформи. Громадяни отримують можливість впливати на рішення, брати участь у плануванні простору, що сприяє зростанню рівня довіри та соціальної згуртованості.

Висновки. Дослідження концепції «розумного міста» свідчить, що цифрові технології стають ключовим фактором у трансформації сучасних урбанізованих просторів. Вони дозволяють поєднувати архітектурні та містобудівні рішення з екологічними, соціальними та економічними аспектами сталого розвитку.

По-перше, «розумне місто» — це не лише технологічний феномен, а й нова парадигма мислення у сфері просторового планування. Архітектурні об’єкти та міські структури стають інтегрованими елементами цифрової системи, де ключову роль відіграють сенсори, алгоритми та інтелектуальні мережі.

По-друге, впровадження цифрових технологій у містобудування сприяє більш ефективному використанню ресурсів і зниженню антропогенного навантаження на довкілля. Енергоефективні будівлі, транспортні системи нового покоління, інтелектуальні моделі управління відходами та водними ресурсами формують міста, здатні до саморегуляції та швидкого реагування на виклики.

Отже, концепція «розумного міста» є багатогранною і міждисциплінарною. Вона інтегрує досягнення інформаційних технологій, урбаністики, архітектури та екології, формуючи основу для сталого розвитку сучасних і майбутніх поколінь.

У перспективі саме «розумні міста» стануть моделлю нового етапу урбанізації, де головним пріоритетом буде гармонія між технологічним прогресом та людськими потребами. Їх розвиток має ґрунтуватися на балансові між цифровізацією, архітектурними інноваціями й екологічною відповідальністю, що визначатиме стратегію сталого розвитку міст XXI століття.

Література

1. Bibri S. E. Data-driven smart sustainable cities of the future: An evidence synthesis approach to a comprehensive state-of-the-art literature review. *Journal Sustainable Futures,* vol. 3, 2021. pp. 1-23.
2. IBM. *URL: https://www.ibm.com/us-en (date of access: 29.09.2025).*

9. ОСНОВНІ РИЗИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНЕ МІСТО» В МІСТОБУДУВАННІ

Кисельова Г.В., ст. викл., Нечипоренко М., студ. бакалавр
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

У XXI столітті процес урбанізації досяг безпрецедентних масштабів: понад половина населення планети проживає у містах, і ця частка продовжує зростати. Водночас сучасні міста стикаються з численними викликами – перенаселенням, транспортними перевантаженнями, екологічними проблемами, неефективним управлінням ресурсами, соціальною поляризацією. Ці тенденції спонукають до пошуку нових моделей розвитку міського середовища, здатних забезпечити його стійкість, гнучкість і комфортність для мешканців.

Однією з таких моделей є концепція «розумного міста» (Smart City) – інтегрованої системи управління урбаністичним простором на основі цифрових технологій, великих даних, сенсорних мереж, штучного інтелекту та інтернету речей. Ідея «розумного міста» передбачає не лише технологічну модернізацію, а й глибоку трансформацію самої філософії містобудування: від традиційного, лінійного управління до динамічного, адаптивного та людиноцентричного підходу.

Концепція Smart City базується на принципах сталого розвитку, ефективного використання ресурсів, екологічного балансу, інклюзивності та участі громадян у прийнятті рішень. Вона охоплює такі сфери, як цифрове управління міським господарством, транспортна логістика, енергетика, охорона довкілля, безпека, соціальні сервіси, містобудівне планування та культурна політика.

Однак, попри свою привабливість, реалізація концепції «розумного міста» супроводжується низкою ризиків, які можуть суттєво вплинути на ефективність, стабільність і справедливість міського розвитку. Серед них – технологічна вразливість систем, соціальна нерівність у доступі до цифрових ресурсів, загрози приватності, економічна залежність від транснаціональних корпорацій, правова неврегульованість процесів обробки даних та екологічні виклики, пов’язані з енергоспоживанням і відходами цифрової інфраструктури.

Актуальність дослідження полягає в тому, що розуміння та системний аналіз цих ризиків є необхідною передумовою для формування безпечних, ефективних та соціально орієнтованих стратегій розвитку Smart City. Для міст України, які перебувають у стані активної цифрової трансформації та відбудови після війни, питання впровадження «розумних» технологій у містобудівну практику є особливо важливим, адже від грамотності таких рішень залежить майбутня стійкість і конкурентоспроможність урбаністичного середовища.

Світові приклади негативних наслідків впровадження систем «розумне місто» :

1. Сінгапур:

- порушення приватності (privacy risks): у ході надання «смарт» сервісів мешканці змушені ділитися значною кількістю особистої інформації. Це включає дані, які можуть бути використані для спостереження чи моніторингу поведінки
- складності з контролем та регулюванням: не завжди чітко визначено, хто має доступ до цих даних, як довго вони зберігаються, які гарантії захищеності існують.

- сприйняття ризику серед громадян: Деякі люди побоюються, що технології «смарт-міста» можуть бути використані державою або приватними компаніями для інших цілей, не заявлених публічно (наприклад, контролю, комерційного використання даних), що знижує довіру [1].

2. Південна Корея (Сеул)

- подвійна природа безпеки: хоча ініціативи «Smart Safe City» позиціонуються як підвищення безпеки для жінок, технології спостереження (камери, датчики, програми) можуть одночасно створювати відчуття вразливості – через надмірне спостереження чи усвідомлення постійного контролю.
- ігнорування непомітних форм небезпеки: дослідження звертає увагу, що технологічні методи сильніше фокусуються на видимих формах злочинності (міські вулиці тощо), але часто нехтують такими аспектами, як домашнє насильство, емоційне насильство тощо, які менш «видимі» для алгоритмічного відстеження.
- сприйняття як засобу контролю, а не лише захисту: існує критика, що технології безпеки стають інструментом дисципліни, де люди почуваються під наглядом навіть у особистих просторах, і що «безпека» використовується як виправдання для зменшення приватності [2].

Успішна реалізація концепції «розумного міста» передбачає не лише впровадження інноваційних технологій, але й розробку комплексної системи управління ризиками, що супроводжують цифрову трансформацію міського середовища. Ефективна стратегія мінімізації ризиків повинна охоплювати технологічні, соціальні, економічні, правові та екологічні аспекти [3].

Шляхи мінімізації ризиків:

- розробка національної стратегії цифрової урбанізації з урахуванням принципів сталого розвитку.
- забезпечення кібербезпеки через впровадження системи захисту критичної інфраструктури.
- підвищення цифрової грамотності населення та залучення громади до планування Smart City-проєктів.

Прозорість управління даними – створення відкритих міських платформ із контролем з боку громадськості.

Інтеграція екологічних стандартів у цифрові рішення для зменшення енергоспоживання та електронних відходів.

Висновки. Концепція «розумного міста» є важливим напрямом розвитку сучасного містобудування, який відкриває широкі можливості для підвищення ефективності управління урбаністичними процесами, оптимізації використання ресурсів, покращення екологічної ситуації та забезпечення більш комфортного й безпечного середовища для життя населення. Проте практична реалізація Smart City виявляє комплекс ризиків, що стосуються не лише технічних аспектів, але й соціально-економічних, етичних, правових та екологічних сфер.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що головними загрозами впровадження концепції Smart City у містобудуванні є:

- технологічна нестабільність та вразливість до кіберзагроз;
- посилення соціальної нерівності через цифровий розрив;

- ризики втрати приватності та контролю над персональними даними;
- економічна залежність від великих ІТ-корпорацій;
- недостатня нормативно-правова база для регулювання цифрових процесів;
- підвищене енергоспоживання та накопичення електронних відходів.

Ці ризики свідчать про те, що цифровізація міського простору не може бути самоціллю. Вона повинна розглядатися як інструмент сталого розвитку, який має підпорядковуватися гуманістичним, соціальним і екологічним цінностям.

Для мінімізації ризиків необхідно:

1. Розробити національну та муніципальну політику цифрового урбанізму, яка б узгоджувала технологічні інновації з принципами соціальної справедливості й сталого розвитку.
2. Запровадити ефективні механізми кіберзахисту критичної міської інфраструктури.
3. Забезпечити прозорість збору, обробки та використання даних з обов'язковим громадським контролем.
4. Підвищувати цифрову грамотність населення для зменшення соціального розриву.
5. Впроваджувати екологічно відповідальні технології для зменшення енергоспоживання та обсягів електронного сміття.

У перспективі успіх реалізації концепції «розумного міста» залежить від того, наскільки зважено буде здійснюватися інтеграція технологій у містобудівні процеси. Лише поєднання цифрових інновацій з гуманістичними принципами проектування, соціальною орієнтацією та екологічною відповідальністю дозволить сформувати дійсно стійке, безпечне й інтелектуальне міське середовище.

Отже, розумне місто – це не просто технологічний простір, а нова модель взаємодії людини, природи та технологій, у якій пріоритетом має залишатися людина, її безпека, гідність та якість життя. Саме такий підхід забезпечить гармонійний розвиток урбанізованих територій і створить основу для майбутнього сталого містобудування.

Література

1. China's Social Credit System in 2021: From fragmentation towards integration. Merics. URL: https://merics.org/en/report/chinas-social-credit-system-2021-fragmentation-towards-integration (дата звернення 21.10.2025)
2. Chamee Yang. The Techno-Optics of Safety: Surveillance and Women's Ambivalent Experiences in South Korea's «Smart Safe City». Sage Journals URL: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/01622439241261742 (дата звернення 21.10.2025)
3. Ковальов Ю., Дроздовська Т. Розумне середовище: тенденції, дослідження, оцінювання, навчання. Актуальні проблеми сучасного дизайну.: Матеріали міжнар. науково-практ. конф.,, м. Київ, 23 квіт. 2020 р. Київ, 2020. С. 195–201.

10. ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Лелюх В.О., асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Актуальна енергетична криза, що супроводжується стрімким зростанням вартості енергоресурсів, зобов'язує нас переосмислити методики експлуатації вентиляційних систем. Останні є однією з найбільш енергомістких частин інженерного забезпечення будівель. Підняття питання зменшення енергозалежності цих систем виходить за рамки лише технічної площини, але і екологічних викликів, адже ефективне використання енергії вентиляційними установками прямо впливає на вуглецевий слід та комфортність мікроклімату в приміщеннях.

Згідно з проведеними дослідженнями [1, 2], енергетичні витрати систем вентиляції та кондиціонування можуть сягати 30-40% від загального споживання енергії будівлі. Головні фактори, що сприяють надмірному енергоспоживанню, включають нерегульоване управління повітрообміном, відсутність теплової рекуперації, втрати під час транспортування повітря та низький коефіцієнт корисної дії (ККД) електродвигунів. Отже, важливість пошуку способів зменшення енергозалежності вентиляційних систем потребує комплексного підходу, що об'єднує інженерні, енергетичні та інформаційні інновації.

Основна мета – визначити основні шляхи зниження енергонезалежності вентиляційних систем за рахунок інтеграції передових енергоефективних технологій та принципів SMART-керування.

1. Оптимізація аеродинаміки та керування подачею повітря

Одним з ключових напрямів є удосконалення аеродинамічних характеристик систем. Встановлення частотно-регульованих електроприводів вентиляторів дозволяє адаптувати подачу повітря до фактичного навантаження, знижуючи енерговитрати до 40% [2]. Застосування автоматичних заслінок із датчиками CO_2 забезпечує підтримку повітрообміну лише при необхідності, що мінімізує перевитрати енергії. Також важливим є проектування мереж повітропроводів з урахуванням мінімальних гідравлічних втрат і правильного балансування системи.

Основні шляхи - розробити оптимізовану схему вентиляційної мережі; впровадити систему регулювання швидкості вентиляторів та контроль якості повітря у приміщеннях.

2. SMART-технології та енергоефективність

Рекуператори теплоти дозволяють повертати до 70-85% енергії витяжного повітря, зменшуючи навантаження на системи нагріву та охолодження [1]. У поєднанні з тепловими насосами та сонячними колекторами такі рішення формують основу енергонезалежності вентиляційних систем. Особливо ефективним є використання роторних рекуператорів та пластинчастих теплообмінників із високим ККД. Додатково рекомендується впровадження гібридних систем вентиляції, де природна тяга поєднується з примусовою подачею у моменти пікових навантажень.

Основні шляхи - провести енергетичний аудит проєкту будівель для підтвердження класу енергоефективності, а також розробити проєкт інтеграції сонячних панелей та ІТП в інженерну систему будівель.

3. Моніторинг і автоматизація вентиляційних систем

Інтелектуальне керування є фундаментом сучасних енергоефективних систем. Використання автоматизованих систем диспетчеризації (BMS) дозволяє в режимі реального часу аналізувати параметри мікроклімату та адаптувати роботу обладнання відповідно до потреб користувачів. Інтеграція сенсорів температури, вологості, CO_2 та присутності людей дає можливість реалізувати динамічне керування повітрообміном. Це знижує енерговитрати до 30% без втрати якості повітряного середовища.

Основні шляхи – розробити модель SMART-контролю вентиляційних систем; впровадити IoT-рішення для збору даних і прогнозування енергоспоживання.

Очікуваний синергетичний ефект виходить за межі технічної модернізації та розглядається у соціально-економічному, енергетичному та екологічному вимірах:

- забезпечує стабільну роботу вентиляційних систем навіть при обмеженнях електропостачання;
- знижує викиди CO_2 та загальне енергоспоживання будівель; – сприяє формуванню комфортного мікроклімату для користувачів; – створює умови для розвитку енергоефективного будівництва та інновацій у сфері інженерних систем.

Висновки. Запропоновані основні шляхи зниження енергозалежності вентиляційних систем за рахунок впровадження інтелектуального керування, використання рекуперацийних технологій і відновлюваних джерел енергії. Комплексна модернізація таких систем забезпечить стабільну роботу об’єктів навіть в умовах енергетичних обмежень, знизить викиди CO_2 та сприятиме підвищенню комфортності мікроклімату.

Література

1. Андрєєв В.І. Енергозбереження при експлуатації припливних систем вентиляції та кондиціонування повітря [Електронний ресурс] / ResearchGate. - Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/305741120
2. VENTS. Енергоефективні вентиляційні системи [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://vents.ua/upload/0161277001640699140

11. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В АКАДЕМІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ: МІЖ ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА ЕТИКОЮ

Дубравін Є.В., студ. бакалаврату, Доненко В.І., д.т.н., проф.,
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Штучний інтелект (ШІ) став невід'ємною частиною академічного життя — від підготовки студентських робіт до аналітики навчальних даних. Паралельно зростає потреба в інфраструктурі (ЦОД, енергопостачання, охолодження), адже саме вона «живить» сучасні моделі. У глобальному контексті ключові гравці зосереджені у трьох блоках: великі технологічні компанії (Big Tech), сфокусовані AI-лабораторії та «енаблери» — платформи і виробники апаратного забезпечення [1]. Європейський ринок формує власне ядро компаній, що кидають виклик домінуванню США, — зі спеціалізаціями в enterprise-автоматизації, генеративному AI, кібербезпеці та цифровому суверенітеті [2]. За оцінками галузевої аналітики, у 2025 році обсяги ринку штучного інтелекту у Європі та США сягнули десятків мільярдів доларів, що підкріплює тренд на подальше масштабування освітніх і наукових застосувань [3]. Для будівельників та цивільних інженерів особливо важливими є тренди ЦОД: зростання щільності обчислень, перехід до рідинного охолодження, локалізація об'єктів біля відновлюваних джерел та пошук енергетичної незалежності (включно з SMR-реакторами, системами зберігання енергії, цифровими двійниками для проєктування) [7].

Методологія включала цільовий огляд відкритих галузевих джерел (аналітика ринку, профілі ключових гравців, переліки стартапів, освітні кейси, практики академічної доброчесності, інженерні тренди дата-центрів) та їхню якісну інтеграцію у структуру доповіді. Основні джерела: профільні огляди гравців [1], добірки про європейські компанії [2] та стартапи [4], ринкові оцінки зростання [3], кейси GenAI в університетах [5], практичні гіди з академічної чесності [6], а також огляди інженерних трендів ЦОД [7, 8].

Результати:

1. Ефективність у навчанні та викладанні. Для студентів GenAI прискорює доступ до знань (структурування есе, пояснення складних тем, первинний огляд джерел), а для викладачів — полегшує розроблення завдань і адаптацію матеріалу; водночас зростає роль людиноцентричного контролю якості [5]. Освітні інституції впроваджують тьюторів у реальному часі, інтелектуальні помічники для адміністрування, пошук та аналіз джерел, а також інструменти для інклюзії [5].

2. Етика та ризики. Серед ключових загроз — генерація робіт без самостійної інтелектуальної участі, вигадані посилання/факти, ненадійність «детекторів ШІ» та зниження розвитку аналітичних навичок. Центри підтримки викладання пропонують практичні кроки: превентивні політики, прозорість вимог курсу, багатокрокові завдання з персональною рефлексією, індивідуальні усні компоненти оцінювання [6].

3. Ринок і гравці. Карта гравців доцільно ділити на Big Tech (екосистеми й хмари), AI-лабораторії (фундаційні моделі, мультимодальність) та «енаблерів» (напівпровідники, платформи розробки), що полегшує навігацію профільних медіа, демонструють помітний прогрес, що важливо для університетів у контексті співпраці та грантів [2, 4]. Ринкові оцінки підтверджують подальше зростання попиту і в ЄС, і в США, що корелює з потребою в кадрах та інфраструктурі [3].

4. Інженерні аспекти інфраструктури. Тренди 2025 р.: будівництво великих кампусів ЦОД (>1 ГВт), зростання енергоспоживання через AI-навантаження, перехід до прямого рідинного охолодження та іммерсії, пошук енергетичної незалежності (SMR, системи накопичення), використання цифрових двійників, релокація об'єктів у промислові зони та повторне використання тепла [7]. Ринкові огляди операторів та консалтингу додатково підкреслюють дефіцити підключення до мережі й земельних ділянок у зрілих хабах, що створює нові ніші для інженерів і девелоперів [8].

Висновки. Штучний інтелект стає не лише освітнім, а й інфраструктурним феноменом. Ефективність його використання в академії залежить від етичної грамотності користувачів та готовності суспільства адаптувати інженерні рішення під потреби нової цифрової епохи. Поєднання технологічної інноваційності, академічної доброчесності та сталого інженерного підходу є ключем до гармонійного розвитку освітньої системи майбутнього.

Література

1. dentro.de. Big Players in AI. URL: http://dentro.de
2. AI Magazine. Top 10: AI Companies in Europe. URL: https://aimagazine.com/top10/top-10-ai-companies-in-europe
3. Fortune Business Insights. Artificial Intelligence Market Size, Growth & Trends by 2032. URL: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114
4. EU-Startups. The AI uprising: 20 European AI startups to watch in 2025 and beyond. URL: https://www.eu-startups.com/2025/05/the-ai-uprising-20-european-startups-rewriting-the-rules-in-2025/
5. Kalisa. GenAI use cases in higher education: Transforming student, staff and academic experiences. URL: https://www.kalisa.ai/insights/genai-use-cases-in-higher-education-transforming-student-staff-and-academic-experiences
6. Higher Education Policy Institute (HEPI) «Student Generative AI Survey 2025». URL: https://www.hepi.ac.uk/reports/student-generative-ai-survey-2025/
7. GigaCenter. Дата-центри: 9 трендів галузі на 2025 рік. URL: https://gigacenter.ua/ua/news/data-centri-9-trend-v-galuz-na-2025-r-k
8. De Novo (за JLL). Майбутнє дата центрів у 2025 році — ШІ, енергія, інвестиції. URL: https://denovo.ua/blog/jll-dc-forecast-2025

VI. ТРАНСПОРТ І ЛОГІСТИКА, ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ

1. ДО ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ШВИДКОСТЕЙ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

[1]Дьомін Р.Ю., д.т.н., [2]Дьомін Ю.В., д.т.н., проф.
АТ «Кременчуцький сталеливарний завод», м. Кременчук [1]
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ [2]

За певних обставин рух залізничних транспортних засобів супроводжується самозбудними бічними коливаннями, які отримали назву автоколивань виляння [1]. Це явище пов'язане з проблемою стійкості незбуреного руху рейкових екіпажів. Найменше значення швидкості руху рейкового екіпажу, при якому виникають автоколивання виляння, отримало назву критичної швидкості $V_{кр}$.

При порівняно низькій інтенсивності автоколивань виляння спостерігається прискорене зношування ходових частин та розлад колії. У разі значної ступені нестійкості виникає реальна загроза для безпеки руху, яка пов'язана зі сходженням рухомого складу з рейок. Крім того, додаткова енергія локомотива витрачається на підтримання постійної швидкості поїзда з вагонів, рух яких супроводжується автоколиваннями. Таким чином, критичні швидкості з виляння визначають межі порогових змін динамічних властивостей рейкових екіпажів.

При визначенні критичних швидкостей можливе застосування таких двох підходів: перший підхід засновано на аналізі дійсних частин власних значень матриці коефіцієнтів рівнянь руху (розв'язок задачі про стійкість руху за О. М. Ляпуновим в першому наближенні); другий підхід, ґрунтується на проведенні розрахунків шляхом інтегрування системи рівнянь руху в загальному вигляді за відсутності зовнішніх збурень.

Перший підхід використовується виключно для випадків, коли рівняння руху наближені до лінійних і за умови, якщо лінеаризація системи рівнянь здійснюється коректно в математичному сенсі. У розрахунковій практиці для визначення критичних швидкостей одиниць рухомого складу частіше використовується другий підхід.

Величина критичної швидкості більшою чи меншою мірою залежить від різних параметрів екіпажів. Найбільш чуттєва величина $V_{кр}$ до характеристик ходових частин. Науковцями в галузі динаміки рухомого складу відмічено суттєвий вплив на стійкість руху рейкових екіпажів форми поверхні кочення колеса [2]. З урахуванням значного різноманіття конфігурації профілів коліс в умовах експлуатації для дослідження власних динамічних характеристик рухомого складу, включаючи визначення критичних швидкостей, рекомендується використовувати узагальнюючий параметр геометричної взаємодії коліс і рейок – еквівалентну конусність μ_e. За визначенням еквівалентна конусність дорівнює тангенсу кута нахилу поверхні кочення колеса колісної пари, поперечний рух якої має ту ж кінематичну довжину хвилі, що й ця колісна пара. Принципи обчислення еквівалентної конусності визначені Пам'яткою UIC 519 [3] та європейським стандартом EN 1532 [4]. Відповідно до цих документів еквівалентна конусність обчислюється за виразом:

$$\mu_e = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2 2er_0, \qquad (1)$$

де λ – довжина хвилі звивистого руху колісної пари; e – відстань між точками контакту коліс і рейок; r_0 – радіус колеса, коли колісна пара знаходиться у центральному положенні.

Використання параметру μ_e надає можливість визначати критичні швидкості при геометричній взаємодії коліс і рейок з різними обрисами робочих поверхонь за стандартами та степенями зносу. При цьому доцільно застосовувати методику постійного зниження швидкості руху, як це пояснює схема на рис. 1. Тут позначено: $V_п$ – початкова швидкість; $V_к$ – кінцева швидкість; $t_к$ – час інтегрування; $t_а$ – момент зникнення автоколивань.

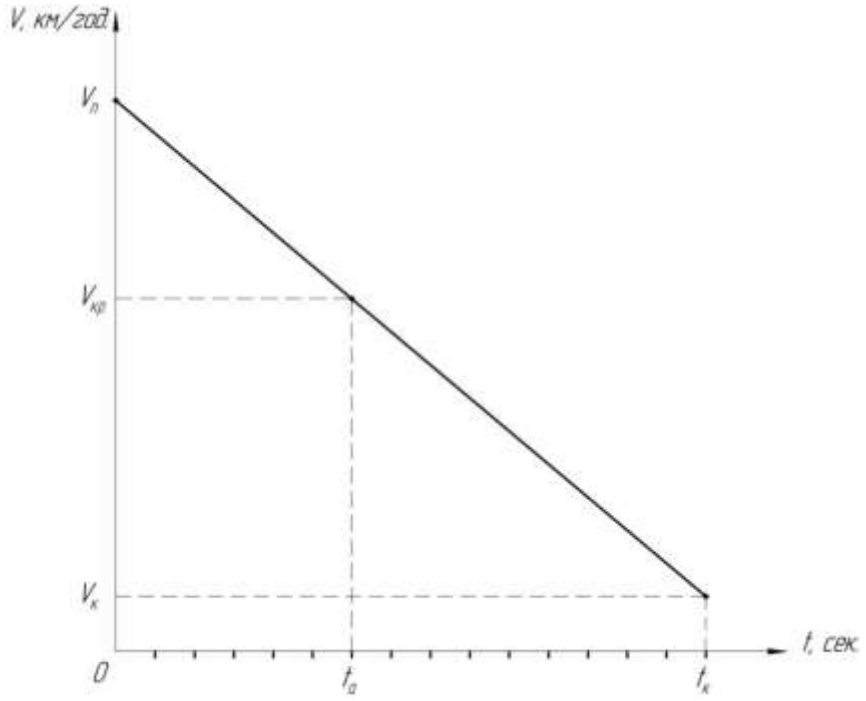


Рис. 1. Схема визначення критичних швидкостей

За даною методикою проводиться моделювання просторового руху досліджуваного транспортного засобу колією без нерівностей з неперервним зниженням швидкості від максимального значення $V_п$ до заданого $V_к$. При цьому критична швидкість $V_{кр}$ визначається за моментом припинення режиму автоколивань.

Висновки. Наведена методика визначення критичних швидкостей рейкових транспортних засобів з використанням параметру еквівалентної конусності дозволяє ефективно вирішувати проблему стійкості рухомого складу залізниць при довільних умовах контакту коліс і рейок у різних технічних станах.

Література

1. Автоколебания и устойчивость движения рельсовых экипажей / Ю.В. Демин, Л.А. Длугач, М.Л. Коротенко, О.М. Маркова. – Киев: Наукова думка, 1984. 160 с.
2. Ушкалов В.Ф. Влияние изменения формы профилей колес в процессе эксплуатации на устойчивость движения грузовых вагонов / В.Ф. Ушкалов,

Т.Ф. Мокрий, И.Ю. Малышева, Н.В. Безрукавый // Техн. механика. 2016. № 4. С. 79-84.
3. UIC Leaflet 519: Method for determining the equivalent conicity. 2004. 94 p.
4. EN 15302: Railway application – Method for determining the equivalent conicity. 2008. 119 p.

2. ДО ПРОБЛЕМИ РОЗБУДОВИ УКРАЇНСЬКОЇ МЕРЕЖІ БУДІВЕЛЬНИХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Пасічник А. М., д. фіз.-мат. н., проф.
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Одним із вирішальних факторів забезпечення ефективного функціонування та розвитку будівництва в сучасних умовах є відновлення та розбудова спеціалізованої транспортно-логістичної та технічної бази організації та проведення будівельних робіт. За експертними оцінками вказана спеціалізована транспортно-логістична мережа має забезпечити виконання будівельних робіт загальним обсягом біля €1 трлн. [1].

Одними із практичних заходів щодо створення інфраструктури мережі спеціалізованих транспортно-логістичних комплексів (ТЛК) є необхідність розбудови термінальної структури такої мережі; розробка та експериментальне впровадження комплексного проекту логістичного обслуговування матеріальних потоків будівельних матеріалів з використанням спеціалізованих транспортно-логістичних комплексів; оптимізація функціонування транспортно-експедиційних і логістичних фірм ланцюгів доставки будівельних матеріалів; розробка ефективної системи автосервісу для вітчизняних та зарубіжних перевізників; створення баз спеціалізованих будівельних транспортних засобів; складів запасних частин наближених до основних регіональних ТЛК; створення при регіональних ТЛК центрів сертифікації послуг транспортних та логістичних фірм; розвиток наукових досліджень з логістичного обслуговування перевезень будівельних матеріалів транспортною мережею України.

В процесі побудови будівельних транспортно-логістичних систем необхідно вирішити проблему оптимізації управління матеріальними потоками будівельних матеріалів, техніки та обладнання на всіх етапах будівництва:

- проектування, розрахунок та планування необхідних обсягів матеріалів та техніки; визначення оптимальних маршрутів та термінів доставки;
- проведення закупівель та постачання необхідних матеріалів, обладнання та техніки та забезпечення їх перевезення у визначені терміни до ТЛК;
- розподіл та доставка матеріалів на будівельні майданчики у потрібний час та у потрібних кількостях.

В якості базового критерію оптимізації інфраструктури та розподілу регіональної мережі спеціалізованих ТЛК і технічних баз будівельних транспортних засобів пропонується використовувати необхідні обсяги виконання будівельних робіт з відновлення промислової та цивільної інфраструктури української економіки.

Висновки. Реалізація запропонованого підходу дозволить створити мережу будівельних спеціалізованих ТЛК та технічних баз здатну забезпечити оптимізацію управління матеріальними потоками будівельних матеріалів, техніки та обладнання на всіх етапах будівництва, включаючи планування, закупівлю, транспортування, зберігання і розподіл, з необхідним рівнем якості та своєчасності доставки.

Література

1. Ukraine Reconstruction May Cost $1.1 Trillion. EIB Head Says https://www.bloomberg. com/news/articles/2022-06-21/ukraine-reconstruction-may-cost-1-1-trillion-eib-head-says (Last accessed: 18.02.2023) [in English].

3. ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ЗАКЛАДІ ОСВІТИ

[1]Сумець О.М., д.е.н., проф., [2]Співакова Н.О., ст. викл.,
[1]Сятковський В.В., студ. магістратури
ВНЗ «Університет економіки і права «КРОК»», м. Київ[1]
ВНЗ ПрАТ «МАУП», Харківський інститут, м. Харків[2]

Ефективність логістичної діяльності досягається належним рівнем виконання її планування, організації, управління й своєчасного контролю. Серед цих функцій організація логістичної діяльності вирізняється особливим статусом. Це вимагає особливого контролю ефективності здійснення організації логістичної діяльності. Саме цією обставиною і зумовлюється актуальність виконаного дослідження.

Метою дослідження стала розробка методики оцінки ефективності організації логістичної діяльності. Підставою для цього стало те, що на цей момент часу така методика відсутня і в кожній організації таку оцінку виконують згідно своїх міркувань і напрацювань. Для закладів же освіти таких розробок не існує.

Основні результати. З нашого погляду, методика оцінки ефективності організації логістичної діяльності повинна бути спрямована на визначення рівня результативності та раціональності логістичних процесів закладу освіти для прийняття управлінських рішень щодо їх удосконалення.

У процесі розробки методики в її основу були покладені п’ять принципів оцінки:

- принцип перший: комплексність. Методика охоплює практично всі напрями логістики, а саме: постачання, склад, транспорт, інформація, фінанси, сервіс;
- принцип другий: системність. Методика повинна включати аналіз потоків як єдиної інтегрованої системи;
- принцип третій: динамічність. Методика повинна надати можливість відстеження оцінних показників у часі;
- принцип четвертий: порівнянність. Методика повинна надати можливість порівняння оцінних показників з нормативами, іншими університетами чи галузевими стандартами;
- принцип п’ятий: результативність. Методика повинна оцінювати не лише витрати, а й якість забезпечення навчального процесу.

Оцінювання ефективності організації логістичної діяльності в закладі освіти повинно здійснюватися за декількома напрямами, а саме за:

1. економічною ефективністю;
2. організаційною ефективністю;
3. інформаційною ефективністю;
4. сервісною ефективністю;
5. екологічною ефективністю.

Кожен із вказаних напрямів буде оцінюватися за певними кількісними показниками. Їх перелік наведено в таблиці.

Запропонований набір показників оцінки ефективності логістичної діяльності може бути доповнений додатково ще й іншими частковими показниками у залежності від потреб і бажань того, хто виконує ці розрахунки. Проте, як показує практика обчислень, збільшення числа показників потребує додаткових витрат часу і грошових витрат на оплату праці фахівців. Отже, запропонований перелік показників, з нашого

погляду, є достатнім й оптимальним для визначення комплексної оцінки ефективності організації логістичної діяльності в закладі освіти.

Таблиця

Показники оцінки ефективності організації логістичної діяльності в ЗО

Напрям оцінки	Показник	Од. виміру
1. Економічна ефективність	1. Витрати на логістичну діяльність / загальні витрати університету.	%
	2. Рівень економії за рахунок централізованих закупівель.	%
	3. Коефіцієнт використання матеріальних ресурсів (співвідношення використаних до списаних).	Частка від одиниці
2. Організаційна ефективність	1. Час виконання логістичних операцій (закупівля, доставка, облік, розподіл).	Годин, хвилин
	2. Кількість порушень термінів постачання.	%
	3. Рівень централізації закупівель (частка централізованих у загальному обсязі).	Частка від одиниці
3. Інформаційна ефективність	1. Ступінь цифровізації логістичних процесів.	% процесів в ERP/ LMS/CRM
	2. Час обробки інформаційного запиту.	Години, дні
	3. Рівень автоматизації документообігу.	% від загального обсягу документів
4. Сервісна ефективність	1. Задоволеність студентів і персоналу сервісними послугами (за результатами опитувань, бал 1–5).	Бали
	2. Час реагування на сервісну заявку.	Години, дні
	3. Доступність навчальних і побутових ресурсів.	Місць у гуртожитках, їдалень, коворкінгах
5. Екологічна ефективність	1. Частка перероблених або повторно використаних ресурсів.	%
	2. Енергоспоживання на одного студента.	кВт·год/рік
	3. Витрати на утилізацію відходів / загальні витрати на утримання.	%

Джерело: складено авторами.

Значущість запропонованої методики складається у тому, що з її допомогою можна визначити наскільки гарно організована логістична діяльність в закладі освіти, встановити «вузькі місця» і розробити заходи щодо їх усунення. Іншими словами,

методика є практичним інструментом діагностування рівня ефективності організації логістичної діяльності в закладі освіти.

Література

1. Алькема В. Г., Сумець О. М. Логістика : теорія і практика : навч. посібник. Київ : ВД «Професіонал», 2008. 272 с.
2. Логістична діяльність. https://www.google.com/search?q=%D1%86% D1% … B0.&aqs=chrome..69i57.24159j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (дата звернення: 27.10.2025).

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВУГЛЕЦЬ-ВУГЛЕЦЕВИХ ФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ 3D І 4D СТРУКТУР ДЛЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Черкашин І.А., студ. магістратури, Шевченко С.І., к.т.н. доц.,
Полупан Є.В., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ.

Аналіз схем армування вуглець-вуглецевих фрикційний матеріалів (В-ВФМ) (рис. 1) показує, що у більшості розглянутих груп матеріалів можна виділити повторюваний елемент у вигляді плоского шару. Характерною особливістю цього елемента, на відміну від звичайного односпрямованого шару, прийнятого в теорії армованих середовищ, є наявність волокон двох напрямків. Волокна напрямку 1 розташовані в площині шару, а волокна напрямку 3 – перпендикулярні площині шару (рис. 1). Якщо в кожному шарі знехтувати неоднорідністю структури і знайти його ефективні характеристики як квазіоднорідного матеріалу, то деформаційна модель В-ВФМ з просторовим розташуванням арматури може розглядатися у вигляді неоднорідного блоку, що складається з елементарних шарів, які можуть відрізнятися за орієнтацією і вмістом арматури в площині шару. Пружні характеристики кожного з шарів визначаються властивостями компонентів і їх об'ємною концентрацією. При цьому для розрахунку характеристик ортогонально армованого двовимірного шару волокнистого композиту використовується прийом, суть якого полягає в тому, що розрахунок проводиться за формулами для односпрямованого композиту, але характеристики модифікованої матриці розраховують попередньо через властивості сполучного і армуючих волокон ортогонального напрямку.

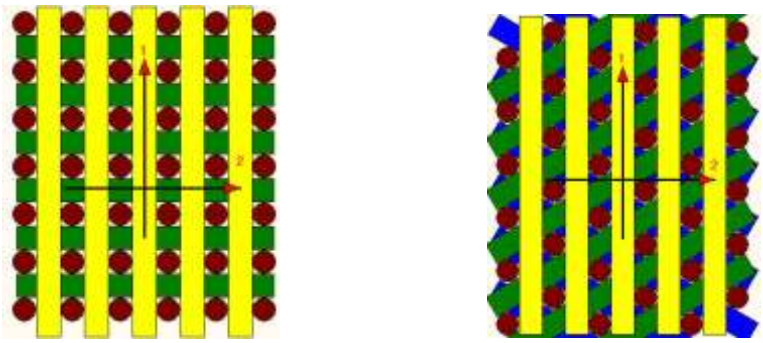


Рис. 1. Схеми армування композиту:
3D текстура (зліва), 4DL текстура (справа).

Оскільки при розрахунку пружних характеристик просторово армований матеріал представляється як шарувата конструкція, визначаємо ступінь армування кожного з шарів за напрямками.

Таким чином, розрахунки показують, що для плоского моношару розглянутих структур просторово армованих В-ВФМ, ступінь армування в площині шару постійна. Розрахунок проводимо методом усереднення пружних властивостей волокон, укладених у напрямках, перпендикулярних до напрямку армування, і сполучного. Подальший розрахунок деформативних характеристик шаруватого матеріалу визначається вибором напрямків армування, які усереднюються при модифікації властивостей матриці або є арматурою виділеного елементарного шару.

Так при розрахунку характеристик модифікованої матриці в напрямках 1 і 2 в якості модифікуючої арматури обирають арматуру, укладену в напрямку 3, а при розрахунку характеристик модифікованої матриці в напрямку 3 в якості модифікуючої арматури обирають арматуру, укладену в напрямку 1.

Методика розрахунку поділяється на наступні етапи: визначення моделі просторового армування матеріалів; розрахунок ступеню армування; розрахунок характеристик модифікованої матриці; розрахунок пружних характеристик горизонтального шару з прямими волокнами; розрахунок пружних характеристик просторово армованого КМ; розрахунок пружних технічних констант просторово армованого КМ; аналіз результатів розрахунку; оцінка похибки методу розрахунку; порівняльна оцінка ізотропії різних схем армування.

Для дослідження фізичних параметрів модифікованої вуглецевої матриці було виконано математичне моделювання при якому визначались основні фізико-механічні властивості В-ВФМ як 3D так і 4D структури армування. Розглянемо на прикладі моделювання 3D структури. При зіставленні значень модулів пружності E_1, E_2 і E_3, які у напрямках 1, 2 і 3 повинні бути однаковими, видно, що їх значення при $\theta=0°$ розрізняються незначно (рис. 2). Аналіз значень модуля пружності E_3, показує, що його розрахункові значення змінюються в межах сотих часток.

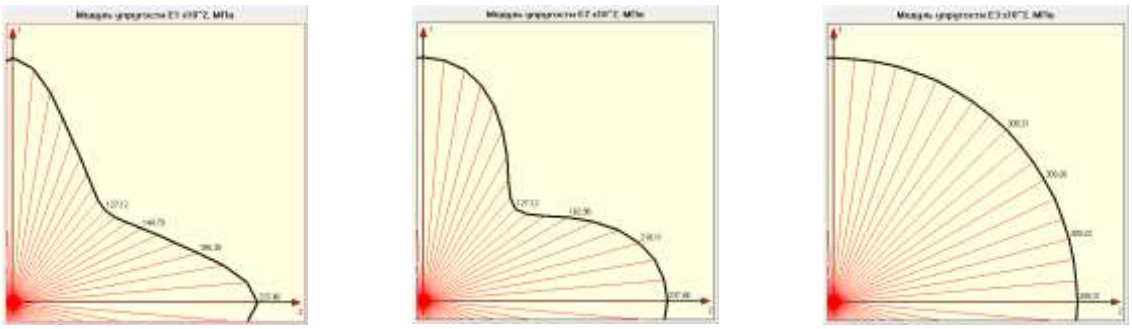


Рис. 2. Зміна модуля пружності $E \cdot 10^2$ МПа, 3-D структура

Аналіз кругових діаграм зміни модулів пружності E_1 і E_2 від кута повороту координатних осей показує деяку їхню відмінність у діапазоні $12^\circ...25^\circ$. Розбіжність значень у цій області досягає 3-5% Аналіз значень модулів зсуву G_{12} (рис. 3) показує, що у точці $\theta=0°$ вони повинні відповідати і бути рівними значенням G_{13} і G_{23} (рис. 3). Справжня похибка розрахунку близька до 3%.

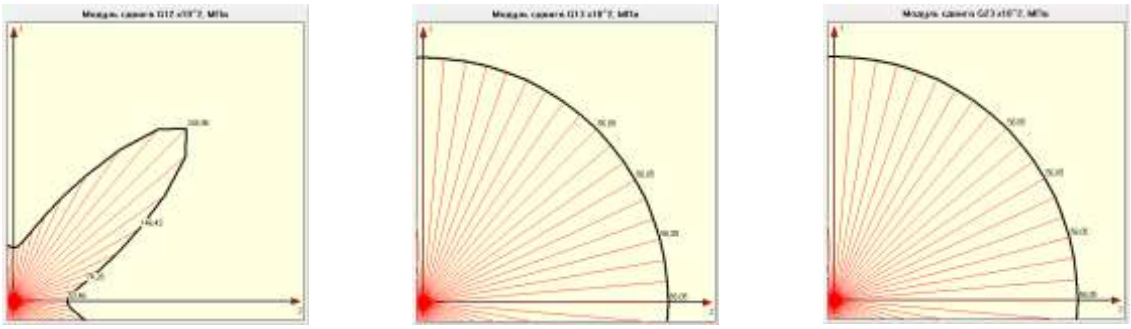


Рис. 3. Зміна модуля зсуву $G \cdot 10^2$ МПа, 3-D структура

Для коефіцієнта Пуассона ν_{12} (рис. 4) характерна приблизно така сама залежність від кута, як і для модуля зсуву G_{12} а для коефіцієнтів Пуассона ν_{13} і ν_{23} (рис. 4) – така сама, як для модулів пружності E_1 і E_2. При цьому величини похибок можна порівняти.

Отже, проведений аналіз показує, що з розрахунку пружні характеристики просторово армованого матеріалу – модулі пружності, модулі зсуву і коефіцієнти Пуассона може бути розраховані з похибкою порядку 5…10%. Причому величина похибки зменшується зі збільшенням абсолютних значень параметра, який визначається.

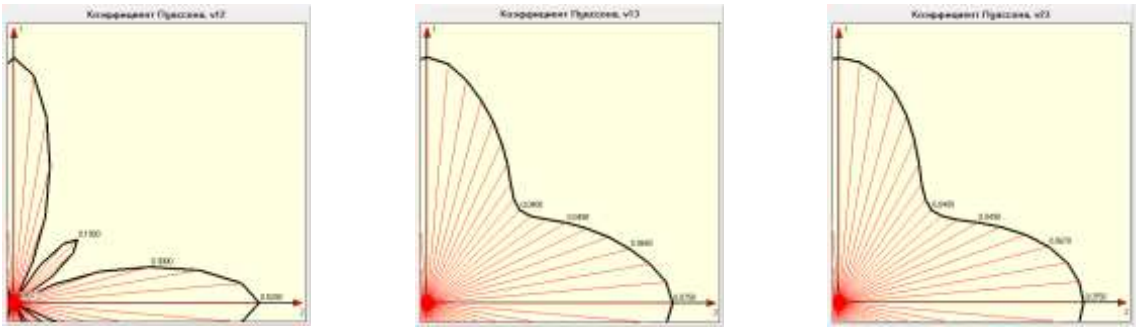


Рис. 4. Зміна коефіцієнта Пуассона *ν*, 3-D структура

По кругових діаграмах зручно визначати ступінь анізотропії аналізованих структур просторово армованих матеріалів. Для 3-D структур ступінь анізотропії для модулів пружності дорівнює $n_E=2,43$ а для 4-DL структур $n_E=2,43$. Ступінь анізотропії модуля зсуву для 3-D структури $n_{G12}=5$ а для G_{13} і G_{23} приблизно *1*. Для 4-DL структур $n_{G12}=1,1$ а для G_{13} і G_{23} також приблизно *1*.

Проведений аналіз показує, що ступінь анізотропії більшості пружних характеристик просторово армованого матеріалу 4-DL структури істотно нижче, внаслідок чого 4-DL структура є більш ізотропною і кращою для використання.

Ступінь достовірності одержуваних результатів достатня щодо якісної оцінки аналізованих структур просторово армованих матеріалів. Для розрахунку пружних характеристик просторово армованих композиційних матеріалів за наведеною методикою розроблено програмний модуль, який дозволяє отримати величину та характер зміни модуля пружності, *E* модуля зсуву *G* та коефіцієнта Пуассона *ν* в залежності від параметрів матеріалу.

Також з'ясовано, що за певних значень ν_a, ν_c, d та φ можна змінювати решту вихідних даних для E_a від 1000 до 100000 МПа, для E_c від 800 до 13000 МПа, для G_a від 813 до 9930 МПа, для G_c від 344 до 5340 МПа. Дані для розрахунків приймалися з шагом у 10000 МПа для E_a, 500 МПа для E_c та 200 МПа для G_a та G_c.

Отже можна дійти висновку, що підібравши коефіцієнт Пуассона армуючих волокон та матриці, діаметр стержнів та ступінь наповнення стрижнів армуючими волокнами можна впливати на вихідні фізико-механічні властивості вуглецевого фрикційного матеріалу як 3D так і 4D структури армування, а саме на міцнісні характеристики, на пружність, гнучкість, на ступінь наповнення армуючим волокном який безпосередньо впливає на здатність матеріалу поглинати ударні навантаження при стиканні гальмівної колодки і контр тіла.

Література

1. Гурін В.А. Дослідження газофазного ущільнення піровуглецем пористих середовищ методом радіально рухомої зони піролізу/ В.А.Гурін, І.В. Гурін, С.Г. Фурсов// ВАНТ, серія ФРП і РМ. - 1999. - №76. - С.32-45.
2. Гурін В.А. Газофазні методи отримання вуглецевих і вуглець-вуглецевих матеріалів /В.А.Гурін, В.Ф. Зеленський// ВАНТ, серія ФРП і РМ. - 1999. - №76. - С.13-31.
2. Старченко В. М. Нові фрикційні матеріали для гальмівних систем рухомого складу (Частина 1) / В. М. Старченко, С. І. Шевченко, Е. В. Полупан, В. А. Гурін, І. В. Гурін/. Трансмаш. – 2013. - №11. - С. 21-23.
3. Starchenko V. Nal C-C composites of a new generation for the automobile brake devices / Valery Starchenko, Sergey Shevshenko, Evgeniy Rudenko // TEKA Commission of motorization and power industry in agriculture. – 2010 – Volume XC. – P. 310-315.

5. METHODOLOGY FOR DETECTION OF URBAN ROAD SURFACE DEFECTS USING YOLOV8-SEG AND GNSS DATA

[1]Oksen D.Ye., M.Sc., [2]Nalyotov Ye.M., student,
[2]Oksen Ye.I., Dr. of Technical Sciences, Prof.
Tutorpeers LLC, Kyiv[1]
National Aviation University, Kyiv, Ukraine[2]

Scientifically grounded methods for detecting road surface defects and their coordinates allow reducing costs and optimizing operational processes in transport infrastructure. The use of neural networks, particularly YOLOv8-seg, becomes especially relevant for identifying defects in urban roads due to increasing demands for energy efficiency, cost reduction, and precision in technological processes, including road maintenance.

Research Object. The process of detecting urban road surface defects and their coordinates using neural networks and GNSS technologies under conditions of discrete data updates.

Research Aim. To reduce the costs of detecting urban road surface defects and their coordinates using neural networks and GNSS technologies by segmenting video recordings into frames and approximating GNSS data, taking into account vehicle motion parameters and the trajectory of the vehicle from which the recording is made.
The achievement of this goal is ensured by solving the following tasks:

- recording road surface condition via video while simultaneously capturing the trajectory of the vehicle from which the recording is made;
- segmenting video into frames with determination of GNSS coordinates of the recording points using cubic approximation, accounting for motion parameters and vehicle trajectory characteristics;
- detecting road surface defects on individual frames using a trained YOLOv8-seg network;
- creating an interactive map of detected defects;
- calculating the degree of road section damage based on defect density;
- estimating the residual service life of road sections according to the determined damage level.
- In the course of the study, the concept of minimizing costs for detecting road surface defects and determining their coordinates was implemented through:
- using a standard smartphone for recording video and tracking the vehicle trajectory;
- capturing video from the vehicle cabin through the windshield;
- processing the obtained data on a standard desktop computer running Windows 10 or 11;
- developing the detection software using Python, an open-source programming language licensed under the PSF License Agreement, compatible with GNU GPL.

1. An iPhone 13 smartphone was used to record the condition of the road surface, simultaneously capturing the trajectory of the vehicle (Fig. 1). The vehicle track was recorded using the free GPX Tracker application. The resulting video and track files were transferred via network applications to a desktop computer for further processing.

Fig. 1. Placement of the iPhone 13 smartphone inside the vehicle cabin

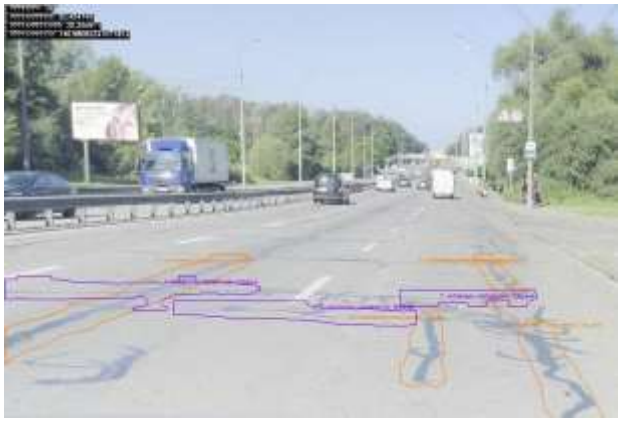


Fig. 2. Road surface defects detected by YOLOv8-seg

The developed methodology is not limited to a specific smartphone model and has been tested on devices running Android OS as well.

2. The task of segmenting video into frames with determination of GNSS coordinates was solved under the following assumptions:

- linearity of motion between GNSS points — the vehicle moves at constant speed between adjacent track points;
- clock synchronization — video timestamps (frame exposure) and GNSS receivers are synchronized using UNIX-time network time;
- absence of outliers in GNSS data — coordinates do not contain gross errors.

3. The process of training the YOLOv8-seg network, due to its large scale, is not discussed in this work. However, all applicable norms [1, 2] and standards [3–6] were considered. Nine classes of road surface defects were defined: longitudinal crack, transverse crack, block crack, shift, pothole, patch, filled longitudinal crack, filled transverse crack, and rut. The network was trained on a high-performance computer with dual 24-core Xeon processors and a high-speed GPU. The trained network achieved a recognition metric of $mAP = 0.897$. An example of defect detection results on road surface images is shown in Fig. 2.

4. The degree of road section damage based on defect density was calculated according to standard [7] using the PCI coefficient, due to the insufficiently developed regulatory framework.

The summarization of survey results according to the developed methodology was performed by calculating the Residual Service Index (RSI) of road sections based on the density of surface defects.

Conclusion. The proposed methodology for detecting road surface defects allows a significant reduction in costs and inspection time for urban roads. It eliminates the influence of subjective factors during road condition assessment. The results of this study are recommended for implementation.

Fig. 3. Example of a defect location map for a road section in an urban area (Vynohradar district, Kyiv)

Fig. 4. Example of PCI calculation — road surface damage assessment according to standard [7]

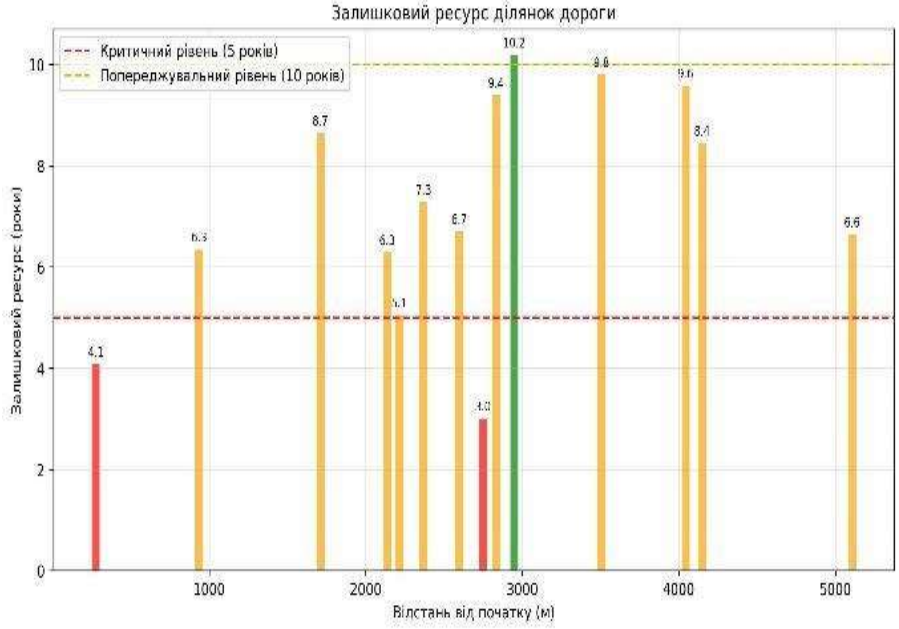


Fig. 5. Example of RSI calculation – residual service life of road sections

References

1. State Building Standards of Ukraine V.2.3-4:2015. Highways: Part I. Design; Part II. Construction.
2. State Building Standards of Ukraine V.2.3-5:2018. Streets and Roads of Urban Areas.
3. Ukrainian National Standard 8954:2019. Highways. Assessment of Pavement Defect Level.
4. Ukrainian National Standard 3587:2022. Road Traffic Safety. Highways. Requirements for Operational Condition.
5. EN 13036-1. Road and Airfield Surface Characteristics — Test Methods — Part 1: Measurement of Pavement Surface Macrotexture Depth Using a Volumetric Patch Technique.

6. EN 13036-7. Road and Airfield Surface Characteristics — Test Methods — Part 7: Irregularity Measurement of Pavement Courses: The Straightedge Test.
7. ASTM D 6433-07. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.

6. МІСЬКА МОБІЛЬНІСТЬ І ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТУ: УРБАНІСТИЧНІ ПІДХОДИ ДЛЯ РІВНОГО

Піліпака Л.М., к.т.н., доц.
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне

Транспорт у Рівному є одним із головних джерел викидів парникових газів (близько 31%). Сектор характеризується зростанням кількості приватних авто, застарілим рухомим складом громадського транспорту та недостатнім розвитком альтернативних видів мобільності. Для міста розроблено низку програм і концепцій, однак відсутність реальних даних про споживання палива, інтенсивність руху та рівень забруднення обмежує ефективність їх реалізації.

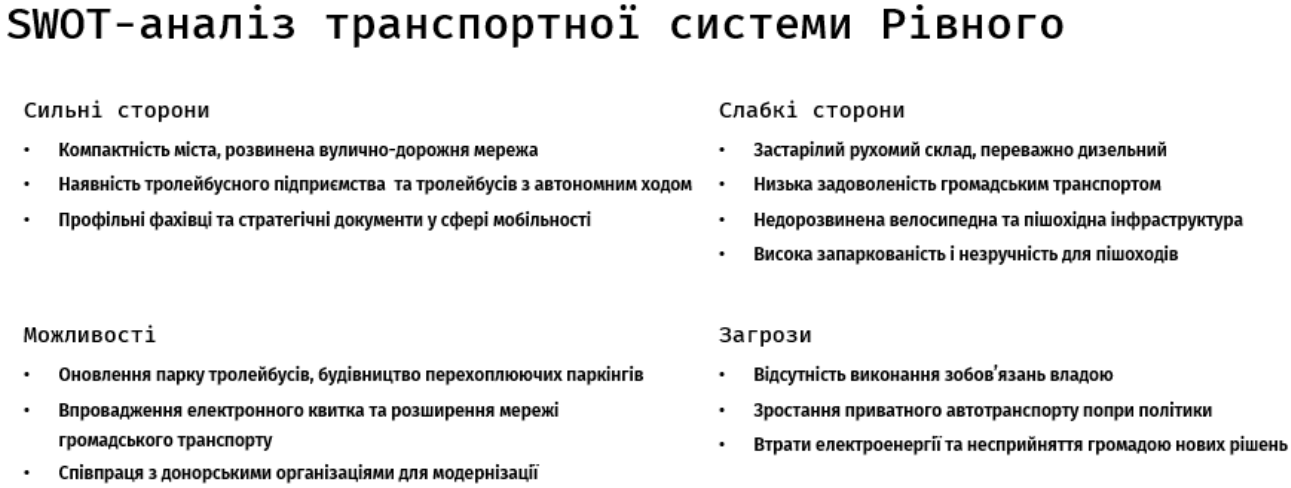


Рис.1. SWOT-аналіз міської мобільності міста

Основні проблеми міської мобільності з точки зору декарбонізації транспорту:

1. Відсутність системи збору даних про реальні викиди, витрати палива, інтенсивність руху.
2. Перевантаженість центральних вулиць (Соборна, Київська) – високий рівень заторів та забруднення повітря.
2. Непопулярність громадського транспорту через низький комфорт, нерегулярність і відсутність єдиної системи оплати.
3. Низька частка пішохідних і велосипедних пересувань, незручна інфраструктура.

Пропонуються наступні урбаністичні підходи:

Постійний збір даних

- моніторинг забруднення (датчики повітря, система «Безпечне місто»),
- аналіз транспортних потоків і структури автопарку,
- створення аналітичної бази для політик скорочення CO_2.

Модернізація транспорту

- оновлення тролейбусного парку з автономним ходом (до 60 одиниць),
- співпраця з ЄБРР та ЄІБ для фінансування,
- очікуване скорочення ≈5000 т CO_2/рік при інвестиціях 600–1240 млн грн.

Оптимізація маршрутної мережі

- створення транспортної моделі Рівного,
- усунення дублювання маршрутів і скорочення простоїв,
- зменшення викидів ≈2000 т CO_2/рік при мінімальних інвестиціях (5–6 млн грн).

Паркувальна політика

- обмеження проїзду приватного транспорту в центр,
- створення перехоплюючих паркінгів,
- очікуване скорочення викидів 800–1600 т CO_2/рік.

Відновлювані джерела енергії

- сонячні панелі на депо, зупинках і зарядних станціях, біопаливо для спецтехніки,
- енергоефективне освітлення на основі ВДЕ.

Реновація вулиць

- створення умов для пішоходів, велосипедистів і громадського транспорту;
- зниження залежності від авто;
- скорочення 1000–2000 т CO_2/рік.

Таблиця

Компонент	До реновації	Після реновації
Автомобільний рух	70–80% площі вулиці	40–50% площі
Пішоходи	вузькі тротуари, бар'єри	комфортні, безбар'єрні маршрути
Велосипеди	відсутність інфраструктури	виділені доріжки або смуги
Громадський транспорт	затримки через затори	пріоритетні смуги, зручні зупинки
Зелені насадження	мінімум, хаотично	органічно включені в дизайн вулиці

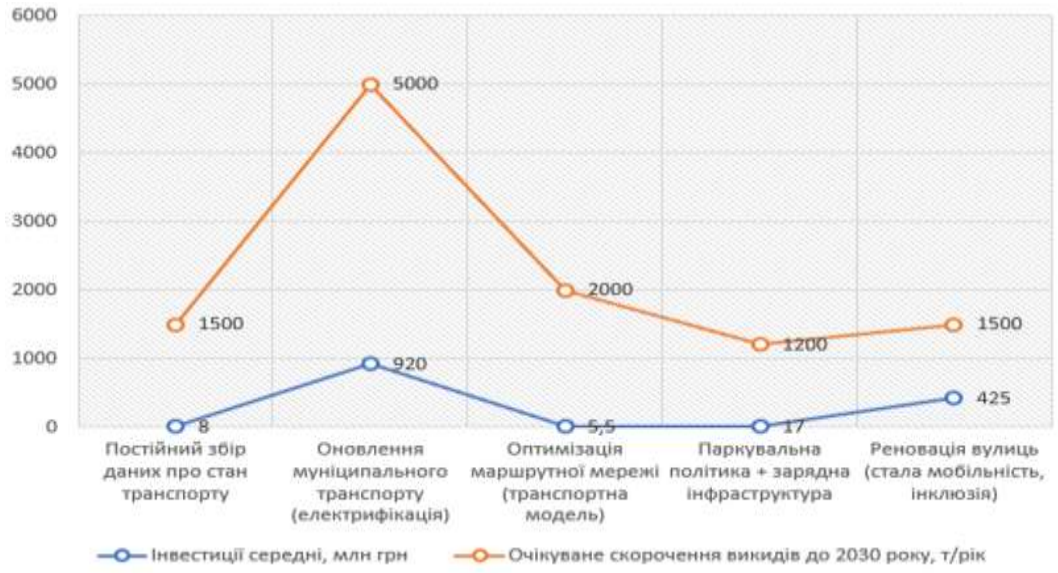


Рис. 2. Порівняння ефективності заходів за обсягами скорочення CO_2

Можливий ланцюг впливу заходів на зменшення викидів CO_2 при реновації вулиць: → покращення умов для громадського транспорту, велосипедистів та пішоходів → зниження залежності міських мешканців від приватного авто → зменшення транспортного навантаження і сприяння екологічному способу пересування → поступове скорочення викидів CO_2 через зміну транспортної поведінки

Жоден захід не є самодостатнім. Максимальний ефект досягається при поєднанні збору даних, модернізації транспорту, оптимізації маршрутів, реновації міського простору, впровадженні відновлюваної енергетики.

Висновки.

1. Необхідно забезпечити інтеграцію транспортної, енергетичної та містобудівної політики.
2. Впровадження реновації вулиць, оптимізації маршрутів і електрифікації транспорту має стати основою «зеленої» трансформації.
3. Важливо створити систему моніторингу даних і залучити громадськість до підтримки рішень.
4. Успішна реалізація можлива лише через партнерство влади, науки, бізнесу та громади.

Література

1. «Стратегія сталої та розумної мобільності – європейський транспорт на шляху до майбутнього». Європейська Комісія – Брюссель, 09.12.2020. URL: https://visionzero.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/EU_SSMS_Ukrainian-Translation.pdf (дата звернення: 18.10.2025).
2. Чередніченко О. План сталої міської мобільності як один з інструментів управління міськими транспортними системами. Просторовий розвиток, (7), 2024 594–611. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.594-611

7. ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИВОЛІНІЙНИХ ДІЛЯНОК ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ

[1]Орел Є.Ф., к.т.н., доц., [1]Камчатна С.М., к.т.н., доц.,
[2]Пустовойтова О.М., к.т.н., доц., [1]Куредеча М.А., студ. магістратури,
[1]Красовський А.О., студ. магістратури
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків[1]
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків[2]

Залізнична інфраструктура представляє собою відповідальні та складні об'єкти, що мають прямий зв'язок з безпекою перевезення пасажирів та вантажів. Залізнична колія вимагає постійного моніторингу її геометричних характеристик для забезпечення надійності всіх систем. Цей контроль може бути здійснений за допомогою опорних точок геодезичної реперної мережі, які повинні бути розташовані близько до залізничної колії для забезпечення її утримання в проєктному положенні та відповідного робочого стану. Для цього можна використовувати локальну геодезичну мережу або національну геодезичну мережу. Однак, у цьому випадку працівники залізниці можуть зіткнутися з певними проблемами: точки державної або місцевої геодезичної мережі іноді розташовані далеко від залізничної колії; між геодезичними реперами та залізницею можуть знаходитися природні або штучні перешкоди, такі як дерева, будівлі, пагорби, що ускладнює видимість і погіршує якість зйомки місця розташування; частина орієнтирів може бути знищена [1, 2]. Це призводить до проблем з узгодженням даних вимірювань, отриманих з однієї мережі в різний час. Це підкреслює актуальність роботи над створенням власної реперної мережі для залізниць.

Одним з ключових, але недостатньо досліджених питань технічного обслуговування залізничних шляхів є встановлення стану колії, що відповідає рівню, ширині колії та її розташуванню на плані [3]. Зміни геометрії відіграють важливу роль при оцінюванні кривих – порівнюючи геометрію колії з початковими проектними даними можна виявити розбіжності.

Точне позиціонування за допомогою глобальної супутникової навігаційної системи в контексті залізничного будівництва під час влаштування та обслуговування залізничної лінії дозволяє встановити точне місцезнаходження з абсолютною різницею від 10 до 15 мм [4]. Найкращим рішенням підвищення точності оцінки вимірювань є передбачуване визначення кількості вимірювань. Інфраструктурні об'єкти залізниці вимагають застосування різних інструментів для швидкого та точного визначення положення, наприклад, дрона та двох роботизованих тахеометрів. Це призводить до складностей та збільшення вартості вишукувальних робіт. Сучасний метод наземного лазерного сканування ще не отримав широкого застосування для залізничних колій крім мостів і тунелів [5]. Крім того, точність вимірювання відстані під час наземного лазерного сканування не є такою високою, як у традиційних нівелірів та тахеометрів. Більшість робіт, пов'язаних з залізничною інфраструктурою, виконується за допомогою мобільних лазерних сканерів, які, в основному, використовуються для виявлення розмірів, відстаней або дефектів та не використовуються під час ремонтних робіт з вирівнювання колії. Для високошвидкісних залізниць моніторинг сумісності

опорних точок має бути ключовим етапом, який часто ігнорується на практиці. Тому розробка власної мережі реперів є надзвичайно актуальною для залізниць.

Визначення оптимальної кількості спостережень у геодезичній мережі є ключовим аспектом інженерного аналізу структур. Існує гібридний метод для вдосконалення вимірювальної конфігурації геодезичної мережі [6]. При цьому встановлюється цільова функція на основі інформаційної ентропії системи спостережень, що враховує ентропію параметрів з їхніми реальними значеннями, дозволяючи вибирати найбільш інформативні спостереження. Основними обмеженнями цього методу є необхідність його багаторазового запуску та залежність від різноманітних вимірювальних методик. Є ряд складних математичних методів, які забезпечують точність геодезичних обчислень, а саме метод вимірювання невизначеності та моделювання Монте-Карло, ентропія як логарифмічна міра ймовірності, а також метод багатокритеріального прийняття рішень. Однак, найпростіший з них - це метод найменших квадратів [7]. Щоб уникнути вищезгаданих проблем у смузі відводу залізниці потрібно встановити так звану “мережу умовних реперів”. Ці геодезичні базові точки використовуються для визначення зміщення контрольних точок на дамбі або в тунелі [8], однак цей метод ще не використовувався на залізниці. Більше того, в деяких випадках відновлення геометрії колії до початкового стану за допомогою національної або локальної геодезичної мережі неможливе через її віддаленість або незручне розташування.

Дане дослідження зосереджено на розробці математичного підґрунтя для визначення оптимальних місць для встановлення реперів поруч із залізничними коліями. Ці репери слугуватимуть як контрольні точки для різних залізничних та інженерно-геодезичних служб під час виконання робіт з обслуговування, ремонту та будівництва. Вони забезпечать точність підтримки та вирівнювання колії.

Перед початком будівництва залізниці важливо провести геодезичні дослідження, визначити точки на лініях будівництва, встановити потрібні репери та спроєктувати основні осі. Електронний тахеометр вважається найбільш ефективним інструментом для цієї роботи. Він використовується для візування кругової кривої залізничних колій, визначаючи координати прямо на двадцятиметрових відрізках. Встановлюється стійка зі світловідбивачем, і в кожній точці залізничної колії вимірюється і записується відстань до цієї точки, а також горизонтальний і вертикальний кути до неї. Ці вимірювання використовуються для визначення планового та висотного положення цих точок відносно тахеометра. Місця розташування електронного тахеометра стануть основними точками умовної еталонної мережі. У процесі експлуатації відбувається зміщення осі залізниці. Для відновлення колії до початкового положення ремонтники використовуватимуть дані геодезичного виміру з однієї точки, яка називається “полюсом” - це базова точка умовної геодезичної мережі. Згідно з отриманими результатами, запропонований метод дозволяє без проблем обчислити координати кривої з будь-якої точки умовної реперної мережі залізниці. У майбутньому ремонтники використовуватимуть ці контрольні точки залізничної кривої для відновлення зміщених кривих до проектного положення. Горизонтальне відхилення вказує на ступінь відхилення осі дороги від проектної осі. Наприклад, колійно-вимірювальна машина встановила, що відхилення становить 180 мм. Це означає, що дорогу потрібно змістити на 180 мм. Оскільки горизонтальне відхилення не впливає на

кут, потрібно лише додати відхилення до довжини радіуса від полюсної точки умовної геодезичної мережі залізниці та виконати корекцію колії.

Створення "власної" умовної реперної мережі дозволяє залізницям проводити розмітку прямих та кривих незалежно від присутності або віддаленості контрольних точок місцевої або державної геодезичної мережі.

Література

1. Celms A., Parsova V., Reke I., Akmentins J. Tendencies of development of local geodetic network in Riga city. Baltic Surveying. 2018. Vol. 9. P. 8-15. URL: http://dx.doi.org/10.22616/j.balticsurveying.2018.013
2. Celms A., Reke I., Brinkmanis-Brimanis M., Pukite V. 2019. Evaluation of the Local Geodetic Network in Jurmala City. Baltic Surveying. 2019. Vol. 10. P. 8-15. URL: https://doi.org/10.22616/j.balticsurveying.2019.001.
3. Kriauciunaite-Neklejonoviene V., Rekus D., Balevicius G., Kolbovskij O. Technology of Geodetic Control at Railway Construction Stages. Baltic Surveying. 2018. Vol. 8. P. 52-60. URL: https://doi.org/10.22616/j.balticsurveying.2018.007
4. Bartonek D., Bures J., Svabensky O. Optimized GNSS RTK measurement planning for effective point occupation via heuristic analysis. Engineering Computations. 2015. Vol. 34 (1). P. 0352. URL: https://doi.org/10.1108/EC-11-2015-0352
5. Wu C., Yuan Y., Tang Y., Tian B. Application of terrestrial laser scanning in the architecture, engineering and construction industry. Sensors. 2022. Vol. 22 (1). P. 265. URL: http://dx.doi.org/10.3390/s22010265.
6. Mrówczyńska M., Sztubecki J. The network structure evolutionary optimization to geodetic monitoring in the aspect of information entropy. Measurement. 2021. Vol. 179. P. 109369. URL: https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109369.
7. Kokeza Z., Vujasinović M. Development of software for geodetic network adjustment in open-source environment. Савремена теорија и пракса у градительству. 2018. Vol. 13 (1). P. 260-271. URL: http://dx.doi.org/10.7251/stp1813260k
8. Alizadeh-Khameneh M. A., Andersson J. V. Geodetic Network Design in Tunnel Surveys. Journal of Surveying Engineering. 2020. Vol. 146 (4). P. 06020003. URL: http://dx.doi.org/10.1061/(asce)su.1943-5428.0000325

8. ВРАХУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ҐРУНТОВИХ ОСНОВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ НЕСУЧОЇ СПРОМОЖНОСТІ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

Дубик О.М., к.т.н., доц., Осовський І.М., асп.
Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ

Міцність аеродромних покриттів значною мірою залежить від несучої спроможності ґрунтових основ. Оскільки аеродромні покриття стискаються мало, то порівняно з ґрунтами їх можна вважати стискуваними, а деякі види покриттів – нестискуваними. Деформативність ґрунтових основ визначається їхньою несучою спроможністю. Значення несучої спроможності ґрунтових основ залежить від їх вологості та міцності. Мінімальна несуча спроможність має місце при перезволоженні ґрунтів. Зменшення несучої спроможності ґрунтів, як правило зазвичай має місце і при зменшенні їх щільності. Зволоження ґрунтів тісно пов’язане з водно-тепловим режимом ґрунтових основ протягом року.

У разі спільної роботи плити та основи без порушення суцільного контакту допустимі деформації згину плити під навантаженням визначають діапазон можливих вертикальних переміщень ґрунту в основі. Розрахункові характеристики ґрунту повинні визначатись з урахуванням фактичної роботи ґрунту під аеродромним покриттям.

При дії короткочасних навантажень ґрунт не встигає повністю деформуватися; напруження затухають значно швидше при динамічному навантаженні, ніж при статичному внаслідок зростання опору ґрунту при динамічному характері навантажень.

Сезонні коливання міцності ґрунтів є значними. Недостатня кількість даних про несучу спроможність жорстких аеродромних покриттів не дає можливості оцінювати міцність покриттів в не розрахункові періоди року.

В різні сезони року необхідно застосовувати розрахункову модель, яка найбільш повно відображає механічні властивості ґрунтової основи. В розрахунковий період допускається застосовувати модель Вінклера. Влітку, восени та взимку ґрунтова основа має добру розподіляючу здатність та при експлуатаційному оцінюванні міцності покриттів найбільш достовірні результати отримуються при використанні моделі лінійно-деформованого на півпростору.

В наш час існує багато різноманітних моделей ґрунтової основи. Для деяких з них розроблені методи розрахунку плит аеродромного покриття, які доведені до стадії практичного застосування. Однак експериментальних даних про поведінку природних ґрунтових основ під дією навантаження значно менше. Це ускладнює вибір моделі при проєктуванні аеродромного покриття та призводить до того, що в багатьох випадках модель приймається без будь-яких обґрунтувань.

Модель ґрунтової основи у вигляді стискуваного шару ґрунту кінцевої товщини застосовується в практиці проєктування аеродромів. Причиною цього є: мала глибина поширення деформацій в ґрунтах при їх ущільненні з поверхні, швидке збільшення жорсткості ґрунтів поверхневої товщі з глибиною, конкретна картина утворення стискуваного шару ґрунту при весняному відтаванні ґрунтової основи.

Строк служби плити аеродромного покриття залежить від надійності її основи. Чим менше основа піддається накопиченню залишкових деформацій, тим повільніше розвиваються деформації в бетоні.

Прогин цементобетонних покриттів при допустимих напруженнях в плиті складають частки міліметра (відносна деформація не перевищує 0,001 – 0,002. Для того чи іншого аеродромного покриття існує своя гранична деформація (прогин). На одній і тій самій ділянці ґрунт має характеризуватися різними модулями деформації залежно від того, для розрахунку якого типу покриття визначається модуль. Найбільш значна зміна модуля деформації відбувається при малих деформаціях, характерних для жорстких покриттів, а в інтервалі великих деформацій. Розрахункову модель ґрунтової основи зазвичай призначають за значенням вологості, якому відповідає визначений фізико-механічний стан ґрунту.

В якості прикладу конструкція аеродромного покриття аеродрому державної авіації наведена на рис. 1.

Розрахунки несучої спроможності аеродромного покриття при взаємодії з ґрунтовою основою виконується з використанням програми FAARFIELD 2.1.1.

В основу даної програми покладений метод класифікаційних параметрів $ACR - PCR$ [1, 2]. Змодельована конструкція аеродромного покриття в програмі FAARFIELD 2.1.1 наведена на рис. 2.

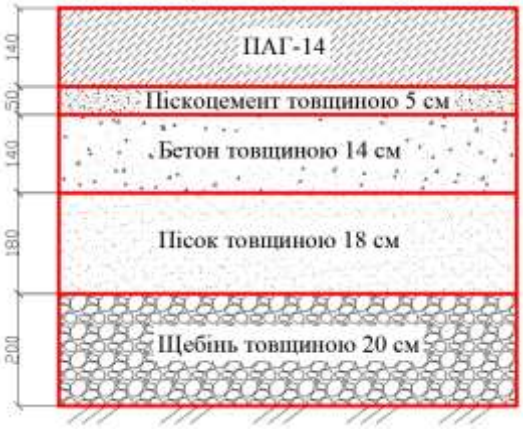


Рис. 1. Конструкція аеродромного покриття аеродрому державної авіації

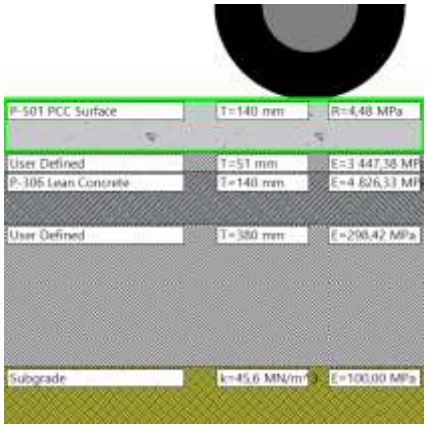


Рис. 2. Змодельована конструкція аеродромного покриття в програмі FAARFIELD 2.1.1

Результати аналізу показали, що міцність і довговічність покриття значною мірою залежать від маси повітряного судна та інтенсивності його використання. Для літака F16C із максимальною злітною масою 19187 кг було встановлено, що покриття аеродрому (рис.1) зберігає свою працездатність за умови не більше двох зльотів за добу. При зменшенні маси літака до 11512 кг можливе суттєве збільшення інтенсивності польотів без загрози перевищення допустимих напружень у шарах покриття.

Література

1. Annex 14: Aerodromes. Volume I: Aerodromes Design and Operations. 9th Edition. July 2022. URL: https://news.mcaa.gov.mn/uploads/bookSubject/2022-10/63587f6c9ed35.pdf
2. ICAO. Doc 9157 Aerodrome Design Manual. Part 3: Pavements. 3rd Edition. 2022 (Unedited). URL: https://www.scribd.com/document/718551321/Aerodrome-Design-Manual-Part-3-Pavements-Doc-9157-Part-3-Edition

9. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЧЕРЕЗ МАТРИЦЮ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Кузьменко С.В., к.т.н., доц., Мілов С.О. асп., Ніконець А.О. асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Поліпшення теплоізоляційних властивостей пористих матеріалів можливе при математичному описі процесу теплопередачі, що дозволить, мінімізувати тепловий потік через матеріал і отримати оптимальні або раціональні параметри його структури (діаметр і товщину стінки осередку). З метою адекватного представлення теплопередачі для пористих матеріалів її доцільно розділити на три складові: теплопередачу через матрицю матеріалу, конвективний тепломасообмін і теплопередачу для газового середовища осередку.

Детально розглянемо процес теплопередачі через матрицю матеріалу, який можна представити як теплопередачу через стінки сфери із заданими точковим витоком і стоком теплоти на діаметрально протилежних сторонах сфери (рис.1).

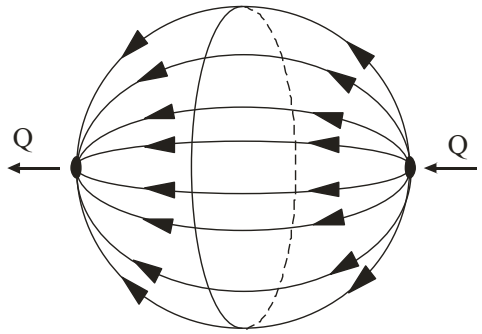


Рис. 1. Розрахункова схема теплопередачі

Оскільки передача теплоти здійснюється по криволінійній поверхні, а площа ізотермічного майданчика змінюється залежно від віддаленості витоку (стоку), необхідне уточнення класичного диференціального рівняння теплопровідності.

На підставі закону збереження енергії сумарна кількість теплоти *dQ*, введена в елементарний об'єм ззовні за деякий проміжок часу унаслідок теплопровідності, а також від внутрішніх джерел, рівна зміні внутрішній енергії речовини, що міститься в елементарному об'ємі:

$$dQ = dQ_1 + dQ_2 \qquad (1)$$

dQ_1 – кількість теплоти, введена в елементарний об'єм шляхом теплопровідності за час $d\tau$, Дж;

dQ_2 – кількість теплоти, яка за час $d\tau$ виділилася в елементарному об'ємі *dv* за рахунок внутрішніх джерел, Дж.

Визначимо кількість теплоти dQ_1, яка введена в елементарний об'єм шляхом теплопровідності рівняння (1), для чого виділимо в даній сфері елементарний об'єм, обмежений паралелями і меридіанами сфери (рис.2), де полюсами є точки витоку і стоку теплоти. Поставлені умови завдання зумовлюють паралелі як ізотермічні лінії, а меридіани – лініями теплового потоку.

У зв'язку з цим можна визначити, що:

$$dQ_1 = dQ_{1F_1} - dQ_{1F_2} \qquad (2)$$

де dQ_{1F_1}, dQ_{1F_2} - кількість теплоти, підведена до майданчика dF_1 і відведена через майданчик dF_2 (див. рис.2), відповідно.

Якщо ввести параметр, який характеризує щільність теплового потоку, тоді кількість теплоти, підведена до майданчика dF_1 і відведена через dF_2 за проміжок часу $d\tau$, визначиться як:

$$dQ_{1F_1} = q_{F_1} dF_1 d\tau \qquad (3)$$

$$dQ_{1F_2} = q_{F_2} dF_2 d\tau \tag{4}$$

де q_{F_1} - щільність теплового потоку, Вт/м^2.

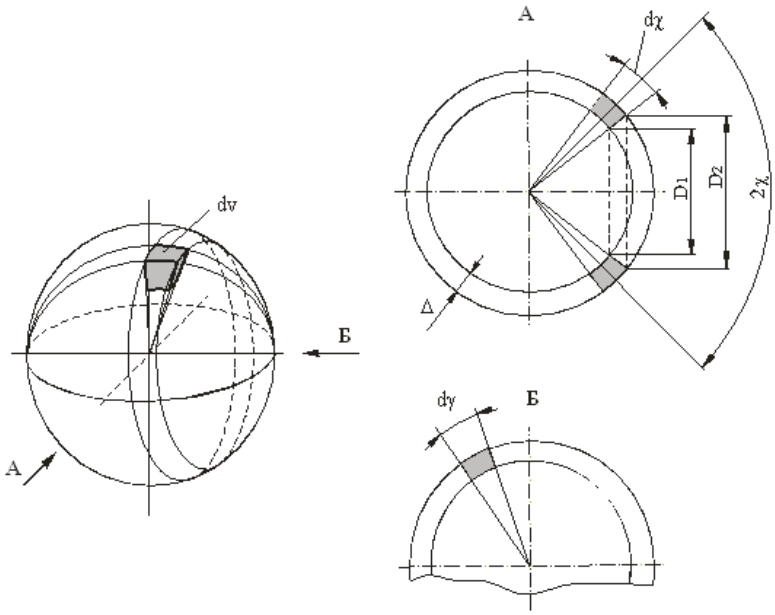


Рис. 2. Елементарний об'єм сфери

Функція q_{F_2} є безперервною в інтервалі *dl* і може бути розкладена в ряд Тейлора:

$$q_{F_2} = q_{F_1} + \frac{\partial q_{F_1}}{\partial l} dl + \frac{\partial^2 q_{F_1}}{\partial l^2} \frac{dl^2}{2!} + \ldots \tag{5}$$

Якщо обмежитися двома першими членами ряду залежності (5), то з наявністю (3) і (4), рівняння (2) можна представити в наступному вигляді:

$$dQ_1 = q_{F_1} dF_1 d\tau - \left(q_{F_1} + \frac{\partial q_{F_1}}{\partial l} dl \right) dF_2 d\tau \tag{6}$$

Елементарні майданчики dF_1 і dF_2 розглянемо як фрагменти бічної поверхні усіченого конуса.

Для майданчика dF_1 отримуємо:

$$dF_1 = \pi \Delta \frac{D_1 + D_2}{2} \frac{d\gamma}{2\pi} \tag{7}$$

де Δ - товщина матеріалу сфери (матриці), м;

D_1, D_2 – діаметри більшої і меншої підстави усіченого конуса, відповідно, м;

$d\gamma$ - елементарний кут, що обмежує даний майданчик в подовжньому напрямі, рад.

Оскільки діаметри підстав конуса можна представити як:

$$D_1 = 2R \sin\left(\chi - \frac{d\chi}{2} \right) \tag{8}$$

$$D_2 = 2\left(R + \Delta \right) \sin\left(\chi - \frac{d\chi}{2} \right) \tag{9}$$

де χ - напівкут розкриття конуса, що визначає положення середини даного елементарного об'єму в поперечному напрямі, рад;

$d\chi$ - елементарний кут, що обмежує даний майданчик в поперечному напрямі щодо кута α, рад;

R – внутрішній радіус сфери, м.

З урахуванням (8) і (9) залежність (7) прийме наступний вигляд:

$$dF_1 = \frac{\Delta}{2}\left(2R + \Delta\right) sin\left(\chi - d\chi\right) d\gamma \tag{10}$$

Виконуючи перетворення, аналогічні (7–9), отримаємо вираз, який визначає елементарний майданчик dF_2, а саме:

$$dF_2 = \frac{\Delta}{2}\left(2R + \Delta\right) sin\left(\chi + d\chi\right) d\gamma \tag{11}$$

Використовуючи тригонометричні вирази синусів суми і різниці кутів, виконаємо розкладання функції на доданки:

$$sin\left(\chi + \frac{d\chi}{2}\right) = sin\,\chi\, cos\frac{d\chi}{2} + cos\,\alpha\, sin\frac{d\chi}{2} \tag{12}$$

$$sin\left(\chi - \frac{d\chi}{2}\right) = sin\,\chi\, cos\frac{d\chi}{2} - cos\,\chi\, sin\frac{d\chi}{2} \tag{13}$$

Оскільки $lim_{d\chi\to 0}\ sin\frac{d\chi}{2} = 0$ і $lim_{d\chi\to 0}\ cos\frac{d\chi}{2} = 1$, рівняння (12) і (13) приймуть наступний вигляд:

$$sin\left(\chi + \frac{d\chi}{2}\right) = sin\left(\chi - \frac{d\chi}{2}\right) = sin\,\chi \tag{14}$$

Виходячи з отриманої залежності (14) виразу для елементарних майданчиків dF_1 і dF_2 приймуть наступний вигляд:

$$dF_1 = dF_2 = \frac{\Delta}{2}\left(2R + \Delta\right) sin\,\chi\, d\gamma \tag{15}$$

В результаті перетворень, кількість теплоти, введена в елементарний об'єм шляхом теплопровідності за час $d\tau$, представлений в (6) і з урахуванням (15) буде визначена наступним чином:

$$dQ_1 = \frac{\partial q_{F_1}}{\partial l}\frac{\Delta}{2}\left(2R + \Delta\right) sin\,\chi\, d\gamma\, dl\, d\tau \tag{16}$$

Оскільки даний інтервал проходження теплового потоку через середину елементарного об'єму можна представити в наступному вигляді:

$$dl = \frac{1}{2}\left(2R + \Delta\right) d\chi \tag{17}$$

то (16) можна представити як:

$$dQ_1 = \frac{\partial q_{F_1}}{\partial \chi}\frac{\Delta}{2}\left(2R + \Delta\right) sin\,\chi\, d\gamma\, d\chi\, d\tau$$

10. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ДОКУМЕНТІВ У МІЖНАРОДНИХ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Кічкіна О. І., к.т.н., доц., Єгорова Л.В., студ.
Одеський національний морський університет, м. Одеса

У сучасних умовах глобалізації міжнародні перевезення відіграють ключову роль у розвитку світової економіки. Однією з найважливіших складових цього процесу є оформлення транспортно-супровідної документації. Проте традиційна паперова форма документів уповільнює логістичні процеси, створює ризики втрати, підробки або дублювання інформації, а також збільшує витрати. Саме тому дедалі більшої актуальності набуває впровадження електронного документообігу, зокрема таких документів, як електронний коносамент (e-Bill of Lading, e-BL) та електронна товарно-транспортна накладна (e-CMR).

Метою дослідження є аналіз особливостей оформлення та застосування товаро-транспортних супроводжуючих документів для різних видів транспорту і в різних країнах, та визначення перспектив впровадження електронного документообігу у міжнародних перевезеннях.

Транспортний документ – це розписка, яку перевізник видає відправнику вантажу після прийняття вантажу. Він підтверджує отримання товару, умови перевезення та стан вантажу. Класичним титульним документом є коносамент (bill of lading), що застосовується під час морських перевезень. Є два типи коносаменту: оборотний (negotiable) коносамент, який можна передавати іншим особам по індосаменту (підписи на обороті) або передачею документа, та необоротний (straight), який видається на конкретного одержувача і може вільно передаватися. Оборотні коносаменти (negotiable) можуть використовуватися для торгівлі товаром, що знаходиться в дорозі. Також вони застосовуються як застава (collateral) при отриманні кредиту або фінансуванні постачання. Коносамент – це не просто документ про перевезення, а інструмент власності, контролю та кредиту. Він дає право розпоряджатися товаром; використовується банками як заставу під час фінансування торгівлі та пов'язує документарні операції із реальним рухом товару.

У англо-американському праві коносамент перестав бути повноцінним «цінним папером», як вексель, але передача коносаменту зазвичай дорівнює передачі володіння товаром. Наприклад, коносамент у Північній Америці втратив значення інструменту забезпечення кредиту.

У цивільному праві (Франція, Іспанія, Норвегія) подібна логіка також застосовується – документ символізує володіння вантажем. Необоротні документи (транспортні або авіанакладні) не передають право власності, але підтверджують контроль над товаром. Вони прискорюють угоди: одержувач вантажу може забрати товар навіть до прибуття оригіналу документа. Документи контролю (documents of control) — ширша категорія, що включає: коносаменти (у тому числі мультимодальні); авіанакладні; залізничні та автотранспортні накладні; складські розписки та ордери; доручення видачу вантажу (delivery orders).

Конвенція CMR (автоперевезення) не передбачає оберт спроможність накладної – товар видається лише вказаному одержувачу. Електронну накладну (e-CMR) запроваджено додатковим протоколом. Залізничні перевезення регулюються двома системами: CIM (Європа) та SMGS (Азія). На межі зон дії потрібно оформлення нової

накладної (CIM/SMGS Consignment Note), яка допускає як паперову, так і електронну форму. Оборотні документи ці угоди не передбачають, але зростаючі перевезення між Європою та Азією створюють потребу в їх введенні. Будапештська конвенція (CMNI) про річкові перевезення дозволяє електронний підпис документа та визнає коносамент документом, який може бути виписаний на ім'я, за ордером або на пред'явника, тобто є оборотним документом. Монреальська конвенція (авіаперевезення) не говорить про оберт спроможність авіанакладної, але допускає електронну форму. Гаагсько-Вісбійські правила (морські перевезення) не передбачають електронні коносаменти, хоча визнають їхню традиційну оберт спроможність.

Електронний документообіг у комбінованих перевезеннях дозволяє прискорити митне оформлення, зменшити людський фактор, інтегрувати інформацію між учасниками транспортного ланцюга та забезпечити прозорість логістичних операцій. Цифровізація транспортних документів можлива через принцип функціональної еквівалентності. Це означає, що електронний документ має таку ж юридичну силу та виконує ті ж функції, що і його традиційний паперовий аналог: паперовий документ – еквівалент – електронний запис; володіння документом – еквівалент - контроль над електронним записом; передача документа – еквівалент - передача контролю.

Наприклад, у Аргентині, як і в Індії, електронні документи допускаються лише як докази, а не як документи, що передають право власності. В Австрії закон про внутрішній водний транспорт дозволяє електронні накладні, як і в Німеччині, і визнає документи як доказ договору перевезення. Нідерланди, Франція та Великобританія ухвалили закони, що прирівнює eBL до паперових документів.

Це створює правову базу подальшого міжнародного використання електронних транспортних записів.

За даними Digital Container Shipping Association (DCSA), до середини 2025 року частка eBL досягла 11% всіх коносаментів, що оформлюються. [1] Для порівняння: 2021 року – близько 1%; до серпня 2025 року – вже 11%; 50% компаній галузі використовують eBL частково [1].

Найбільші судноплавні компанії (Maersk, MSC, CMA CGM, Hapag-Lloyd, ONE, Evergreen, Yang Ming, HMM, ZIM) зобов'язалися повністю перейти на eBL до 2030 року, що призведе до потенційної економії у $6,5 млрд. щорічно на документації, зниження витрат на зберігання та фінансування – $7 млрд., загальний ефект передбасається до $40 млрд. приросту світової торгівлі, та також економія 28 000 дерев щорічно та скорочення викидів під час транспортування паперових документів [2].

Проведений аналіз технологічних систем, визнаних Міжнародною групою P&I клубів, дозволив визначити їх функціонал та особливості.

1. Bolero. Це дозволена (private) платформа, де доступ та операції дозволені лише учасникам, які підписали Bolero Rulebook (правила системи). Такий підхід забезпечує безпеку та довіру, але обмежує універсальність (на відміну від відкритих блокчейнів на кшталт CargoX або Wave). За визначеними правилами учасники системи погоджуються з тим, що електронний документ має ту саму юридичну силу, що й паперовий, через Bolero Rulebook. Таким чином, система створює “внутрішнє право” між учасниками, яке діє замість відсутнього законодавства.

2. CargoDocs (essDOCS). Це захищена електрона пошта. Існуюча веб-платформа дозволяє створювати, редагувати та керувати електронними транспортними документами, включаючи: коносаменти (Bills of Lading); чартер-партії (charter parties);

інвойси та інші документи. Документ візуально виглядає так само, як паперовий BL, але повністю існує в електронній формі.

3. E-Title (Сингапур). Використовує технологію Peer-to-peer, HSM (апаратний захист). Перевізники або експедитори створюють електронний документ (наприклад, е-коносамент) та пов'язаний з ним електронний титул (право власності) в своїй системі, який потім реєструється та підписується за допомогою E-Title.

4. EdoxOnline (Аргентина). Платформа об'єднує всіх учасників процесу (вантажовідправників, покупців, постачальників, морських агентів, сюрвеєрів, митних агентів, банки) для спільної роботи над документами, за винятком необхідності багаторазового введення даних. Модуль eBL забезпечує безпечне керування оборотними документами (електронні коносаменти) з використанням технології блокчейн. EdoxOnline автоматизує рутинні завдання, такі як подача інструкцій з відвантаження (SI), генерація чернеток, відстеження статусів, що значно знижує кількість помилок та операційні витрати. Спеціальний модуль для контейнерних перевезень дозволяє автоматично завантажувати інформацію про контейнери, відстежувати їх переміщення та керувати супроводжувальною документацією.

5. WaveBL (США) – провідна цифрова платформа, яка використовує запатентовану технологію блокчейн для миттєвої, безпечної та юридично дійсної передачі електронних торгових документів, насамперед електронних коносаментів (eBL). Платформа дозволяє створювати, випускати, передавати та індосувати електронні коносаменти. Документи передаються безпосередньо між користувачами (відправниками вантажу, перевізниками, експедиторами, банками, імпортерами), що означає, що сама платформа WaveBL не є посередником у транзакції і не зберігає вміст документів на своїх серверах, забезпечуючи конфіденційність.

6. CargoX (Словения) – публічна нейтральна платформа, яка використовує технологію блокчейн для оцифрування, захищеної передачі та управління правом власності на торговельні документи (такі як коносаменти, акредитиви, сертифікати). CargoX використовує публічний блокчейн Ethereum для забезпечення найвищого рівня довіри, безпеки та незалежності. Забезпечує незмінність та справжність без централізованого адміністратора. CargoX розроблено з відкритою архітектурою, що дозволяє взаємодіяти з іншими платформами та системами

Усі платформи забезпечують функціональний еквівалент паперового коносаменту – електронний запис дорівнює документу титулу за принципами Модельного закону ЮНСІТРАЛ (MLETR, 2017).

Упровадження електронного коносамента (eBL) є не просто технологічною інновацією, а стратегічним етапом трансформації всієї світової системи морських перевезень. Його впровадження знаменує перехід до нової парадигми логістики, де ключову роль відіграють цифрові інструменти, блокчейн, штучний інтелект і хмарні технології.

Література

1. Digital Container Shipping Association (DCSA). Soft barriers to eBL adoption: Addressing the hidden frictions that slow digital progress. Амстердам, 2025. URL:https://dcsa.org/newsroom/understanding-soft-barriers-to-digital-adoption

2. Digital Container Shipping Association (DCSA). Accelerating eBL adoption will save 28,000 trees annually. URL: https://dcsa.org/newsroom/survey-fit-alliance-reveals-strong-interest-in-ebl-pinpoints-obstacles-to-address

11. МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В ЗЕРНОВОМУ ТЕРМІНАЛІ ПОРТУ

[1]Кічкіна О. І., к.т.н., доц., [2]Кічкін О.В. ст. викл.
Одеський національний морський університет, м. Одеса[1]
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ[2]

Система взаємодії видів транспорту зазнала кардинальних змін внаслідок повномасштабного вторгнення Росії, яке призвело до пошуку нових методів організації взаємодії як в технічному, так і в технологічному аспектах.

Метою дослідження є аналіз математичних моделей та методів взаємодії видів транспорту в зерновому терміналі порту та обґрунтування вибору типу моделі для удосконалення технологічних процесів.

В ході дослідження були формалізовані технологічні процеси в зерновому портовому терміналі. Визначено такі підсистеми: приймання вантажу з автомобільного транспорту, приймання вантажу з залізничного транспорту, технологічна підсистема руху та зберігання вантажу, відвантаження вантажу на морський транспорт. Кожна з підсистем , в свою чергу, складається з більш дрібних підсистем. Як наприклад, підсистема руху та зберігання вантажу поділяється на підсистеми: лабораторного контролю, технологічної обробки, транспортування на елеватор, оперативного обліку.

Модель взаємодії видів транспорту в зерновому терміналі порту передбачає розгляд різних сценаріїв та їх комбінацій, що визначають ефективність та пропускну здатність всього транспортного вузла (терміналу). Основні моделі взаємодії можна класифікувати за принципом організації технологічного процесу взаємодії видів транспорту, тобто, за способами перевантаження вантажу з одного виду транспорту на інший:

Пряма модель взаємодії передбачає мінімальне або повне виключення проміжного зберігання. Перевагою такої технологічної моделі є висока швидкість обігу вантажу, мінімальний час простою на терміналі, зниження витрат на зберігання та використання силосів, зменшення ризиків псування зерна під час довготривалого зберігання. До недоліків можна віднести залежність від синхронізації графіків прибуття залізничних вагонів, автомобілів та суден, низька гнучкість – затримка одного з видів транспорту призводить до простою іншого, використання такої технології потребує високої пропускної здатності розвантажувальних та навантажувальних ліній.

Модель взаємодії через проміжне зберігання найбільш гнучка модель, яка використовує елеваторні потужності термінала. Використання цієї моделі дає можливість приймати та накопичувати великі партії зерна до прибуття судна, формувати однорідні експортні партії (блендінг) з різних партій за якісними показниками, знизити ризики простою при затриманні одного з видів транспорту. В той же час застосування такої технологічної моделі потребує більших витрат (зберігання, електроенергія, обслуговування силосів) та підвищує додатковий ризик втрати маси, погіршення якості внаслідок тривалого зберігання.

Гібридна (комбінована) модель взаємодії поєднує елементи прямої перевалки та зберігання. Використовується в умовах, коли термінал задіє частину своїх потужностей для прямої перевалки, якщо графіки транспорту збігаються, а іншу частину – для гнучкого зберігання та накопичення. Ця модель дозволяє знайти баланс між швидкістю

прямої перевалки та гнучкістю зберігання, оптимально використовувати інфраструктуру терміналу залежно від поточної завантаженості, адаптуватися до різних контрактних умов (наприклад, швидка відправка невеликих партій та накопичення великих). Така модель є складнішою в управлінні, потребує використання інформаційної системи для підтримки прийняття рішень в реальному часі.

Здійснений аналіз основних типів математичних моделей, що застосовуються для моделювання технологічних процесів взаємодії видів транспорту в зернових терміналах дозволив відокремити та визначити особливості їх застосування.

Оптимізаційні моделі допомагають знайти найкращі рішення для конкретних завдань, зазвичай у формі математичного програмування (лінійного, нелінійного, цілочисельного). В цьому випадку формулюється цільова функція (наприклад, максимізація прибутку, мінімізація витрат або часу простою) та обмеження (місткість силосів, пропускна здатність ліній, наявність ресурсів). Результатом використання таких моделей може бути планування використання силосів, оптимальне розміщення різних партій зерна з урахуванням якості та термінів відвантаження, визначення оптимальної послідовності обслуговування суден та вагонів, ефективний розподіл робочої сили та обладнання. Але слід визначити, що такі моделі є статичними, розраховані на певний період та визначені умови.

Метод імітаційного моделювання дозволяє створити віртуальну модель термінала з усіма його елементами (причали, залізничні колії, силоси, обладнання, транспортні засоби). Моделюється рух "агентів" (вагонів, вантажівок, суден, партій зерна), їх взаємодія та використання ресурсів. Застосування такої моделі дає можливість оцінки впливу змін у графіках руху транспорту на пропускну здатність та час очікування, визначення "вузьких місць" (наприклад, недостатня кількість розвантажувальних майданчиків або суднонавантажувачів), тестування різних сценаріїв роботи (наприклад, збільшення обсягів вантажу, додавання нового обладнання) і т. інш.

Моделі теорії масового обслуговування ідеально підходять для аналізу черг та часу очікування транспорту (вагонів, суден) у терміналі. В цьому випадку термінал розглядається як система масового обслуговування, де "заявками" є транспортні засоби, а "каналами обслуговування" – розвантажувальні лінії, причали, суднонавантажувачі. Застосування такої моделі дає можливість прогнозування середнього часу простою вагонів або суден, визначення оптимальної кількості обслуговуючих каналів для досягнення бажаного рівня обслуговування, оцінки ризиків виникнення великих черг.

Можливе поєднання цих двох парадигм моделювання, коли в агентній імітаційній моделі агенти представлені як моделі масового обслуговування.

Моделі нечіткої логіки (Fuzzy Logic Models) застосовуються для аналізу взаємодії видів транспорту в зерновому терміналі порту у випадках, коли вхідні дані є неточними, суб'єктивними або містять невизначеність. Такі моделі забезпечують більш гнучке та надійне прийняття рішень, і на відміну від класичних математичних моделей, які вимагають чітких чисел, нечітка логіка оперує лінгвістичними змінними та ступенями приналежності (наприклад, "низький рівень завантаження", "середня затримка", "високий пріоритет"). Моделі нечіткої логіки доцільно застосовувати для вирішення наступних задач: оптимізація диспетчеризації, прогнозування завантаженості термінала, визначення необхідної кількості та типів перевантажувальних механізмів тощо. Використання моделей нечіткої логіки

дозволяють вирішувати задачу управління ризиками та прийняття рішень в умовах невизначеності, що в наш час є актуальним - оцінка впливу непередбачуваних подій (військова агресія, обстріл, шторм, пошкодження інфраструктури, затримки транспортних засобів і т.п.). В цьому випадку нечіткими вхідними даними є вірогідність події (низька, середня, висока), критичність впливу (незначна, помірна, катастрофічна). Результатом є оцінка загального рівня ризику та рекомендації для прийняття рішень в умовах, що склалися. Моделі нечіткої логіки наближенні до людського мислення - правила нечіткої логіки легко зрозуміти експертам, оскільки вони нагадують процес прийняття рішень людиною, гнучкі - моделі легко адаптувати до нових умов, додаючи або змінюючи правила в базі знань.

Однією з важливих задач, що необхідно вирішити для удосконалення взаємодії видів транспорту в зерновому терміналі є побудова контактних графіків роботи. Основні фактори, що впливають на складність цього процесу: подача залізницею часто «пакету» вагонів (наприклад, 50–80 од. за раз), в той час, коли порт може обробити лише частину, а решта простоює в очікуванні; прибуття автомобілів має нерегулярний характер; баржі та судна формують "точку вузла", і якщо графіки прибуття вантажу та судна не синхронізовані, то термінал або перевантажений або стоїть порожній; в умовах війни контактні графіки ще більше ускладняються — через атаки, перекриття каналів, раптові обмеження.

Для вирішення задачі побудова контактних графіків роботи пропонується використання поєднання агентної та дискретно-подієвої парадигм імітаційного моделювання. Для реалізації моделі використовується програмне середовище AnyLogic.

Логіка моделі складають: агенти (Truck agents, Wagon agents, Barge agents), потоки Truck flow: Source → Queue (TruckQueue) → Unloader → Storage; Wagon flow: Source → YardQueue → WagonUnloader → Storage; Barge flow: ETA → Anchorage → Berth → Loading → Departed.), склад (Storage (елеватор)), блок рішень, блок моніторингу.

Підводячи підсумок, треба зазначити, що практичне використання наведених різновидів моделей взаємодії видів транспорту в зерновому терміналі порту може бути значно удосконалено за рахунок їх поєднання побудовою AI-агентів сучасних LM-моделей штучного інтелекту. AI-агенти можуть адаптуватися до мінливих умов середовища симуляції та взаємодіяти з іншими агентами або реальними користувачами. Саме сучасні моделі-трансформери дозволяють на практиці реалізувати сценарій сумісного використання різних типів моделей, кожна з яких працює як самостійний AI-агент та взаємодіє з іншими AI-агентами, створюючи «інтелектуальне» середовище прийняття рішень.

12. КАТАЛІТИЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ НА БЛОЧНОМУ ВАНАДІЄВОМУ КАТАЛІЗАТОРІ

Климаш А.О., к.т.н., доц., Ігнатов Д.В., асп., Ковальчук Р.М., асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Одним із головних джерел забруднення атмосфери вуглекислим газом (CO_2), який є основним чинником кліматичних змін, є транспорт, зокрема й залізничний. Дизельні двигуни локомотивів переважно працюють на вуглеводневому дизельному паливі, що виробляється з нафти. До складу вихлопних газів таких двигунів входять численні шкідливі речовини, а саме сажа, оксиди вуглецю та азоту, вуглеводні, канцерогенні сполуки (зокрема бенз(а)пірен) та інші компоненти, токсичність яких перевищує допустимі норми. Це обумовлює необхідність упровадження ефективних технологій для знешкодження та зниження рівня цих викидів.

Найбільш поширеною на сьогодні технологією комплексного знешкодження відпрацьованих газів дизельних двигунів є триступенева селективна каталітична система очищення [1]. Сучасна концепція комплексного розв'язання зазначеної проблеми передбачає, з одного боку, удосконалення конструкції та ефективності каталізаторів у технології Selective Catalytic Reduction (SCR) [2], а з іншого – поступовий перехід на альтернативні, екологічно прийнятні види палива. До таких належать скраплені вуглеводневі гази (метан, етан, пропан), спирти та їхні ефіри (метанол, етанол, диметиловий ефір), а також повністю безвуглецеві енергоносії, зокрема водень і аміак.

Перехід на водневе паливо забезпечує повну екологічну чистоту відпрацьованих газів дизельних двигунів залізничного транспорту. Використання аміачного палива, своєю чергою, дозволяє повністю усунути викиди сажі, оксидів вуглецю, вуглеводнів і канцерогенних сполук, однак не розв'язує проблему утворення та викидів токсичних оксидів азоту. У зв'язку з цим актуальним є дослідження процесів каталітичного знешкодження відпрацьованих газів дизельних двигунів від оксидів азоту під час їх роботи на аміачному паливі.

Завданням лабораторних досліджень кінетичних закономірностей процесу селективного каталітичного відновлення оксиду азоту аміаком на новому, розробленому нами структурованому волокнистому ванадієвому каталізаторі, оснащеному вмонтованим у стільниковий блок електричним нагрівачем, є визначення основних кінетичних параметрів процесу, а саме енергію активації та порядок реакції, та встановлення узагальненого кінетичного рівняння, яке може бути використане на етапах проєктування реакторів із застосуванням сучасних методів математичного моделювання.

Каталізатор, на якому проводили дослідження кінетики, готували методом просочення керамічної волокнистої плити марки «LYTX-1430B» водною пастою порошку серійного промислового каталізатора «АВК-10М» із розрахунку внесення 30 % сухого каталізатора від маси сухого носія.

Лабораторна установка для вивчення кінетики реакції селективного каталітичного відновлення оксиду азоту представляла собою типовий безградієнтний скляний реакторі з поршневим перемішуванням Г. П. Корнійчука.

Експерименти проводили за наступною методикою. У кювету реактора послідовно завантажували зразки структурованого волокнистого ванадієвого каталізатора (0,5–2,5 г). Перед кожною серією експериментів каталізатор переводили у стабілізований стан шляхом продування азотом упродовж 2 годин при температурі 400 °С. У всіх дослідах до реактора подавали однакову кількість реагентів: оксид азоту – 40 см³/хв, аміак – 50 см³/хв, а також суміш повітря й азоту з вмістом кисню 2 % об., що забезпечувало розбавлення оксиду азоту до концентрації 500 ppm при сумарному тиску газової суміші 125 кПа. Температуру режим реакції підтримували в межах 190-330 °С.

Після виходу з реактора газову суміш охолоджували до кімнатної температури у водяному скляному теплообміннику, після чого конденсат водяної пари відокремлювали у фазороздільнику. Далі потік газу проходив через колонку із силікагелем для осушення. Після клапана регулювання тиску очищені гази надходили на аналіз у газовий хроматограф «ЛХМ-08МД», а також до інфрачервоного газоаналізатора O_2 та NO марки «Testo 330».

Результати експериментальних досліджень кінетики процесу каталітичного очищення модельних сумішей відпрацьованих газів дизельних двигунів локомотивів від оксидів азоту в лабораторному реакторі наведено в таблиці.

Таблиця

Результати дослідів по вивченню кінетики каталітичного очищення оксидів азоту на волокнистому каталізаторі в лабораторному безградієнтному реакторі

№	Т, К	t, °С	Маса катал., г	X_{NO}, %	Конц. NO, ppm	Концент. NO, $\cdot 10^5$ кмоль/нм³	k, см³/г·год. кПа ($k_{ср.}$)	R_{NO}, см³/г·год.	R_{NO}, кмоль/м³·с $\cdot 10^5$	K_{NO}, 1/с
1	463	190	0,764	3,2	484	2,161	114	6,9	4,022	1,861
2	463	190	1,532	8,7	456,5	2,038	111	6,34	3,695	1,813
3	463	190	1,972	9,4	453	2,022	110	6,23	3,631	1,796
4	463	190	2,148	10,1	449,5	2,007	109	6,1	3,555	1,771
5	488	215	0,764	7,4	463	2,067	211	12,22	7,122	3,446
6	488	215	1,532	14,9	425,5	1,9	199	10,59	6,172	3,248
7	488	215	1,972	18,8	406	1,813	196	9,96	5,805	3,202
8	488	215	2,148	21,3	393,5	1,757	193	9,5	5,537	3,054
9	500	230	0,764	10,1	453,5	2,025	317	17,97	10,474	5,172
10	500	230	1,532	20,5	402,5	1,797	321	16,15	9,413	5,238
11	500	230	1,972	26,8	376	1,679	326	15,32	8,929	5,318
12	500	230	2,148	29,1	360,5	1,609	326	14,66	8,544	5,31

Кінетичне рівняння селективного каталітичного відновлення оксиду азоту аміаком на досліджених лабораторних зразках розробленого нами структурованого волокнистого каталізатору (вміст V_2O_5 – 4,3%) представлено нижче:

$$R_{NO} = 5.28 \cdot 10^7 \cdot e^{-\frac{64200}{RT}} \cdot C_{NO}, \quad (1)$$

де: R_{NO} – швидкість реакції каталітичного відновлення NO, кмоль/м³·с; R – універсальна газова константа; C_{NO} – концентрація NO на поверхні каталізатора, кмоль/м³.

Висновки. На модельних газових сумішах, що імітують відпрацьовані гази дизельних двигунів локомотивів, проведено лабораторні дослідження кінетичних

закономірностей процесу каталітичного відновлення оксиду азоту аміаком на структурованому волокнистому ванадієвому каталізаторі з вмонтованим у стільниковий блок електричним підігрівачем. У результаті досліджень встановлено, що кінетичний режим перебігу каталітичної реакції спостерігається лише у вузькому температурному діапазоні 190-230 °С. Обчислена енергія активації реакції в межах кінетичного режиму становить 64.2 кДж/моль.

Література

1. P.I. Parvulescu, P. Grange, B. Delmon. Catalytic removal of NO / Catalysis Today, 46(1998), p.p.233-316
2. Handbook of Heterogeneous Catalysis / Environmental Catalysis /, Edited by G. Ertl, H. Knozinger, J. Weitkamp, «WILEY-VCH», 2008, p.p.2274- 2334, 2340-2342, 2345-2370.
3. E. Tronconi, A. Beretta. The role of inter- and intra-phase mass transfer in the SCR-DeNO$_X$ reaction over catalysts of different shapes / Catalysis Today, 52(1999), p.p. 249-258

13. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ (ВШЗТ) У СУЧАСНІЙ РЕАЛЬНОСТІ ТА МАЙБУТНЬОМУ. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА БУДІВНИЦТВО ІНФРАСТРУКТУРИ.

Ковтанець М.В., к.т.н., доц., Могила В.І., к.т.н., проф.,
Тарасов Д.В., студ. бакалаврату
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

У сучасних умовах розвитку держави питання модернізації транспортної системи є одним із ключових. Україна має унікальний шанс перейти на новий рівень мобільності, інтегрувавшись у європейську транспортну мережу. Високошвидкісний залізничний транспорт (ВШЗТ) – це не лише символ технологічного поступу, а й стратегічний напрям, який може стати основою для економічного зростання, регіональної єдності та відновлення країни після війни.

Міністерство інфраструктури України вже визначило одним із пріоритетів створення нової мережі залізничних ліній європейського стандарту – колії 1435 мм. Така ініціатива передбачає з'єднання Києва з Львовом, Харковом, Дніпром і Одесою швидкісними маршрутами, що дозволить долати великі відстані у два-три рази швидше, ніж зараз. Будівництво нової інфраструктури є складовою Національної транспортної стратегії до 2030 року та важливим кроком на шляху до інтеграції України у транс'європейську транспортну мережу TEN-T [1, 2].

Вибір колії євростандарту має глибоке технічне й економічне обґрунтування. У світі понад 60 % залізничних колій мають ширину 1435 мм – це єдиний стандарт, який забезпечує найвищу швидкість руху (до 350 км/год) і сумісність із європейськими маршрутами. Україна, обравши цей напрям, фактично робить ставку на довгострокову інтеграцію з ЄС, оскільки євроколія дозволить об'єднати транспортні системи без зміни візків і затримок на кордонах. У перспективі це означає прямі сполучення між Києвом, Варшавою, Будапештом чи Віднем і створення єдиного логістичного простору [3].

Однак значення цього проєкту виходить далеко за межі транспорту. Будівництво ВШЗТ створює потужний мультиплікаційний ефект – тобто ланцюгову реакцію розвитку економіки, коли інвестиції в одну галузь стимулюють активність у багатьох інших. Високошвидкісні магістралі потребують сучасних матеріалів, техніки, обладнання, енергопостачання та сервісного обслуговування. Це сприятиме розвитку металургії, машинобудування, хімічної промисловості, енергетики, ІТ-сфери, транспорту та логістики. Крім того, масштабне будівництво залучить десятки українських будівельних компаній, створить тисячі нових робочих місць, активізує попит на цемент, сталь, кабельну продукцію, бетон і електроніку.

Ефект від таких інвестицій не обмежується лише промисловістю. Зростає попит на освітні програми для інженерів, транспортників і технологів; стимулюється сфера обслуговування, туризм, внутрішні перевезення. Таким чином, кожна вкладена гривня у ВШЗТ «працює» на економіку кілька разів, повертаючись у вигляді нових доходів, податків і споживчого попиту.

Післявоєнний період є особливо слушним моментом для таких змін. Значна частина існуючої залізничної інфраструктури зазнала руйнувань унаслідок бойових дій, тому економічно доцільніше інвестувати не у відновлення застарілих ділянок, а у створення нових, сучасних високошвидкісних ліній. Нове будівництво дозволяє одразу

впроваджувати передові технології, що зменшують експлуатаційні витрати, підвищують енергоефективність і рівень безпеки перевезень. Водночас це створює привабливі умови для залучення міжнародних партнерів і приватних інвесторів за моделлю державно-приватного партнерства.

Китай, Іспанія, Франція та Японія вже довели, що розвиток високошвидкісних магістралей стає точкою росту для всієї економіки. В Україні аналогічний проєкт може стати драйвером модернізації транспортної інфраструктури, посилити економічні зв'язки між регіонами, зменшити логістичні витрати бізнесу і водночас забезпечити мобільність громадян на рівні європейських стандартів. Крім того, ВШЗТ – це крок до «зеленого транспорту»: швидкісні поїзди споживають менше енергії на пасажиро-кілометр, ніж літаки чи автомобілі, і не створюють шкідливих викидів у повітря [4, 5].

Таким чином, розвиток високошвидкісного залізничного транспорту – це не лише інфраструктурний проєкт, а системна стратегія економічного та технологічного оновлення України. Він формує новий образ держави – сучасної, мобільної, європейської.

Висновки. Будівництво євроколії 1435 мм і розвиток ВШЗТ забезпечать Україні нову якість сполучення між великими містами, сприятимуть зростанню економіки, створенню робочих місць і розвитку будівельної галузі. Мультиплікаційний ефект від реалізації цього проєкту стимулює суміжні галузі – від металургії до енергетики. Інтеграція з транспортною мережею ЄС дозволить Україні посісти стратегічне місце в європейській логістиці та перетворитися на важливий транзитний вузол. У післявоєнний період інвестиції у нові високошвидкісні лінії стануть потужним інструментом економічного відновлення і розвитку. Це інвестиція не лише в інфраструктуру, а у майбутнє незалежної, прогресивної та конкурентоспроможної України.

Література

1. Міністерство інфраструктури України. Національна транспортна стратегія України до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів №430-р від 30.05.2018 р.
2. European Commission. Trans-European Transport Network (TEN-T) Policy. https://transport.ec.europa.eu
3. Build Portal. «Идем на запад: зачем Украине евроколея». https://buildportal.ua/news/infrastructure
4. Мироненко В. Академік Транспортної академії України, президент Асоціації «Високошвидкісні магістралі». Інтерв'ю для видання Build Portal.
5. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Офіційні повідомлення про плани будівництва євроколії 1435 мм. https://mtu.gov.ua

14. ПОКРАЩЕННЯ ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕПЛОВОЗА ТЕ33А В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Ковтанець М.В., к.т.н., доц., Лавренюк В.В., студ. магістратури
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Залізничний транспорт є однією з важливих базових галузей економіки України. Він забезпечує її внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки і потреби населення у перевезеннях [1]. За останні роки роль залізничного транспорту значно зросла в зв’язку зі збройною агресією рф в Україні. Саме залізницею здійснювалася масова евакуація населення з прифронтових районів; залізниця в значній мірі взяла на себе вантажопотоки, перервані внаслідок практичної зупинки річкового та морського сполучення. В самому залізничному транспорті також відбулися певні структурні зміни. В зв’язку зі зменшенням генерації електроенергії та серйозними руйнуваннями енергетичної інфраструктури України внаслідок війни збільшилося навантаження на тепловозну тягу.

Одним з найбільш сучасних тепловозів, що використовується на залізницях України, в тому числі на Львівській, є тепловоз ТЕ33А, виготовлений компанією General Electric (GE) Transportation на базі моделі Evolution ES44ACi. Експлуатація таких тепловозів розпочалася в Україні у 2013 році на підприємстві «Івано-Франківськцемент». З того часу тепловоз ТЕ33А довів свої позитивні якості у порівнянні з іншими. ТЕ33А забезпечує економію пального на 25-30%, мастильних матеріалів на 50-80%, простіший у обслуговуванні, в ньому створені комфортніші умови для роботи локомотивної бригади. Тепловоз ТЕ33А також відрізняється своєю екологічністю, він зменшує кількість шкідливих викидів в атмосферу на 40% [2].

Але за час експлуатації були виявлені також слабкі сторони. Так у січні 2019 року на ділянці Волноваха – Камиш Зоря було зафіксовано боксування тепловозу ТЕ33АС «Тризуб», який вів поїзд вагою 3768 т [3]. Аналогічні ситуації спостерігалися також у Казахстані, де тепловоз ТЕ33А виготовляється та експлуатується вже довший час. Припускалося, що причиною таких ситуацій могла бути висока потужність локомотива (3356 кВт) при недостатній його вазі (орієнтовно 142 т).

У зв’язку з цим актуальним є дослідження зчіпних властивостей тепловоза ТЕ33А та розробка заходів щодо запобігання боксуванню.

Тепловоз ТЕ33А спроектований фірмою GE за технічними вимогами та стандартами для залізниць з шириною колії 1520 мм. Випуск таких тепловозів здійснюється у Сполучених Штатах Америки (США), а також налагоджений у Казахстані. Тепловози, що експлуатуються в Україні, були виготовлені у штаті Пенсильванія (США) та доукомплектовані в Україні на Крюківському вагонобудівному заводі. При цьому використовувалися українські комплектуючі, такі як елементи корпусу, кабіни машиніста, елементи радіосистеми та сигнальної системи тепловоза. Угодою передбачено локалізацію певної частини виробництва в Україні, що становитиме 10% кінцевої вартості [4].

Згідно проведених розрахунків та аналізу конструктивних особливостей тепловоза ТЕ33А необхідні зчіпні властивості тепловоза на етапі проектування були повністю забезпечені. Але досвід використання тепловозів ТЕ33А в Україні та Казахстані показує, що в експлуатаційних умовах трапляються випадки боксування

тепловоза. Проведемо порівняння характеристик тепловоза ТЕ33А з характеристиками тепловозів 2ТЕ10М та 2М62, на зміну яким в багатьох випадках приходить ТЕ33А.

При достатньо близьких по величині навантаженнях на вісь потужність тепловоза ТЕ33А більше, ніж в 1,5 рази перевищує потужність, що розвивається секцією тепловозів 2ТЕ10М або 2М62. Таким чином, причиною боксування тепловоза ТЕ33А може бути висока потужність локомотива при недостатній його вазі.

Крім суто конструкційних засобів запобігання боксованню у тепловозі ТЕ33А застосовуються асинхронні тягові електродвигуни, які мають незалежне збудження. У випадку боксування однієї з колісних пар тягові інвертори перерозподіляють навантаження на другу колісну пару, зменшуючи величину струму доти, поки зчеплення колеса з рейкою не відновиться. Однак при значній різниці між діаметрами коліс виникає неузгодженість між значеннями частоти обертання осей та сили струму тягових двигунів. Це може призводити до зниження продуктивності тепловоза через помилкове визначення проковзування коліс. В умовах Львівської залізниці, значна частина якої проходить гірськими районами з складним профілем колії та великою кількістю кривих малого радіуса відбувається інтенсивне зношування коліс тепловоза. Тому слід дуже ретельно дотримуватися рекомендацій виробника щодо недопущення різниці між діаметрами коліс, яка б перевищувала 13 мм.

Крім того асинхронні двигуни мають таку особливість, як «критичний момент», тобто найбільший механічний момент, який може видати двигун. Тому вони вимагають налаштувань, пов’язаних з проектними навантаженнями та рельєфом.

Оскільки факт боксування тепловоза ТЕ33А був зафіксований, то слід розглянути можливість запобігання йому. Для зменшення розвантаження осей на тяговому рухомому складі з двоступеневим ресорним підвішуванням використовують спеціальні пристрої:

- низько розташований шворінь;
- нахилені тяги для передачі повздовжніх сил від рами візка на раму кузова;
- застосування пневматичних довантажувачів;
- застосування головних рам «охоплюючого типу».

В тепловозі ТЕ33А реалізований низько розташований шворінь. Встановлення нахилених тяг вимагає суттєвої переробки екіпажної частини локомотива. Тому залишається розглянути можливість застосування довантажувачів. Принцип довантаження коліс використовується в автомобільному транспорті, для шахтних локомотивів, тощо [5, 6]. Широко відомі пристрої довантаження електровозів які використовуються на електровозах серій ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 для часткового вирівнювання навантажень колісних пар при реалізації сили тяги або гальмування [7].

Розглянемо принцип дії такого пристрою. Відомо, що при рушанні локомотива з місця та при веденні важких поїздів задня частина секції навантажується сильніше, ніж передня. Це може привести до боксування передніх колісних пар та виходу з ладу тягових електродвигунів. При русі електровоза вперед в роботу включаються пристрої 1-ї та 4-ї колісних пар, при русі назад або гальмуванні – пристрої довантаження 1-ї та 4-ї колісних пар відключаються, а пристрої довантаження 3-ї та 6-ї колісних пар – включаються.

Якщо виникають проблеми з розміщенням дованатжувальних пристроїв, то для локомотивів, вага яких є невеликою, в екіпажній частині може бути передбачена додаткова маса (баласт) [8].

Висновки. Проаналізовано співвідношення мас та потужностей тепловозів ТЕ33А, 2ТЕ10М та 2М62. Показано, що при достатньо близьких по величині навантаженнях на вісь потужність тепловоза ТЕ33А в 1,5 рази перевищує потужність секції тепловозів 2ТЕ10М або 2М62. Отже причиною боксования тепловоза ТЕ33А може бути висока потужність локомотива при недостатній його вазі.

Показано, що до боксування тепловоза ТЕ33А може приводити значна різниця між діаметрами коліс, внаслідок якої системою керування помилково діагностується проковзування. Тому потрібно посилити заходи контролю стану коліс тепловоза в процесі експлуатації.

Для запобігання боксованню пропонується застосовувати баласт або пневматичні пристрої довантажування тепловоза.

Література

1. Закон України Про залізничний транспорт https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80#Text
2. Тепловоз ТЭ33А производства АО «Локомотив құрастыру зауыты». Устройство, назначение узлов и агрегатов. Учебник для проф. образования / Б.Б. Альжанов, Б.Г. Бакыт - Астана, 2012. – 247 с.
3. Електронний ресурс. Режим доступу: https://nv.ua/ukraine/events/12-faktov-o-dizelnykh-lokomotivakh-general-electric-trizub-kotorye-v-nojabre-pojavjatsja-na-ukrainskikh-zheleznykh-dorohakh-2499828.htm
4. Електронний ресурс. Режим доступу: https://traffic.od.ua/news/railua/1210222
5. Тартаковський Е.Д., Агулов А.Ф., Фалендиш А.П. Теорія та конструкція локомотивів. Ч.2. Вибір та розрахунок основних вузлів локомотивів: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 150 с.
6. Боднар Б.Є. Теорія та конструкція локомотивів. Основи проектування: Підручник для ВНЗ залізничного транспорту / Боднар Б.Є., Нечаєв Є.Г., Бобирь Д.В. / Під ред.д-ра техн.наук, проф. Б.Є.Боднара – Д.: ПП «Ліра ЛТД», 2010. – 358 с.
7. Бобирь Д.В. Теорія та конструкція локомотивів (поздовжнє розважування тепловозів): Метод. вказівки до виконання контрольної роботи, курсового та дипломного проектування / уклад.: Д.В. Бобирь, Є.Г. Нечаєв, Л.В. Колодій; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – 35 с.
8. Аулін Д.О. Ресорне підвішування тягового рухомого складу: Конспект лекцій Ч. 1. Механічна частина ТРС / Д.О. Аулін, А.Л. Сумцов, О.В. Клименко, Ю.В. Жовтий. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 52 с.

15. ЗНИЖЕННЯ ЗНОСУ КЛИНІВ ФРИКЦІЙНИХ ГАСИТЕЛІВ КОЛИВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ

Могила В.І., к.т.н., проф., Ковтанець М.В., к.т.н., доц., Плотніков В.Д., асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Одним із напрямів підвищення ефективності роботи залізничного транспорту є мінімізація витрат на обслуговування та ремонт вантажних вагонів. Значна кількість відчіпок вагонів, що призводить до простоїв, зниження безпеки руху та частим трудомістким ремонтам, відбувається через несправності ходових частин. Актуальність досліджень, спрямованих на вдосконалення візків вантажних вагонів та їх компонентів, що визначається завданнями, які вирішуються залізничним транспортом [1, 2].

Основним вузлом вантажного вагона, призначеним для зниження коливань, рівня динамічних вертикальних і горизонтальних сил, є ресорне підвішування з клиновими фрикційними гасителями коливань. Працездатність деталей, що входять у цей вузол, є пріоритетною щодо міжремонтного пробігу візка. При цьому одним із актуальних завдань є підвищення працездатності гасителя коливань, збільшення міжремонтних пробігів вантажних вагонів.

Важливішим елементом фрикційних гасителів коливань є фрикційний клин. Конструкція фрикційного клина (рисунок 1), складається з трьох поверхонь, які складають робочий контур: похилу, вертикальну та нижню частини. Фрикційний клин контактує похилою частиною (А) поверхні з надресорною балкою візка, а вертикальною частиною (Б) поверхні – з фрикційною планкою надресорною балкою візка і має в нижньому поясі (С) бічної рами технологічний отвір для центрування натискних пружин [3]. Жорсткість робочого контуру фрикційного клину забезпечують дві бічні стінки та внутрішня стінка з отворами. Основні габаритні розміри фрикційного клина відповідають умовам його застосування для встановлення в трьохелементні двовісні візки вантажних вагонів моделі 18-100.

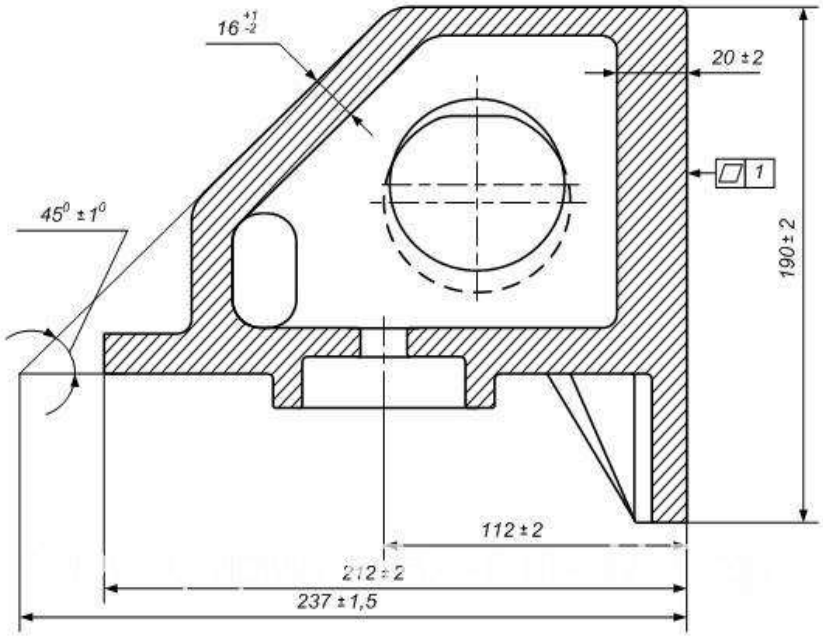


Рис. 1. Клин фрикційний М1698.00.003

У процесі роботи на вертикальній та похилій поверхнях фрикційного клина виникають значні зноси, що може призвести до втрати міцності його конструкції. Тому, було проведено аналіз міцності конструкції клина зі зносом вертикальної стінки та похилої поверхні.

Аналіз отриманих результатів розрахунків [3] дозволив визначити найбільші розрахункові еквівалентні напруги в елементах конструкції фрикційного клину. Встановлено, що найбільші розрахункові еквівалентні напруги, виникаючі в фрикційному клині становлять:

- для фрикційного клина, що не має зносів на поверхнях тертя, найбільші розрахункові напруги не перевищують допустимих і виникають в вертикальних ребрах, складаючи при цьому величину $\sigma_{екв} = 32,7МПа$ (23,3% від допустимих);
- для фрикційного клину, що має граничний знос вертикальної поверхні тертя і косий нерівномірний знос похилої поверхні тертя, найбільші розрахункові напруги не перевищують допустимих і виникають в вертикальних ребрах, складаючи при цьому величину $\sigma_{екв} = 36МПа$ (25,7% від допустимих).

Основний недолік відомого клина полягає у його нерівномірному зношуванні похилої та вертикальної робочої поверхонь, а також похилої поверхні надресорної балки та фрикційної планки. По мірі зносу клину відбувається його завищення по відношенню до надресорної балки, тобто зменшується підтискання пружини під клином і тертя в підвішуванні, відбувається заклинювання та руйнування [3, 4].

Вивчення взаємодії пари тертя дозволило встановити, що зношування їх поверхонь відбувається за рахунок контакту робочих поверхонь при русі вагона. Такий вид зношування може бути реалізований на машині тертя МІ-1 типу Амслера при терті ковзання без змащування зразків, тобто в умовах сухого тертя ковзання. Випробування на зносостійкість на машині тертя МІ-1 типу Амслера дозволяє провести порівняльну оцінку різних матеріалів в умовах сухого тертя, яке має місце при роботі пари тертя «фрикційний клин – фрикційна планка» [3].

Тертя, зношування та супроводжуючі їх у найрізноманітніших трибосистемах, зокрема і металополімерних, зосереджені у зоні фрикційного контакту, тобто у поверхневих шарах тіл, що контактують. Це обґрунтовує доцільність та ефективність застосування антифрикційних покриттів [4].

Аналіз спеціальної технічної літератури показує, що композиційні полімерні покриття є високотехнологічними, економічними і надійно забезпечують високі ресурси металополімерних трибосистем матеріалами, які знаходять застосування практично у всіх галузях машинобудування.

Однак у літературі та заводській практиці є лише обмежені дані про використання цих матеріалів в умовах зворотно-поступального руху при значеннях коефіцієнта взаємного перекриття менших одиниць.

Це дає можливість сформулювати мету цієї роботи: розширення сфери застосування високоефективних полімерних композиційних антифрикційних покриттів у трибосистемі «фрикційний клин – фрикційна планка».

Композиційні фторопластовмісні полімерні покриття, завдяки унікальним властивостям фторопласту, мають низку переваг. Висока податливість покриттів під впливом робочих навантажень призводить до збільшення фактичної площі контактної

поверхні, що пропорційно знижує величину реальних контактних напруг і підвищує несучу здатність трибосистем [4-8]. Крім того, фторопластовмісні антифрикційні композити мають ефект самозмащування, що викликається перенесенням і адгезійним закріпленням тонких плівок фторопласту на деталі у відповідь [8]. Це знижує, а в деяких випадках повністю виключає, експлуатаційне обслуговування.

Характерно для зворотно-поступального руху у клинових фрикційних гасителях коливань з полімерним покриттям робочих поверхонь клина, значно знижується температура в зоні тертя в результаті переходу теплового потоку на більше за площею та обсягом металеві контртіла (надресорною балкою та бічної рамою візка) з подальшою дисипацією теплової енергії.

Література

1. Модернизация ходовых частей грузовых вагонов / В.Ф. Ушкалов, Т.Ф. Мокрий, М.М. Жечев и др. // Залізн. трансп. України. – 2003. – № 5. – С. 33-36.
2. Комплексная модернизация ходовых частей грузовых вагонов / В.Ф. Ушкалов, Т.Ф. Мокрий, И.Ю. Малышева и др. // Вагон. парк. – 2007. – № 2. – С. 18-22.
3. Потапенко О.О. Удосконалення елементів фрикційного гасіння коливань в системі ресорного підвішування вантажних вагонів: дисс. канд. тех. наук / Потапенко О.О. – Київ.: СНУ ім. В. Даля, 2019р. – 223 с.
4. Блюмен, А.В. Методология расчетной оценки надежности триботехнических сопряжений по износу / А.В. Блюмен, М.Н. Добычин // Трение и износ. – 1992. – Т. 13, № 1. – С. 90-109.
5. Гороховский Г.А. Поверхностное диспергирование динамически контактирующих полимеров и металла / Г.А. Гороховский. – Киев: Наукова думка, 1972. – 152 с.
6. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий. – Киев : Техніка, 1970. – 396 с.
7. Добычин, М.Н. Влияние трения на контактные параметры пары вал – втулка / М.Н. Добычин, С.Л. Гафнер // Проблемы трения и изнашивания. – Киев: Тех. шк., 1976. – С. 30-36.
8. Тынный А.Н. Прочность и разрушение полимеров при воздействии жидких сред / А.Н. Тынный. – Киев: Наукова думка, 1975. – 206 с.

16. ПОЛІПШЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАСАЖИРСЬКОГО РУХОМОГО СКЛАДУ УДОСКОНАЛЕНИМИ ГАЛЬМІВНИМИ КОЛОДКАМИ

Могила В.І., к.т.н., проф., Ковтанець М.В., к.т.н., доц., Плотніков В.Д., асп.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Фундаментальні напрацювання функціонування пневматичних та електропневматичних гальм, що лежать в основі розробки гальмівного обладнання та систем керування гальмами, було сформовано у другій половині минулого століття. При формуванні даних фундаментальних основ використовувалися методи, які не враховують деякі важливі фактори в силу технічної недосконалості та інструментальної бази того часу. У зв'язку з наявністю припущень, сформованих у теоретичних основах, гальма залізничного рухомого складу за деякими параметрами працюють недостатньо ефективно, тобто мають резерв підвищення ефективності.

Підвищення ефективності гальмівної системи до 70-80 років минулого століття не мало високої актуальності, оскільки наявної інфраструктурної та технічної продуктивності залізниць вистачало для забезпечення необхідного вантажо- та пасажирообігу. Це спричинило слабкий розвиток фундаментальної бази.

Пропускна спроможність своєю чергою залежить від середньої швидкості руху поїздів, а середня швидкість руху поїздів тісно пов'язана з ефективністю роботи гальм рухомого складу. Невисока ефективність гальм змушує машиністів забезпечувати збільшений запас гальмівного шляху, заздалегідь знижувати швидкість і наносити високий рівень втрат у позаштатних ситуаціях через неможливість швидкої зупинки поїзда, а також при складанні режимних карт ведення поїзда знижувати максимально допустимі швидкості.

У правилах технічного обслуговування гальмівного обладнання та управління гальмами залізничного рухомого складу [1, 2] наведено норми єдиного найменшого гальмівного натискання для максимально допустимих швидкостей руху поїздів.

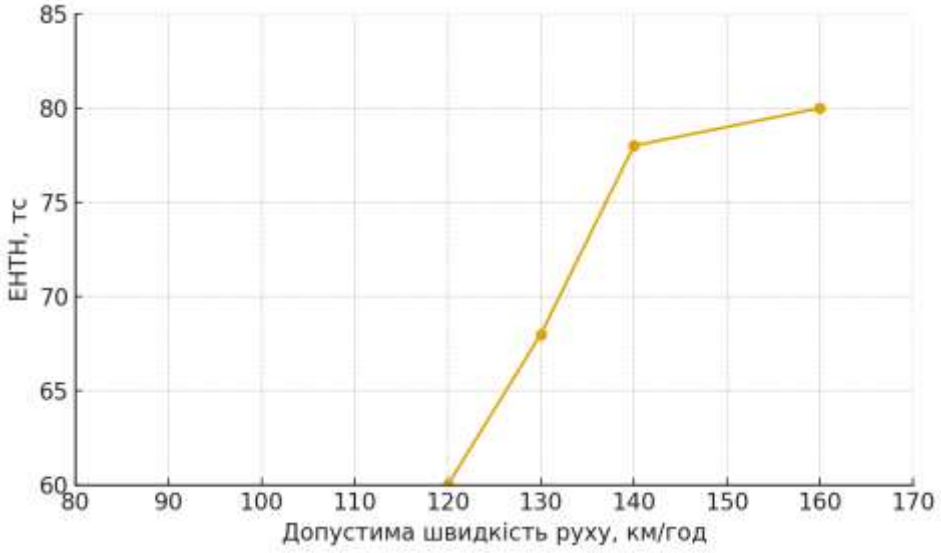


Рис. 1. Залежність єдиного найменшого гальмівного натискання від швидкості руху пасажирського поїзда

На рисунку 1 видно, що у пасажирських поїздів простежується чітка залежність, а саме: зі збільшенням гальмівного натискання збільшується максимальна допустима швидкість. Можна дійти невтішного висновку, що з обмежуючих чинників максимально допустимої швидкості є гальмівна ефективність. Таким чином, зі збільшенням гальмівної ефективності стане можливим збільшити швидкість руху поїздів.

У практиці експлуатації рухомого складу, на сьогоднішній день, існує проблема, пов'язана з утворенням таких дефектів колісних пар, як повзуни, що виникають через недосконаліть конструкції гальмівної системи, алгоритмів керування нею та через мало досвідченості машиністів.

Рік у рік відбувається значна кількість екстрених гальмувань. Також відомо, що екстрене гальмування тягне за собою такі негативні наслідки, як поздовжньо-динамічні реакції, виснаження гальмової магістралі та ін. Відповідно питання підвищення ефективності екстреного гальмування та виключення недоліків при його застосуванні з метою виконання вимог до безпеки руху поїздів, що підвищуються, є актуальним.

Говорячи про збільшення гальмівної ефективності, передусім необхідно досліджувати процес утворення гальмівної сили. Якщо до колеса, з навантаженням G_0, колодка притискається із силою K, то між поверхнею кочення колеса і колодкою виникає сила тертя, що перешкоджає обертанню колеса [3-9], як показано на рисунку 1, яка знаходиться за формулою (1):

$$F_{mp} = \varphi_к \cdot K, \tag{1}$$

де, $\varphi_к$ – коефіцієнта тертя.

З боку колеса на колодку, далі на підвіску, буксу та раму діє реактивна сила F_{mpp}, що дорівнює силі F_{mp} і протилежно спрямована відповідно до рисунка 1 [5, 6]. Сила F_{mp} до колеса є внутрішньою силою, яка не може виконати гальмування, вона створює момент M_{mp}, спрямований проти обертання колеса. Під дією моменту M_{mp} у точці контакту колеса з рейкою виникає сила F_{mp} і протилежна їй сила B_m – сила, що створює штучний опір руху поїзда, яка є зовнішньою, оскільки діє на колесо з боку рейки. Сила B_m є силою гальмування, чисельно рівна силі тертя F_{mp}.

Оскільки питання про велике натискання гальмівної колодки при високій швидкості має важливе значення при проектуванні гальм для швидкісних поїздів, то не зайвим буде навести тут такі витяги з висновків дослідників гальмівних систем [3, 5, 6, 8, 9]:

- гальмівний шлях поїзда значною мірою залежить від якості матеріалу та розмірів гальмівних колодок;
- як загальне правило: підвищення твердості чавуну колодки супроводжується зменшенням коефіцієнта тертя та зменшенням зносу;
- збільшення площі контакту колодки з колесом не збільшує коефіцієнт тертя, але може зменшити знос, оскільки тиск на поверхню зменшується, а гальмівна сила розподіляється на більшу площу;
- чавунні колеса підвищують коефіцієнт тертя гальмівних колодок на малих швидкостях і знижують при високих;
- використання колодки гребеневим охопленням (що охоплює гребінь колеса) підвищує коефіцієнт тертя колодки, але незначно (2-5%);

- щоб знос гальмівної колодки був більш менш нормальним, колодка повинна навантажуватися роботою тертя, що не перевищує ефекту в 12 000 кгм/с;
- твердість колодки по Брінелю рекомендується доводити від 220 до 240 при твердості обода колеса 240-300 одиниць.

Залежність коефіцієнта тертя від початкової сили тертя впливова. Якщо натиснути гальмівну колодку на колесо за підтримки постійної швидкості, то сила тертя, а, отже, і коефіцієнт тертя, протягом деякого часу від початку гальмування будуть зменшуватися. Згідно з результатами досліджень, деякий час із підвищенням температури в системі «колодка-колесо» при постійній силі натискання коефіцієнт тертя збільшується, досягаючи піку при деякому значенні температури. З подальшим зростанням температури починається деградація ефективності процесу тертя – коефіцієнт тертя знижується. Це пояснює результати експериментів, отриманих вченими минулого століття [10], а саме: волога знижує температуру в точці контакту колодки з колесом, наближаючи її до значень, які забезпечують більш високу ефективність процесу тертя. Однак, при невеликих силах натискання, або при невисокій швидкості обертання колісної пари наявність вологи може давати зворотний ефект, внаслідок повільнішого випаровування та зниження температури гальмівної колодки нижче «оптимальних» значень, при яких процес тертя був би найбільш ефективний [11].

У ході дослідження факторів, що впливають на коефіцієнт тертя колодки об колесо, було виділено такі:

- сила натискання колодки на колесо;
- хімічний склад колодки;
- форма колодки;
- ступінь вологості колодки;
- зношування колодки;
- початкова тривалість тертя;
- температура колодки та поверхні кочення колеса.

Найбільшою мірою впливом на коефіцієнт тертя надає температура у системі «колодка-колесо». На даний момент у існуючих формулах для розрахунку коефіцієнта тертя, наведених у «Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України та ПТР», не враховується зміна температури з часом. Це може вносити суттєву похибку до гальмівних розрахунків, а саме розрахунків тривалих та зупинкових гальмуваннях поїзда з високою швидкістю.

Література

1. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015. – Затв. нак. Укрзалізниці № 264-Ц 28.10.1997. – Вид. офіц. – К., 2004. – 146 с.
2. Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів: ЦТ – ЦВ – 0013. Затв. нак. Укрзалізниці № 022 ЦЗ – – 25.01.2005. – Вид. офіц. – К., 2005. – 160 с.
3. Бабаєв А.М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць: навч. посібник / А.М. Бабаєв, Д.В. Дмитрієв. – К.: ДЕТУТ, 2007. − 176 с.

4. Водянников Ю.Я. Сравнительный анализ процессов торможения пассажирских вагонов с колодочными и дисковыми тормозами / Ю.Я. Водянников, Т.В. Шелейко, А.М. Сафронов // Вестник СНУ. – 2010. – № 5 (147). – С. 135-141.
5. Горбунов М.І. Визначення перспективних методів підвищення ефективності гальмування з використанням експертного оцінювання / М.І. Горбунов, О.В. Просвірова, М.В. Ковтанець, К.О. Кравченко // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 31. – К.: ДУІТ, 2018. – С. 93-101.
6. Горбунов М.І. Перспективні напрями досліджень з підвищення ефективності гальмування залізничного транспорту / М.І. Горбунов, О.В. Просвірова, К.О. Кравченко, М.В. Ковтанець // Інновації інфраструктури транспортно-логістичних систем. Проблеми, досвід, перспективи: збірник тез конференції, 11-17 квітня 2016 р., м. Трускавець (Україна). – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2016. – С. 58-60.
7. Чичинадзе А.В. Оценка режима работы пары трения фрикционного тормоза нового высокоскоростного железнодорожного подвижного состава на стадии проектирования / А.В. Чичинадзе, А.Г. Гинзбург, В.Д. Кожемякина // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 1992. – № 6. – С.29-41.
8. Равлюк В.Г. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Гальмові системи вагонів міжнародного сполучення» / В.Г. Равлюк, Я.В. Дерев`янчук. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 16 с.
9. Бабанін О.Б. Сучасні локомотивні системи безпеки та вдосконалення їх обслуговування / О.Б. Бабанін, М.А. Ніколенко, М.Г. Равлюк, В.Г. Равлюк // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 118. – С. 165-170.
10. Просвірова О.В. Перерозподіл навантажень при гальмуванні та прогнозування нерівномірного притиснення колодок до фрикційного елементу / О.В. Просвірова, С.В. Кара, М.І. Горбунов // Майбутній науковець – 2017: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. 1 груд. 2017 р., м. Сєвєродонецьк. Ч. ІІ. – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – С. 453-454.
11. Патент на корисну модель № 155381 B61H 1/00 Гальмівна колодка залізничного рухомого складу / Ковтанець М.В., Могила В.І., Ноженко В.С., Бойко Г.О., Сергієнко О.В., Ковтанець Т.М.; заявник і власник СНУ ім. В.Даля. – u 2023 04363; заявл. 15.09.2023; опубл. 22.02.2024, Бюл.№ 8. – 2 с.

Наукове електронне видання

МАТЕРІАЛИ VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ «РОЗВИТОК БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ»

6-7 листопада 2025

Оригінал макет К.В. Соколенко

Підписано до друку **.**.2025.
Формат 60 ×84⅛. Папір типогр. Гарнітура Times.
Умов. друк. арк. ***. Обл.-вид. арк. ***.
Вид. № ****.

Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК No 1620 від 18.12.03 р.

Адреса університета: вул. Іоанна Павла II., 17
м. Київ, 01042, Україна
e-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com