

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУГАНСЬКА ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЯ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ
ХАРКІВСЬКИЙ 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**

**МАТЕРІАЛИ VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

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



31 ЖОВТНЯ 2024

КИЇВ

Програмний комітет

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 «ЛПРА САПР»

Голік 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

Ковалевський А. А. – керівник департаменту житлово-комунального господарства Северодонецької міської військової адміністрації Северодонецького району Луганської області

Керш В. Я. – к.т.н., проф. каф. 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

Осетрін 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. – директор департаменту житлово-комунального господарства Луганської Облдержадміністрації

Татарченко Г. О. – д.т.н., проф., зав. кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування СНУ ім. В. Даля

Ткачук О. А. – д.т.н., проф. каф. міського будівництва та господарства НУВГП

Бондаренко В. В. – начальник відділу енергетичного планування та інвестицій управління енергетичного менеджменту та інвестицій департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради

Швець В.В. – к.т.н., доц., зав. каф. будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ

Голоднов О. І. – д.т.н., проф. каф. комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів НАУ

Організаційний комітет

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

Редакційна колегія

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 VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 31 жовтня 2024 р., м. Київ/ Гол. ред. Г.О. Татарченко. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2024. - 308 с.

У збірнику представлені матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах», яка відбулась – 31 жовтня 2024 р. в м. Київ.

Наведені актуальні дослідження за напрямками: 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

I. ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВІДБУДОВА ЗРУЙНОВАНИХ МІСТ.....	10
1. <i>Безлюбченко О.С., Апатенко Т.М.</i> Концептуальні ідеї формування міського середовища в контексті післявоєнного відновлення міст України	10
2. <i>Білошицька Н.І., Кунченко Р.М.</i> Комплексний підхід у повоєнній відбудові міст.....	13
3. <i>Казімагомедов Ф.І.</i> Використання трубобетонних конструкцій в відновленні панельних будинків.....	16
4. <i>Bashkirov G., Fursov Yu.</i> Parameters of restoration of structures of an unused building	20
5. <i>Jovtnevii V., Chumakova A.</i> Technological parameters of increasing the durability of concrete floors of buildings	23
6. <i>Уразманова Н.Ф., Черненко Л.С.</i> Відбудова міст України з інтеграцією сховищ	26
7. <i>Сєрпурна S.</i> Tools for post-war rebuilding of urban areas	28
8. <i>Швидкий Д.В., Швець В.В., Соколенко К.В.</i> Раціональні проектно конструктивні рішення використання основ зруйнованих будинків для подальшої відбудови	31
9. <i>Соколенко К.В., Морозенко М.О., Швидкий Д.В.</i> Концептуальні завдання переробки зруйнованих об'єктів житлової забудови на територіях суцільних руйнувань	34
10. <i>Соколенко В.М., Соколенко К.В., Швидкий Д.В.</i> Містобудівний аспект післявоєнної відбудови міст України.....	38
11. <i>Швидкий Д.В., Швець В.В., Соколенко В.М.</i> Завдання та проблеми управління вторинними будівельними відходами від руйнації міст на урбанізованих територіях	42
12. <i>Жидкова Т.В.</i> Аналіз відповідності унормованої стратегії захисту цивільного населення і реальних умов війни в Україні	45
13. <i>Свічинська Ю.О.</i> Адаптація існуючих будівель під потреби маломобільних груп населення.....	47
14. <i>Соколенко В.М., Ануфрієнко В.В.</i> Алмазне канатне різання сталевих конструкцій та залізобетонних масивів	50
15. <i>Морозенко М.О., Рижов О.В., Карташова М.О.</i> Концепт відновлення виробничої бази для відбудови Лисичансько-Сіверськодонецької агломерації	52

16. <i>Bilobrov D., Dopenko I., Dopenko V.</i> Iterative approach to 3D printing houses	55
17. <i>Древаль І.В., Титаренко І.В.</i> Досвід формування об'єктів захисту населення міст України в умовах воєнної загрози.....	57
II. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ.....	60
1. <i>Куценко Н.В., Вишневський Д.С.</i> Порівняння засобів візуалізації у 3ds Max 2025	60
2. <i>Барабаш М.С.</i> ЛІРА-САПР – всеосяжний інструментарій для моделювання і чисельного аналізу конструкцій	62
3. <i>Черних О.А., Садковський М.В.</i> Модифікована параметрична модель просторової сталевий ферми з перехресними розкосами.....	65
4. <i>Рябко О.В.</i> Впровадження BIM у сталому будівництві	68
5. <i>Shutakov I., Lavro R.</i> Rational parameters of the construction of multi-story buildings through 3D modeling methods	72
6. <i>Давиденко О.А., Обухова Н.В.</i> Ефективність управління інноваційним розвитком будівель за технологією BIM.....	74
7. <i>Уваров П.Є., Заярний О.І.</i> Можливості застосування теорії катастроф для аналізу причин зривів термінів проєкту.....	76
8. <i>Іванов Є.М., Гапонова Л.В.</i> Фотограмметрія при цифровізації пам'ятників мистецтва	79
9. <i>Черних О.А., Мирошніченко І.О.</i> Моделювання роботи будівельних конструкцій житлового комплексу з урахуванням дії вибухової хвилі.....	82
10. <i>Масляненко Є.В., Коршак О.М.</i> Використання BIM-технологій у модульному будівництві на прикладі тривимірних сталевих модулів	86
11. <i>Дроб'язко К.В., Уваров П.Є.</i> Можливості контролю своєчасності реалізації будівельного проєкту за допомогою методу оцінки та аналізу програм (PERT).....	88
12. <i>Черних О.А., Гусак Я.Г., Юнашев Д.Ю.</i> Композиція з параметричних моделей багатоповерхових будівель	90
13. <i>Кулік М.В., Загребін В.В.</i> Використання Autodesk Revit для оптимізації проєктування в будівельних організаціях.....	94
14. <i>Доненко В.І., Іваненко Д.С.</i> Можливості застосування Autodesk Revit для армування складних залізобетонних конструкцій	97
III. МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ.....	101
1. <i>Гордієнко С.М., Шилов Д.М.</i> Зміни транспортної концепції і формування каркасу безпеки м. Харкова в повоєнний період	101

2. <i>Шишкін Е.А., Салміна Є.О.</i> Розвиток глемпінгу в Україні.....	104
3. <i>Безлюбченко О.С., Апатенко Т.М., Бабенко М.В.</i> Міський розвиток та підходи до вирішення урбаністичних викликів	106
4. <i>Кисельов В.М., Кисельова Г.В.</i> Дощові сади, як каталізatori сталого розвитку міста Одеси	110
5. <i>Білошицька Н.І., Павленко О.О.</i> Передумови виникнення та етапи розвитку багатоповерхових паркінгів	113
6. <i>Куцина І.А., Голик Й.М.</i> Розвиток пішохідної та велосипедної інфраструктури в м. Ужгороді	116
7. <i>Татарченко Г.О., Татарченко З.С., Чорний Є.І.</i> Управління процесом нормалізації повітряного простору міських територій.....	119
8. <i>Татарченко Г.О., Хандій В.В.</i> Створення житлових комплексів за принципами безбар'єрності та безпеки.....	121
9. <i>Безлюбченко О.С., Бабенко М.В.</i> Просторовий SWOT-аналіз як елемент дослідження територій при післявоєнній відбудові	125
10. <i>Оридорога Р.О., Шнарбер М.Є.</i> Сучасні проблеми містобудівного використання міських територій.....	129
11. <i>Уваров П.Є., Шнарбер М.Є.</i> Можливості територіального розвитку міст за рахунок освоєння непридатних ділянок	131
12. <i>Цюрюпа Д.С., Шнарбер М.Є.</i> Концептуальні основи комплексної реконструкції міської забудови.....	133
13. <i>Гайко Ю.І.</i> Екологічні аспекти ревіталізації міських виробничих територій.....	135
14. <i>Чернишова О.С., Степанчук О.В.</i> Особливості проектування перетинів автомобільних доріг із залізницями	138
15. <i>Білошицька Н.І., Вихрук О.О.</i> Універсальний дизайн як засіб побудови безбар'єрного середовища.....	140
16. <i>Гук В.І.</i> Передумови формування архітектури перетинів в різних рівнях....	143
17. <i>Вяткін К.І., Гончаров Р.В., Крутько В.В.</i> Відновлення інфраструктури зруйнованих міст із використанням принципів сталого розвитку	147
18. <i>Вяткін К.І., Колодезний А.В., Руденко А.І., Підпригора Б.В.</i> Використання енергоефективних технологій у реконструкції житлових кварталів після збройних конфліктів.....	149
19. <i>Вяткін К.І., Мороз Н.В., Цигенко П.С., Вяткін В.С.</i> Містобудівне планування для відбудови зруйнованих промислових зон: виклики та перспективи.....	151

20. <i>Кайнци Д. І., Михайло О.А.</i> Інноваційні рішення вертикального озеленення міста Ужгород.....	153
21. <i>Kazakov A.A., Kravchenko I.V., Tatarchenko H.O.</i> Integrating ecological approaches in urban planning for sustainable space	154
IV. ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО.....	157
1. <i>Римар Т.Е.</i> Застосування термостійких теплоізоляційних матеріалів у промисловому будівництві.....	157
2. <i>Медвідь І.І.</i> Оптимізація будівельних конструкцій.....	160
3. <i>Соколенко В.М., Черних О.А., Жихор Д.В.</i> Аналіз функціональності та конструктивних особливостей напівпідвальних приміщень житлового фонду, збудованого до початку Першої світової війни: архітектурні традиції та сучасні завдання реконструкції.....	162
4. <i>Білошицький М.В., Прусенко І.В.</i> Вплив на корозійну стійкість бетону сучасних гідроізоляційних систем.....	167
5. <i>Kozlov B.</i> Optimization of parameters of drainage systems of buildings	170
6. <i>Lyakhov I., Savchenko O.</i> Modeling parameters for updating damaged facades	173
7. <i>Shumakov I., Pasko D.</i> Rational parameters of formwork systems.....	176
8. <i>Уваров П.Є., Ашихман М.Г.</i> Методи визначення надійності монолітного будівництва	179
9. <i>Уваров П.Є., Кобзар С.А.</i> Методика паралельного проектування при реконструкції об'єктів без припинення експлуатації.....	182
10. <i>Пустовойтова О.М., Гвоздюк О.А., Камчатна С.М., Орел Є.Ф.</i> Вплив початкового напружено-деформованого стану на міцність підсилених залізобетонних балок	184
11. <i>Чудик І.І., Добрянський І.М., Добрянська Л.О.</i> Особливості проектування і розрахунку конструкцій будівель і споруд для сприйняття динамічних навантажень і впливів	186
12. <i>Верешко О.В., Мельник Ю.А., Гомон С.С.</i> Основні результати досліджень деформівних властивостей деревини сосни та берези під впливом кислотних середовищ	189
13. <i>Гомон С.С., Петренко О.В.</i> Засоби та способи модифікування деревини для продовження експлуатації дерев'яних виробів та конструкцій.....	191
14. <i>Панчук Ю.М., Довбенко В.С., Дейнека О.Ю.</i> Деформування дрібнозернистого та крупнозернистого бетонів за малоциклових навантажень середнього та високого рівнів	193

15. <i>Головка С.І., Головка О.С., Харченко О.С., Кривонос А.Р., Горлач С.М.</i> Результати обстеження розрахунків та спостереження споруд в складних геологічних умовах в зоні впливу нового висотного будівництва.....	196
16. <i>Любченко К.М., Уваров П.Є.</i> Аналіз існуючих методик розрахунку несучої здатності анкерів для кріплення фасадних систем в газобетонних стінових матеріалах.....	199
17. <i>Шпурик Д.В., Уваров П.Є.</i> Застосування технології торкретування для зовнішнього захисту огорожувальних конструкцій будівель.....	201
18. <i>Гелюх Г.В., Доненко В.І.</i> Проектування дитячих дошкільних закладів.....	205
19. <i>Бобраков А.А., Келеберденко Т.А., Тишковець І.В.</i> Сучасні підходи до оптимізації календарного планування в будівництві.....	208
20. <i>Доненко І.В., Чечель М.В., Марічева К.Д.</i> Управління будівельними процесами з використанням методів штучного інтелекту.....	212
V. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ.....	215
1. <i>Линник І. Е., Сабаяєва П. І.</i> Накопичення та знешкодження електронних відходів в Україні та світі.....	215
2. <i>Нікітенко О.О.</i> Ефективність використання автоматизованої системи управління в тепlopостачанні житлових будинків: аналіз, оцінка та перспективи.....	218
3. <i>Ткачук О.А., Будяковська Д.П.</i> Містобудівні, екологічні та технологічні аспекти регулювання дощового стоку на міських територіях.....	221
4. <i>Керш В.Я., Фоц А.В.</i> Енергомодернізація будівель: пріоритетність заходів.....	225
5. <i>Татарченко Є.С., Бахаєв Ю.А.</i> Використання сонячних панелей спосіб вирішення енергетичних проблем країни.....	227
6. <i>Мінченков Р.І., Василенко О.Б.</i> Функціональна комфортність у реконструкції житлових будівель.....	229
7. <i>Уваров П.Є., Шпарбер М.Є.</i> Професійно орієнтований курс навчання «Організаційно-технологічні основи рециклінгу будівельних відходів».....	232
8. <i>Гайко Ю.І.</i> Використання принципів циркулярності в будівельному виробництві.....	234
9. <i>Марчук В.В., Дворкін Л.Й.</i> Ресурсно- та енергоефективні суміші придатні для 3D друку.....	237
10. <i>Татарченко Г.О., Паніна Н.І.</i> Впровадження енергопозитивних систем на прикладі лабораторного корпусу СНУ ім. В. Даля.....	240
11. <i>Закаблук С.С., Тимошенко О.В., Шинкевіч О.С.</i> Особливості випробувань арболітобетонів на міцність при стиску при різній щільності.....	243

12. <i>Доненко С.Л., Доненко И.Л.</i> Фрактально-кластерный подход к геологической разведке залежей урана в Кыргызстане.....	246
13. <i>Бондаренко В.В., Доненко В.И., Яримбаи Д.С.</i> Перспективи використання біопалива в сфері житлово-комунального господарства та бюджетної сфери громад України	249
14. <i>Москвітіна А.С.</i> Використання CO ₂ в якості робочого тіла теплового насоса	251
15. <i>Kovalskyi V., Zoria P., Kovalskyi M.</i> Analysis of the use of thermal insulation materials based on perlite	254
VI. ТРАНСПОРТ І ЛОГІСТИКА, ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ	256
1. <i>Дьомін Ю.В., Дьомін Р.Ю.</i> Техніко-технологічні аспекти інтеграції інфраструктури залізниць України в транспортну мережу Європейського Союзу	256
2. <i>Кічкін О.І., Кічкіна О.І.</i> Формування багатокритеріальних функцій оптимізації в задачах маршрутизації.....	259
3. <i>Кічкіна О.І., Токар Ю.О.</i> Дослідження та обґрунтування використання флексітанків в процесі постачання наливних вантажів на прикладі транспортно-експедиторської компанії ТОВ «ПОРТА МАРІС ЛОДЖИСТИКС».....	262
4. <i>Rozhko K., Kichkina O.</i> Experience in the use of information systems and technologies in organising container transportation at the port of Antwerp	264
5. <i>Sepliarska I., Kichkina O.</i> Development of methodological solutions for the delivery of metal products from China to european countries	268
6. <i>Сумець О.М.</i> Парадигми логістики в соціоекономічних системах.....	272
7. <i>Супринович В.П., Кічкіна О.І.</i> Удосконалення процесу механізації портових операцій при перевалці металевих заготовок.....	276
8. <i>Шевченко С.І., Полупан Є.В., Черкашин І.А.</i> Дослідження динамічних навантажень при екстремому гальмуванні автомобіля.....	278
9. <i>Сліпцов Д.О., Климаш А.О., Ворох А.О.</i> Аналіз впливу експлуатаційних факторів на паливну економічність автомобілів.....	282
10. <i>Ягода Д.О., Горобець Є.В.</i> Оцінка поздовжньої навантаженості потяга метрополітену при русі по ділянках колії ламаного профілю	284
11. <i>Карбан С.В., Осетрін М.М.</i> ВРТ як структурний елемент транспортної системи міста	286
12. <i>Могила В.І., Ковтанець М.В., Плотніков В.Д.</i> Актуальність оцінки стану геометрії рейкової колії.....	289

13. <i>Могила В.І., Ковтанець М.В., Ковтанець Т.М., Плотніков В.Д.</i> Дослідження енергетичних витрат на привід допоміжних навантажень локомотива	291
14. <i>Могила В.І., Ковтанець М.В., Ковтанець Т.М., Куртовий Д.В.</i> Діагностування паливоподаючої апаратури тепловозних дизелів	294
15. <i>Могила В.І., Ковтанець М.В., Морнева М.О., Тарасов Д.В.</i> Аналіз роботи систем охолодження магістральних тепловозів	298
16. <i>Кузьменко С.В., Ніконець А.О.</i> Використання теплоізоляційних матеріалів на рухомому складі залізниць	302
17. <i>Кузьменко С.В., Мілов С.О.</i> Аналіз можливості використання енергії електродинамічного гальмування тягового рухомого складу	305

I. ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВІДБУДОВА ЗРУЙНОВАНИХ МІСТ

1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ІДЕЇ ФОРМУВАННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА В КОНТЕКСТІ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ МІСТ УКРАЇНИ

Безлюбченко О.С., к.т.н., доц., Апатенко Т.М., ст. викл.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Відновлення міського середовища – процес, який розпочався із початком повномасштабної війни і триває застосовуючи різноманітні заходи, починаючи із швидкого відновлення окремих будівель, забудови в цілому, консервування (особливо історичного середовища) також відпрацювання концепцій майбутнього.

Попри те, що масштаб руйнувань і завданої шкоди щодня збільшується, і частина з розроблених проєктів може втратити актуальність задовго до того, як їхня реалізація стане можливою, ці плани дають можливість уявити якою Україна може бути після війни [1].

На сьогодні розроблені десятки візуалізацій проєктів відновлення як окремих об'єктів так і цілих населених пунктів, що зазнали руйнувань внаслідок дій російської армії. За для створення стратегії у проєктуванні по відновленні міського середовища варто спиратися на історичний закордонний досвід, вивчаючи позитивні приклади реконструкції зруйнованих під час війн населених пунктів, завдяки якому відбудова буде цільовою, сталою і придатною для наступних поколінь [2].

Прикладами післявоєнного відновлення міст мають стати підходи щодо реконструкції європейських міст. Друга Світова руйнуючою силою боляче зачепила багато міст Європи. Було знайдено певні підходи до відновлення міської інфраструктури, які мають стати корисними для сучасних українських реалій.

Однією із концепцій може бути підхід – **очищення руїн і зведеними міста заново з нуля**, це напевно має бути раціональним засобом для деяких районів, а також цілих населених пунктів України (м. Маріуполь, м. Вовчанськ і низку інших міст та містечок переважно східної частини України), спираючись на досвід другої світової війни прикладом може бути м. Дрезден (Німеччина).

Іншим прикладом має бути досвід відродження м. Варшава (Польща), Варшава виявилася знищена на 85%, але все ж таки вдалося відновити місто застосовуючи принцип **практично ідеально точної реконструкції** міста. Це найкращий приклад для відновлення історичних районів м. Чернігова, Харкова, рано чи пізно всі архітектурні пам'ятники так чи інакше доведеться реставрувати, а отже, досвід польських колег українським архітекторам стане в пригоді [4].

Важливо зробити відновлення, реконструкцію містобудівного та архітектурного середовища за принципом комплексного відновлення на протигагу точковим рішенням. Один з головних принципів – «build back better» («відбудувати краще, ніж було»). На щастя, уже існує такий підхід, який розроблений із прицілом на побудову й утримання сталих міст, селищ і регіонів. Він називається *Vaukultur*. Термін розшифровується як «культура будівництва» та передбачає, що дизайн просторів базується на культурних особливостях й економічних засадах [3; 4].

Обираючи певне концептуальне рішення щодо подальшого його відновлення, потрібно врахувати індивідуальні особливості кожного населеного пункту:

топологічні, економічні, транспортну доступність та культурну спадщину. У довгостроковій перспективі це дозволить повністю змінити підхід до міського планування та поступово осучаснити обласні центри України [3].

Але якщо бетонні конструкції панельних будинків не зазнали руйнувань, то економічно доцільно використовувати їх під час проведення реконструктивних заходів, використовуючи технології утеплення та енергоефективності. Також підвальні поверхи нових секцій будуватимуть як бомбосховища з ліжками, санвузлами і душами [1]. Впровадження концепції **максимального збереження зруйнованих будівель** спрямовано на виконання вимог енергоефективності та економності.

Враховувати варто крім економічних чинників ще сучасні підходи до формування інноваційних креативних ідей, якщо є шанс запровадити, користуючись можливістю позбавити населені пункти або окремі райони морально застарілих будівель, які постраждали в ході бойових дій і не мають суттєвої архітектурно-історичної цінності шляхом повного знесення. На заміну знесеного району, населеного пункту виникає можливість відновлення міста не лише у трансформації його вигляду, а й у зміні головного підходу до містобудування. Іноді сучасний торговий або бізнес-центр сам по собі може бути твором архітектури й не лише не зруйнувати, а доповнити та посилити архітектурний ансамбль [4;5].

Попри те, що першочерговим завданням повоєнного відновлення житлових масивів та громадських зон буде ліквідація гуманітарної кризи, українським містобудівникам треба буде використати саме європейський досвід [3].

Весь обсяг робіт доведеться детально та ретельно прораховувати, погоджувати та стежити, щоб підрядники та приватні компанії дотримувалися нормативів безпеки, які до того ж мають стати набагато суворішими. Але в цьому і полягає секретний інгредієнт європейського досвіду післявоєнного відновлення [3].

Література

1. Як виглядатимуть відновлені українські міста після війни. [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://nw.com.ua/news/yak-vyglyadatymut-vidnovleni-ukrayinski-mista-pislya-vijny/>, вільний (дата звернення: 02.10.2024). – Назва з екрана.
2. Відбудова України: як виглядатимуть відновлені українські міста після війни [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.radiosvoboda.org/a/vidbudova-ukrayiny-proyekty-vidnovleni-mista-pislya-vijny/32819772.htm>, вільний (дата звернення: 2.10.2024). – Назва з екрана.
3. О. Авдеев. Європейський досвід відродження міст після війни та його адаптація в Україні // Нерухомі. 2022. Режим доступу: <https://nerukhomi.ua/ukr/news/lyudi/evropejskij-dosvid-vidrozhennya-mist-pislya-vijni-ta-jogo-adaptatsiya-v-ukraini.htm>
4. Д. Чепур. Відбудова України під час та після війни. Як її бачать у Давосі. 2024 Режим доступу: <https://mind.ua/publications/20269427-vidbudova-ukrayini-pid-chas-ta-pislya-vijni-yak-yiyi-bachat-u-davosi> вільний (дата звернення: 11.10.2024).

5. Brand Voice. The Path to Recovery: How Regions Surviving Russian Occupation are Rebuilding / Forbes Ukraine.2023. – Regime of access: <https://forbes.ua/brandvoice/krok-za-krokom-yak-uzhe-zaraz-trivae-vidnovlennya-regioniv-shcho-perezhili-rosiysku-okupatsiyu-21122023-17873> free (date of the application: 02.10.2024).

2. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД У ПОВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ МІСТ

**Білошицька Н.І. к.т.н., доц., Кунченко Р.М. студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

На сьогодні дослідження з проблем відновлення зруйнованого внаслідок бойових дій житлового фонду та інфраструктури міст вітчизняними дослідниками майже не висвітлені. Це зумовлено безпосередньо тим, що на території нашої країни не велися активні бойові дії з часів Великої Вітчизняної війни і міста не зазнавали масованих руйнівних обстрілів.

Аналіз відновлення країн Європи і Франції після Другої світової війни свідчить про те, що Європейські країни, зокрема Німеччина, перебували у занепаді та скрутній соціально-економічній ситуації. За часи Другої світової війни у Німеччині пошкодженими або зруйнованими були: п'ята частина промислових будівель, третина житлового фонду (із 16 млн житлових будинків до 1945 р. були зруйновані 2,5 млн, 4 млн мали значні пошкодження) та половина транспортної інфраструктури, в критичному стані була фінансова система. Майже 12 млн осіб стали біженцями та вимушено переміщеними особами, потребували нового житла 21 млн мешканців країни [1, 2].

Метою роботи є дослідження пошкоджень житлової забудови та інфраструктури міст під час бойових дій та розроблення пропозицій щодо повоєнного відновлення на прикладі Луганської області.

Під час бойових дій відбуваються масштабні руйнування промислових підприємств, транспортної та інженерної інфраструктури, медичних, освітніх, культурних та інших закладів. Проте найбільших руйнувань зазнає система житлово-комунального господарства та зокрема житлові будівлі. На початок 2024 року в Україні зруйновано і пошкоджено понад 250 тис. житлових будинків та 17615 об'єктів цивільної інфраструктури, зокрема близько 4 тисяч шкіл, більше тисячі лікарень за час повномасштабного вторгнення Росії.

Станом на квітень 2024 року, у загальному обсязі прямих збитків найбільшими залишаються втрати житлового фонду – \$58,9 млрд. (37,5%). Внаслідок бойових дій пошкоджено або зруйновано 167,2 тис. об'єктів житлового фонду, з них: багатоквартирні – 19,1 тис., приватні будинки – 147,8 тис. та гуртожитки – 0,35 тис. Найбільших руйнувань житлового фонду зазнали Донецька, Київська, Луганська, Харківська, Миколаївська, Чернігівська, Херсонська та Запорізька області. Серед міст найбільше постраждали: Мар'їнка, Маріуполь, Ірпінь, Харків, Чернігів, Сєверодонецьк, Лисичанськ, Вугледар, Суми, Рубіжне, Ізюм, Миколаїв, Бахмут і Волноваха. За попередніми даними, у Бахмуті та Мар'їнці практично немає не пошкоджених будівель. За [3] у Донецькій області повністю зруйновано більше 91,64 тис. житлових будинків, у Київській – 23,74 тис., у Луганській – понад 11,33 тис.

Друге місце за сумою збитків посідає сфера інфраструктури (транспортна, дорожнє господарство, залізнична, а також авіаційна та портова галузі) – \$36,8 млрд. (23,4%). На третьому місці за сумою збитків залишаються промисловість і втрати підприємств – \$13,1 млрд. Втрати аграрного сектору та земельних ресурсів складають 10,3 млрд., енергетичного сектору – 9,0 млрд., об'єктів громадського сектору – складають близько \$13,7 млрд.

На початку літа 2022 року, в Сєвєродонецьку було пошкоджено 90% будинків, з них 60% мали критичні ушкодження і не підлягали відновленню. Інфраструктура міста також була зруйнована та не підлягала відновленню. У Лисичанську інфраструктура та житлова забудова знищені на 60%, за оцінкою влади. За інформацією Рубіжанської МВА, приблизно 70% Рубіжного зруйновано. У місті повністю знищено 39 багатоповерхових та 983 приватних будинків. Зруйновано частково 336 багатоповерхових та 4307 приватних будинків.

У червні того ж року обласна адміністрація нарахувала 3 188 багатоповерхових будинків та 8 100 приватних садиб, пошкоджених чи повністю зруйнованих у Луганській області.

Планувати відновлення української економіки та міст необхідно вже сьогодні, незалежно від того, що російська військова агресія проти України ще триває. Процес відбудови міст Луганської області повинен відбуватися комплексно, оскільки зруйновано не тільки житлові будинки, але й інфраструктура також. По-перше, необхідно зробити дослідження доцільності відновлення деяких населених пунктів, які були зруйновані внаслідок бойових дій.

По-друге, обрати шлях розвитку економіки країни після війни. Відповідно до «Плану відновлення України» [4], який спрямований на прискорення сталого економічного зростання, у рамках Національної програми розроблено проєкт «Відновлення та модернізація житла та інфраструктури регіонів», основними частинами якого є: будівництво (відновлення зруйнованих) об'єктів, із забезпеченням енергоефективності та безбар'єрності; будівництво нових мереж водопостачання, водовідведення та нових очисних споруд водовідведення; відновлення функціонування систем водопостачання та водовідведення; нове будівництво житлової інфраструктури відповідно до найкращих практик міського планування; проведення поточного та капітального ремонту/реконструкції будинків, що зазнали пошкоджень внаслідок збройної агресії РФ тощо.

При розробці плану відновлення міст Луганської області необхідно дотримуватись «Плану відновлення України». При цьому вже зараз необхідно попередньо опрацювати етапи процесу відновлення: підготовка, планування та оцінка проведення відбудови житла з наступною реалізацією проєкту. На етапі підготовки можливо зробити попередні приблизні розрахунки щодо масштабів руйнувань, завданої шкоди, збитків та необхідних інвестицій у відбудову житлових будівель та інфраструктури міста. Оскільки прямими методами неможливо визначити та оцінити їх технічний стан та обсяги пошкоджень на територіях, де тривають активні бойові дії або є тимчасово окупованими, фізичний огляд яких є обмеженим через небезпеку використовуємо дані, які надходять з інтернет-джерел.

Наступним етапом є створення методологічних підходів для належного фіксування та оцінки збитків від руйнувань із подальшою їх цифровізацією. На цьому етапі визначається загальний обсяг завданої шкоди та збитків, а також потреб у відновленні. Після деокупації здійснюється пооб'єктна фіксація завданої шкоди та збитків, проводиться оцінка втрат.

Далі розробляються проєкти житлової забудови. У реаліях сьогодення основними вимогами до житла є безпека та вартість житла. Існує кілька пропозицій щодо будівництва нового житла. Наприклад, скористатися досвідом Ізраїлю, який постійно є у стані війни і періодично ведуться обстріли. Тому в цій країні

приділяється велика увага безпеці. У кожній квартирі є спеціальні укріплені кімнати-укриття – мамади, які зазвичай використовують як спальню, дитячу чи залу. У разі загрози жителі мають перейти до цієї кімнати, закрити броньовані завіси на вікнах та броньовані двері. Мінімальна площа такої кімнати – 9 м². Зовнішні стіни з армованого бетону товщиною 35 см, а внутрішні стіни – 20-25 см. Але впроваджена в Ізраїлі система потребує надто масштабної перебудови нашої будівельної галузі. Створити захищене приміщення у кожній квартирі дуже проблематично, такі проекти занадто складні. Немає відповідної нормативної бази і це суттєво підніме ціну на житло. Також не проводились дослідження щодо їх ефективності в умовах України: для даного типу ракет, якими обстрілюють наші міста, вони можуть бути неефективними.

Для умов України найбільш прийнятним є використання підземних паркінгів у якості укриття та створювати додаткові укриття у людних місцях: біля зупинок, ТЦ, шкіл тощо.

Одночасно з відновленням житлової забудови необхідно відбудовувати інфраструктуру міста, яка при окупації міст Луганської області була практично зруйнована.

Висновки: в роботі запропоновано комплексний підхід до відновлення житлових будівель, інфраструктури та процесу життєдіяльності міст на прикладі Луганської області.

Література

1. Горін Н.О. Міжнародний досвід повоєнної відбудови житлового фонду та вирішення житлових проблем ВПО // Український соціум, 2023. – № 1 (84). – С. 136-154.
2. Підоричева І. Післявоєнне відновлення Європи: досвід та уроки для України // Журнал європейської економіки, квітень–червень 2022. – Том 21. – № 2 (81). – С. 190-207.
3. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf
4. План відновлення України. URL: <https://recovery.gov.ua>

3. ВИКОРИСТАННЯ ТРУБОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ В ВІДНОВЛЕННІ ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ

Казімагомедов Ф.І. к.т.н. доц.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Багато українських міст після початку повномасштабного вторгнення РФ на нашу територію зазнали артилерійського та ракетного обстрілу. Це спричинило повним чи частковим руйнаціям житлового фонду [1]. У м. Харкові найбільшу шкоду зазнали «спальні» райони, ймовірно через орієнтацію у напрямку кордону країни-агресора. Ці райони забудовувалися переважно після 1980 р., а зводилися будівлі зазвичай ставляться до крупнопанельним.

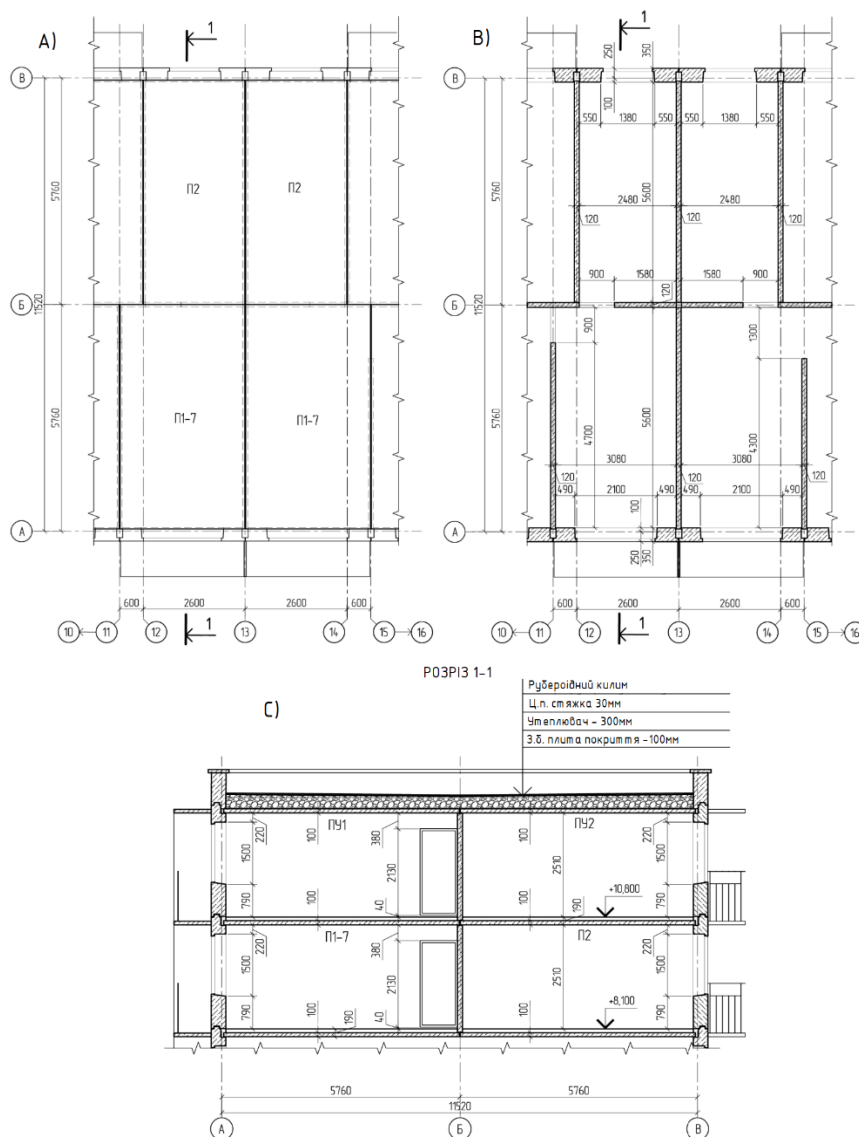


Рисунок 1. Фрагмент типового планувального рішення великопанельного житлового будинку: А – перекриття; В – поперечні та поздовжні стіни; С – розріз.

Великопанельні будівлі мають ряд недоліків (не завжди вдале планування, мала висота приміщення, високі тепловтрати тощо). При цьому вони мають деякі незаперечні переваги, перш за все приваблива можливість мінімізувати терміни будівництва.

Досить висока просторова жорсткість великопанельних житлових будівель обумовлено невеликим кроком внутрішніх несучих стін, надійністю сполучних вузлів сполучення між собою вертикальних і горизонтальних залізобетонних елементів заводського виготовлення, що володіє достатньою міцністю.

Нами було виконано детальні обстеження кількох пошкоджених великопанельних будівель, розташованих на Салтівці, одному з житлових районів м. Харкова. Усі ці будинки були віднесені до категорії «аварійних». Незважаючи на індивідуальний характер конкретних пошкоджень житлових будівель, пошкодження окремих елементів можна об'єднати в групи за характерними пунктами. Усі пошкодження можна віднести до трьох основних груп:

1. Тотальне руйнування, що не підлягає відновленню.
2. Часткове руйнування, що виникла в результаті прямого влучення, як правило такі будівельні елементи можуть бути відновлені при виконанні капітального ремонту.
3. Незначні ушкодження осколкового впливу – сколи та подряпини. Легко усуваються під час здійснення потокового ремонту.



Рисунок 1. Ушкодження конструкцій внаслідок влучення снарядів

Методів відновлення таких руйнувань досить багато [2-5]. У процесі вибухового впливу пошкоджуються як окремі елементи будівлі (стіни, перекриття, сходи), і сполучні елементи. У разі великопанельних (КПЗ) це зварні з'єднання закладних металевих деталей окремих збірних конструкцій. Для компенсації зниження міцності та жорсткості несучих елементів КПЗ ми пропонуємо використовувати субкаркас, що виконується зі сталевібробетонних стійок та балок [6]. Горизонтальні елементи субкаркасу розміщуються під перекриттям. Таким чином збільшуємо опорну зону перекриття, що особливо важливо у разі зміщення внутрішніх несучих стін та

пошкодження сполучних вузлів. Плита перекриття, як правило, працює у короткому напрямку. Якщо ж ми до контурних балок приєднаємо ще одну в середині довжини несучої поперечної стіни КПЗ, то змінимо статичну схему роботи плити, перетворивши її на плиту, оперту по контуру, і значно знизимо згинальний момент. Контурні балки можна скріпити між собою металевими шпильками. По краях і всередині прольотів балок їх слід підкріплювати сталеві фібробетонними стійками, що встановлюються на всій висоті стіни або тільки у верхній частині, як консолі. На рис.3 представлена схема запропонованого варіанта посилення, вона носить демонстраційний характер і окремі її елементи умовно не показані.

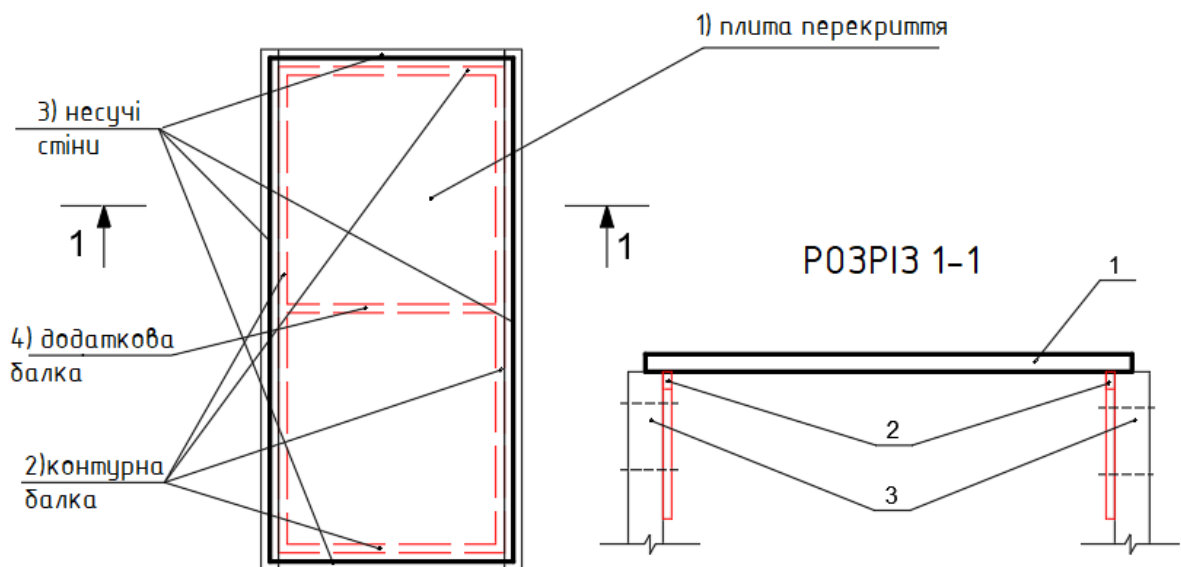


Рисунок 3. Схема запропонованого варіанта посилення

Література

1. Chernii, Viktor. As a result of the shelling, about 600 residential buildings in Kharkiv were destroyed and cannot be rebuilt. 50 schools were bombed - Terekhov: <https://censor.net/ua/n3325026>. (2022).
2. Arutunian, I., Pastukhova, S., Shchemeliev, A.V., Vertepny, I.. Advantages of choosing the reconstruction of industrial buildings into housing in conditions of reconstruction of cities after the war. Bridges and tunnels: theory, research, practice. pp 21-34. DOI:[10.15802/bttrp2021/245313](https://doi.org/10.15802/bttrp2021/245313) (2022).
3. Jelínková, Martina. Restorations in post-war period. Architecture Papers of the Faculty of Architecture and Design STU. 26. pp. 36-45. DOI: 10.2478/alfa-2021-0023 (2021).
4. Levchenko, N.M., Beiner, P.S., Beiner, N.V.. Reconstruction of buildings using BIM technologies during city renewal in Ukraine. Physical Metallurgy and Heat Treatment of Metals. 4. pp. 64-70. <https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.271222.64.912> (2022).

5. O. Semko, A. Hasenko, O. Filonenko, N. Mahas. Civil building frame-struts steel carcass optimization by efforts regulation. *ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering* 1 (54), 47-54. doi:<https://doi.org/10.26906/znp.2020.54.2269> (2020).
6. Казімагомедов Ф.І. Ефективні трубобетонні згинальні елементи : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01/ Казімагомедов Фіраз Ібрагімович; Українська державна академія залізничного транспорту — Харків, 2015. — 23 с.

4. PARAMETERS OF RESTORATION OF STRUCTURES OF AN UNUSED BUILDING

**Bashkirov G., graduate student, Fursov Yu.V., prof.
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv**

At present, Ukraine has a large number of abandoned real estate objects, which for various reasons have become undemanding. Such objects annually bring material losses, economic and environmental damage, both from the point of view of the owner and society as a whole. Land plots, as an important and expensive resource, are actually excluded from circulation. Buildings, as a rule, are not protected and preserved; they become sources of environmental pollution and are often the cause of human injury and death.

The owners of such objects are obliged to pay taxes and suffer from unjustified losses, or do not pay and then material losses are transferred to society (state or communal property). There is a real need to find options for further rational use of such objects, or to liquidate them and effectively use the land plot.

Recently, the number of unused facilities in Ukraine has increased significantly. Such unused objects include damaged buildings and structures that were destroyed by shelling. In our opinion, such objects should be treated with reasonable thrift. After an examination and a positive conclusion regarding the residual resource of their structures, such buildings can and should be reconstructed.

The new Law dated 07.29.2022 No. 2486-IX [1] clause 10 specifies that the project documentation for construction must necessarily contain a section on engineering and technical measures of civil protection, which may include the construction of protective structures of civil protection or structures dual purpose, as well as design decisions regarding the consideration of fire and man-made safety requirements, for: 1) construction objects, which according to the class of consequences (responsibility) belong to objects with medium (CC2) and significant (CC3) consequences, on which more than 50 individuals will be permanently present or more than 100 individuals will periodically be present.

In the final provisions II of this Law, it is stated that within one month from the date of entry into force of this Law, it is necessary to develop and approve plans for the placement and shelter of the population in civil defense protective structures, dual-purpose structures, and the simplest shelters; to ensure the necessary number of places in protective structures of civil defense, dual-purpose structures, the simplest shelters, taking into account the population; to ensure that protective structures of civil protection, dual-purpose structures are brought into compliance with regulatory requirements; to ensure unimpeded access of the population to protective structures of civil defense, dual-purpose structures, and the simplest shelters.

Until 1982, the building under consideration had a public purpose – a preschool institution. When choosing options for the further use of a real estate object, one should be guided by the principle of the most efficient use, which according to [2] «... consists in taking into account the dependence of the market value of the object of assessment on its most efficient use.

The most efficient use means the use of property, as a result of which the value of the object of assessment is the maximum. At the same time, only those options for using the property are considered, which are technically possible, permitted and economically expedient».

Factors of the most effective use of an abandoned building as a kindergarten include:

- the existing volume-planning decision of the building;
- its location in the central part of the city;
- availability of developed engineering infrastructure (connected networks of centralized water, heat, electricity and gas supply);
- availability of access roads and hard road surface;
- the presence of a large adjacent territory, which allows the construction of additional buildings, structures and small architectural forms.

Any other use, namely: for production, housing, warehouses, offices or for liquidation from an economic, technical and humanitarian point of view is unacceptable or ineffective, therefore, from the proposed options for further use, the option of reconstruction of the building with preservation of the primary purpose in the form of kindergarten taking into account modern standards.

Design solutions are provided in accordance with modern requirements for public buildings:

- re-planning of the building based on the use of premises for 6 groups of children of different ages;
- increase in area due to additions related to the improvement of the living environment and fire safety requirements;
- arrangement of the 2nd evacuation exit from the building through external metal stairs with a slope of 45° instead of 60°;
- arrangement of doorways without thresholds and height differences on evacuation routes with filling of openings with modern metal-plastic blocks with double and triple glazing;
- execution of a new hip roof made of metal tiles on wooden rafters instead of the former flat roll roof with the arrangement of technical premises in the volume of the attic space;
- taking into account the requirements for compliance with regulations on the creation of a barrier-free living environment for persons with disabilities and other low-mobility population groups;
- implementation of modern energy-efficient measures;
- provision of shelter for visitors to the building and staff in a protective structure in case of emergencies, military actions and acts of terrorism in the premises of the basement floor with an additional exit;
- execution of works on strengthening, repair and restoration of almost all structural elements of the building and replacement of engineering equipment systems.

References

1. Закон України від 29.07.2022 № 2486-IX «Про внесення змін до деяких законотдавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови території». Електронні ресурс: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/pubFile/1425686> .
2. DBN V 2.2-9:2018 *Громадські будівлі та споруди. Основні положення. затверджено* *Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та*

zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 28.09.2018 r. № 260 URL:
[http://online.budstandart.com.ua /catalog/doc](http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc) (data zvernennia 01.04.2024).

5. TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF INCREASING THE DURABILITY OF CONCRETE FLOORS OF BUILDINGS

**Jovtnevii V., graduate student, Chumakova A., graduate student
O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv**

To assess the consumer value of concrete floors, along with strength indicators, their durability is of great importance, although it is difficult to characterize it parametrically. Even under known conditions of operation and properties of the concrete floor, durability is not an absolute value that remains unchanged over time. The structure and properties of the floor structure are subject to constant changes. At the same time, the speed of such changes can be significantly reduced through the use of special measures [1].

When assessing the durability of floor structures, it is customary to establish the correspondence between the impact parameters and quality. To solve this problem, one usually proceeds from several practically permissible (within the required accuracy) simplifications: determination of external and internal influences, linearity of the mathematical description of system reactions to actions and additivity of reactions, adequacy of system reactions to actions, monotonicity of time reduction of functions describing system reliability.

The durability condition of the floor structure can be written in the form

$$K_{cl} - LB_i > 0, \text{ at } T_d \geq T_p, \quad (1)$$

where K_{cl} – system quality parameters;

B_i – relevant components of impact;

L – linear operator of correspondence of influence and reaction;

T_d – durability of the system;

T_p – estimated service life.

Based on the operating conditions of the floors of industrial and civil buildings, requirements are imposed on them, which should be grouped into the following groups:

- general technical requirements – floor structures must have adequate strength and wear resistance to withstand tensile, compressive and bending forces, impact and abrasion;
- technological requirements – floors must resist physical and chemical influences (water, high temperatures, lubricants, acids, etc.), be smooth, but not slippery, and provide the possibility of safe and convenient movement of people and vehicles, creating the least movement resistance;
- sanitary and hygienic requirements – during operation, floor structures should not have a harmful effect on the health of workers, should not emit dust, gases, odors, and in some cases provide comfortable thermal conditions;
- operational requirements – the floor must allow for quick and convenient repairs and be easily and quickly cleaned; the upper element of the floor (covering) is directly exposed to operational influences, which determines the name of the floor in general.

In contrast to the floors of civil buildings, industrial floors are difficult to classify by purpose, since up to several dozen types of floors are used for one industry in different shops. So, for example, if earlier in metallurgy, metal was obtained only by melting and the requirements of heat resistance and strength were mainly applied to floors, then due to the

development of technologies, requirements of chemical resistance began to be put forward to them.

It can be argued that the durability of a concrete floor structure is the ability to maintain operational suitability during a certain, usually standardized period, in fact, before the onset of technical wear and tear, when its design operation becomes difficult or completely excluded. Currently, the costs of installing floors are 8÷15% of the total volume of construction and installation works. The specific weight of labor costs is 10÷25% of the total labor intensity of building construction. The multifaceted problem of concrete floor durability is solved through a set of interdependent indicators of manufacturability, reliability, and economy. The development of practical methods of increasing the durability of such structures is important and relevant.

One of the indicators closely related to the service life of concrete floors is their crack resistance. Cracks in the concrete of structures are formed already in the process of forming the structure as a result of the development of physical and chemical processes that occur during its hardening. These are the so-called microcracks that occur as a result of shrinkage and temperature phenomena accompanying the hydration reactions of Portland cement binder. Such cracks are randomly located both inside the concrete structure and on the surface of the floor structure. Microcracks, which are the result of concrete shrinkage and temperature effects, during hardening negatively affect the operational properties of the concrete floor, lead to a decrease in its durability. At the same time, such cracks are practically not amenable to calculation, but are limited exclusively to technological measures at the stage of designing the composition of the concrete mixture, choosing rational methods of laying it in the floor structure, arranging protective measures and selecting waterproofing materials.

As a result of the effects of the wheels of lifting and transport equipment (for warehouse and industrial facilities), static, dynamic and vibration loads from technological equipment, as well as temperature effects and various hydrogeological factors, there is a gradual decrease in the bearing capacity and operational suitability of concrete floors, associated with internal irreversible changes in individual structural elements and soil layers. Natural factors (temperature differences in unheated rooms, fluctuations in the groundwater level in the deformed layer, etc.) also affect the operation of floor structures in general and the condition of the surface in particular.

Operational activities are one of the main reasons for the reduction of the durability of concrete floors. In the process of operation, their structural layers are exposed to various loads and influences, the main of which are:

- forces that cause vertical and horizontal stresses that lead to the appearance of elastic and plastic deformations;
- local force and shock effects that form cracks and potholes;
- vibration loads causing the development of a network of surface and sometimes through cracks;
- short-term and long-term cooling and heating of the surface, which occur mainly near the external entrance gates and near the dock levelers (the transshipment bridge, a special leveling platform that plays the role of a bridge between the floor of the vehicle body and the level of the loading platform);

- abrasive effects from the movement of vehicles; destruction occurs especially intensively in the case of a dirty and dusty surface, the use of lifting and transport equipment with deformed or worn wheels, as well as in the absence of reinforcing protective floor coverings or the use of low-quality materials.

References

1. Shumakov Y.V., Sekretnaia V.N. Visokoprochnie betonnie poli : tekhnolohyy, kachestvo, dolhovechnost : monohrafiya. Kharkiv : Misdruk, 2016. 220 s.

6. ВІДБУДОВА МІСТ УКРАЇНИ З ІНТЕГРАЦІЄЮ СХОВИЩ

Уразманова Н.Ф., ас., Черненко Л.С., студ.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Повоєнне відновлення українських міст являє собою комплексне завдання. Одним з найважливіших елементів модернізації є включення сховищ та укриттів для захисту цивільного населення при виникненні надзвичайних ситуацій в майбутньому. Розглянемо архітектурні, технологічні та соціальні аспекти відновлення міст в Україні з інтеграцією захисних споруд у міську інфраструктуру.

Руйнування в Україні внаслідок військової агресії залишили багато міст у руїнах. Оскільки передбачається не лише відновлення, але й урахування сучасних вимог, необхідно передбачити заходи безпеки, такі як зведення сховищ та укриттів. Інтеграція сховищ є не лише практичною необхідністю, але й критичним аспектом сучасного містобудування, спрямованим на забезпечення безпеки населення

Міста, зруйновані війною, завжди стояли перед складним завданням реконструкції. Після Другої світової війни багато міст Європи були перебудовані з урахуванням функцій безпеки. Відбудова Варшави стала одним із символів польської післявоєнної відбудови. Детальний план відновлення передбачав не лише відбудову історичних будівель, а й модернізацію міста з новими транспортними магістралями та житловими районами. Особливу увагу було приділено відновленню історичної спадщини. На випадок можливих майбутніх конфліктів укриття будувалися у нових житлових районах та громадських будівлях. Використання нових матеріалів та технологій дозволило забезпечити додатковий рівень захисту населення. У нових забудовах Дрездену були передбачені укриття, важливі державні установи та промислові об'єкти мали власні бомбосховища. Відбудова Лондона базувалася на плані, який пропонував зменшити щільність населення, створити нові зелені зони та оновити транспортну інфраструктуру. Побудовані під час війни укриття, зокрема у метрополітені та під громадськими будівлями, були модернізовані і зберігалися в якості резервних на випадок нових загроз. Під час відбудови було враховано можливість швидкої евакуації населення та забезпечення безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.

Реконструкція українських міст повинна збалансувати історичне збереження поряд з впровадженням сучасної інфраструктури безпеки, включаючи сховища та підземні шляхи для екстреної евакуації. Потрібно включити надійні функції безпеки в міський простір. Правова база для будівництва сховищ регулюється міжнародними та національними нормами і стандартами, які визначають типи, розміри та місця розташування сховищ у межах міських районів. Згідно з українським законодавством, нові будівлі повинні включати захисні споруди, здатні забезпечувати перебування мирних жителів під час надзвичайних ситуацій.

При відновленні міст слід реалізовувати інноваційні архітектурні рішення. Сучасні сховища, спроектовані таким чином, щоб функціонувати як багатоцільові простори, в мирний час можуть використовуватись в якості громадських центрів та паркінгів. Також потрібно враховувати питання естетичної інтеграції сховищ у міський ландшафт. Це означає мінімізацію візуального впливу великих підземних споруд. Інтеграція сховищ у житлові райони має також соціальне значення. Мешканці

почуватимуться безпечніше, що буде сприяти відновленню почуття нормальності та стабільності населенню, яке постраждало від війни.

Реконструкція українських міст з інтеграцією сховищ є критичним кроком до забезпечення довгострокової безпеки та стійкості міського населення. Використовуючи інноваційні матеріали та архітектурно-конструктивні рішення, країна може будувати функціональні і безпечні міста. Планування майбутніх міст має збалансувати потреби в безпеці з більш широкими цілями сталого розвитку та соціальної згуртованості.

7. TOOLS FOR POST-WAR REBUILDING OF URBAN AREAS

Chepurna S., PhD, Assistant professor

The Department of Civil Construction

O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv

The invasion of the Russian Federation and the beginning of military operations in February 2022 have caused not only significant civilian losses but also disrupted economic links between various spheres of life, as well as widespread destruction of residential buildings, industrial facilities, public buildings, and engineering and transport infrastructure, which has led to a deterioration in the country's economic situation.

Therefore, questions regarding the development of plans for the rebuilding of destroyed objects have increasingly appeared, even in 2023, the Plan for Rebuilding Ukraine, which outlines key programs for the development of various spheres of life, including the social sphere, education, healthcare, industry, and the strengthening of defense and security, was developed.

Various models were used for rebuilding European cities that were destroyed during World War II, largely depending on the influence each particular country received. Thus, the 'Soviet model' was applied in cities under the influence of the Soviet Union, such as in the Czech Republic and Slovakia (formerly Czechoslovakia), Poland, East Berlin, and Dresden, and in West Berlin, France, Austria, the Netherlands, and many other European countries, the rebuilding of urban areas was based on the Marshall Plan, which was introduced by the United States [1, p 11].

The Marshall Plan was based on the provision of financial assistance by the United States on a free-of-charge basis to rebuild infrastructure, develop various sectors of production, and revive large industrial areas, which allowed the countries to develop. Moreover, it should be noted that the USA offered help to all countries without exception but the USSR constantly put obstacles in the way of implementing the Marshall Plan in the countries that were within its sphere of influence. Therefore, rebuilding in these countries happened slowly due to the main focus on creating a management apparatus.

In July 2022, an international conference was held in Lugano (Switzerland) where the Plan for Rebuilding Ukraine was presented. This Plan determined the directions for the development of urban territories and suggested a new model for assistance, namely, this Plan will focus on individual cities, villages, or communities that suffered from the consequences of military action.

Thus, questions regarding the regulatory framework necessary for making decisions about the challenges of the post-war rebuilding of territories have appeared. Today's main documents are State Building Standards (DBN B.1.1-14:2021) [3, p. 4] that are aimed at the development of a Comprehensive Plan for the spatial development of territories. This plan takes into account general requirements, namely the location within the structure of Ukraine, the zoning of territories in accordance with selected functions, and the post-war direction of industry development and other areas.

But the Plan didn't take into account indicators directly related to the 'individuality' of the city, such as the morphology of buildings that characterizes the architectural and spatial form of buildings, the dimensions and proportions of streets, the type and function of urban areas, buildings, and streets, as well as the location of industry and residential areas.

Therefore, conditions for introducing changes to the regulatory framework at the local level are being created. These changes permit consideration of the specific development conditions inherent in each city, given the current realities, namely, the creation of shelters, improvement of the ecological environment, reduction of energy-inefficient buildings, the use of energy-intensive technologies, and waste sorting and disposal. Moreover, attention will be paid to the preservation of the historical environment, the identity of cities, and the formation of a comfortable urban space for all inhabitant.

One such tool can be the regulatory framework at the local level, specifically Volume and Space Coding (Form-Based Code), which is a system of rules for land use that takes into account the location, morphology of urban buildings and the environment in general, sizes and proportions in cross-section and profile, various elements of transport infrastructure, and decorative elements of buildings. This will allow for the formation of a high-quality and comfortable urban environment that aligns with the main principles of sustainable city development [3, p. 230].

Volume and Space Coding (Form-Based Code) as a mechanism for flexible regulation of the urban environment was developed in the USA after World War II in response to the challenges arising from inefficient land use, as the main document was functional zoning of the territories. Therefore, using this document along with traditional functional zoning made it possible to build cities at a rapid pace, while preserving their identity and creating a comfortable urban environment for various population groups.

Thus, to rebuild cities, it is necessary to use a tool that allows for establishing a typology of zones (central part, middle, periphery) based on a pre-established function and the location of a particular zone. This will help assess the influence of this territory on the formation of the city structure and determine the relationship between the main elements of buildings and public spaces while considering the principles of sustainable development and urban design, namely openness, accessibility, barrier-free design, comfort, environmental friendliness, safety, and multi-functionality.

References

1. Dosvid pisliavoiennoho vidnovlennia mist svitu: uroky dlia Ukrainy [Elec. resource]. – Access mode: https://era-ukraine.org.ua/wp-content/uploads/2023/06/Doslidzhennia_Dosvid-pisliavoiennoho-vidnovlennia-mist.pdf, free (application date : 20.10.2024).
2. Sklad ta zmist mistobudivnoi dokumentatsii na mistsevomu rivni: DBN B.1.1-14:2021. – Chynnyi vid 30.12.2021. – Kyiv Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy, 2022. – 81 s. – (Derzhavni budivelni normy Ukrainy). Access mode: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/2860260340841580391?doc_type=2.
3. Chepurna S. M. Tools for the sustainable development of public urban space / Chepurna S. M., Zhidkova T. V., Dudka O. M. – Electron. text. data. – Theory and practice of design. Culture and art. – Issue 26. – 2022. – P. 230-238. Access mode: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/17223/24546>, free (application date : 20.10.2024).
4. Svitlana Chepurna. Urban Design Principles as Tools of Urban Area Sustainable Development for Creating Pedestrian Space: The Case of Poltava (Ukraine) [Electron. resource] / Svitlana Chepurna, Tatyana Zhidkova, Olha Popova and

Olena Dudka. – Electron. text. data. – Lecture Notes in Networks and Systems. – 808 LNNS – 2023. – P. 98–108. – Access mode: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-46877-3_9, free (application date : 20.10.2024).

8. РАЦІОНАЛЬНІ ПРОЕКТНО КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВ ЗРУЙНОВАНИХ БУДИНКІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ ВІДБУДОВИ

¹ Швидкий Д.В., асп., к.т.н. доц. ¹ Швець В.В., к.т.н., доц., зав. каф. БМГА,

² Соколенко К.В., PhD, ст. викл.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця ¹

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ²

Постановка проблеми. Відновлення житлової забудови зруйнованих міст та селищ Донбасу матиме технічну та організаційну проблему. Ситуація характеризується масштабом руйнувань – суцільна руйнація мікрорайонів або кварталів формує завдання визначення порядку черговості оновленої забудови. Технічна сторона проблематики полягає в тому – яку раціональну схему розчистки території обрати. Містобудівна документація, проект детального планування ділянки мікрорайону або кварталу оперує часовими рамками 2-3 роки. Якщо передбачати завдання розчистки території від зруйнованих об'єктів (будинків) це відкладає фазу будівництва на період проведення очисних та демонтажних робіт. Країна не має досвіду вирішення подібних задач. Досвід розбудови країн Європейського континенту після ІІWW також не є узагальнено актуальним, оскільки типологія конструктивних рішень забудови початку минулого сторіччя мала суттєві відмінності [1-4]. Постає завдання визначити та розробити раціональні проектно конструктивні рішення, що дозволяють максимально використовувати основи зруйнованих будинків для подальшої відбудови [5, 6].

Виклад основного матеріалу.

Значна кількість районів та мікрорайонів міст Донбасу має характерні планувальні рішення стосовно забудови. З характерних рис можна відзначити рядову забудову лінійно розміщеними секціями житлових будинків, орієнтацію секцій житлових будинків у одному напрямку, мінімальні відступи фасадів будинків (лінії забудови) від червоних ліній вулиць, односмугові внутрішньо кварталні проїзди (ширина 3 – 3,5м), мінімально допустима за будівельними нормами відстань між суміжними будівлями, відсутність зелених зон загального користування у середині забудови.



Рисунок 1. Зовнішній вигляд зруйнованого міста



Рисунок 2. Зовнішній вигляд зруйнованого будинку

Виникають принципові питання, що стосуються порядку та способу очищення ділянок території масової руйнації. (Рис.1, 2).

Розчистка поверхні зруйнованих ділянок забудови можна організувати з використанням важкої будівельної техніки – бульдозери, екскаватори, гідроножичі, гідроклин. *Методи та модель розчистки зруйнованих територій становлять окрему науково – практичну задачу та потребують додаткових досліджень.* [7,8]. Ще більш складним технічно виглядає проблема розбирання, демонтажу підземної частини зруйнованих будинків. Фактично відтворюються роботи нульового циклу у зворотній послідовності з усім комплексом факторів локальної невизначеності. Значним є обсяг робіт по демонтажу/розбиранню, значним є обсяг земляних робіт. Рішенням, яке дає змогу значно скоротити обсяг робіт по розбиранню конструкцій підземної частини будинків є варіант їх використання для зведення нових об'єктів відбудови. Пропонується комбіноване рішення спільного використання масиву фундаменту зруйнованого будинку та монолітного ростверку по буронабивних палях. Свердлувати масив існуючого фундаменту доцільно з використанням алмазного буру – в частині бетонного масиву. Простір підвальної частини закладати рециклінговими відходами від розібраних конструкцій стін наземної частини з механічним ущільненням. Крок паль, конфігурація осей розміщення паль визначається розмірами проектного будинку. Використання технологій алмазного буріння одночасно дає можливість отримувати керни – зразки пород ґрунту основи для лабораторного визначення фізико-механічних характеристик. Масив лабораторних даних характеристик ґрунту дасть можливість якісного моделювання та розрахунку системи будова – ґрунтова основа. В умовах щільної забудови, в т.ч. на ділянках руйнування, відсутності вільних від забудови ділянок, запропонований метод конструювання фундаментної частини здатний забезпечити високий техніко – економічний ефект.

Висновок. Процес відновлення звільнених міст матиме свої нетипові відмінності. На території масового руйнування міської забудови утворюється великий обсяг відходів, завдання утилізації яких становить складну та вартісну проблему. Принциповим є завдання скорочення транспортних витрат на переміщення вторинних

будівельних відходів від руйнування будівель. Раціональним варіантом може бути нашарування відходів, що складаються з мінеральних матеріалів, при формуванні ділянок (масивів) забудови. Конструктив пропонується утворювати у вигляді системи ґрунтова основа, штучна основа, об'єднаних системою паль та ростверком.

Література

1. Соколенко, К. (2023). Передумови та завдання зміни функцій і форми регіональної типології Луганської області. *Містобудування та територіальне планування*, (84), 350–364. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.350-364>
2. Завальний О.В. Регіональна модель територіального планування: вплив факторів військової агресії та післявоєнні перспективи / О.В. Завальний, О.В. Нижник, Д.С. Вишневський // *Просторовий розвиток: Науковий збірник* / К., КНУБА, 2022. – Вип. 2.- 84-93. URL: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2022/SD202202.pdf>
3. Древаль, І. (2022). До питання розробки концепцій відродження міст України в післявоєнний період. *Містобудування та територіальне планування*, (81), 133–142. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.81.133-142>
4. Устінова І., Плешкановська А. Урбіцид та повоєнне відновлення житлової забудови міст України: досвід та перспективи. *Grail of Science*. 2023. № 23. С. 463–471. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.23.12.2022.82> (дата звернення: 22.10.2024).
5. Порядок виконання робіт з демонтажу об'єктів, пошкоджених або зруйнованих внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.04.2022 №474. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/474-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 23.07.2023).
6. Руїни знову стануть будинками: як переробка будівельного сміття може змінити відбудову - Хмарочос. *Хмарочос*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2023/11/28/ruyiny-znovu-stanut-budynkamy-yak-resajkling-budivelnogo-smitty-mozhe-zminyty-vidbudovu/#:~:text=«У%20більшості%20країн%20Європи%20рівень»,%20-%20йдеться%20у%20звіті.> (дата звернення: 22.10.2024).
7. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів / О. Р. Попович, Я. М. Захарко, М. С. Мальований // *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Теорія і практика будівництва*. - 2013. - № 755. - С. 321-324. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB_2013_755_60
8. Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України: Постанова Каб. Міністрів України від 27.09.2022 № 1073 : станом на 29 серп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-п#Text> (дата звернення: 22.10.2024).

9. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ПЕРЕРОБКИ ЗРУЙНОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ НА ТЕРИТОРІЯХ СУЦІЛЬНИХ РУЙНУВАНЬ

¹ Соколенко К.В., PhD, ст. викл., ¹ Морозенко М.О., асп., ² Швидкий Д.В., асп.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ¹
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця ²

Наслідками руйнувань є велика кількість будівельного сміття отже слід врахувати питання рециклінгу при розгляді концептів відновлення та реконструкції пошкоджених будівель та споруд.

За оцінками експертів Київської школи економіки станом на початок 2024 року загальна сума прямих та задокументованих збитків становить \$157 млрд. дол. США. Війна триває, руйнування продовжуються, що призводить до зростання загальної суми збитків. З поміж загальної частки прямих збитків приблизно 1/3 приходить на житловий фонд – так унаслідок бойових дій загалом зруйновано або пошкоджено 250 тис. об'єктів житлового фонду, з них 89% становлять приватні будинки, а 11% багатоповерхові житлові будинки [1].

Загальна площа пошкоджених або зруйнованих будівель становить приблизно становить 8,6% від загальної площі житлового фонду України. Розподіл в залежності від пошкоджень та ступеню руйнувань свідчить, що незначних пошкоджень має лише 1/10 від всіх пошкоджених будівель (рис. 1). Донецька, Харківська та Луганська області знаходяться з поміж найбільш постраждалих областей в яких руйнування житлового фонду найбільші, на них припадає майже 60% зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду (рис. 2) [1].

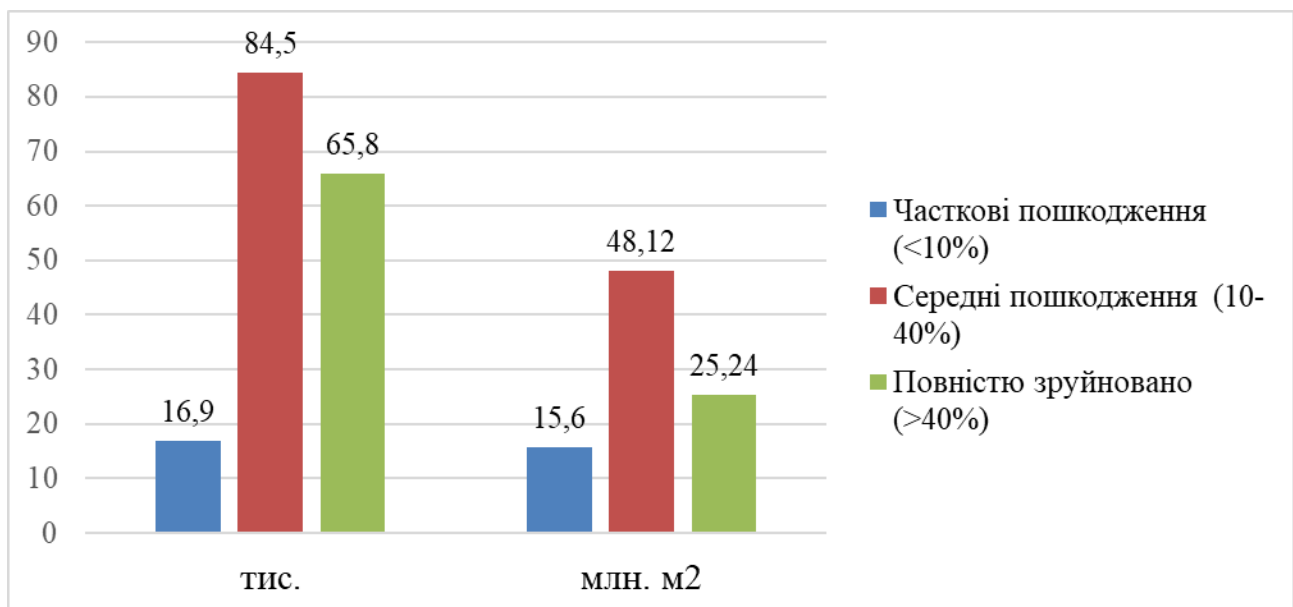


Рисунок 1. Розподіл по кількості та площі пошкоджених будівель в залежності від рівня пошкоджень на 01.01.2024

За досвідом реконструкції масової індустріальної забудови у містах Східної Німеччини, за середніми оцінками, вартість реконструкції будинків перших індустріальних серій становить до 30% від собівартості нового житла. За досвідом

Естонії реконструкцію оцінювали в 300 євро за 1 м², тоді як 1 м² нового будівництва – 1200 євро, плюс 100 євро за квадрат площі знесення старої будівлі. За даними же Польського інституту житлового господарства, проведення реконструктивних робіт доцільно при верхній межі їх вартості у 70% від собівартості нового будівництва [2].

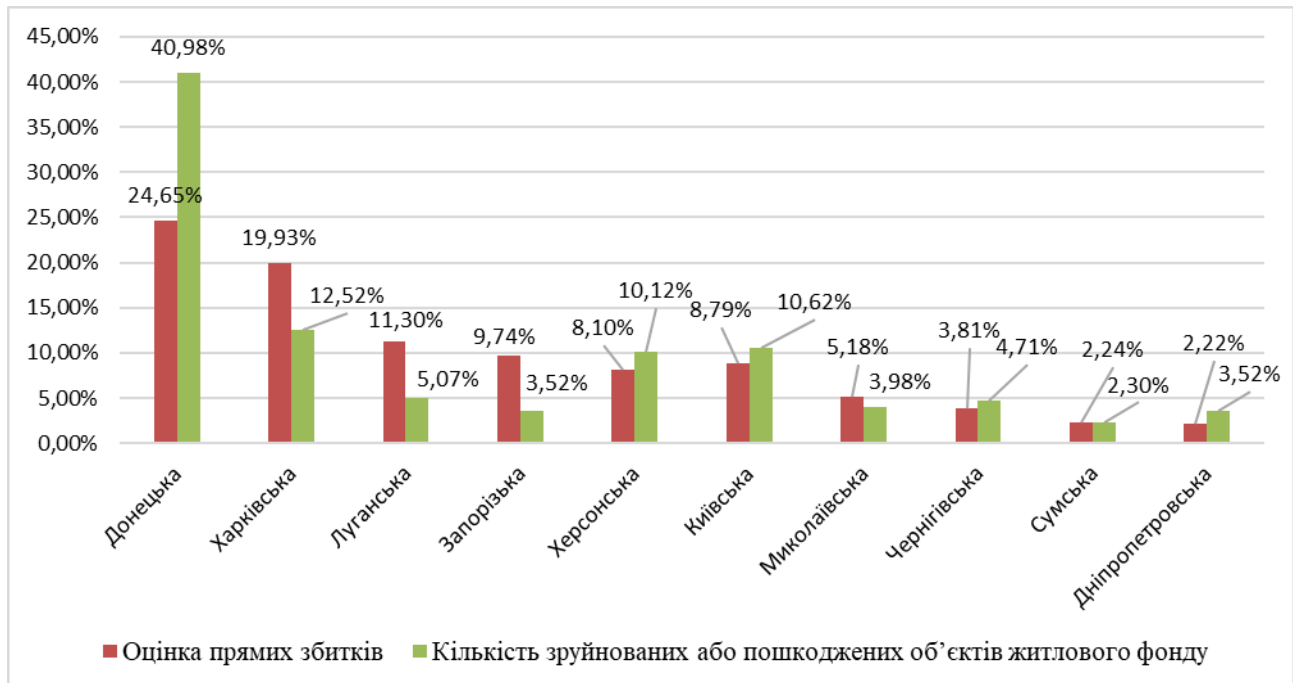


Рисунок 2. Оцінка прямих збитків та кількості зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду для обраних областей на 01.01.2024

Відходів руйнувань по всій Україні вже утворилося понад 670 тисяч тонн [7]. Таким чином за неможливості відбудови пошкоджених будівель та споруд є цілком доречним застосування рециклінгу будівельного сміття, оскільки КМУ затвердив ще у 2022 році порядок виконання робіт з демонтажу пошкоджених або зруйнованих об'єктів, відповідно до якого демонтажні роботи повинні враховувати максимальну переробку відходів демонтажу [3, 6].

Зокрема в розвинутих країнах, наприклад, у Нідерландах переробляється близько 90% будівельних відходів, у Бельгії – 87%, у Данії – 81%, у Великобританії – 45%, у Фінляндії – 43%, в Австрії – 41%, в Канаді цей відсоток складає приблизно 73% [4].

Так за різними даними при демонтажі 5-ти поверхової будівлі індустріальної забудови утворюється до 5 тис. тон відходів, з яких половина це бетон або з/б, а іншу частину переважно становлять кам'яні матеріали [5]. Відповідно, для повторного застосування після переробки можуть бути використанні такі види будівельного сміття як бетон, з/б, цегла, скло, утеплювач, покрівельно-бітумні матеріали. Проте переробка будь-яких матеріалів вимагає їх сортування, що також ставить питання ефективності цих заходів та рентабельності.

Бетонний брукт після переробки повинен бути однорідним по якості піском або щебнем, необхідно вилучати сторонні включення такі як скло, арматура, деревина, тощо. Бетон може бути використаний в залежності від фракції переробки як заповнювач для бетону, основа для доріг, низькомарочне в'язуче для виготовлення

силікатних автоклавних виробів, кладочних розчинів. Скло може бути застосовано для виготовлення теплоізоляційного піноскла.

Деякі елементи з/б конструкцій – сходи, плити перекриття, фундаментні, стінові блоки при їх задовільному стані цілком можливо було би використовувати при будівництві малоповерхових будівель, об'єктів із незначним класом наслідків, особливо з огляду на те, що виробнича база збірних будівельних матеріалів фактично ще до повномасштабної війни була відсутня, збірні залізобетонні конструкції поставлялися із сусідніх областей, що впливало на собівартість будівництва.

Має бути розгорнуто мережу модульних підприємств з виробництва будівельних матеріалів по можливості максимально близько до територій з найбільшими руйнуваннями. Це дасть змогу використати місцеву сировину та надати робочі місця. Потрібно налагоджувати виробництво збірних конструкцій для будівництва житла та об'єктів соціальної сфери за сучасними технологіями, які можна швидко прив'язувати до місцевості та зводити за дуже короткі терміни [8].

Література

1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. Київ : KSE Institute, 2024. 39 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf. (дата звернення: 16.10.2024).
2. Устінова І., Плешкановська А. Урбіцид та повоєнне відновлення житлової забудови міст України: досвід та перспективи. Grail of Science. 2023. № 23. С. 463–471. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.23.12.2022.82> (дата звернення: 22.10.2024).
3. Порядок виконання робіт з демонтажу об'єктів, пошкоджених або зруйнованих внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.04.2022 №474. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/474-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 23.07.2023).
4. Руїни знову стануть будинками: як переробка будівельного сміття може змінити відбудову - Хмарочос. *Хмарочос*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2023/11/28/ruyiny-znovu-stanut-budynkami-yak-resajkling-budivelnogo-smitty-mozhe-zminyty-vidbudovu/#:~:text=«У%20більшості%20країн%20Європи%20рівень»,%20-%20йдеться%20у%20звіті.> (дата звернення: 22.10.2024).
5. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів / О. Р. Попович, Я. М. Захарко, М. С. Мальований // *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Теорія і практика будівництва*. - 2013. - № 755. - С. 321-324. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB_2013_755_60 (дата звернення: 22.10.2024).
6. Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України: Постанова Каб. Міністрів України від 27.09.2022

№ 1073 : станом на 29 серп. 2024 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-п#Text> (дата звернення: 22.10.2024).

7. Від початку повномасштабного вторгнення рф в Україні вже утворилося понад 670 тисяч тонн відходів руйнації – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт.* URL: <https://mepr.gov.ua/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-ponad-670-tysyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/> (дата звернення: 22.10.2024).
8. Про відновлення та регіональний розвиток після війни - Інститут громадянського суспільства. Інститут громадянського суспільства. URL: <https://www.csi.org.ua/news/pro-vidnovlennya-ta-regionalnyj-rozvytok-pislya-vijny/> (дата звернення: 22.10.2024).

10. МІСТОБУДІВНИЙ АСПЕКТ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ МІСТ УКРАЇНИ

¹ Соколенко К.В., PhD, ст. викл., ¹ Соколенко В.М., к.т.н., доц.

² Швидкий Д.В., асп.

**Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ¹
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця ²**

Бойові дії тривають, і чим вони інтенсивніше та триваліше на певній території, тим більший масштаб руйнації, що матиме прямий вплив на процес, тривалість та доцільність відновлення території.

Так на після Першої світової війни, на північному сході Франції існує так звана «червона зона», території які виявилися настільки зруйновані, що були визнані непридатними для проживання людей і ведення на них будь-якої діяльності, що викликано як і забрудненням середовища так і великою кількістю нездетонованих боєприпасів. Руйнування зазнали не тільки міста і села, а й цілі ландшафти. Після війни, уряд скуповував землі які не підлягали відновленню і до власне червоної було внесено 1200 км² французької території. На сьогоднішній час ця територія зменшилася до 100 км². За різними оцінками остаточне повернення цих земель у господарчу діяльність займе ще не одне сторіччя. Загалом від бойових дій ПСВ було знищено 7% території Франції, або ж більше 33 тисячі км², що більше на 25% від площі території Луганської області.

Закінчення бойових дій знаменує відбудову міст, відновлення територій, містобудівних систем. Післявоєнна відбудова має бути направлена як на відновлення довоєнної економічної активності, так і її модернізацію з огляду на перспективний розвиток.

Прийняті політичні рішення будуть формувати державні засади та стратегію відновлення країни. Регіональне відновлення спиратиметься на загальну стратегію відродження. З точки зору регіонального планування містобудівне відновлення вимагає урахування соціально-економічних потреб, екологічних обмежень, ресурсних можливостей та регіональних відмінностей.

У залежності від ступеня руйнування міського середовища можна виділити наступні напрямки життєвого циклу міста – місто втрачає своє функціональне значення або спроможне відродити втрачений потенціал. Останній напрямок може передбачати повне чи неповне відновлення функціональної спроможності міста із відповідною повною чи неповною довоєнною чисельністю населення [1].

Базовими принципами повоєнного відновлення урбанізованих територій залишається спрямованість на забезпечення потреб населення. Містобудівне проектування спирається на показники, головним з яких є чисельність населення. Урахування демографічної ситуації необхідно при плануванні відновлення. Визначення необхідності у відбудові чи в плановому зменшенні зруйнованої інфраструктури, оскільки можливо що її в попередніх, довоєнних масштабах не доцільно відновлювати через відсутність попиту, потреби в ній [2].

Так слід зазначити, що зокрема в ЗУ «Про засади державної регіональної політики» відновлення регіонів і територій, визначається як комплекс першочергових заходів, спрямованих на відновлення об'єктів критичної, соціальної інфраструктури,

житла, тощо – до стану, що дозволяє забезпечити повернення ВПО, та створення сприятливих умов для діяльності всіх суб'єктів господарювання [3].

Формується залежність між умовами відродження – масштабом збереження міст та чинниками відродження – дієздатною часткою населення. В неостанню чергу люди визначають чи відбудеться відновлення – тобто одне з умов відновлення це наявність споживачів перетворення. І навпаки, відновлення нормальної діяльності міст, відтворення головних міських функцій сприятиме сорбції населення.

Таким чином, людський фактор, демографічний стан в першу чергу буде визначати перспективи відновлення міст і люди в цій ситуації отримують суб'єктність – здатність впливати на об'єкт перетворення маючи власну внутрішню мотивацію, впливати на формування та прийняття рішень щодо розвитку та організації території, що визначає на можливі варіанти містобудівної ситуації.

В прийнятті рішення по відновленню територій виникає проблема визначення балансу між витратами на відновлення цих територій, та їх подальшою ефективністю використання. Також виникає питання для кого реалізуються реконструктивні заходи? При цьому слід розуміти, що у випадку відновлення – відбудови населеного пункту, для нього повинна бути утворена нова економічна модель. Багато зруйнованих поселень були представлені мономістами, навколо шахти чи іншого підприємства. Тепер ці об'єкти повністю зруйновано і їх відновлення навряд чи можливе, таким чином чи доцільна та можлива і в яких масштабах відбудова взагалі, у випадку якщо не буде відновлюватись містоутворююча група – шахта чи провідне підприємство, навколо якого було створене поселення. В такому випадку, в залежності від кожної окремої ситуації, може бути прийнято рішення з повного або часткового відновлення чи ліквідації населеного пункту з наступною рекультивацією території [4].

Відновлення населених пунктів залежать від впливу цих процесів на загальний процес відбудови країни її розвитку, розвитку місцевої та регіональної економіки, тобто виникає питання, якою буде його економічна спрямованість у випадку відбудови населеного пункту.

Не може бути розвитку окремого міста з випереджаючими показниками на зруйнованій території. Концентрація ресурсу у окремо взятому населеному пункті не дасть ефекту з точки зору відновлення цілого регіону. Аналогічно «розмазування» тонким шаром не забезпечить її розвиток, що вимагає визначати точки росту, напрямки випереджаючого розвитку. Цільовими орієнтирами розвитку території може бути збереження перспективних розвинених урбанізованих осередків, розвиток шляхів сполучення та підвищення доступності поселень, збереження екології.

Таким чином якщо піти від зворотного – рішення по території будуть прийняті, оскільки вона нікуди не зникне і вимагатиме прийняття цих рішень. Враховуючи невизначеність висхідних умов, це вимагає розробляти містобудівне обґрунтування, що буде розглядає позитивний, негативний та проміжні варіанти перспектив окремих територіальних утворень та міст.

Але в будь якому випадку, це управлінське, в певних випадках політичне рішення, це дійсно проблема, складне питання яке вимагає в тому числі належного законодавчого та кадрового забезпечення фахівців які будуть приймати відповідні рішення.

З нормативної точки зору, слід зазначити, що у ЗУ «Про регулювання містобудівної діяльності» [5] наводиться Програма комплексного відновлення області/території територіальної громади яка розробляється за рішенням відповідного виконавчого органу влади. Зазначена Програма комплексного відновлення включає зокрема таку інформацію як: інформацію щодо технічної можливості, економічної доцільності відновлення населених пунктів, інженерно-технічної інфраструктури; інформацію про наявність містобудівної документації та її актуальності; аналіз ресурсів території для відновлення життєдіяльності; інформацію щодо необхідності підготовки території а саме здійснення розмінування, демонтажу зруйнованих будівель та споруд, рекультивації земель; пропозиції щодо зміни функціонального призначення окремих територій, перенесення об'єктів виробничої сфери; загальні підходи та пропозиції щодо комплексного відновлення, розвитку території області та заходи для їх реалізації; розрахунок заходів та джерел фінансування для забезпечення комплексного відновлення.

Продовжуючи, відповідно до ЗУ «Про засади державної регіональної політики» [6] до документів, що розробляються для відновлення та розвитку регіонів і територій, належать – План відновлення та розвитку регіонів, що включає регіональні плани відновлення, та План відновлення та розвитку територіальних громад. Зазначені документи повинні як раз таки узгоджуватися з програмою комплексного відновлення області / територіальної громади за умови їх наявності.

Також відповідно до проекту ЗУ «Про засади відновлення України» [7], який наразі розробляється та проходить обговорення, порядок та критерії для визнання населеного пункту зруйнованим та значно пошкодженим визначаються КМУ, а таке питання ставиться відповідною місцевою радою або ВЦА населеного пункту. Для розгляду питань про визнання населеного пункту зруйнованим та значно пошкодженим, утворюється Комісія яка здійснює розгляд матеріалів адміністрацій населених пунктів та приймає відповідне рішення. Такими матеріалами можуть бути програми комплексного відновлення.

Проте проект ЗУ «Про засади відновлення України», не визначає і не окреслює таких варіантів як: повна або часткова відбудова, або ж ліквідація поселення з наступною рекультивацією території. Тобто не визначаються головні критерії які б слугували для визначення ступенів руйнації населеного пункту, методи та принципи їх оцінки для прийняття відповідних рішення про віднесення населеного пункту до тієї чи іншої категорії руйнувань. Проектом також відзначено, що відновлення може здійснюватися у формі пооб'єктного відновлення шляхом реалізації окремих проєктів відновлення або комплексного відновлення поселень через реалізацію сукупності проєктів відновлення.

Таким чином існуюче законодавство щодо повоєнного відновлення територій вже певним чином сформовано, проте все ще триває процес його розвитку та узгодження.

Література

1. Pleshkanovska, A. *et al.* (2024). Reconstructive Activity in the Context of Urban Life Cycle Phases. The Case of Ukrainian Cities, *ACE: Architecture, City and Environment*, 18(54), 12127. <http://dx.doi.org/10.5821/ace.18.54.12127> (date of access: 22.10.2024).

2. Соколенко К. В. Суб'єктність як фактор відновлення деокупованих територій. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2023. Т. 103, № 3. С. 149–161. 283 URL: <https://doi.org/10.31713/vt3202314>. URI: <https://ep3.nuwm.edu.ua/29836/>. (дата звернення: 10.04.2024)
3. Про засади державної регіональної політики : Закон України від 05.02.2015 № 156-VIII : станом на 27 черв. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text> (дата звернення: 22.10.2024).
4. Частина 2. Що пропонує проєкт Закону України «Про засади відновлення України»? - Інститут громадянського суспільства. *Інститут громадянського суспільства*. URL: <https://www.csi.org.ua/news/chastyna-2-shho-proponuye-proyekt-zakonu-ukrayiny-pro-zasady-vidnovlennya-ukrayiny/> (дата звернення: 22.10.2024).
5. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI : станом на 21 верес. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text> (дата звернення: 22.10.2024).
6. Про засади державної регіональної політики : Закон України від 05.02.2015 № 156-VIII : станом на 27 черв. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text> (дата звернення: 22.10.2024).
7. Повідомлення про оприлюднення пропозицій робочої групи з напрацювання законодавчих ініціатив щодо відновлення України. *Міністерство інфраструктури України*. URL: <https://mtu.gov.ua/news/35630.html> (дата звернення: 22.10.2024)

11. ЗАВДАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ВТОРИННИМИ БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ ВІД РУЙНАЦІЇ МІСТ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

¹ Швидкий Д.В. асп., ¹ Швець В.В., к.т.н., доц., зав. каф. БМГА,

² Соколенко В.М., к.т.н., доц.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця ¹

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ²

Третій рік війни в Україні несе масштабні руйнування. Немає жодної області яка б не зазнала руйнувань внаслідок бойових дій. Масштаби та характер руйнувань визначаються географічним розташуванням, умовами пересування та фіксації лінії бойових зіткнень, фактом окупації або звільнення окремих територій областей, іншими факторами. Тилові області переважно зазнали авіаційних ударів по об'єктах промисловості та інфраструктури. Також є чимало зруйнованих цивільних будівель. Міста розташовані близько до лінії бойових зіткнень зазнають значно масштабніших руйнувань. За свідченням міського голови у Харкові з 9000 будинків 4000 ушкоджено. Також ушкоджено або зруйновано 50% шкіл та дитячих садків.

Масштаб та характер руйнувань с. Андріївка демонструє «місячний ландшафт» який утворився внаслідок обстрілів (рис. 1). Щільність воронок демонструє, що жодних неушкоджених об'єктів на території не існує. І це не поодинокий випадок. Достатньо свідчень того, що окремі населені пункти зруйновано повністю. Тобто в адміністративно визначених межах населеного пункту не існує жодного вцілілого будинку, повністю зруйновано інфраструктуру, не ведеться будь яка господарча діяльність, населення вимушено покинуло свої домівки. Формуються території, зони, райони суцільного руйнування. Розміри зон руйнування становлять до 100-150 км у ширину – перевищують відстань міжселенних районних зв'язків.



Рисунок 1- масштаб та характер руйнувань с. Андріївка

Супутниковий знімок фіксує ситуацію на лінії бойового зіткнення. Характерною ознакою є відсутність господарчої діяльності, відповідно природа на території самовідновлюється, поростає стійкими невибагливими видами рослин. Карти нічного освітлення територій (Рис.2) чітко вказують на відсутність господарської діяльності з боку людини, колапс промисловості та населених пунктів в цілому

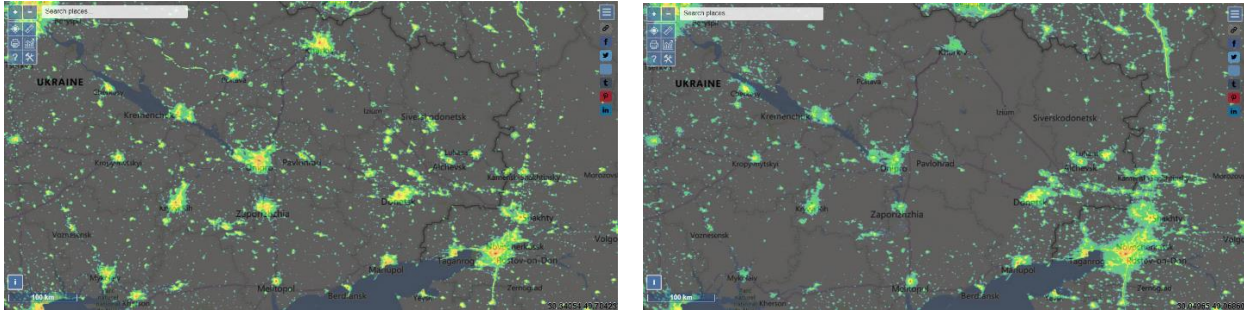


Рисунок 2. Карти нічного освітлення територій, до війни, станом на на 2021 та 2023 р.

Нормативна документація та законодавчі рішення спрямовані на завдання відновлення зруйнованих населених пунктів, відбудови окремих зруйнованих об'єктів на сучасному етапі не відповідають тим викликам, що сформували масштабні руйнування, та потребують удосконалення. Базові принципи відновлення, загальні підходи та вимоги до моделей та програм поводження з вторинними будівельними відходами від руйнування на високо урбанізованих територіях суцільного руйнування поки не пророблено.

ЗУ про походження з відходами не розглядає проблему об'єднання територій суцільного руйнування з ВБВР класифікованих за класом шкідливості. Накопичений досвід та правила поводження (управління) відходами прийнятні для «звичайних» умов, коли відходи утворено в умовах функціонування галузей промисловості, функціонування міст та їх традиційних, притаманних видів господарювання. Війна призвела до надзвичайно швидкого руйнування по характеру дії. Додаткові негативні впливи зумовлені природно-кліматичними факторами. Два роки території та об'єкти існують без можливості хоча б консервації з боку людини (господаря будівлі). Об'єкти господарської діяльності на територіях лінії бойового зіткнення заблоковано для будь якої господарської діяльності.

Автори вважають що доцільно впроваджувати як термін та категорію поняття «Вторинні будівельні відходи руйнування (ВБВР)», котрі характеризують рештки від зруйнованих об'єктів на території міст та населених пунктів, що зазнали суцільного руйнування.

Законодавчі акти прийняті у 2022 та 2023 р.р. на той час не могли врахувати та запропонувати рішення по переробці(управлінню) з ВБВР що мають значний територіальний масштаб.

Буча, Ірпінь, Харків – міста, котрі зазнали масштабних руйнувань, але зберегли управління, органи та структури міського самоврядування, мають певний ресурс та можливості відновлення. В цих містах реалізуються програми утилізації, переробки та управління відходами, що утворилися внаслідок руйнації під час бойових дій. Для міст та територій суцільної руйнації формується катастрофічна містобудівна ситуація.

Відповідно в умовах катастрофи не може бути окремих позитивних ділянок або сфер, проблематика вирішення яких має вдалі позитивні рішення. На рис. 5 наведено приклади зон суцільного руйнування міст України. З переліку містобудівних параметрів збереглися адміністративні кордони території населених пунктів, географічні параметри вертикального планування (рельєф), опорний планувально-транспортний каркас вулично-дорожньої мережі. Збережено функціональний зонінг міст, проте не факт, що не змінилися параметри та показники, притаманні для відповідних зон. Це стосується зон зелених насаджень, рекреаційних зон, санітарно-захисних зон та інше.

Не існує генеральних планів міст, діючих органів місцевого самоврядування, не визначено склад та функції підприємств і установ містоуворюючої та містообслуговуючої груп.

Категорії: утворювач відходів; власник відходів; власник/управитель об'єкта; уповноважений орган мають невизначений характер. На початковому етапі це заважатиме розробці програм управління ВБВР у конкретному населеному пункті. На урбанізованих територіях що мають різну інженерно-планувальну організацію, при аналізі характеру та масштабу руйнувань, методи та моделі поводження (управління) з ВБВР матимуть визначені відмінності. Зберігає актуальність завдання розробки принципів поводження (управління) з ВБВР на високо урбанізованих територіях, що зазнали масштабних руйнувань.

Війна та її наслідки формують території та зони руйнування, розмір яких співставний та перевищує розмір середнього міста. Досвіду відновлення міст майже повністю зруйнованих країна не має. Становлення населеного пункту (міста) становить декілька років за сприятливих умов. Реконструктивне перетворення об'єктів сягає 25-50% витрат у порівнянні з новим будівництвом. Якщо подібну аналогію використовувати у якості робочої гіпотези, розчищення зруйнованих міст та територій може становити 3-5 років – термін реалізації масштабних містобудівних завдань. В якості об'єкту дослідження розглядаються міста, зони та територіальні утворення, що зазнали масштабних руйнувань. Актуальне наукове завдання становить розробка типологічних класифікацій зруйнованих міст по характерним ознакам. Бахмут, Попасна, інші міста перетворено на території – привиди, території що позбавлені управління, функціонування. Проблема відтворення цілих населених пунктів вимагатиме реалізації на початковому етапі нагальних рішень невідкладного спрямування, а у середньо та довготерміновому відновленні розробки програм поводження з ВБВР на територіях суцільної руйнації.

Слід пам'ятати історію існування т.з. «червоних зон» територій на картах сучасної Європи, котрі і досі виведено з господарчого обороту з часів ІВВ. Тобто є розуміння, що масштабні бойові дії спроможні давати наслідки, шкідливий вплив яких не вдається купірувати протягом сторіччя.

Висновок. Процес відновлення звільнених міст, що зазнали особливо масштабних руйнувань матиме свої нетипові відмінності. Одним з перших завдань є проблема поводження, управління вторинними будівельними відходами, що утворилися внаслідок руйнації. У випадку, коли рециклінгу, як варіанту поводження з ВБВР підлягають міста, зони та територіальні утворення, що зазнали масштабних руйнувань, методи та моделі розчистки зруйнованих територій становлять окрему науково – практичну задачу та потребують додаткових досліджень.

12. АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ УНОРМОВАНОЇ СТРАТЕГІЇ ЗАХИСТУ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ І РЕАЛЬНИХ УМОВ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Жидкова Т. В., к.т.н., доц.

Національний авіаційний університет, м. Київ

Основні положення захисту населення України від воєнних дій чітко визначені законодавчою і нормативною документацією. Кодекс цивільного захисту України містить перелік захисних споруд, призначених для захисту населення, а державні будівельні норми ДБН 2.2-5:2023 визначили вимоги щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту сховищ, протирадіаційних укриттів та відповідних цим спорудам за рівнем захисних властивостей споруд подвійного призначення. [1, 2].

Всупереч вище згаданим документам захист населення, що мешкає в наявному житловому фонді на третьому році війни залишається проблемою самого населення. Деякі товариства співвласників облаштували підвальні приміщення у своїх будинках, але чим далі триває війна, тим менше людей користуються цими укриттями.

Метою дослідження є аналіз відповідності стратегії захисту цивільного населення реальним умовам війни в Україні

Дослідження довели, що у відносно спокійних регіонах на заході держави на заклик «перейдіть в найближче укриття» реагує близько 20 % людей, в той час, коли у прикордонних містах менше ніж 10 %.

Проаналізовано статистичні дані щодо тривалості сигналу повітряної тривоги протягом місяця за регіонами України станом на 24 жовтня 2024 року [3].

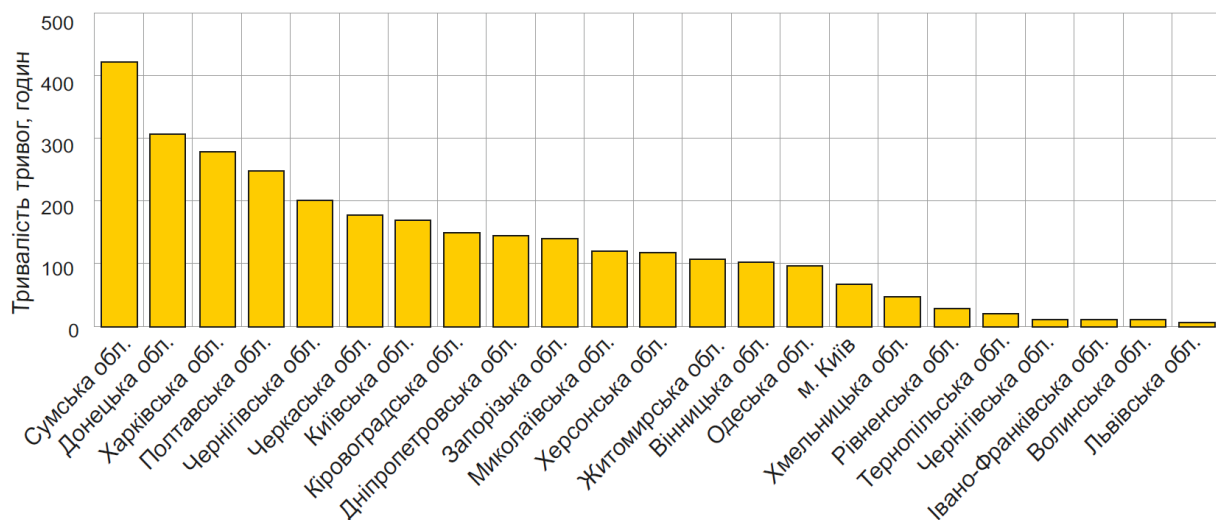


Рисунок 1. Схема тривалості сигналу повітряної тривоги за регіонами України протягом місяця (станом на 24 жовтня 2024 року)

Виявилось, в областях, які межують з державою агресором тривалість сигналу тривоги складає до 60 % часу, тобто у середньому 10-14 годин на добу. Слід додати, що ці середня тривалість однієї тривоги 1-2 години. Тобто 5-6 раз на добу вдень або вночі під час відпочинку, роботи або навчання людина має бігти до укриття (рис. 1).

Погодинний розподіл кількості тривог в добовому режимі показав, що найбільша кількість цих сигналів відбувається о 10 годині ранку й о 10 годині вечора та поступово знижується до 6 години (рис. 2).

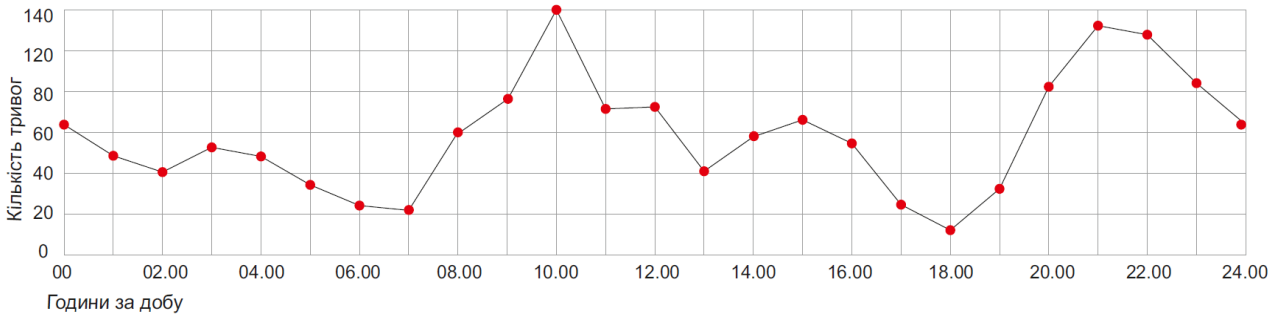


Рисунок 2. Погодинна кількість тривог в добовому режимі за регіонами України

В денний час коли людина знаходиться на роботі або навчанні вона може перейти до укриття в разі наявності його в межах хвилинної доступності, бо саме стільки часу є у жителів прикордоння між початком сигналу і вибухом. Слід додати, що в багатьох регіонах сигнал тривоги часто лунає одночасно або навіть після вибуху.

Вночі ситуація зовсім інша за хвилину неможливо прокинутись, одягнути дітей і добігти до укриття або загинути не добігти. Саме через це вночі вже ніхто нікуди не біжить. В кращому випадку переходять в коридор і ховаються «між двома стінами». Слід нагадати, що в переважній кількості житлового фонду будинки двохпрогонові, де немає в середині простору між двома стінами.

Реалії війни довели, що стратегія захисту населення, яка передбачає перебування в спорудах цивільного не працює. Нам потрібно або ховатись або жити. Населення України обрало життя попри сигнали та обстріли.

Висновок:

Держава не зможе забезпечити захист людей від прямого ракетно-бомбового удару, але може вберегти людей від порізів склом та травмування уламками в наявних будинках використовуючи принцип «капсульної безпеки» за досвідом інших країн, зокрема, Ізраїля, який від початку свого існування перебуває в подібних умовах.

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.
3. Статистика повітряних тривог URL: <https://air-alarms.in.ua/?filter=last-month#statistic>
4. Жидкова Т.В. Організація захисту цивільного населення в багатоповерхових житлових будинках // Т.В. Жидкова, С.М. Чепурна // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник – К., КНУБА, 2022. – Вип. 80. – С. 191-202 URL: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2022/202280.pdf>

13. АДАПТАЦІЯ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ ПІД ПОТРЕБИ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Свічинська Ю.О., експерт з технічного обстеження будівель і споруд, директор компанії «Мідас Фінанс Груп», м. Київ

Створення інклюзивного середовища – одна з найголосніших тем сьогодні: влаштовуються пандуси, підйомники, тактильні смуги та візуальні покажчики. Державне регулювання питання доступності для маломобільних груп населення виражається у розробленні та вдосконаленні норм проектування, посилення вимог щодо ведення господарської діяльності тих чи інших підприємств, установ, тощо. Сучасна державна політика «м'якого тиску» основана на забезпеченні вимог доступності маломобільних груп населення для будівель і приміщень де ведеться ліцензована господарська діяльність. В даний перелік входить діяльність навчальних закладів, лікарень, аптек, готельного бізнесу, банків, туристичних агентств, адміністративних послуг, магазинів – одним словом, майже всі державні та приватні установи, які обслуговують населення нашої країни.

Рух за доступне середовище для інвалідів почався вже в середині 20-го століття у Великій Британії та Америці в рамках боротьби за свої права ветеранів війн. Таким чином, у 1944 році у Великій Британії був прийнятий закон про інвалідів, а у 1961 році, в США був прийнятий стандарт про доступність будівель і споруд для інвалідів. Цей документ заклав початок нормативно-законодавчої бази щодо створення безбар'єрного середовища, яка в подальшому розвивалась та доповнювалась.

Головний принцип створення інклюзивного середовища – його неперервність на тих територіях, де люди перебувають найбільше: тротуари, зупинки громадського транспорту, пішохідні доріжки у дворах, підходи до громадських будівель, парки та сквери, тощо. Влаштування поодиноких пандусів біля магазинів чи громадських будівель при відсутності безперешкодного пересування по тротуару до тієї самої будівлі, нажаль, не забезпечує вільне пересування осіб, які мають фізичні обмеження.

Іншою перешкодою у створенні безбар'єрного простору є те, що більшість будівель наших міст будувались без врахування потреб осіб з обмеженими фізичними можливостями: вузькі коридори, дверні проєми, пороги, безліч сходових маршів та відсутність ліфтів, а ті, що є – замалі для перевезення інвалідного візка. Архітектурно-планувальні рішення у часи відбудови після Другої Світової Війни на території колишнього Радянського Союзу базувались на принципі: мінімум простору – максимум економії на матеріалах і коштах. Історичні будівлі за часів царської влади характеризуються складними конструктивними рішеннями, які ускладнюють їх переоснащення під потреби осіб у кріслах колісних. За історичними довідками, чимало будівель були видозмінені за часи Радянської влади. Великі простори прибуткових будинків та садиб інтелігенції було реконструйовано у багатоквартирні будинки з масивними входами та мініатюрними приміщеннями всередині. Більше того, насамперед у Києві, Львові, Харкові, Одесі, Тернополі чи Івано-Франківську, велика частина громадських будівель являються пам'ятками архітектури, що ускладнює будь які їх зміни.

Працюючи над питанням адаптації існуючих будинків, використовуючи чинні вимоги будівельних норм щодо інклюзивності (ДБН В 2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»), стикаємось з проблемою технічної

складності забезпечення тих чи інших параметрів: розширення простору, влаштування ліфту чи облаштування санвузлів з необхідними габаритними розмірами. Майже завжди – це проблема коштів та часу, у випадках роботи з пам'ятками архітектури – проблема дозволів на виконання робіт. За власним досвідом, оглядали чимало лікарень, які вже понад сотню років існують в історичних будівлях, змінити конфігурацію приміщень яких, технічно дуже важко. Як бути з такими будівлями та діяльністю таких установ?!

Досвід країн Європи стосовно адаптації пам'яток архітектури та культурної спадщини під потреби безперешкодного пересування осіб у кріслах колісних полягає суто у «розумному пристосуванні». Розумне пристосування – це забезпечення мінімального стандарту доступності у випадках, коли неможливо адаптувати той чи інший елемент будівлі під стовідсоткову відповідність вимогам чинних будівельних норм щодо інклюзивності. Досить яскравим прикладом є використання платформ, які трансформуються зі сходового маршу та які після їх використання знову вертаються у вид сходинок. Такий метод ефективний при недостатньому просторі при вході до будівлі. Альтернативними є методи влаштування ліфтів чи навіть пандусів, які виконуються із максимально подібного матеріалу, що й основні лицьові конструкції будівлі. Не є виключеннями використання знімних конструкцій пандусів чи скосів, навіть похилі апарелі з витримуванням кута, що дозволяє використання подібної конструкції. Облаштовуються окремі входи для людей з обмеженими можливостями, куди ведуть покажчики. Термін «розумне пристосування» існує і в нашому законодавстві, проте його використання, в окремих випадках, не є об'єктивним, а задовольняє суто бажання замовника знизити складність і вартість ремонтних робіт на об'єкті. Пристосування вже побудованої будівлі під оновлені вимоги норм – задача непроста і дороговартісна, потребує прояву творчості, проте вона реальна до втілення.

На власному досвіді з проведення обстежень будівель на предмет їх адаптації під вимоги чинних будівельних норм щодо інклюзивності стикаємось з безліччю проблем і необхідністю індивідуального підходу під кожен випадок. Бувають ситуації, коли дійсно технічно неможливо обладнати ту чи іншу вхідну групу і доцільно знайти додаткову, з іншого боку будівлі. Проте, навіть розробивши план щодо її обладнання для забезпечення безбар'єрного пересування, розумієш, що особа у кріслі колісному фізично не зможе дістатись до цього входу через відсутність вільного проїзду по тротуару, чи від найближчої зупинки громадського транспорту, який також майже у 90% випадках не пристосований для використання особам в інвалідних візках. Тому, нарівні з адаптацією будівель має розвиватись і інфраструктура навколо неї. Поступово, маленькими ділянками, кварталами, але побудова безбар'єрного середовища має змінювати наші міста. Цього потребують як і особи з фізичними вадами (тимчасовими чи постійними), так і люди похилого віку, вагітні жінки чи батьки з дітьми у візках, навіть діти до 7-ми років теж підпадають під категорію маломобільних груп населення.

На сьогоднішній день, коли війна калічить людей кожного дня, питання адаптації наших міст під потреби осіб з обмеженими можливостями – має бути «підкреслено червоним». Відбудова будинків вже з врахуванням всіх вимог інклюзивності має бути обов'язковою до виконання.

Задача архітекторів та інженерів – надавати технічну можливість розбудови такого інклюзивного середовища, брати за приклад досвід інших країн, створювати щось своє, для того, щоб потім цей досвід брали у нас. Обов'язок держави – забезпечити фінансування та нормативно-правове регулювання, яке полегшить умови щодо змін будівель під їх адаптацію для забезпечення вільного пересування всім групам населення. Проте, окрім державного регулювання, має бути присутня й індивідуальна громадянська відповідальність кожного, хто проживає у країні для піклування про тих, хто її зараз захищає і, повернувшись у рідне місто, потребуватиме створення середовища для вільного пересування. На мою думку, повоєнна відбудова України має бути втілена не за недалекоглядним принципом «миттєвого задоволення потреб», а з врахуванням всіх майбутніх необхідностей комфортного сучасного життя.

14. АЛМАЗНЕ КАНАТНЕ РІЗАННЯ СТАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МАСИВІВ

**Соколенко В.М., к.т.н., доц., Ануфрієнко В.В., студ. магістр,
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Відбудова країни є важливим завданням, і однією з ключових складових цього процесу є демонтажні роботи. Демонтажні роботи допомагають видаляти руїни та небезпечні об'єкти, забезпечуючи безпеку мешканців і створюючи умови для подальшої відбудови. Демонтаж може включати розбирання зруйнованих будівель та мостів, що перешкоджають розвитку регіонів. Це важливо для відновлення інфраструктури та забезпечення доступу до регіонів, які були вкрай пошкоджені.

Один із найбільш передових та технологічних методів демонтажу - це алмазне різання. Алмаз є найтвердішим матеріалом на Землі. Алмази іноді є природними, але частіше використовуються синтетичні алмази для виготовлення різного роду ріжучих інструментів. За допомогою такого інструменту можна різати найтвердіші матеріали і виконувати завдання, такі як різка бетону, різка залізобетону, металу тощо. Для цього використовується алмазне обладнання. У алмазних канатних пилах робочим інструментом є різальний канат. Це дуже міцний металевий трос, в який вплітаються алмазні втулки.

Різання алмазним канатом є одним з найбільш технологічних методів різання твердих матеріалів. Сучасний алмазний канат може розрізати практично будь-яку товщину бетону. Його також можна використовувати для різання металу та при серйозних демонтажних роботах на енергетичних, металургійних та хімічних підприємствах, гідротехнічних спорудах і будівництві громадських споруд.

Канатні пили - це модульні конструкції різної потужності, які легко та просто складаються прямо на місці робіт. Вони складаються з блоків роликів з електричним або гідравлічним приводом і електрогідравлічної насосної станції.



**Рисунок 1. Різання металу алмазним канатом. Сухе різання.
Турбіна Пелтона (ковшова). Матеріал – CrSt**

Широкі можливості використання канатних пил передбачають різання матеріалів будь-якої щільності, товщини, конфігурації і фактури. Крім того, канатні пили дозволяють різати бетонні конструкції будь-якої форми та під будь-яким кутом. Таким чином, навіть різка залізобетону, бетону, металевих конструкцій в важкодоступних місцях перестає бути проблемою.

Канатні пили призначені для алмазного різання залізобетонних структур за допомогою алмазного каната. Ця діамантова техніка використовується там, де товщина залізобетону перевищує 500 мм, а також на неправильній форми залізобетонних конструкціях, таких як пристані, мости, колони, опорні стіни і інші, особливо, якщо потрібно провести демонтаж зі збереженням поруч розташованих структур. Канатні пили допоможуть швидко і точно розрізати залізобетонні масиви товщиною від 3 до 5 метрів і більше.



Рисунок 2. Різання металу алмазним канатом. Сухе різання. Теплообмінник.
Матеріал CrNiSt

Висновок: Правильний вибір технології різання бетону канатною пилою, належний вибір модулів і алмазного каната дозволить досягти максимальної продуктивності під час роботи, значно скоротити терміни демонтажу, різати залізобетонні масиви з обмеженим доступом та металеві конструкції. Канатні пили все частіше використовуються в енергетиці та цивільному будівництві. Використання сучасного високотехнологічного обладнання та технології холодного різання дозволяє реалізовувати складні проекти в зонах, де існує загроза вибухів.

Реалізація та розвиток ідей у різних галузях стає можливим завдяки впровадженню передових технологій, які кардинально покращують економіку та дозволяють виконувати завдання, які раніше вважалися складними або невиконуваними. Конкурентні переваги в сучасному світі в першу чергу залежать від ефективного використання ресурсів, якими ви володієте. Сучасні технології та інновації роблять бізнес економічно вигідним, мінімізують витрати, збільшують прибуток і допомагають досягати поставлених цілей.

15. КОНЦЕПТ ВІДНОВЛЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ БАЗИ ДЛЯ ВІДБУДОВИ ЛИСИЧАНСЬКО-СІВЕРСЬКОДОНЕЦЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ

**Морозенко М.О., асп., Рижов О.В., студ. магістр, Карташова М.О., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Забезпечення будівництва у містах Лисичансько-Сіверськодонецької агломерації потребуватиме розгортання комплексу підприємств виробничої бази будівництва.

Що для цього потрібно? І як це реалізувати?

Велике будівництво являє собою комплекс робіт, які виконуються різноманітними співвиконавцями. На кожному етапі будівництва потрібен чіткий план виконання робіт, для забезпечення найбільш ефективного результату. Щоб виконати таке завдання нам потрібно все добре організувати. Організація будівництва передбачає:

- підготовчі роботи(розроблення організаційно-технологічної документації, планування, проектування);
- будівельно-монтажних робіт;
- виробничої бази будівництва.

Саме зараз нас цікавить останній пункт. Будівельне виробництво вимагає забезпечення і своєчасне постачання різноманітних ресурсів. У своєчасній підготовці і організованому веденні будівництва визначне місце займає його виробнича база.

Нам потрібно влаштувати виробництво для відновлення регіону, та зробити це найбільш ефективно та розумно. Розміщення таких вузлів виробництва повинно забезпечити зручність доставки сировини до них та їх розміщення повинно бути в межах міст для забезпечення їх діяльності ресурсами які вони потребують (вода, електроенергія, тощо).

Які виробництва ми можемо розгорнути в даному регіоні:

- Виробництво будівельних розчинів та бетонних сумішей;
- Виробництво асфальтобетонних сумішей;
- Виробництво керамічних виробів;
- Виробничі підприємства, які виготовляють залізобетонні конструкції;
- Виробничі підприємства, що добувають і переробляють місцеві будівельні матеріали;
- Підприємства, що забезпечують будівництво привізними будівельними матеріалами, обладнанням, деталями, інструментом;
- Складське господарство;
- Підприємства з експлуатації і ремонту транспортних засобів та будівельних машин.

Для розміщення таких вузлів у регіоні нам потрібно визначитися з типом таких об'єктів. Чи вони будуть постійними чи тимчасовими, комбінованими чи спеціалізованими. Чи будуть вони використовуватися тільки для цього регіону або ж будуть корисними і для інших міст. Потужність виробничих підприємств встановлюється з врахуванням інтенсивності виконання робіт основного будівництва відповідно до календарного плану виконання будівельних робіт та графіка використання будівельних ресурсів. Потужність підприємств виробничої бази

будівництва і тривалість їх будівництва розраховуються в проекті виконання робіт (ПВР) і проекті організації будівництва (ПОБ) на основі використання нормативних документів (ДБН АЗ. 1.5-2019).

Розглянемо кожне виробництво більш детально.

Виробництво будівельних розчинів та бетонних сумішей. На відновлення регіону потрібні значні ресурси, наявність таких заводів першочергова необхідність для початку будівництва. Такі підприємства одні із самих масштабних, вони виготовляють велику кількість продукції для будівництва. Велика кількість сировини повинна бути доставлена та накопичена для таких підприємств, тому їх локалізація у регіоні дуже залежить від цього фактору. Розміщення таких заводів біля залізничних колій, або навіть будівництво колій до заводів є необхідним для забезпечення великих об'ємів постачання.

Виробництво асфальтобетонних сумішей. Питання доріг у регіоні було і в довоєнний час, а зараз там мало чого від них залишилось, у зв'язку з цим виникає необхідність створення нових асфальтних покриттів, під'їзних доріг, а також оновлення та ремонту вже існуючих дорожніх покриттів, які виходять з ладу внаслідок високого навантаження. Так як ремонтно-укладальні роботи проводяться в різних місцях і можуть тривати досить тривалий час, виникає необхідність постійного забезпечення таких об'єктів асфальтної сумішшю на місці. Розміщення інвентарних прирейкових асфальтних заводів у межах міст дасть необхідну кількість продукції для будівництва доріг у самих містах регіону. Але нам також потрібні пересувні асфальтні заводи для забезпечення будівництва на значній відстані від агломерацій, для того щоб розгорнути будівництво в різних напрямках для сполучення з іншими містами. Для забезпечення високого темпу будівництва заводи на яких буде виготовлятися продукція будуть працювати за такою схемою: асфальтобетонна суміш виготовляється з напівфабрикатів (щебінь, гравій, пісок необхідних фракцій, наповнювач), що надходять на підприємство у готовому вигляді, тобто вся потужність виробництва спрямована на готову продукцію.

Виробництво керамічних виробів є дуже великою нішею у будівництві, велика кількість продукції із кераміки використовується у побуті кожен день. Розташування родовищ у регіоні дозволяє наявність такого виробництва, дуже необхідного для забезпечення продукцією не тільки цих міст, але і інших. Основна продукція: цегла, плитка керамічна фасадна, плитки для внутрішнього облицювання, санітарно-технічні вироби.

Виробничі підприємства, які виготовляють залізобетонні конструкції є одними із основних в нашому регіоні які вже є у місті Рубіжне та Лисичанську. Перевага збірного залізобетону порівняно з монолітним - в істотному підвищенні продуктивності праці та поліпшенні якості будівництва за рахунок випуску на спеціалізованих підприємствах великорозмірних елементів підвищеної заводської готовності, в скороченні строків будівництва. Розміщення таких вузлів переважно біля залізничних колій для полегшення доставки сировини та відправки готової продукції до місця призначення.

Виробничі підприємства, що добувають і переробляють місцеві будівельні матеріали мають велику перспективу тому що, регіон має великі ресурси керамічної сировини і будівельного піску. Розташування таких вузлів залежить від місця родовища, для легшої доставки сировини до підприємства.

Підприємства, що забезпечують будівництво привізними будівельними матеріалами, обладнанням, деталями, інструментом є необхідними для розподілення на будівництво з підприємств базових галузей промисловості матеріальних ресурсів і доставки їх до підприємств. Розташування таких центрів залежить від логістичних вузлів регіону, для поліпшення доставки та розподілення між виробництвами.

Складське господарство є важливою частиною виробничої інфраструктури будь-якого підприємства, оскільки якістю своєї роботи безпосередньо впливає на безперебійність та рівномірність перебігу основних виробничих процесів. Переважна більшість матеріальних цінностей підприємств потрапляють у виробничі підрозділи через різні склади, в силу чого останні займають значну частину заводської території. Розташування таких складів на кожному з підприємств є дуже необхідним для забезпечення безперервного постачання і комплектування ними об'єктів будівництва, раціональної організації вантажно-розвантажувальних робіт, здійснення підготовки матеріально-технічних ресурсів для використання.

Підприємства з експлуатації і ремонту транспортних засобів та будівельних машин необхідні для підтримування дорожніх транспортних засобів у технічно справному стані та належному зовнішньому вигляді, забезпечення надійності, економічності, безпеки руху та екологічної безпеки. Розташування таких споруд є більш незалежним ніж інших підприємств, але їх наявність потрібна.

16. ITERATIVE APPROACH TO 3D PRINTING HOUSES

**¹Bilobrov D., post-graduate student, ²Donenko I., PhD, assistant professor,
¹Donenko V., D.Sc. in engineering, professor
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv ¹
The Kyrgyzstan Aviation Institute named after Ishembay Abdraimov,
Bishkek, Kyrgyzstan ²**

3D printing in construction has become one of the most promising technologies of the last decade. It promises to revolutionize the way buildings are constructed, offering faster, more cost-effective and sustainable construction methods. However, to realize the full potential of 3D house printing, attention must be paid to the accuracy, efficiency and quality of the structures created. In this regard, iterative and fractal approaches, as well as the use of modern artificial intelligence (AI) for surface analysis, are becoming key tools for improving the technology.

- Optimize the design: Designers can create prototypes and make changes based on the results of previous prints.
- Increase accuracy: Each iteration allows you to adjust the equipment settings to achieve greater accuracy.
- Eliminate defects: By analyzing the results of each iteration, possible defects in the design or printing process can be identified and eliminated.

This approach not only improves the quality of the final product, but also reduces costs by reducing errors and optimizing the use of materials.

Fractals are geometric shapes that exhibit self-similarity, where each part of the structure repeats the whole at different scales. In architecture and construction, fractal principles can be applied to create complex and stable structures.

- Efficient use of materials: Optimizing structures based on fractal principles can lead to savings in materials without compromising strength.
- Aesthetic appeal: Fractal designs can create unique and attractive architectural forms.

In 3D printing houses, the implementation of a precision fractal approach allows for the creation of buildings with optimized structural characteristics and unique designs.

Artificial intelligence is playing an increasingly important role in various industries, including construction and 3D printing. An example of a maximally stable structure created automatically is shown in Figure 1.

In the context of surface analysis, AI is capable of:

- Using machine learning, AI can quickly identify surface imperfections that are inaccessible to the human eye.
- By analyzing data in real time, AI can predict possible defects and prevent them.
- AI can select optimal printing parameters to achieve the best surface quality.
- Using computer vision to monitor the printing process and immediately respond to deviations.
- AI systems can automatically adjust print speed, temperature, and other parameters based on the analysis of current data.
- Artificial intelligence can assess the condition of printing equipment and predict the need for maintenance or replacement of components.



Figure 1. A model of a house printed from concrete on a 3D printer

An iterative approach to 3D printing houses, combined with precision fractal design and supported by modern AI technologies, opens up new horizons in construction. Such innovations allow for the creation of more durable, efficient, and aesthetically pleasing buildings, while simultaneously optimizing the construction process and reducing costs. The implementation of these approaches contributes to the development of sustainable architecture and can become a key factor in solving the global housing problems of the future.

References

1. Fatigue analysis of concrete structures using AI with the introduction of fractal corrosion detection / V. Donenko, I. Donenko, A. Bobrakov [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2024. – Vol. 2697, No. 1. – P. 012001. – DOI 10.1088/1742-6596/2697/1/012001. – EDN ZPKHNO.
2. Доненко, Л. Н. Бифуркационный анализ бетонных поверхностей аэродромов при помощи БПЛА / Л. Н. Доненко, И. Л. Доненко, С. Л. Доненко // *Вестник Академии гражданской авиации*. – 2024. – № 3(34). – С. 37-47. – DOI 10.53364/24138614_2024_34_3_3. – EDN JAUTQR.

17. ДОСВІД ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ МІСТ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ЗАГРОЗИ

Древаль І.В., д. архіт., доц., Титаренко І.В., асп.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Відповідність параметрів та характеристик просторової організації елементів захисту населення міст вимогам безпеки неодноразово доводила свою актуальність в ході історичного процесу в різних країнах світу. Ці вимоги набули особливої гостроти в Україні в період активних воєнних дій з боку Росії, що розпочалася у лютому 2022 р. Однією з причин ураження цивільного населення в масових масштабах в перші місяці повномасштабного вторгнення виявилась недосконалість архітектурно-містобудівної організації об'єктів захисту цивільного населення. Про це свідчить інформація Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Так, на початку 2022 року в Україні на обліку перебувало більше 21 тисячі захисних споруд цивільного захисту, у яких могли укритися лише 10% населення країни [1].

Нормативно-законодавча база для розбудови системи цивільного захисту виявилась також недосконалою. Тільки 29.07.2022 був прийнятий Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій», яким було врегульовано питання проектування та будівництва всіх об'єктів цивільного захисту (укриття, сховище, бомбосховище) [2]. Однак, і сьогодні залишається чимало невирішених питань, і є потреба у пошуку комплексних ефективних рішень та розробці стратегії захисту населення від воєнних терористичних актів *на рівні міста в цілому*. Важливим кроком на цьому шляху є аналіз актуального практичного досвіду України з організації об'єктів захисту міського населення, що перебуває під постійною воєнною загрозою.

Мета даної роботи – узагальнити та проаналізувати практичний досвід з організації об'єктів захисту міського населення в найкрупнішому місті на прикладі міста Харкова, визначити особливості вирішення даної проблеми в містобудівному аспекті на сучасному етапі війни в Україні. Цей досвід стане вельми корисним при повоєнному відновленні країни та відбудові міст.

За даними міської ради у Харкові налічується біля 2600 укриттів, із них 97 споруд подвійного призначення (паркінги та станції метро), є укриття в школах, університетах, житлових будинках, мобільні укриття. Найкращі з об'єктів цивільного захисту — справжні бомбосховища — знаходяться на великих підприємствах [3].

В ході дослідження, велике різноманіття об'єктів, що здатні виконувати функції цивільного захисту в місті Харкові були розділені на два основних типи, що розрізняються за головним функціональним призначенням, умовами та часом перебування мешканців, територією обслуговування:

- об'єкти для тимчасового перебування під час безпосередньо бомбардувань, обстрілів (укриття, сховище, бомбосховище), де головним функціональним процесом життєдіяльності є *очікування*. Сюди прибувають поспіхом і залишаються на невизначений час в межах доби, іноді більше. Територія

обслуговування таких об'єктів обмежується радіусом пішохідної досяжності за 2-5 хвилин (для умов Харкова);

- об'єкти, що забезпечують захист певної частини населення під час важливих *функціональних процесів* (навчання, виробничих та комунікаційних процесів тощо). Сюди дістаються в спокійному режимі і перебувають впродовж визначеного заздалегідь часу. Територія обслуговування таких об'єктів обмежується транспортною досяжністю 15-20 хв.

В місті Харкові об'єкти першого типу представлені значним різноманіттям і розміщені відносно рівномірно по усій території міської житлової забудови. Це, перш за все, стаціонарні укриття, які розташовані у підвальних приміщеннях житлових будинків і розраховані на мешканців даного будинку. Однак, як виявилось, що не всі багатоквартирні будинки мають такі укриття з різних причин. Тому виникає практичне завдання організації укриття для даної категорії мешканців, а також для тих, хто опинився під час терористичних атак поблизу: на поверхні, або в об'єктах обслуговування (магазинах, кафе, перукарнях тощо). Внутрішня функціональна організація таких об'єктів укриття вже має оновлену нормативну базу [4]. Однак, важливим містобудівним питанням залишається розміщення таких типів укриття в структурі житлових районів, що потребує професійного обґрунтування.

До першого типу об'єктів цивільного захисту можна також віднести споруди найбільш короткочасного перебування під захистом від вибухових хвиль. Це стаціонарні елементи (підземні переходи, вестибюлі метрополітену). В них також продовжують успішно функціонувати елементи дрібної торгівлі. Інноваційним для Харкова стало впровадження мобільних захисних споруд блочного типу. В місті останні були виготовлені у кількості 25 одиниць. Мобільні захисні блоки встановлюються біля зупинок громадського транспорту, або в житлових районах. Досвід показав, що корисність даних об'єктів захисту носить обмежений характер, тому виготовлення їх було призупинено.

До другого типу можна віднести укриття Харкова, які знаходяться в будівлях навчальних та лікарняних закладів, на виробничих територіях. Це підземні школи, лікарняні приміщення на підземних поверхах, підземні цехи. Однак їх використання населенням обмежене організаційно. Потенціал цих об'єктів в контексті формування загального простору захисту населення міста потребує особливої оцінки.

Такі об'єкти як підземні паркінги, станції метрополітену, які відрізняються товстим надійним перекриттям над головою, системою вентиляції й наявністю двох (і більше) виходів на поверхню, можна віднести до як до першого так і до другого типу за їх потенційною здатністю виконувати захисні функції. Це об'єкти, так званого «подвійного призначення». В якості прикладів можна навести використання просторів підземних паркінгів в Харкові не тільки для укриття, а й для театральних вистав, інших «івентів». Побудова в житлових районах нових будівель з підземними паркінгами, які при необхідності можна буде використовувати як бомбосховища, запланована у Харкові у повоєнний період. Однак, вже зараз виявилася певні труднощі з пошуком ділянок для розміщення таких об'єктів в структурі міста. Про це свідчить скасування будівництва на території Саржиного яру, що було заплановано і перенос його на іншу ділянку. Це ще раз підтверджує важливість містобудівного підходу до комплексного вирішення завдань формування об'єктів цивільного захисту в структурі міста.

Усі станції метрополітену міста на початку війни стали надійним укриттям для тисяч харків'ян, що проживали там більше місяця. Сьогодні тут мешканці міста часто перебівають воєнні атаки в межах години. Простір шістьох станцій збагатився новими функціями. Впродовж робочого дня тут успішно працюють підземні «метрошколи», куди доставляють дітей на автобусах за спеціальними маршрутами.

Висновок: на сьогодні існує чималий практичний досвід новітніх підходів до організації захисту важливих процесів життєдіяльності міста із застосуванням окремих елементів, що працюють автономним чином, виконуючі вузькі завдання. Значення кожного з цих елементів в загальній структурі містобудівного простору в контексті захисту населення потребує моніторингу та додаткового вивчення. На даний час відсутній комплексний містобудівний план організації захисту населення, що враховує містобудівні особливості території, її наближення до «театру воєнних дій» і не «розпорошений» по адміністративним районам міста. Тому вельми важливо визначити наукові засади розробки містобудівної документації, що стосується проектування системи захисних споруд з прив'язкою до генеральних планів та детальних планів територій міст. Перспективним питанням для подальшого дослідження є також визначення міри зосередженості (розосередженості) населення в структурі міського простору в укриттях під час атак.

Література

1. Дані Державної служби України з надзвичайних ситуацій про кількість захисних споруд цивільного захисту в Україні станом на 2022 р. URL: <https://www.dw.com/uk/ukritta-i-bomboshovisa-ak-v-ukrainivpravlaut-pomilki-dovoennogo-casu/a-62923685>
2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій // Закон України від 29.07.2022 №2486-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2486-20#Text>
3. Місто без бомбосховищ. Чому в Харкові не ходять в укриття під час обстрілів? 12 червня, 2023. URL: <https://2day.kh.ua/ua/kharkow/misto-bez-bomboskhovyshch-chomu-v-kharkovi-ne-khodyat-v-ukryttya-pid-chas-obstriliv>
4. ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту" URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3225773063500990463?doc_type=2

ІІ. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

1. ПОРІВНЯННЯ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У 3DS MAX 2025

**Куценко Н.В., студ. бакалавр, Вишневецький Д.С., асп.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, Харків**

Візуалізація або рендеринг є заключним етапом роботи над модельованою сценою. Для роботи з 3ds Max 2025 використовують різні засоби візуалізації. До рендерерів, що встановлені разом із програмним забезпеченням і доступні для вибору в діалоговому вікні налаштувань візуалізації, належать наступні: Arnold, Scanline Renderer, Quicksilver Hardware Renderer, ART Renderer і VUE File Renderer. Цей список також може містити додаткові рендерери, якщо встановлено відповідні плагіни.

Потреба у всіх цих різних засобах візуалізації виникає через компроміс між швидкістю та якістю. Наприклад, рендерер, який використовується для відображення об'єктів у вікнах перегляду, оптимізований для швидкості, а рендерер, який використовується для виведення кінцевих зображень, – для якості. Кожен рендерер містить багато налаштувань, які можна використовувати для пришвидшення процесу рендерингу або покращення якості результатів.

Розглянемо всі засоби візуалізації, що вже є вбудованими як доповнення у 3ds Max 2025, а також переваги й недоліки кожного з них.

Arnold для 3ds Max (MAXtoA) – візуалізатор за замовчуванням, що підтримує інтерактивний рендеринг з інтерфейсу. Рушій рендерингу Arnold – це фізична система трасування променів. Трасування променів працює шляхом відстеження фотонів світла, коли вони рухаються від джерел світла і відбиваються від різних поверхонь сцени, поки нарешті не опиняться біля джерела камери. Кожна поверхня визначається шейдером, який описує як фотони світла взаємодіють з поверхнею. Деякі фотони відбиваються, деякі заломлюються, деякі поглинаються, а інші розсіюються по сцені. Кожного разу, коли фотон світла взаємодіє з поверхнею, частина його загальної енергії втрачається. Система трасування променів просто слідує за кожним світловим променем, доки його енергія не вичерпається. Відстеження рівня енергії кожного фотона дозволяє досягати реалістичних ефектів, адже саме так працює світло в реальному світі.

Scanline Renderer – це універсальний рендерер, який відтворює сцену у вигляді серій ліній розгортки, що генеруються зверху вниз. Scanline Renderer є програмним рушієм рендерингу, що візуалізує практично все. При виникненні проблем з рендерингом сцени, можна спробувати використати його.

Quicksilver Hardware Renderer використовує графічне обладнання для створення зображень. Перевагою цього засобу візуалізації є його швидкість. Quicksilver Hardware Renderer може рендерити набагато швидше, ніж Arnold, і з кращою якістю, ніж Scanline Renderer. Апаратний рендерер Quicksilver прискорює рендеринг, використовуючи як центральний процесор (CPU), так і графічний процесор (GPU). Основна роль центрального процесора полягає в перекладі даних сцени для рендерингу; це включає компіляцію шейдерів для конкретної відеокарти, що використовується. Через це рендеринг першого кадру може зайняти деякий час, поки

компілюються шейдери. Це має відбуватися лише один раз для кожного шейдера. Чим частіше використовувати Quicksilver, тим швидшою буде його робота.

Autodesk Raytracer (ART) Renderer – це швидкий фізичний візуалізатор, що працює лише на центральному процесорі. ART Renderer забезпечує мінімальні налаштування, майже не вимагає навчання. Однією з сильних сторін ART є швидкий, інтерактивний робочий процес в ActiveShade. Є можливість швидко маніпулювати світлом, матеріалами та об'єктами, щоб побачити, як результати поступово покращуються у вікні ActiveShade.

VUE File Renderer створює файли VUE (.vue). Файли VUE використовують редагований формат ASCII. Цей тип файлів містить послідовність команд, починаючи з команди «frame», яка вказує номер кадру, і закінчуючи командою «viewport», яка вказує вид на екран (наприклад, «top» або «camera») для рендерингу. Між цими двома командами може бути будь-яка кількість команд «transform», «light» і «spotlight».

Отже, у 3ds Max 2025 є кілька рендерерів, які використовуються для різних завдань, забезпечуючи баланс між швидкістю та якістю рендерингу. Кожен з них має свої переваги й недоліки. Arnold використовується за замовчуванням, дозволяє створювати зображення досить швидко та дуже реалістично. Scanline Renderer є універсальним, візуалізує практично все. Quicksilver Hardware Renderer дуже швидкий, але при цьому генерує досить якісне зображення. ART Renderer дуже простий у використанні. VUE File Renderer застосовується для створення VUE файлу, який є редагованим текстовим файлом, що містить усі деталі сцени. Виходячи з цього, користувач може самостійно вибрати рендерер, що відповідає його потребам.

Література

1. Murdock K. Autodesk 3ds Max 2025 Basics Guide. SDC Publications, 2024. 920 с.
2. Autodesk 3ds Max. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_MAX.
3. Renderers. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/3DSMAX/2025/ENU/?guid=GUID-458D9B76-4378-455D-B59B-E766F254A57A>.

2. ЛІРА-САПР – ВСЕОСЯЖНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ І ЧИСЕЛЬНОГО АНАЛІЗУ КОНСТРУКЦІЙ

Барабаш М. С., д.т.н., проф.,
Національний авіаційний університет, м. Київ
директор, компанія «ЛІРА САПР»

Першого жовтня 2024 року в рамках розширеного засідання Ради директорів Конфедерації будівельників України (КБУ) відбувся Business Day. Традиційно під час заходу відбулося офіційне прийняття нових членів КБУ, серед яких стала і наша компанія ТОВ «ЛІРА САПР».

Наша команда представляє наукову школу професора О.С.Городецького. Ми розробляємо надійне програмне забезпечення для інженерів з розрахунку та проектування конструкцій різного призначення. Серед наших співробітників понад 15 науковців. Програмний комплекс ЛІРА САПР [1] використовується у більш ніж в 25 країнах світу. Понад 50 000 користувачів довіряють програмному забезпеченню ЛІРА САПР та використовують його для вирішення своїх складних та надскладних завдань зручними та простими інструментами (рис. 1).



Рисунок 1. Основні напрямки та результати роботи компанії «ЛІРА САПР»

Нам довіряють потужні і малі підприємства завдяки надійності результатів розрахунку та зручності в користуванні. Ми співпрацюємо з державними підприємствами, реалізуємо нові нормативні документи в програмний комплекс. Плідна співпраця з нашими користувачами безпосередньо впливає на розвиток програмного комплексу ЛІРА САПР.

Сьогодні перед нами стоять нові виклики часу і ми працюємо перш за все в напрямку створення нових інструментів які допоможуть у відновленні України. Під час реалізації заходів з підвищення рівня безпеки в рамках продовження строку експлуатації енергоблоків атомних станцій України в програмному комплексі ЛІРА САПР було реалізовано наукоємні положення що дозволяють виконувати розрахунковий аналіз сейсмостійкості елементів діючих атомних електростанцій.

В рамках методу граничної сейсмостійкості що проводиться з метою визначення інтегрального параметра HCLPF (High confidence Low probability of fear: висока

забезпеченість низької ймовірності відмови) який характеризує рівень сейсмічної стійкості обраного елемента. Для обчислення величини граничної стійкості HCLPF використовується коефіцієнт запасу FS який показує у скільки разів потрібно збільшити інтенсивність сейсмічного впливу на ґрунт щоб досягти допустимої величини оцінюваного параметра (рис. 2).



Рисунок 2. Приклади розрахункового аналізу сейсмостійкості елементів діючих атомних електростанцій

Для обґрунтування працездатності та безпеки конструкцій споруд атомної енергетики, а також захисних споруд для об'єктів критичної інфраструктури України, споруд цивільного захисту, споруд подвійного призначення ми реалізуємо та вдосконалюємо алгоритми та інструменти розрахунку та автоматизації процесу моделювання динамічного впливу вибухової хвилі на елементи конструкції (рис. 3).

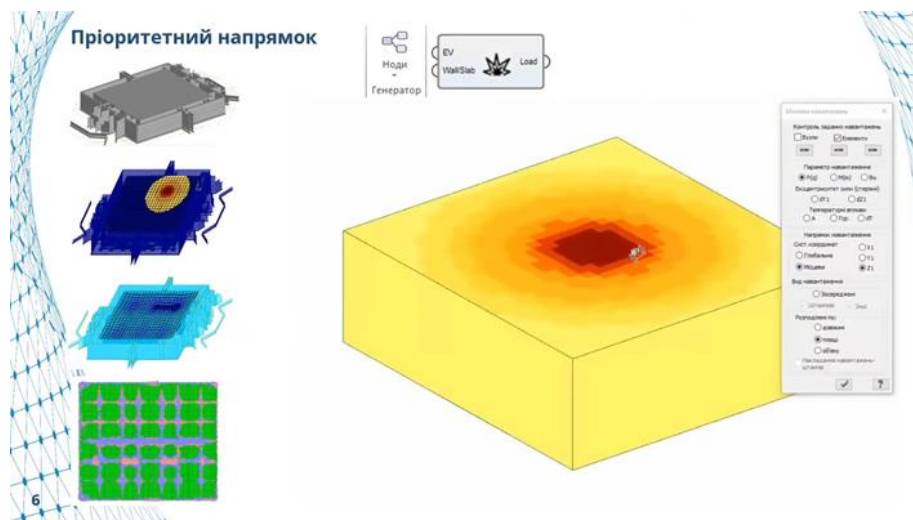


Рисунок 3. Моделювання динамічного впливу вибухової хвилі на елементи конструкції

Література

1. LIRALAND Group [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.liraland.ua/>.
2. ЛІРА-САПР 2024 - надійний інструмент перевірений часом: LIRALAND Українською [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=AM9EitSZRtg&t=561s>

3. МОДИФІКОВАНА ПАРАМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ПРОСТОРОВОЇ СТАЛЕВОЇ ФЕРМИ З ПЕРЕХРЕСНИМИ РОЗКОСАМИ

Черних О.А., к. т. н., доц., Садковський М.В., асп.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

На протязі останніх п'яти років на кафедрі БУПП в рамках курсу «ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ» [1] студенти-будівельники здобувають практичні навички із застосування інструментарію сучасних ВІМ – технологій в напрямку створення параметричних моделей будівельних конструкцій, наприклад, таких як просторові металеві ферми (рис. 1) [2].

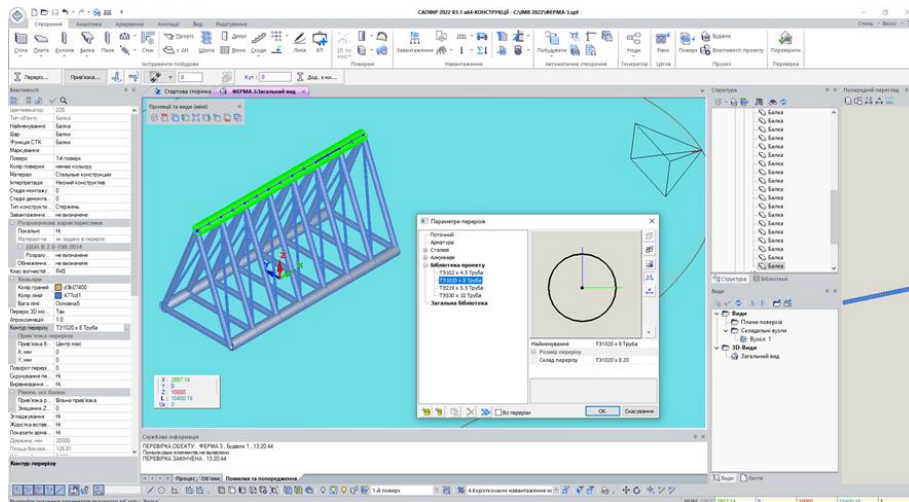


Рисунок 1. Загальний вид вихідної параметричної моделі просторової ферми у Сапфірі 3D ПК ЛІРА-САПР 2022.

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. Так на наведеній моделі розкоси розташовані тільки в одному напрямку. Для створення перехресної решітки розкосів та для забезпечення більшої гнучкості в напрямку зміни геометричної схеми ферми була розроблена наступна модифікація: додані додаткові сплайнові твірні в зворотному напрямку по верхньому та нижнім поясам. Блок-схема модифікованої параметричної моделі просторової сталеві ферми, створеної за допомогою САПФІР – Генератора ПК ЛІРА-САПР [3] представлена на рисунку 2.

Блок-схема включає наступні елементи: контейнери вибраних ліній для створення поясів, модулі для створення реверсу ліній, площин уздовж поліліній, отримання точок перетинання поліліній і довільних площин, видалення елементів зі списку, заданих масивом індексів або шаблоном, побудови ламаних ліній по точках та відрізків між масивами точок, створення балок по заданим осьовим лініям: пояса, стійки та розкоси.

На рисунках 3 - 6 представлено основні етапи роботи від створення блок-схеми модифікованої моделі просторової сталеві ферми у Сапфірі 3D ПК ЛІРА-САПР 2022 до її проєктування у модулі «Метал» ЛІРА-САПР 2022.

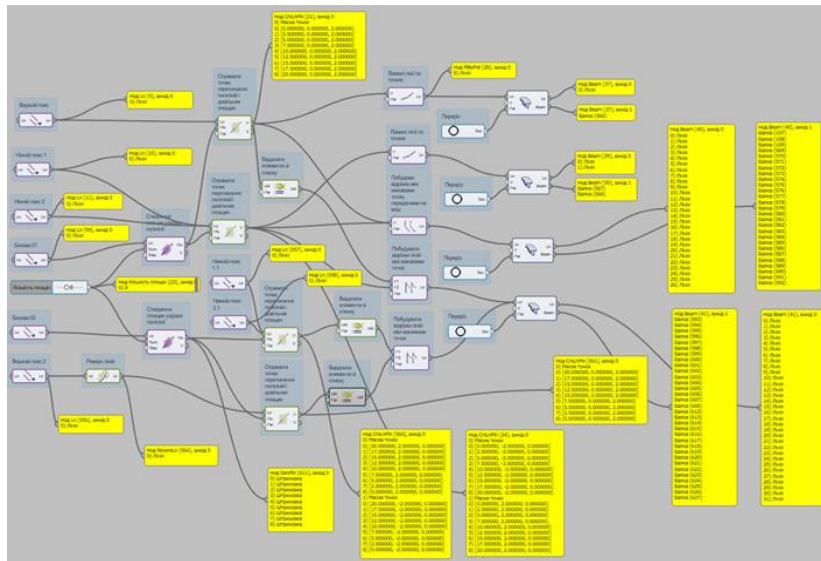


Рисунок 2. Блок-схема модифікованої параметричної моделі просторової ферми, створеної за допомогою нодів САПФІР – Генератора ПК ЛІРА-САПР.

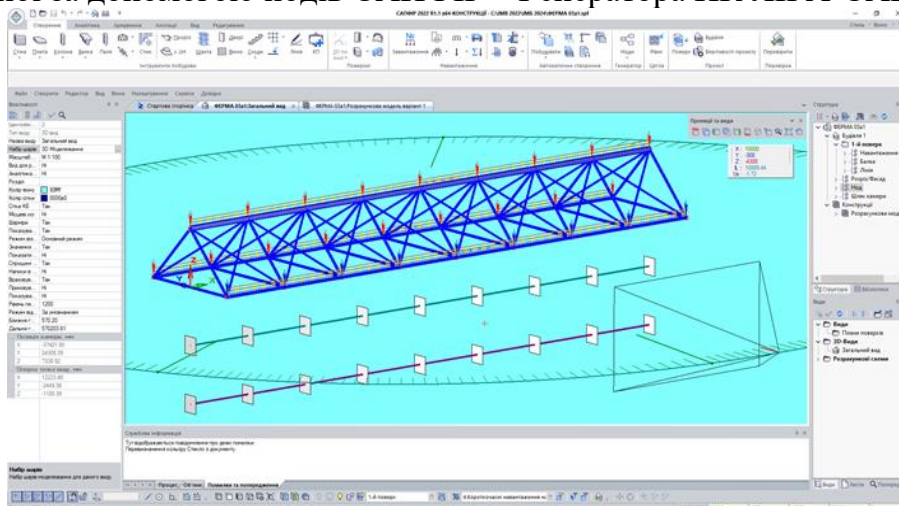


Рисунок 3. Загальний вид модифікованої моделі просторової ферми у Сапфірі 3D ПК ЛІРА-САПР 2022.

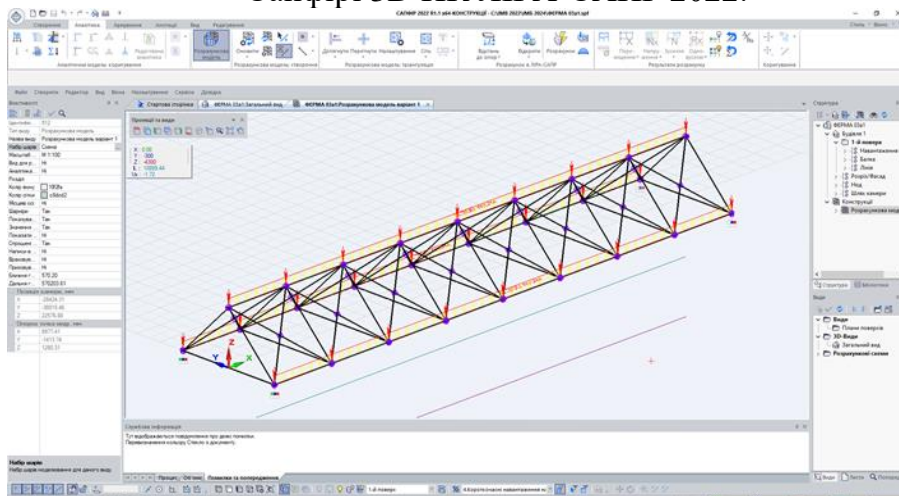


Рисунок 4. Розрахункова схема модифікованої моделі просторової ферми у Сапфірі 3D ПК ЛІРА-САПР 2022.

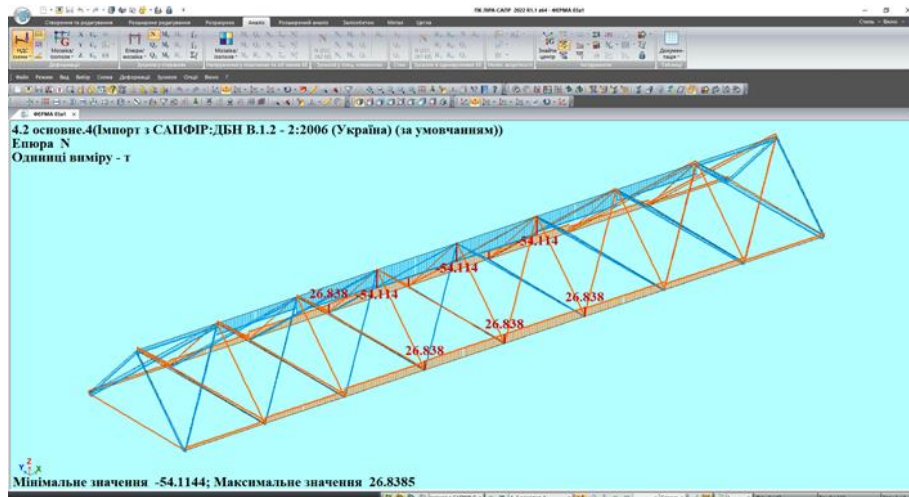


Рисунок 5. Результати розрахунку модифікованої моделі просторової ферми у ЛІРА-САПР 2022: епюра N.

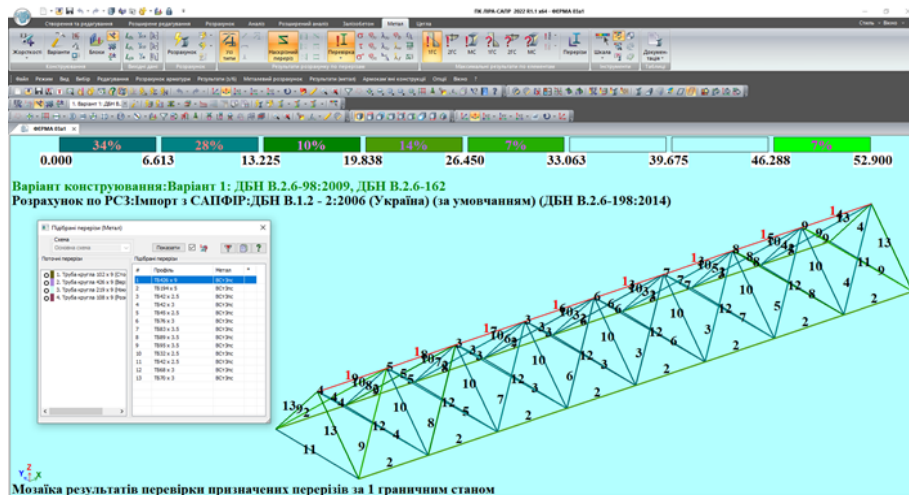


Рисунок 6. Результати проектування модифікованої моделі просторової ферми у «Метал» ЛІРА-САПР 2022.

Література

3. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ: Електронний університет СНУ ім. В. Даля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://moodle2.snu.edu.ua/course/view.php?id=5016>.
4. Черних О. А., Карташова М. О. Параметрична модель просторової сталеві ферми// Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 02 листопада 2023 р., м. Київ/ Гол. ред. Г.О. Татарченко. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. – с 56 - 57.
5. САПФІР - Генератор: Система параметричного моделювання: LIRALAND Group [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.liraland.ua/lira/systems/generator.php>.

4. ВПРОВАДЖЕННЯ ВІМ У СТАЛОМУ БУДІВНИЦТВІ

Рябко О.В., викл. I кат.

**Відокремлений структурний підрозділ Донбаський аграрний коледж
Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля,
м. Костянтинівка**

Однією з головних переваг інформаційного моделювання будівель є його вплив на розвиток сталого будівництва. Сучасні вимоги до екологічної відповідальності та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище вимагають нового підходу до проектування та управління будівлями, і ВІМ відіграє в цьому важливу роль [1].

Сталий розвиток у будівництві включає раціональне використання ресурсів, енергоефективність будівель, мінімізацію відходів і довгострокову експлуатаційну ефективність; давайте подивимося, як ВІМ може сприяти вирішенню цих питань.

Оцінка впливу на навколишнє середовище на ранніх стадіях проектування Завдяки ВІМ архітектори та інженери можуть оцінити вплив проекту на навколишнє середовище ще до початку будівництва [2]. Інтегруючи дані про використання матеріалів, енергоефективність та вуглецевий слід, можна відповідати міжнародним стандартам, таким як LEED (Лідерство в енергетичному та екологічному проектуванні) та BREEAM (Будівельне дослідження Establishment Environmental Assessment Method) та інші міжнародні стандарти сталого будівництва [3].

Оптимізація енергоефективності ВІМ дозволяє моделювати енергоефективність будівель та аналізувати такі аспекти, як орієнтація на сонце, системи вентиляції, природне освітлення та ізоляція [4]. Це дозволяє приймати раціональні рішення щодо будівельних матеріалів та систем енергоефективності, тим самим зменшуючи енергоспоживання будівлі та експлуатаційні витрати. Крім того, ВІМ сприяє використанню відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та геотермальні системи опалення, що робить будівлі більш екологічними [5].

Мінімізація відходів та повторне використання матеріалів. Одним із принципів сталого будівництва є мінімізація відходів та ефективне використання будівельних матеріалів; за допомогою ВІМ можна точно розрахувати кількість матеріалів, необхідних для будівництва, що зменшує надмірне замовлення та зменшує кількість відходів [6]. Крім того, ВІМ підтримує концепцію «від колиски до колиски», коли матеріали повторно використовуються, коли будівля досягає кінця свого життєвого циклу [7].

Моніторинг та управління ресурсами під час експлуатації. Після завершення будівництва ВІМ залишається корисним інструментом для управління будівлею: ВІМ-модель можна використовувати для автоматизації моніторингу споживання енергії, води та інших ресурсів, що дозволяє швидко реагувати на зміни в ефективності експлуатації [8]. Це особливо важливо для великих офісних будівель, лікарень і заводів, де щоденне споживання енергії, як правило, високе [9].

Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) ВІМ може забезпечити повну оцінку життєвого циклу будівлі, від видобутку матеріалів до знесення. Така оцінка дозволяє проаналізувати вплив на навколишнє середовище протягом усього періоду існування об'єкта [10].

Переваги в управлінні інфраструктурою

Використання BIM не обмежується будівлями, але технологія також пропонує значні переваги в управлінні інфраструктурними об'єктами, такими як мости, дороги, тунелі, аеропорти та інші громадські будівлі [1]. У великих проєктах, що охоплюють різні галузі та велику кількість підрядників, BIM допомагає уникнути непорозумінь і втрати інформації між різними групами, забезпечуючи чітку координацію робіт [2].

Планування та аналіз інфраструктури, де BIM може бути інтегрований з географічними інформаційними системами (ГІС) для створення точних 3D-моделей об'єктів інфраструктури з урахуванням рельєфу місцевості та існуючих умов [3].

Моделювання процесів та імітація; BIM дозволяє моделювати не тільки будівництво об'єктів інфраструктури, але й те, як вони будуть функціонувати в процесі експлуатації [4].

Точність в управлінні життєвим циклом інфраструктури. Як і у випадку з будівлями, BIM дозволяє управляти інфраструктурними об'єктами на всіх етапах їхнього життєвого циклу, від будівництва до технічного обслуговування та модернізації [5].

Окрім технічних та екологічних переваг, впровадження BIM має значний соціально-економічний вплив, що охоплює різні аспекти будівельної галузі та суспільства в цілому [6].

Підвищення продуктивності та скорочення витрат. Однією з основних економічних переваг BIM є скорочення витрат на всіх етапах будівництва та експлуатації об'єктів [7].

Створення робочих місць та розвиток нових професій; впровадження BIM вимагає наявності фахівців, які знайомі з новітніми цифровими інструментами та вміють працювати з інформаційними моделями [8].

Покращення якості будівництва та житлового середовища; BIM можна використовувати для створення більш якісних та безпечних будівель, які відповідають сучасним стандартам комфорту та енергоефективності [9].

BIM - це потужний інструмент, який допомагає підвищити ефективність будівництва та експлуатації об'єктів. Впровадження BIM не тільки забезпечує високу точність і якість на всіх етапах життєвого циклу будівель та об'єктів інфраструктури, а й створює умови для сталого розвитку галузі та економічного зростання. BIM має вирішальне значення для сучасного будівництва, оскільки дозволяє значно скоротити витрати і підвищити ефективність при виконанні будівельних робіт та зменшити ризики під час будівництва, що робить його надзвичайно важливим для сучасного будівництва.

Для України впровадження BIM є особливо важливим, оскільки дозволяє впорядкувати будівельну галузь, підвищити прозорість, зменшити корупційні ризики, оптимізувати витрати на будівництво громадських об'єктів та значно покращити управління процесом реалізації проєктів [3]. Наразі українські фахівці активно працюють над впровадженням цієї технології, адаптуючи міжнародні стандарти до національних реалій та розробляючи власні інноваційні рішення [4].

Завдяки інтеграції BIM з іншими технологіями, такими як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT) та хмарні рішення, майбутнє будівництва, ймовірно, стане ще більш технологічним та ефективним [5]. BIM забезпечує основу для розвитку

інфраструктури, яка відповідає концепції «розумних міст» та вимогам будівництва 21-го століття [6].

Отже, інформаційне моделювання будівель стає невід'ємною частиною сучасної будівельної галузі та зберігає значні перспективи розвитку як у світі, так і в Україні. Саме активне впровадження цієї технології сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських фахівців та організацій на світовому ринку

Впровадження BIM також сприятиме розробці нових стандартів будівництва та управління проєктами. Сучасні світові тенденції вказують на необхідність більшої координації та інтеграції на різних етапах життєвого циклу будівлі, від початкового проєктування до знесення [1]. У цьому контексті BIM може допомогти інтегрувати всі процеси і зробити їх прозорими, передбачуваними та керованими. Особливо варто відзначити, що BIM може автоматично генерувати необхідну для роботи документацію, значно зменшуючи кількість помилок і невідповідностей у проєкті [2].

Іншим важливим аспектом є покращення співпраці між учасниками проєкту. При традиційних методах будівництва різні формати документації та методи управління часто призводять до труднощів і проблем у координації робіт між підрядниками, дизайнерами, інженерами та власниками [3]. Використання єдиної інформаційної моделі усуває ці проблеми, оскільки всі учасники мають доступ до актуальних даних у режимі реального часу [4]. Це підвищує ефективність комунікації, зменшує кількість конфліктів і сприяє швидкому прийняттю рішень [5].

Завдяки цим перевагам BIM широко використовується не тільки в будівництві житлових і комерційних будівель, але й в управлінні інфраструктурними об'єктами, а також при створенні та модернізації міських територій [6]. У процесі урбанізації та глобальної модернізації інфраструктури використання технології BIM стає необхідною умовою для ефективного управління складними інженерними системами [7].

Таким чином, інформаційне моделювання будівель має великий потенціал для оптимізації процесу будівництва та підвищення ефективності управління будівлями та інфраструктурою на всіх рівнях. Завдяки своїм можливостям прогнозування, аналізу та управління, BIM стає однією з найважливіших технологій у сучасному будівництві, сприяючи як технологічним інноваціям, так і сталому розвитку суспільства.

Україна, як член світової будівельної спільноти, має великий потенціал для подальшого розвитку в цій сфері. Одним з основних завдань є адаптація BIM до національних стандартів, підвищення рівня діджиталізації будівельного сектору та створення відповідної освітньої бази для підготовки нового покоління професіоналів [1]. Це дозволить не тільки підвищити якість та ефективність будівельних робіт, але й забезпечити конкурентоспроможність української будівельної галузі на світовій арені [2].

Література

1. Василенко, В., Сімонов, О. (2019). Інформаційне моделювання будівель: основи та застосування в Україні. Київ: Видавничий дім "Знання".
2. Євтушенко, С., Борисенко, А. (2020). Інформаційне моделювання об'єктів будівництва: технології та інновації. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова.

3. Жадан, В. Г. (2018). Використання BIM-технологій у будівництві та проектуванні. Львів: Видавництво Львівської політехніки.
4. Костенко, І. (2017). Інформаційні технології в будівництві: сучасний стан та перспективи розвитку. Київ: Логос.
5. Слюсар, І. В. (2021). BIM у сучасному будівництві: проблеми впровадження в Україні. Київ: ТОВ "Науковий світ".
6. Ковальчук, М. І. (2019). Цифрове моделювання та управління життєвим циклом будівель. Дніпро: ДНУЗТ.
7. Гребенюк, П. (2020). Сталий розвиток у будівництві: роль BIM-технологій. Одеса: ОДАБА.
8. Романенко, В. А., Черняк, Ю. І. (2018). Інформаційні системи та технології в архітектурі та будівництві. Київ: НУБіП.
9. Іванченко, Т. О. (2019). BIM-технології в управлінні будівельними проектами. Київ: НАУ.
10. Білоус, О. В. (2021). Використання цифрових технологій у будівництві: міжнародний досвід та українські реалії. Київ: ВЦ "Академія".

5. RATIONAL PARAMETERS OF THE CONSTRUCTION OF MULTI-STORY BUILDINGS THROUGH 3D MODELING METHODS

**Shumakov I., prof., Lavro R., graduate student
O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv**

Modern construction is undergoing significant transformations thanks to the introduction of innovative technologies. One of the most important changes is the use of 3D modeling to optimize construction parameters. Optimization is critical to improving efficiency and reducing costs in the civil engineering industry. High-rise residential buildings are one of the most common construction sites, with increasing demands for quality, productivity and sustainability. Today's challenges include increasing construction efficiency, reducing resource costs, improving quality, and ensuring sustainable architectural and engineering design. There are communication problems in construction. Traditional methods are based on the use of 2D drawings, specifications and text documents and have a number of limitations. Limited visualization: 2D drawings do not always give a complete picture of spatial relationships, which makes it difficult to understand the project. Risk of misinterpretation: Different participants may interpret drawings and documents differently, leading to errors. Information gaps: The lack of a centralized data source results in participants working with different versions of documents.

Complexity of coordination: interaction between different disciplines (architecture, structures, engineering networks) is complicated due to the lack of a single model.

The problem of the lack of effective methods for optimizing the parameters of the construction of multi-story residential buildings, such as planning, constructive solutions, process manufacturability characteristics and cost, is an urgent problem. Traditional approaches are limited by the fact that they do not take into account the full range of possibilities and do not provide adequate control over construction parameters. In order to optimize the parameters of the construction of multi-story residential buildings, it is proposed to use 3D modeling. These technologies make it possible to create virtual models of the building, which include information about all its components, from the architectural design to engineering communications.

Planning analysis and optimization: creation of building layout options to choose the optimal one in terms of functionality and space maximization. Evaluation of structural solutions: determination of optimal structural solutions to ensure strength and efficient operation of the building. Cost calculation and budget control: construction cost calculation and budget control at various stages of the project. Improving construction quality and safety: the possibility of preliminary analysis to avoid errors and reduce risks. Calendar planning and analysis: checking for space-time collisions. The use of 3D modeling allows to significantly increase the productivity and quality of construction. The use of these technologies helps to solve problems related to planning, structural and technological solutions and cost control.

For the further development of research, the following areas can be considered:

- development of automated optimization tools based on 3D models;
- studying the possibilities of using artificial intelligence to optimize construction parameters;

- study of the influence of construction parameters on the sustainability and quality of the building.

Overall, the use of 3D modeling has great potential for optimizing the construction of multi-story residential buildings, and further research in this area promises valuable results. Modern technologies can become key for the efficient and sustainable development of the construction industry.

6. ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ БУДІВЕЛЬ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ BIM

¹ Давиденко О.А., к.т.н., доц., ² Обухова Н.В., к.т.н., доц.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків ¹
Харківський гуманітарний університет «НУА», м. Харків ²

Впровадження BIM на базі пакету програм *Revit* вимагає нових підходів при оцінці варіантів архітектурних і конструктивних рішень вже при створенні моделей 3D і остаточного розрахунку ефективності на етапах 4D – 8D з виходом на життєвий цикл: проектування, будівництво, експлуатація будівлі. Вирішення цієї проблеми вимагає переходу від віртуальної моделі, створеної в *Revit*, до конкретних технічних, технологічних і організаційних рішень на будівельному майданчику з реальними ресурсами будівельних підприємств при певній прозорій нормативно – довідковій базі.

В основу методики стратегічного управління інноваційними проектами в будівництві в дослідженні покладено системний підхід і головні характеристики, властиві експлуатації економічній системі – як множина елементів та відносин між ними, що утворюють певну цілісність. Перспективним для вирішення завдань за цими напрямками є сценарний підхід – розробка в динаміці ряду показників за життєвий цикл проекту з урахуванням усіх факторів, що впливають на мету проекту, а також варіантів заходів, необхідних для досягнення цієї мети за критеріями: обсяг – якість – строки – вартість – ризики – ефективність.

Впровадження технології BIM, як системи моделювання оцінки ефективності інноваційного розвитку та структурної перебудови в будівельному комплексі України, забезпечує визначення ефекту на ранніх стадіях проектування [1].

В сучасній світовій економіці, виходячи з цих принципів, методика оцінки економічної ефективності капітальних інвестицій в інноваційний проект передбачає в ринкових умовах розрахунок та порівняння трьох показників:

1. *NPV* – максимальні чисті приведені грошові надходження (*чиста поточна вартість*) в грн.
2. *PP* – строк окупності капітальних інвестицій в прийнятих звітних періодах, періодів.
3. *IRR* – внутрішня норма рентабельності капітальних інвестицій за інвестиційний цикл (*T*), в долях одиниці:
4. *PI* – індекс рентабельності, як відношення грошових надходжень до капітальних інвестицій:

Доцільним визнається варіант проекту, що має: максимальний *NPV*, мінімальній *PP*, *IRR* більший чим *I* і максимальний по варіанту. Крім того можуть застосовуватися показник *PI* – індекс рентабельності, як відношення грошового потоку (*+CF*) до капітальних інвестицій (*-CF*), а також показники, що доповнюють попередні ресурсні або соціальні.

Для оцінки ризиків доцільно застосувати метод чутливості – коливання критеріїв в межах діапазону змін в формулах параметрів від оптимістичних до песимістичних оцінок на основі багатоваріантного розрахунку кожного критерія в матричному виді за допомогою програми в *MCAD*:

- капітальних інвестицій ($K_t = -CF_t$);
- чистих грошових надходжень (CF_t) в залежності від діапазону зміни ставки чистого прибутку від інвестицій (E), сум амортизації (A);
- діапазону зміни відсоткової ставки (I) під впливом зовнішніх факторів.

В матриці NPV виділяються три зони:

- a) для мінусових NPV – зона не ефективних рішень;
- b) для позитивних NPV – зона припустимих рішень;
- c) на границі цих двох зон виділяється третя зона – ризикова, в якій NPV змінюється в межах $\pm 5\%$ значення E й I .

На основі порівняння й аналізу по варіантам величин NPV й зон ризику вибирається оптимальний – по максимальному NPV з урахуванням ризику його зміни в майбутньому після реалізації проєкту в межах коливань E й I [2].

Висновок: методика оцінки економічної ефективності капітальних інвестицій в інноваційний проєкт в поєднанні з оцінкою ризиків забезпечить ефективність управління інноваційним розвитком будівель за технологією BIM.

Література

1. Трач Р.В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку (КНУБА). Миколаїв: МНУ ім. В.О. Сухомлинського / Науковий збірник «Економіка та управління підприємством» – 2017. – Вип.16. – С.490–496.
2. Управління проєктами на базі BIM-технології: монографія / А. В. Дружинін, Є. А. Дружинін, О. А. Давиденко. – Х.: ФОП Бровін О. В., 2023. – 127 с.

7. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРИЧИН ЗРИВІВ ТЕРМІНІВ ПРОЄКТУ

**Уваров П.Є., к.т.н., доц., Заярний О.І., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

В даний час міждисциплінарні підходи в науці знаходяться в самому центрі уваги дослідників і керівників і розвиваються найактивнішим чином. Одним з найбільш перспективних наукових підходів є синергетика (теорія самоорганізації). Вводячи цей термін, німецький учений Г. Хакен вніс в нього два сенсу. Перший сенс – це теорія, яка розглядає появу тих нових властивостей, якостей, стратегій у складних систем, елементи яких такими не володіють, але з іншого боку – це науковий підхід, що розвивається тільки при творчій взаємодії природничників, гуманітаріїв і математиків. Але на даному етапі розвитку науки синергетика виступає як теорія нестійкості. Такий відомий методолог, як В.Г. Буданов розглядає синергетику як область науки, що лежить на перетині областей предметного знання, математичного моделювання та філософської рефлексії. Варто зазначити, що кожна складова з цієї триєдності важлива і значуща. Якщо поглянути на всі ці ідеї з математичної точки зору, то, кажучи словами видатного філософа І. Лакатоса, «тверде ядро» цього підходу – асимптотичний аналіз. Суть асимптотичних методів математик, механік, філософ Р. Г. Баранцев висловив, як системну тріаду: простота – точність – область застосовності. І в цьому контексті теорія катастроф займає в синергетиці абсолютно важливе і особливе місце [1].

Перші згадки про теорію катастроф, або теорії особливостей з'явилися в західній пресі близько 1970 р. У таких друкованих виданнях як «Newsweek» повідомлялося про переворот в математиці, який можна було порівняти хіба що з винаходом Ньютона диференціального й інтегрального числення.

Вважалося, що всіма обговорювана нова наука цінніше, ніж математичний аналіз і вже на початку сімдесятих років теорія катастроф стала модною, широко рекламованою теорією [2].

Джерелами теорії катастроф є теорія особливостей гладких відображень Уїтні і теорія біфуркацій динамічних систем Пуанкаре і Андронова.

Основним завданням теорії катастроф є дослідження змін станів рівноваги потенційної функції при зміні керуючих параметрів.

Для більшої ясності викладу дамо базові визначення.

Катастрофою називається різкі, стрибкоподібні зміни стану системи, що виникають при плавній зміні керуючих параметрів.

Біфуркацією називається придбання нової якості руху динамічної системи при малій зміні її параметрів.

Методологія управління проєктами використовує таке поняття дедлайн (deadline) як позначення дати, до якої робота, комплекс робіт або весь проєкт повинні бути завершені. Дослівний переклад терміну deadline – «смертельна лінія», яка показує, що невиконання завдання до поставленого терміну призводить проєкт до загибелі. Таким чином, зрив встановленого крайнього терміну можна вважати катастрофою проєкту.

Поняття катастрофа досить поширене на практиці. Катастрофою (з давньогрецького «переворот, повалення, смерть») називають подію, що виникла в

результаті природної або техногенної надзвичайної ситуації, що спричинила за собою загибель людей або будь-які непоправні наслідки в історії того чи іншого об'єкта [3],

У разі будівельного проєкту катастрофою домовимося називати досягнення таких результатів проєкту (за тривалістю, вартістю, якістю, змістом і іншим параметрам), які виходять за рамки встановлених граничних значень і призводять до принципового зриву цілей проєкту.

Прапором (фіксацією) катастрофи будівельного проєкту будемо називати будь-яку істотну ознаку катастрофи.

Як в свою чергу, пристосуванню, що ілюструє практичне застосування теорії катастроф, дамо термін – машина катастроф.

Доцільним буде показати приклад такого пристосування (рис. 1-4), реалізованого в програмному комплексі Microsoft Project.

Нехай інвестиційно-будівельний проєкт складається з трьох послідовно виконуваних робіт:

- тривалість роботи 7-8 днів;
- тривалість роботи 2-10 днів;
- тривалість роботи 3 – 12 днів.

Тривалість проєкту:

- початок проєкту – 19 жовтня;
- крайній термін проєкту – 7 листопада;
- плановий термін закінчення проєкту – 30 жовтня;
- страховий резерв часу – 6 робочих днів.

Тривалість роботи 3 може бути зменшена без додаткових витрат на 2 дня. Робота 3 з технологічних причин може виконуватися тільки в літній час (з березня по жовтень).

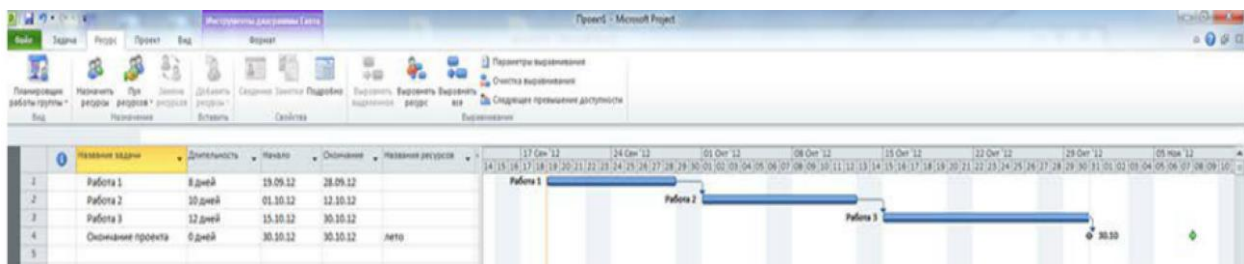


Рисунок 1. Приклад дії машини катастроф в програмі MS Project (етап 1)

Нехай тривалість роботи 1 і роботи 2 збільшилася на 1 день. Збільшення тривалостей даних робіт можна парирувати зменшенням тривалості роботи 3 на ті ж 2 дні:

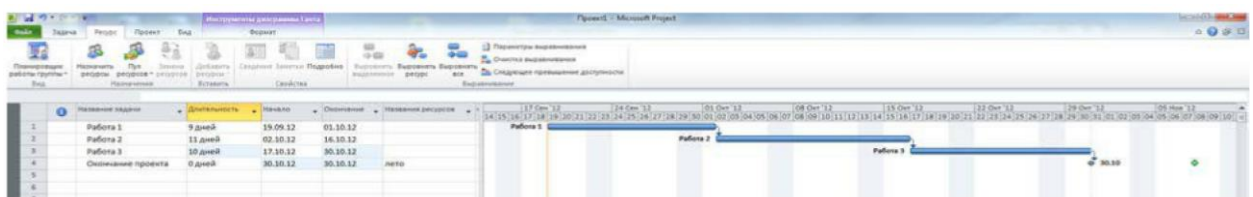


Рисунок 2. Приклад дії машини катастроф в програмі MS Project (етап 2)

Нехай робота 2 збільшилася на 1 день. У цьому випадку загальна тривалість проекту збільшиться на той же 1 день, але крайній строк не буде зірваний:

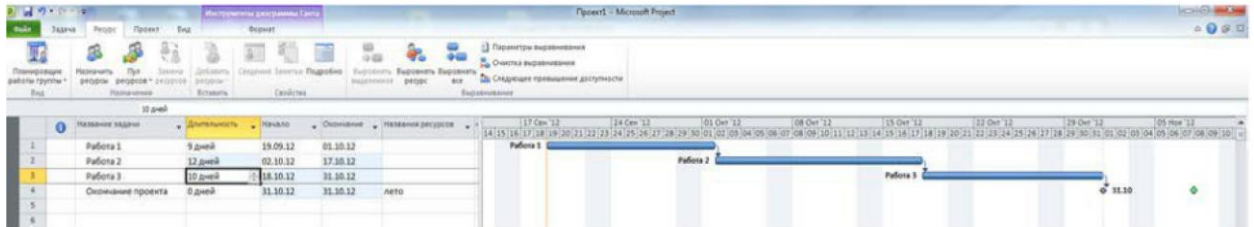


Рисунок 3. Приклад дії машини катастроф в програмі MS Project (етап 3)

Нехай тривалість роботи 2 збільшиться ще на 1 день. Тоді відбудеться катастрофа:

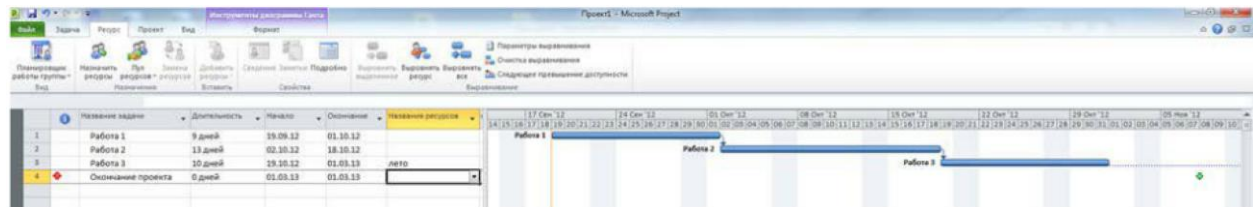


Рисунок 4. Приклад машини катастроф в програмі MS Project (етап 4)

Таким чином, закінчення проекту перенесеться на весну, і як наслідок, спричинить за собою істотний зрив термінів.

Висновки: Одним з основних завдань вивчення і дослідження катастроф є запобігання їх виникненню в майбутньому. При реалізації інвестиційно-будівельних проектів необхідно забезпечувати своєчасне отримання даних про досягнення критичних значень параметрів, які можуть привести проект до катастрофічного результату, і оперативне вироблення дієвих управлінських рішень, що дозволять вивести параметри проекту за рамки критичних станів.

Література

1. Арнольд В.І. Теорія катастроф. Вид.3– К.: Наукова думка, 1990. -136 с.
2. Arbuthnot S., Linenberg Y., Stadler Z. Optimising organisational performance by managing project benefits// Proceedings of the PMI Global Congress -Europe - PMI Newtown Square, PA: 2003- EP13.
3. ДСТУ 3891:2013 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять

8. ФОТОГРАММЕТРІЯ ПРИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПАМ'ЯТНИКІВ МИСТЕЦТВА

Іванов Є.М., к.т.н., доц., Гапонова Л.В., к.т.н., доц.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Відомий український філософ-мислитель, поет, педагог, перекладач, музикант Григорій Савич Сковорода належить до найвидатніших виразників української ментальності XVIII ст. Об'єктом дослідження являється пам'ятник Григорію Сковороді (Полтава) – паркова скульптура українському філософу, поету, педагогу Григорію Савичу Сковороді у місті Полтава. Відкриття скульптури відбулося 03 грудня 2022 року. Вона розташована у сквері біля Полтавської міської школи мистецтв «Мала академія мистецтв» імені Р.О. Кириченко по вулиці Соборності 35. Міні скульптура виконана з бронзи та являє собою фігуру Григорія Сковороди, який йде босоніж, тримаючи у правій руці посох, у лівій – книгу. (рис.1). Автори скульптури – архітектор Сергій Чечельницький та художник Катіб Мамедов [1, 2]. Мета - використати метод цифрової фотограмметрії для відтворення об'єкта дослідження у вигляді віртуальної моделі. Зауважимо, об'єкт знаходиться у захисному склі, що ускладнює виконання формування об'ємної моделі. Для формування об'ємної моделі робимо серію знімків, кружляючи навколо реального фізичного об'єкта. Рекомендується робити знімки після кожного невеликого переміщення і в місці, з постійним освітленням і відсутністю тіней. При цьому на задньому плані не повинно бути рухомих об'єктів. Під час фотозйомки необхідно зберігати перпендикулярне положення щодо об'єкта. Потрібно змінювати висоту під час кожного кругового проходу, поки не захопиться вся поверхня об'єкта. Фотографії мають бути чіткими і без відблисків, як зображення на рисунку 1.

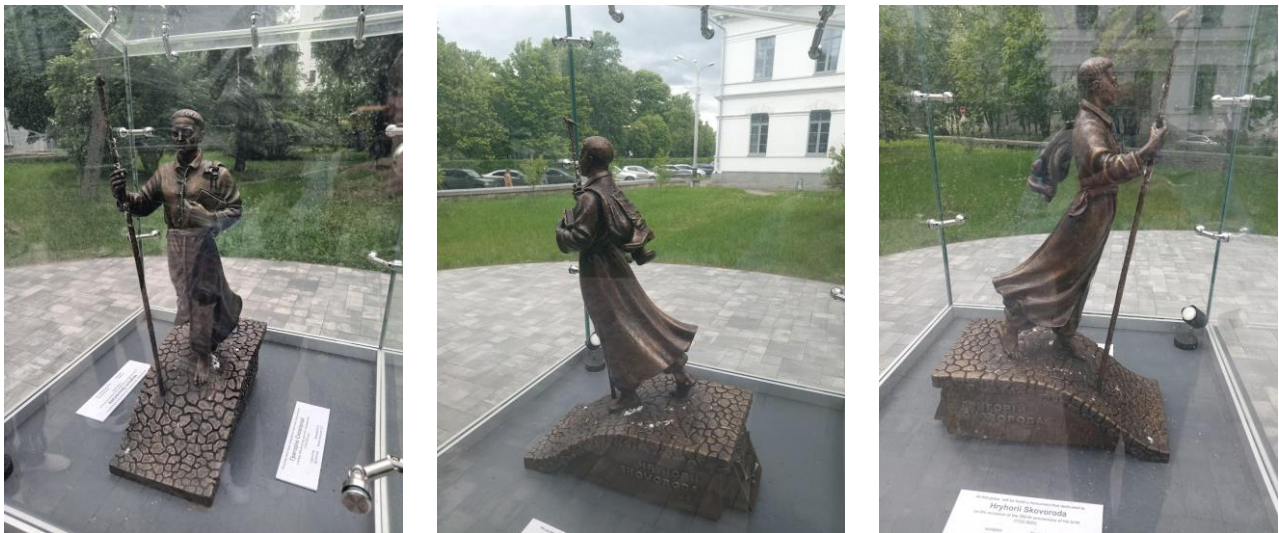


Рисунок 1. Виконання фотозйомки пам'ятника Григорію Сковороді у м. Полтава.

Використання програмного забезпечення (пакету Autodesk Inventor) при створенні точної копії об'єкта за вже наявним виробом, здебільшого вимагає або ручного постоброблення файлу, або повного окреслення поверхні (поверхонь) виробу. Для відтворення об'єкта у вигляді віртуальної моделі в роботі запропоновано використання хмарного сервісу Autodesk ReCap Photo [3]. Використовуючи який

можна створювати віртуальні тривимірні моделі за допомогою лазерного сканування реального об'єкта або за допомогою цифрової камери і подальшого цифрового відтворення цього об'єкта в цифровому просторі. Але широке використання лазерних сканерів та програмного забезпечення дуже обмежене через їхню дорожнечу. В роботі запропоновано більш дешевий, доступний і не менш точний метод, який легко застосувати на практиці - метод цифрової фотограмметрії реверс-інжинірингу. Метод заснований на створенні тривимірної моделі з двовимірних фотографій за допомогою запропонованого програмного забезпечення. З його допомогою користувач завантажує на сервери Autodesk комплект фотографій і отримує в результаті тріангульовану модель об'єкта зі збереженням усіх реальних розмірів і з текстурами високої якості. Отримані дані згодом було імпортовано для подальшого опрацювання в іншу програму цього сімейства - пакет Autodesk Inventor. Пакет Autodesk Inventor має зручний інтерфейс та великий набір інструментів для моделювання. Для демонстрації масштабу і рівня опрацювання ReCap Photo, в роботі демонструються закладені в додаток опції: насамперед, додаток підтримує майже всі формати файлів лазерного сканування. Хмари точок, крім цього, можна редагувати довільно - видаляти їх, копіювати, підсвічувати або навіть додавати точки обстеження. У результаті продемонстровано можливість не тільки створювати технічну документацію, а й проводити реконструкції об'єктів з точністю до міліметра. Візуалізація і дизайн дають змогу виключати ймовірні помилки. Таким чином, наочно показано, що представлена методика істотно знижує трудомісткість і підвищує ефективність [4]. Отримана віртуальна модель з використанням хмарного сервісу Autodesk ReCap Photo наглядно представлена на рисунку 2.



Рисунок 2. Віртуальна модель пам'ятника Григорію Сковороди.

Висновок: Фотограмметрія, як один з методів не потребує дорогого обладнання, можна використовувати звичайний телефон для фотографування об'єкта. Попри меншу точність цей метод більш доступний і може бути використано у навчальному процесі. При цьому підвищується ефективність застосування під час навчальної підготовки студентів при відсутності лазерних сканерів. У подальшому розвиток комп'ютерної цифровізації ще і пам'яток архітектури та споруд набуває сучасності.

Література

1. Григорій Савич Сковорода. До 300-річчя від дня народження | Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/node/6047>.
2. Пам'ятник Григорію Сковороді (Полтава) – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Пам'ятник_Григорію_Сковороді_\(Полтава\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Пам'ятник_Григорію_Сковороді_(Полтава)).
3. Ліцензійне програмне забезпечення Autodesk ReCap Pro. *BIM partner*. URL: <https://bimpartner.com.ua/recap-pro>
4. Іванов Є. Застосування фотограмметрії при зворотному проєктуванні об'єктів машинобудівної галузі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Машинознавство та САПР*. 2024. № 1. С. 52–57. URL: <http://misapr.khpi.edu.ua/article/view/301604>.

9. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ З УРАХУВАННЯМ ДІЇ ВИБУХОВОЇ ХВИЛІ

**Черних О.А., к. т. н., доц., Мирошніченко І.О., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Актуальність дослідження визначається, щоденними руйнуваннями будівель по всій Україні. В нашій нормативній базі вже є ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [1], який має необхідну інформацію для проектування захисних споруд. Ці норми детально визначають сферу застосування захисних споруд, формулюють фундаментальні положення проектування, будівництва та експлуатації споруд, також встановлює вимоги до їхніх захисних характеристик, необхідних для забезпечення безпеки населення в умовах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, зокрема і у воєнний час.

Метою цього дослідження було моделювання дії вибухової хвилі на конструкції для визначення напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій будівлі. Станом на сьогоднішній день, одними з найбільш актуальних загроз для цивільної інфраструктури та життєдіяльності населення за межами активних бойових дій є застосування безпілотних літальних апаратів та ракетної зброї. Зокрема, іранські БПЛА типу «Шахед-136» набули широкого застосування завдяки дешевизні та масовості. Водночас, російські ракети «Кинджал» та «Калібр» відрізняються високою швидкістю та потужністю, що робить їх одним з найбільш руйнівних видів сучасної повітряної зброї.

При проведенні моделювання враховано вимоги розділу №14 ДБН В.2.2-5:2023, який регламентує навантаження на споруди від дії вибухів та розрахунок несучих та огорожувальних конструкцій. Також цей розділ містить вимоги для виконання розрахунків конструкцій захисних споруд. Пункт 14.1.1.4 вказує на можливість застосування прямого динамічного методу для визначення напружено-деформованого стану конструкції під впливом вибухової хвилі.

Паркінг нашої будівлі розглядається у якості бомбосховища для мешканців будинку. Головні характеристики будинку:

- Висота поверху: паркінг – 4,2 м, житлові поверхи – 3,0 м, дах – 3,0 м;
- Товщина плит: фундаментна – 800 мм, перекриття усіх поверхів – 200 мм;
- Бетон вертикальних несучих конструкцій: паркінг – С25/30, житлові поверхи – С20/25;
- Товщина несучих стін: паркінг – 600 мм, житлові поверхи – 250 мм.
- Поверховість – 16 житлових поверхів.

Результати моделювання роботи будівельних конструкцій за допомогою ПК ЛПРА-САПР 2022 із САПФІР-3D [2] для вихідної моделі наведені на рисунках 1 – 4.

Була розроблена також друга модель житлової будівлі з урахуванням дії надмірного тиску ΔP_{ex} від повітряної ударної хвилі у розмірі 500 кПа на поверхні плити перекриття паркінгу.



Рисунок 1. Вихідна модель



Рисунок 2. Розрахункова модель

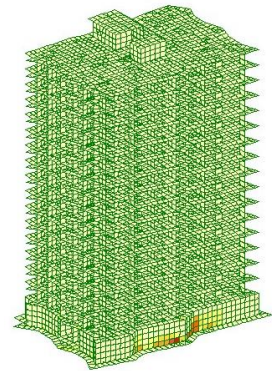


Рисунок 3. Результати розрахунку з зображенням верхньої арматури вздовж осі Y



Рисунок 4. Армуння плити перекриття: верхня арматура вздовж осі Y

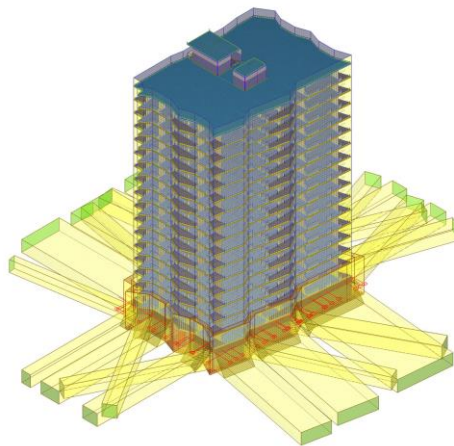


Рисунок 5. Розрахункова модель будівлі на дію вибухової хвилі

Для цього були змінені певні характеристики матеріалів вихідної моделі:

- Товщина плит: фундаментна – 1000 мм, перекриття паркінгу – 600 мм, перекриття інших поверхів – 200 мм;
- Бетон вертикальних несучих конструкцій: всі поверхи – С25/30;
- Максимальний процент армування несучих стін – 10%.
- Збільшення жорсткості основи для врахування динамічного характеру дії вибухової хвилі;

Результати моделювання роботи будівельних конструкцій для модифікованої моделі наведені на рисунках 5 – 9.

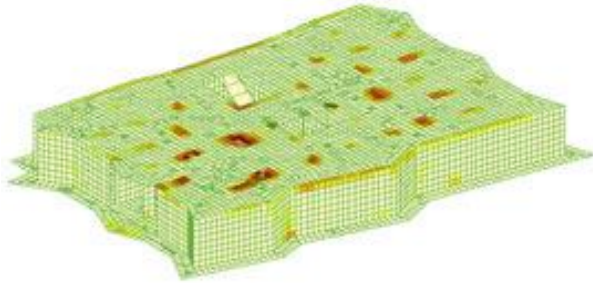


Рисунок 6. Результати розрахунку з зображенням верхньої арматури вздовж осі Y

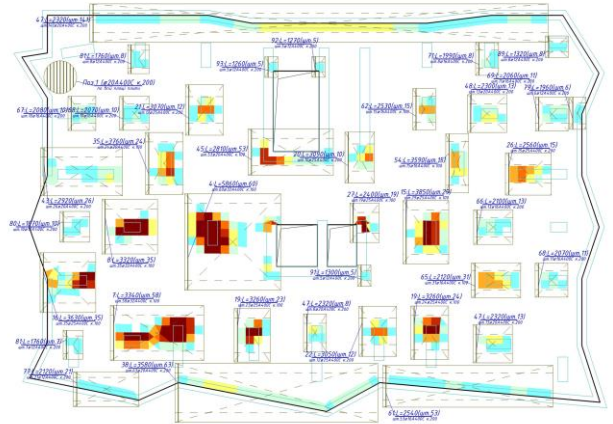


Рисунок 7. Армунання плити перекриття верхньої арматури вздовж осі Y

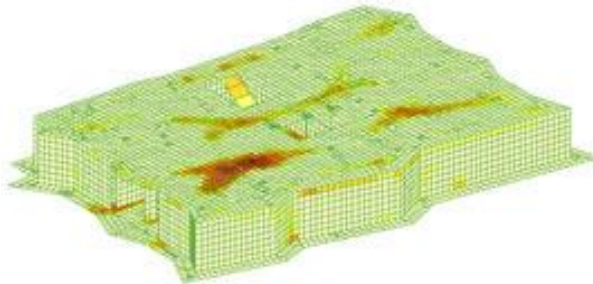


Рисунок 8. Результати розрахунку з зображенням нижньої арматури вздовж осі Y

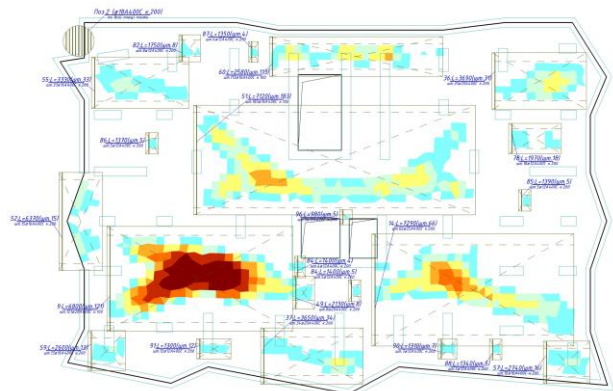


Рисунок 9. Армунання плити перекриття нижньої арматури вздовж осі Y

Висновок: Ми можемо стверджувати, що, якщо ми провели обстеження існуючої будівлі, визначили арматуру та клас бетону використаний в конструкціях, товщину конструкцій, то заклавши ці параметри у розрахунок, можемо визначати граничні значення навантажень. І таким чином визначати вже клас західної споруди, наприклад, у діапазоні нормативних значень навантажень від 100 до 500 кПа. Тобто, ще на стадії проектування маємо можливість робити висновки про прийнятні варіанти будівельних конструкцій захисних споруд адекватних до діючих вимог відповідно до актуальної сучасної нормативної бази, яка регламентує необхідні характеристики та методи обчислення напружено-деформованого стану будівельних конструкцій.

Література

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

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

10. ВИКОРИСТАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ У МОДУЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ НА ПРИКЛАДІ ТРИВИМІРНИХ СТАЛЕВИХ МОДУЛІВ

**Масляненко Є.В., к.т.н., доц., Коршак О.М., к.т.н., доц.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса**

Використання тривимірних просторових будівельних модулів з високим ступенем заводської готовності вважається одним із найбільш перспективних напрямків вирішення проблем забезпечення доступним житлом в умовах глобального збільшення кількості населення. Для України актуальним питанням теперішнього часу та найближчих перспектив є відбудова зруйнованих міст в цілому та окремих об'єктів, постраждалих внаслідок збройної агресії Російської Федерації.

Виробництво певної номенклатури типових модулів у заводських умовах з частковою або повною автоматизацією окремих операцій та циклів складає найсприятливіші умови для застосування технологій інформаційного моделювання як на стадії виробництва, так і на всіх етапах життєвого циклу модульних будівель та споруд.

Проектування модулів у вигляді вже звичних 3D моделей дозволяє на ранніх стадіях вирішити проблеми узгодження взаємного розташування елементів конструкцій, інженерних мереж та обладнання і надати виробникові проектну документацію, максимально наповнену інформацією відносно геометричних параметрів конструкцій та специфікацій матеріалів та виробів.

Наступним і логічним етапом є розробка 4D моделей, до яких додається інформація щодо графіку виконання робіт, з урахуванням часу, потрібного на закупівлю матеріалів, логістики, суміжних робіт і робіт із монтажу модулів безпосередньо на будівельному майданчику [1, с. 32]. 5D моделі окрім вищеназваних параметрів містять інформацію щодо вартості матеріалів та робіт із розробкою кошторисної документації в автоматичному режимі – такі моделі будуть поза конкуренцією при необхідності розробки техніко-економічного обґрунтування та порівняння варіантів.

Розглядаючи переваги проектування з використанням інформаційних цифрових моделей неможливо не згадати спектр можливостей сучасних САПР із використання бібліотек елементів та вузлів для автоматичного та напівавтоматичного проектування конструкцій та вузлових з'єднань – особливо, для сталевих конструкцій.

Окрім специфікацій основних матеріалів та деталей та NC-файлів для автоматизованих виробничих ліній, результати САПР можуть містити додаткову інформацію.

Зокрема, програмний продукт *'Autodesk Advance Steel'* був використаний при проектуванні типових модулів із відкритих прокатних та замкнутих гнутих профілів для порівняння їх техніко-економічних характеристик. Одним із чинників, що впливали на показники вартості, була загальна площа поверхонь головних сталевих несучих елементів модулів – прокатних профілів, що підлягали вогнезахисту [2, с. 25].

Загальнопоширеною тенденцією на ринку тривимірних будівельних модулів є використання ЛСТК в якості головних для другорядних елементів каркасу. Попри цілу низку переваг, виробництво модулів із ЛСТК на сучасному етапі характеризується низьким рівнем автоматизації виробничих процесів та

використанням ручної праці при виготовленні деталей і особливо – на стадії збірки конструкцій модулів – рам та панелей.

Деякі дослідження щодо підвищення ефективності використання ЛСТК для конструкцій модулів сконцентровані на оптимізації виробничих ліній [3, с. 9]

Окрім рішення суто технологічних виробничих задач, проєктні рішення модульних конструкцій, як і традиційних конструкцій сталевих рамних каркасів, повинні задовольняти вимогам нормативних документів щодо механічного опору, експлуатаційної надійності та пожежної безпеки.

Підвищення ефективності конструкцій модулів з ЛСТК з урахуванням їх вогнезахисту вимагає окремого розгляду.

Література

1. Omurtay, Ilayda & Soyduk, Asena & Ünay, Ali. (2024). Use of BIM with Modular Construction in Future Construction Techniques. *MANAS Journal of Engineering*. 12. 10.51354/mjen.1220152.
2. Maslyanenko Y.V., Korshak O.M. Comparison of general technical parameters, workability and fire protection of rolled profiles vs. RHS steel frames of 3D volumetric modules // *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини / Зб. наукових праць ОДАБА. – Одеса: ОДАБА, 2024. – С. 24-29. <https://doi:10.31650/2707-3068-2024-28-24-29>*
3. Vivan, A. L., & Paliari, J. C. (2021). Assembly line for the production of light gauge steel frame modular housing. *Gestão & Produção*, 28(2), e5213. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5213>

11. МОЖЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ СВОЄЧАСНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ ПРОГРАМ (PERT)

**Дроб'язко К.В., студ. магістр, Уваров П.Є., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Головна особливість методу оцінки та аналізу програм (PERT) полягає в можливості врахування імовірнісного характеру тривалостей всіх або деяких робіт при розрахунку параметрів часу на мережевій моделі. Він дозволяє визначити ймовірність завершення проекту в задані періоди часу (заданий часовий інтервал) і до заданих термінів.

Областю застосування системи PERT є, як правило, проекти з високим ступенем унікальності, наприклад інноваційні проекти. При цьому з точки зору математичних розрахунків даний метод не створює значних складнощів в обчисленнях.

Хоча дослідження питань контролю своєчасності реалізації будівельного проекту проводилися на основі методу аналізу і оцінки програм, але результати дослідження поширюються і на інші неальтернативні мережеві моделі.

Основна особливість методу PERT полягає в можливості врахування імовірнісного характеру тривалостей робіт при розрахунку параметрів часу на мережевій моделі. На відміну від інших імовірнісних моделей, входними даними для розрахунку за методом PERT будуть три оцінки тривалості виконання роботи – оптимістична, песимістична і найбільш ймовірна.

А на виході можна визначити ймовірність завершення проекту до встановленого терміну або тривалість проекту, за умови його завершення із заданою вірогідністю.

Етап 1 – Планування

Планування має на увазі під собою оптимальний розподіл ресурсів для досягнення поставлених цілей. У програмі PERT цей процес включає:

- 1.1. Розбивку проекту на його складові роботи і події;
- 1.2. Визначення послідовності, в якій повинні здійснюватися роботи;
- 1.3. Побудова мережі, щоб показати, як роботи і події пов'язані одна з одною;
- 1.4. Визначення (запит) оцінок тривалостей виконання окремих робіт;
- 1.5. Аналіз дисперсії (ступеня невизначеності);

Коли вже відомі оцінки тривалостей робіт, можна проранжувати роботи за ступенем їх невизначеності, тобто виявити найбільш «небезпечні роботи», з точки зору зриву виконання плану. Для характеристики ступеня невизначеності оцінки тривалості окремої роботи служить дисперсія – чим вище величина дисперсії, тим вище фактор невизначеності.

При аналізі дисперсії окремих робіт, також варто звернути увагу, чи є аналізована робота критичною. Таким чином, при проведеному аналізі можна виявити роботи, на контроль яких потрібно приділити підвищену увагу.

- 1.6. Розрахунок за методом PERT – розрахунок очікуваної тривалості;
- 1.7. Визначення критичного шляху;
- 1.8. Розрахунок загальної тривалості проекту – очікуваної, оптимістичній і песимістичній, отримання діапазону загальної тривалості ($T_{opt} - T_{nec}$);

1.9. Установку планової тривалості проекту (директивна дата, встановлена замовником) – $T_{план}$;

1.10. Визначення ймовірності завершення проекту у встановлений термін – P_0 .

Етап 2 – Реалізація та контроль

Розраховуючи проект, на основі імовірнісних мережевих моделей, керівник проекту отримує календарний план, що складається з очікуваних тривалостей робіт, до якого додається своєрідний страховий запас часу (буфер) для можливості маневрування в ході реалізації проекту.

Контроль за методом PERT дозволяє відстежити, як швидко витрачається запас і не допустити його повного вичерпання до закінчення проекту. На стадії реалізації інвестиційно-будівельного проекту, його контроль буде здійснюватися у такий спосіб:

2.1. Визначення частоти збору даних (задається період контролю);

Так як в методі PERT оцінка ймовірності своєчасного завершення проекту здійснюється з урахуванням вже виконаних робіт, необхідно заздалегідь визначитися зі звітною датою і вибрати оптимальний період контролю проекту, достатній для своєчасного реагування на відставання за термінами.

2.2. Ефективно використовувати час;

На кожну звітну дату оновлюються, відповідно до вже виконаних робіт, календарний графік, ймовірність успішного завершення проекту, діапазон дати завершення проекту.

2.3. Проведення аналізу отриманих даних;

Для розрахунку ймовірності використовуються тільки тривалості вже завершених робіт, так як роботи, які ще виконуються і не завершені неможливо оцінити. Для ефективного контролю проекту за методом аналізу і оцінки програм, керівнику проекту необхідно вирішити, яка ймовірність буде критичною для конкретного проекту. Якщо ймовірність знаходиться в допустимих межах, то будь-які дії на подальші роботи не потрібні.

2.4. Ухвалення управлінських рішень в разі падіння ймовірності своєчасного завершення проекту;

Якщо після виконання будь-яких робіт, проект знаходиться під загрозою зриву, керівнику проекту необхідно розробити ряд управлінських рішень, спрямованих на прискорення виконання майбутніх робіт. Варіанти таких рішень: збільшення потужності, паралельне виконання деяких робіт, залучення додаткових ресурсів, відмова від виконання деяких робіт до введення в експлуатацію, перенесення дати введення в експлуатацію та ін. Також, вироблений на етапі планування, аналіз дисперсії може показати роботи «підвищеного контролю».

2.5. Перескладання мережевого графіка з урахуванням прийнятих рішень.

Таким чином, керівник проекту в будь-який момент часу може оцінити стан проекту – зрозуміти «де він знаходиться?», чи потрібна розробка якихось тактичних або стратегічних рішень для успішного завершення проекту.

Висновки: Проаналізовано можливості контролю своєчасності реалізації будівельного проекту. Відповідно до вдосконаленої математичної моделі контролю своєчасності реалізації проекту сформовано алгоритм визначення ймовірності завершення проекту до встановленого терміну або тривалість проекту, за умови його завершення із заданою вірогідністю.

12. КОМПОЗИЦІЯ З ПАРАМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

**Черних О.А., к.т.н., доц., Гусак Я.Г., студ. бакалавр,
Юнашев Д.Ю., студ. бакалавр,**

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Система параметричного моделювання САПФІР – Генератор є гнучким інструментом у ланцюжку BIM який дозволяє виконувати параметричне моделювання будівель та споруд довільної форми [1].

В рамках курсу «ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ» [2] студенти-будівельники здобувають практичні навички із застосування інструментарію сучасних BIM – технологій (рис. 1).

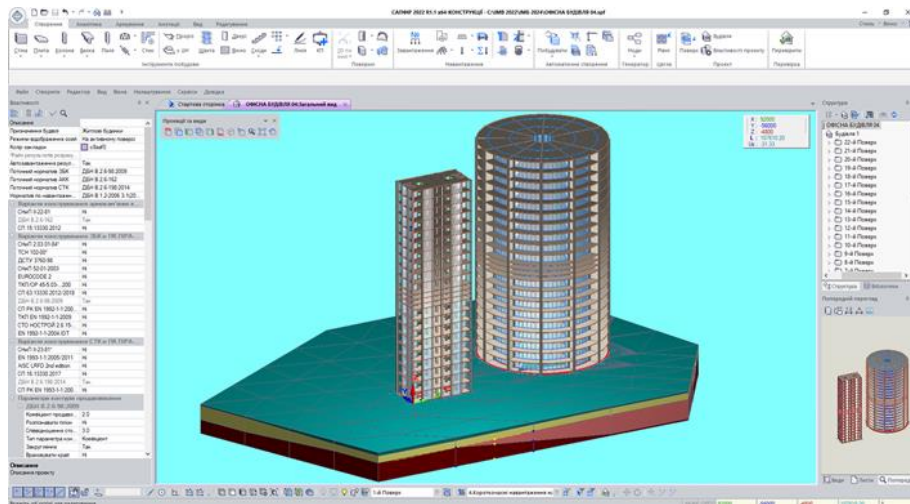


Рисунок 1. Загальний вид композиції з параметричних моделей багатоповерхових будівель створених за допомогою САПФІР – 3D.

На рисунку 2 представлена блок-схема композиції з параметричних моделей багатоповерхових будівель, створеної за допомогою нодів САПФІР – Генератора ПК ЛПРА-САПР 2022. Блок-схема розроблена з урахуванням можливості створення трьох ярусів поверховості будівлі із своєю висотою поверхів в кожному.

Блок-схема включає наступні елементи для:

- отримання: точок перетину сітки координатних осей; точок перетинання горизонтальних ліній (виконується перетинання всіх ліній між собою); повороту точок або ліній навколо осі заданої точкою та вектором на задані кути повороту;
- побудови: відрізків ліній між масивами точок; відрізків ліній між масивами точок: i -а точка j -го набору входу 1 з'єднується з i -ю точкою j -го набору входу 2; симетричних об'єктів відносно площини/лінії;
- створення: плит перекриття по заданих контурах; колон по заданих точках або контурах перерізів; стін по заданих осьових лініях; отворів в плитах перекриття по заданих контурах або поверхнях; поверхів по заданим рівням;

- формування: упорядкованого масиву чисел; попарного множення та складання масиву чисел; інформації по елементах блок-схеми.

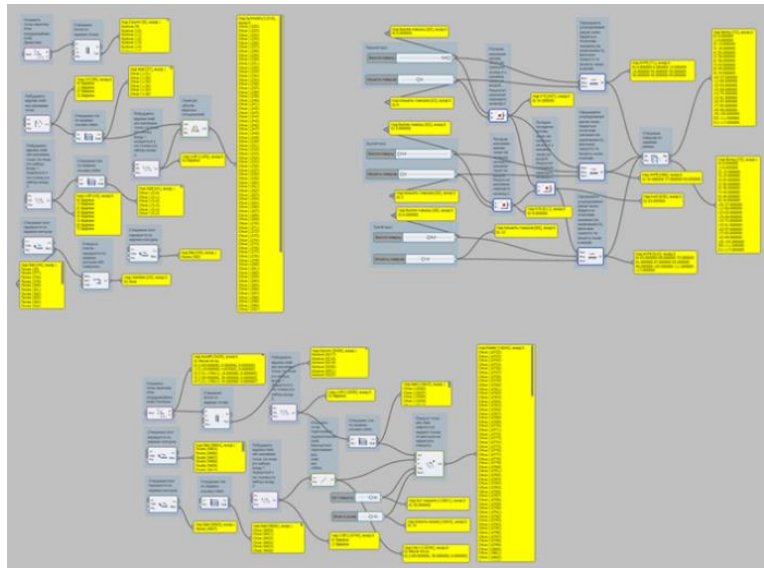


Рисунок 2. Блок-схема композиції з параметричних моделей багатоповерхових будівель, створеної за допомогою нодів САПФІР – Генератора ПК ЛІРА-САПР 2022.

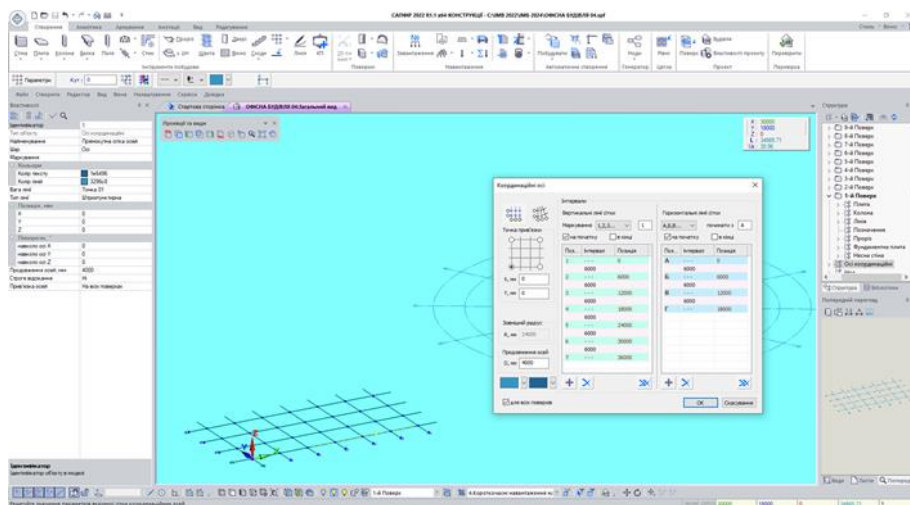


Рисунок 3. Параметри прямокутної координативної мережі для першої багатоповерхової будівлі у САПФІР - 3D ПК ЛІРА-САПР 2022.

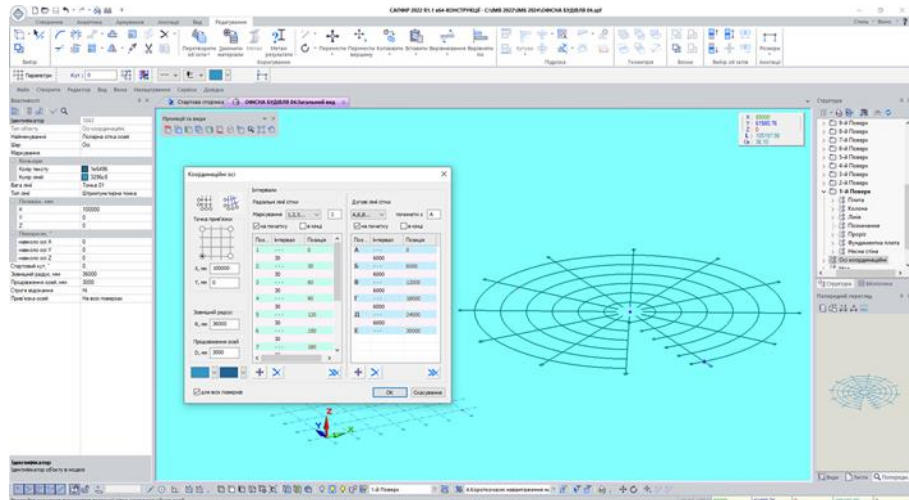


Рисунок 4. Параметри полярної координатної мережі для другої багатоповерхової будівлі у САПФІР - 3D ПК ЛІРА-САПР 2022.

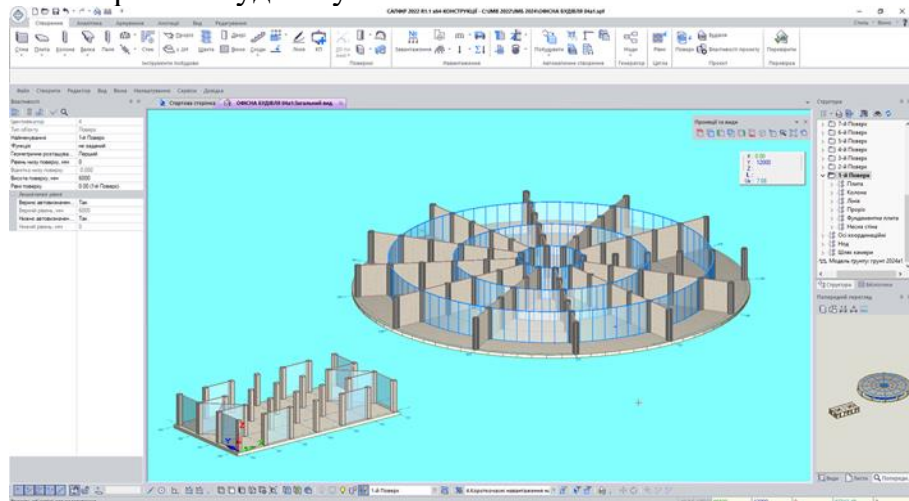


Рисунок 5. Загальний вид першого поверху композиції з параметричних моделей багатоповерхових будівель.

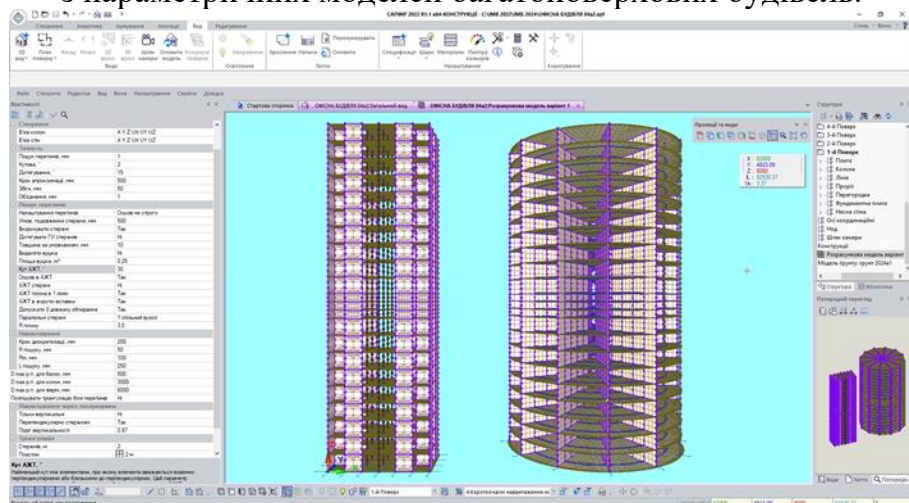


Рисунок 6. Загальний вид розрахункової моделі композиції з параметричних моделей багатоповерхових будівель створених за допомогою САПФІР – 3D.

Із наведеного прикладу студентської роботи з системою параметричного моделювання САПФІР – Генератор слідує висновок що наші студенти спроможні оволодіти сучасним інструментарієм BIM – технологій та виконувати параметричне моделювання реальних будівель та споруд довільної форми на необхідному рівні якості.

Література

1. САПФІР - Генератор: Система параметричного моделювання: LIRALAND Group [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.liraland.ua/lira/systems/generator.php>.
2. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ: Електронний університет СНУ ім. В. Даля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://moodle2.snu.edu.ua/course/view.php?id=5016>.

13. ВИКОРИСТАННЯ AUTODESK REVIT ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ В БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

Кулік М.В., к.т.н., доц., Загребін В.В., студ.

Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Використання Autodesk Revit у будівельних організаціях сприяє оптимізації проєктування та підвищенню ефективності будівельних процесів завдяки інтеграції BIM-технологій [1], що особливо актуально в умовах відбудови міст, де Revit має змогу стати провідним інструментом, надаючи можливості швидкого внесення змін і забезпечує злагоджену взаємодію між усіма учасниками проєкту.

Впровадження інформаційного моделювання у будівельних організаціях сприяє підвищенню ефективності через швидший обмін даними, зниженню ризиків та помилок завдяки деталізованій візуалізації та розширеним можливостям аналізу даних (рис. 1.). Інтеграція новітніх технологій покращує якість проєктування і зменшує витрати та втрати шляхом усунення непотрібних помилок на ранніх стадіях проєкту. Одним із програмних рішень для досягнення цих цілей є Autodesk Revit, котрий представляє собою потужний інструмент для проєктування, що надає широкі функціональні можливості. З його допомогою інженери-проєктувальники можуть створювати деталізовані тривимірні моделі будівель, що дозволяє візуалізувати проєкт з різних ракурсів на етапі проєктування.

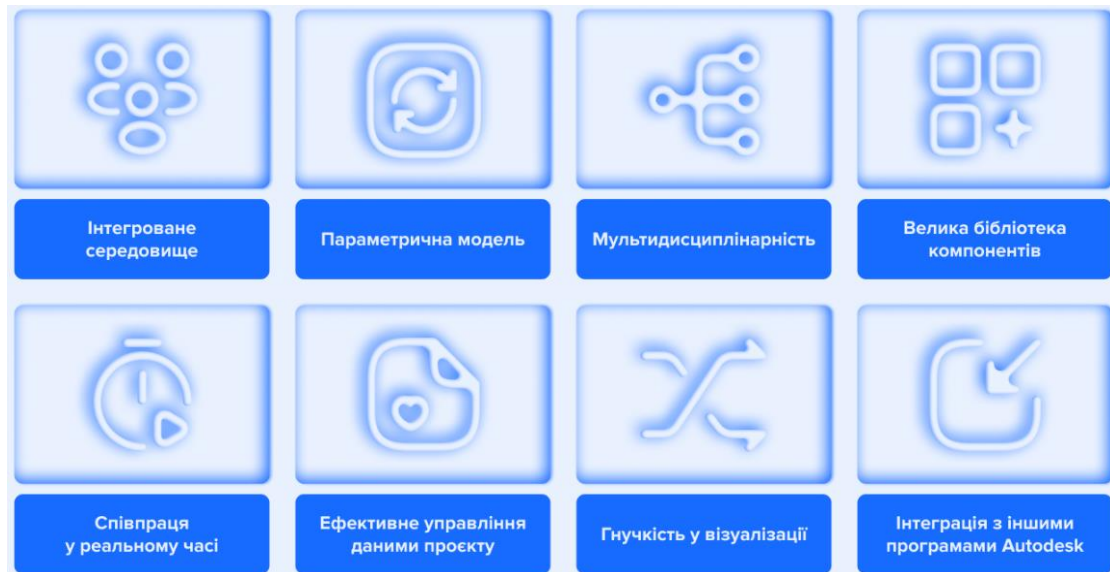


Рисунок 1. Переваги Autodesk Revit [2]

Програмне забезпечення також сприяє спрощенню управління проєктною інформацією, включаючи матеріали, витрати та графіки, що суттєво оптимізує процес планування. Revit дозволяє виконувати різноманітні аналізи, зокрема оцінку енергоефективності, та забезпечує ефективну взаємодію між командами. Як наслідок, Revit надає можливості для створення точної технічної документації.

Однак, незважаючи на численні переваги, використання Revit пов'язане з певними обмеженнями. Однією з основних проблем є необхідність у висококваліфікованих фахівцях, які володіють програмним забезпеченням (рис. 2). Досягнення максимальної ефективності вимагає значного часу на навчання, що може

стати перешкодою для малих компаній. Використання BIM-технологій вимагає значних початкових інвестицій у навчання персоналу, впровадження нових процесів і придбання високопродуктивного обладнання. Хоча ці витрати можуть здатися значними, вони окупаються за рахунок зниження кількості помилок, пришвидшення проектування та спрощення управління інформацією на всіх етапах будівництва. У майбутньому очікується подальший розвиток функціональних можливостей програмного забезпечення, що дозволить ще більше спростити процес проектування та підвищити його якість [3].

Ще одним обмеженням BIM є труднощі у забезпеченні сумісності з іншими програмними продуктами, які використовуються на різних етапах проєкту. Формати файлів, створені в BIM-системах, можуть не підтримуватися іншими програмами, що ускладнює обмін інформацією між проєктувальниками, підрядниками та іншими учасниками проєкту. Подібні обмеження можуть спричинити втрату даних або їх неправильну інтерпретацію, особливо при співпраці з партнерами, які використовують різне програмне забезпечення.



Рисунок 2. Вивчення можливостей Autodesk Revit

Коли стандартних інструментів у Revit недостатньо, користувачі можуть звернутися до широкого вибору плагінів, які розширюють можливості програми. Плагіни дозволяють виконувати різні завдання: від базових, як, наприклад, вирівнювання елементів за заданими параметрами або детальний вибір елементів моделі за характеристиками, до більш складних операцій, таких як автоматичне створення внутрішнього оздоблення приміщень.

Окрім того, у Revit є добре реалізована система візуального програмування за допомогою Dynamo. Вона дозволяє автоматизувати рутинні завдання через написання скриптів, що значно прискорює робочий процес і підвищує його ефективність.

При правильно підготовленому шаблоні вся необхідна інформація вже закладена в BIM-модель. Під час налаштування шаблону BIM-координатори створюють усі потрібні специфікації, які автоматично заповнюються в процесі створення BIM-моделі та автоматично оновлюються при внесенні будь-яких змін. Подібні налаштування можна реалізувати і за допомогою динамічних блоків в AutoCAD, однак вони не мають такої стабільності, як в Revit.

Для успішного впровадження BIM-технологій у широкому масштабі важлива підтримка з боку держави. Необхідні державні ініціативи, які сприятимуть поширенню BIM-стандартів, фінансовій підтримці навчання фахівців та модернізації матеріально-технічної бази будівельних організацій. Інтеграція BIM у державні будівельні стандарти та програми з відбудови інфраструктури дозволить значно пришвидшити відновлення міст та регіонів, підвищуючи стійкість об'єктів та оптимізуючи процес проектування [4].

Таким чином, розвиток BIM-технологій може стати важливим фактором у відбудові та модернізації країни, допомагаючи забезпечити економію ресурсів, оптимізацію процесів та створення сучасної і надійної інфраструктури, слід також приділити увагу вивченню наведеного програмного забезпечення при підготовці фахівців спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Література

1. Zhang, Jie & Zhu, Xuping & Khan, Abdul Mateen & Houda, Moustafa & Rehman, Sardar & Jameel, Mohammed & Javed, Muhammad Faisal & Alrowais, Raid. (2023). BIM-based architectural analysis and optimization for construction 4.0 concept (a comparison). *Ain Shams Engineering Journal*. 14. 102110. 10.1016/j.asej.2022.102110.
2. Builditlab. Чому варто обрати Revit Autodesk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.builditlab.org/news/chomu-varto-obrati-revit-autodesk> – Назва з екрану. – Дата звернення: 22.09.2024 р.
3. Nesterova, O.V. & Nahorna, O.K. & Nechytailo, M.P. & Sharkov, V.V. & Selenin, M.A.. (2024). Utilization of BIM technologies for enhancing the efficiency of water supply and wastewater systems design. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*. 108-114.
4. Bilov, Vladyslav & Vasyl, Goi & Mamonov, Kostiantyn & Tregub, Oleksandr & Levchenko, Oleksii. (2023). Advantages of building information modeling (BIM) during the operational life. *Revista Amazonia Investiga*. 12. 346-363. 10.34069/AI/2023.68.08.32.

14. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ AUTODESK REVIT ДЛЯ АРМУВАННЯ СКЛАДНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

¹Доненко В.І., д.т.н., проф., ²Іваненко Д.С., асп.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ¹
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя ²

Використання BIM для проектування залізобетонних конструкцій значно спрощує процес оптимізації армування, особливо для складних конструкцій. Autodesk Revit дозволяє інженерам детально моделювати розташування арматури у тривимірному просторі, що критично важливо для складних геометрій та вузлів, забезпечуючи максимальну точність та ефективність. Інтеграція Revit з іншими інженерними інструментами, такими як Autodesk Robot Structural Analysis, відкриває можливість проводити глибокий структурний аналіз та оптимізувати розміщення арматури на основі отриманих результатів, що дозволяє зменшити перевитрати матеріалів та забезпечити довговічність конструкцій.

Для досягнення поставлених цілей передбачається виконати армування балки складного перерізу в умовах умовної конструкції. Основна задача полягає у визначенні оптимального розташування арматурних стрижнів різного функціонального призначення, зокрема поздовжньої та поперечної арматури, а також у їх редагуванні та з'єднанні за допомогою муфтових з'єднань для забезпечення цілісності та надійності конструкції (рис. 1).

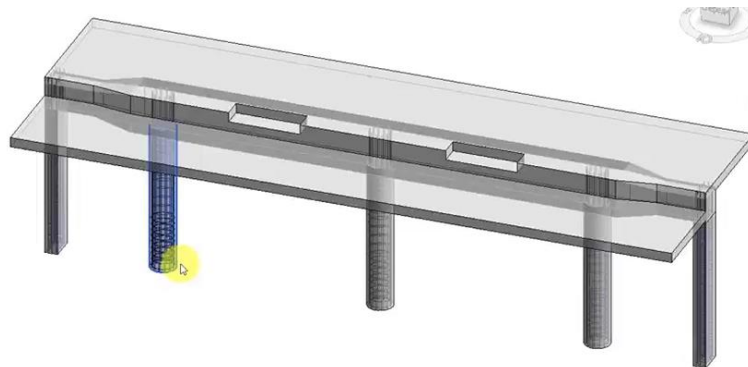


Рисунок 1. Умовна конструкція для армування (балка перемінного перерізу)

Для забезпечення міцності конструкції діаметр поздовжньої арматури прийнято рівним 32 мм (круглі колони, сталь А400С) та 25 мм (прямокутні колони). Хомути для круглих колон — 12 мм, для прямокутних — 10 мм, захисний шар бетону для всіх колон — 52 мм.

На основі цих параметрів проводиться моделювання армування в Autodesk Revit (рис. 2). Для балки перехідного перерізу в перерізі 1-1 розміщується максимальна кількість стрижнів для забезпечення несучої здатності.

Армування виконується з арматури класу А500 діаметром 40 мм, орієнтованої паралельно захисному шару для рівномірного розподілу напружень.

Для поперечного армування балки обрано арматуру діаметром 12 мм класу А500, орієнтовану паралельно робочій площині конструкції. У середовищі Autodesk

Revit при наближенні курсора програма автоматично пропонує варіанти розміщення хомутів, що спрощує процес моделювання.

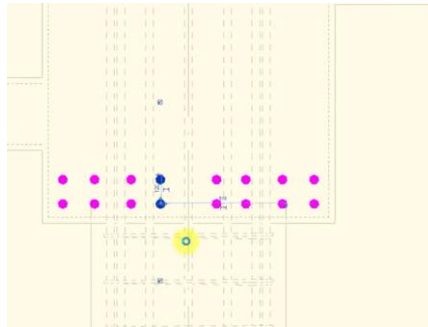


Рисунок 2. Початок армування, встановлення поздовжньої арматури

Розміщуємо кілька хомутів і додаємо їх до комплекту креслень (КЖ). Після цього редагуємо відстань до стрижнів поздовжнього армування, встановлюючи її на 35 мм з урахуванням захисного шару бетону.

Функціонал Revit дозволяє легко налаштувати вже додану арматуру та її розташування, однак не рекомендується використовувати інструмент «Вирівнювання», оскільки це може призвести до автоматичної зміни розмірів елемента. Тому всі коригування проводимо вручну для забезпечення точності (рис. 3).

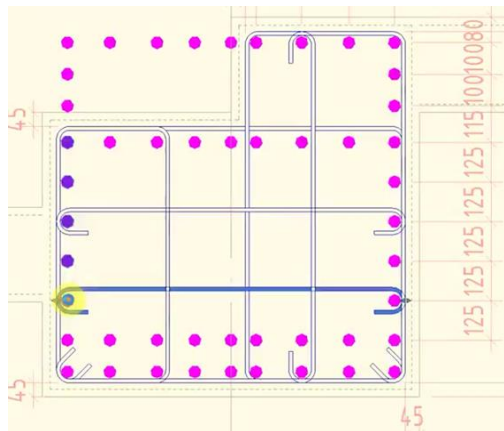


Рисунок 3. Встановлення поперечної арматури та шпильок

У вкладці «Конструкція» вибираємо інструмент «З'єднувач арматурних стрижнів» для моделювання з'єднувальної муфти. Розміри муфти встановлюються як 40×40 мм, матеріал — «Сталь», а загальна довжина — 240 мм. Зовнішній діаметр та довжина визначаються згідно з технічними характеристиками виробу, наведеними в паспорті. Параметри «Позначення ширини» та «Довжина позначення» відповідають розмірам, які зазначені на робочих кресленнях. Довжина зчеплення з муфтою дорівнює половині загальної довжини, тобто по 120 мм з кожного боку (рис. 4).

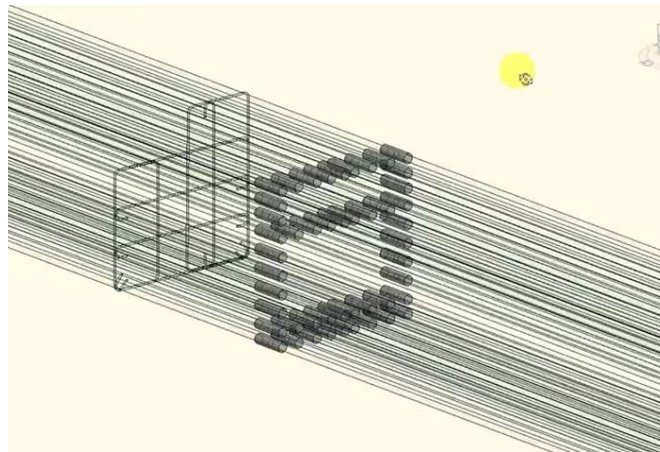


Рисунок 4. З'єднання арматури муфтами та ескізне армування в 3D

Для забезпечення відповідності конструкції нормативним вимогам потрібно виправити наступні моменти:

1. Корекція відстаней між стрижнями – забезпечення мінімально допустимої відстані між арматурними елементами.
2. Симетричне розміщення стрижнів – переміщення стрижнів для дотримання симетрії та редагування поперечної арматури.
3. Видалення зайвих стрижнів у зоні звуження балки – скорочення довжини стрижнів для дотримання конструктивних меж.
4. Видалення арматури в зонах конструктивних вирізів – видалення стрижнів у місцях «вирізів» балки для коректного моделювання.
5. Вигин стрижнів для обходу арматури колони – налаштування вигину поздовжніх стрижнів для уникнення перетинання з вертикальною арматурою колони.

Аналогічно потрібно виправити розташування поперечної арматури (хомутів), скоригувавши їх форму та розміри відповідно до оновленого розташування поздовжніх стрижнів та особливостей балки. Здійснені коригування забезпечують відповідність армування конструктивним вимогам, покращують геометричну узгодженість моделі. Результати проведення дослідження наведені на рис. 5.



Рисунок 5. Результати армування балки складного перетину в Revit

Використання Autodesk Revit для армування ЗБК забезпечує високу точність, автоматизує складні процеси розрахунку та деталізації, підвищуючи ефективність проектування. Такий підхід може оптимізувати процес розробки проектною документації на стадії армування для різних типів залізобетонних конструкцій, а здобуті навички – стати корисними для інженерів у проєктах із підвищеними вимогами до точності. Revit значно спрощує розробку креслень та проектною документації, оптимізує процес виконання проектних завдань. Актуальним залишається питання навчання персоналу приведеним вмінням, а також підготовка фахівців в закладах вищої освіти.

Література

1. Andrukhov, Valeriy & Potiekha, Andriy & Bassist, Vitaliy. (2024). Feasibility assessment of using BIM technologies for a construction project. *Modern technology, materials and design in construction*. 36. 161-165. 10.31649/2311-1429-2024-1-161-165
2. Beiner, Nadiia & Beiner, Petro & Donenko, Vasyl & Kulik, Mykhailo & Ivanenko, Dmytro. (2024). The impact of BIM technology on enhancing efficiency of resolving collisions in construction engineering systems. *E3S Web of Conferences*. 534. 10.1051/e3sconf/202453401001.

III. МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

1. ЗМІНИ ТРАНСПОРТНОЇ КОНЦЕПЦІЇ І ФОРМУВАННЯ КАРКАСУ БЕЗПЕКИ М. ХАРКОВА В ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД

**Гордієнко С.М., ст. викл., Шилов Д.М., студ.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Так склалося, що з розвитком міста Харкова, його Генеральний план час від часу зазнавав певних змін. Частина з них носила історично об'єктивний характер, і була викликана зростанням чисельності населення й відповідним збільшенням території міста. Інші були результатом планового розвитку та ґрунтувалися на розрахунках і капіталовкладеннях радянського періоду. Не став виключенням і діючий Генеральний план.

Зрозуміло, що нинішня частина актуальних змін викликана безпрецедентними руйнуваннями Харкова внаслідок військової агресії Російської федерації, але деякі з них стосуються насамперед загальної транспортної концепції, яка враховує проєктні пропозиції, що були «на слуху» харківських фахівців ще задовго до 24 лютого 2022 року. Це і кільцева окружна дорога, і хордові магістралі, і транспортні тунелі під центральною частиною міста тощо.

Проблема полягає в тому, що з різних причин «жоден із цих варіантів реалізований не був, а траси, що пропонувалися для пробивання транспортних магістралей, поступово забудовувалися» [1], до того ж поточні зміни Генплану, анонсовані Головою місцевої влади Ігорем Тереховим, знову чомусь готуються кулуарно, вузькою групою харківських архітекторів (нехай і разом з відомим британським архітектором Норманом Фостером). На наш погляд, подібний підхід був поширений ще за часів попереднього мера Геннадія Кернеса і не може бути виправданим ні сьогодні, ні в повоєнний період.

Кінцевою *метою* цих тезисів є узагальнення безпекових пропозицій стосовно транспортної концепції міста Харкова, яке спирається на *метод обміну думок* поміж провідними фахівцями різних проєктних організацій і напрямків міського господарства.

З урахуванням проведеного аналізу для обговорення пропонуються *наступні результати* проведених досліджень.

1. Відповідно до політики держави у сфері Громадянської оборони у більшості вітчизняних міст необхідно виконати низку заходів, основною частиною яких має стати мережа споруд (укриттів і притулків), призначених для захисту населення у особливий, надзвичайний (військовий) період. Відзначаємо, що цивілізація накопичила багатотисячолітній досвід створення підземних споруд: від шахт, землянок і таємних ходів до монастирських тунелів і оборонних споруд, а місто Харків, у свій час, теж мало розвинену мережу таємних підземних ходів, які використовувались в оборонних цілях.

2. Керуючись Технічними умовами відповідних служб, мережа підземних споруд має бути органічно інтегрована у міську тканину, частково будучи спорудами подвійного, або навіть багатофункціонального призначення. Наприклад, враховуючи особливості міського рельєфу, у рамках нової транспортної концепції, було б

доцільно з'єднати вул. Клочківську та вул. Шевченка підземним транспортним тунелем глибокого закладання, основним призначенням якого буде транзит автомобілів під Нагірною частиною центру. Цей радіальний зв'язок був би надзвичайно доречним для Харкова, оскільки дозволяв потрапляти з північно-східних районів у західні райони міста та в зворотному напрямку, оминаючи центральну частину міста. Водночас його можна включити до так званого міського «Каркасу безпеки» під Нагірним районом, який може задовольняти потреби цивільної оборони харків'ян.

3. Комплекс підземних просторів, об'єднаних в єдину мережу навколо цього тунелю, повинен забезпечити безперешкодний доступ до підземної структури в тому числі й до станцій метрополітену. Маючи розвинену мережу вертикальних комунікацій, а також безпосередній зв'язок із метрополітеном, у надзвичайних ситуаціях «Підземне місто» під Нагірним районом утворить надійну впорядковану систему укриттів для містян. А у мирний період воно стане для Харкова чудовим напрямком розвитку підземної урбаністики.

4. Під землею слід передбачити заклади дозвілля, розваг, громадського харчування, навчальні, виробничі, складські та інші підприємства, які матимуть автономну інженерну інфраструктуру і забезпечуватимуть життєдіяльність міста в особливий період.

5. До комплексу «Підземного міста» органічно має увійти решта історичних старовинних підземних ходів, як пам'ятка архітектури та історії. «Підземне місто» має стати невід'ємною частиною міської інфраструктури, яка доповнює та розвиває рівень комфорту харківського міського середовища.

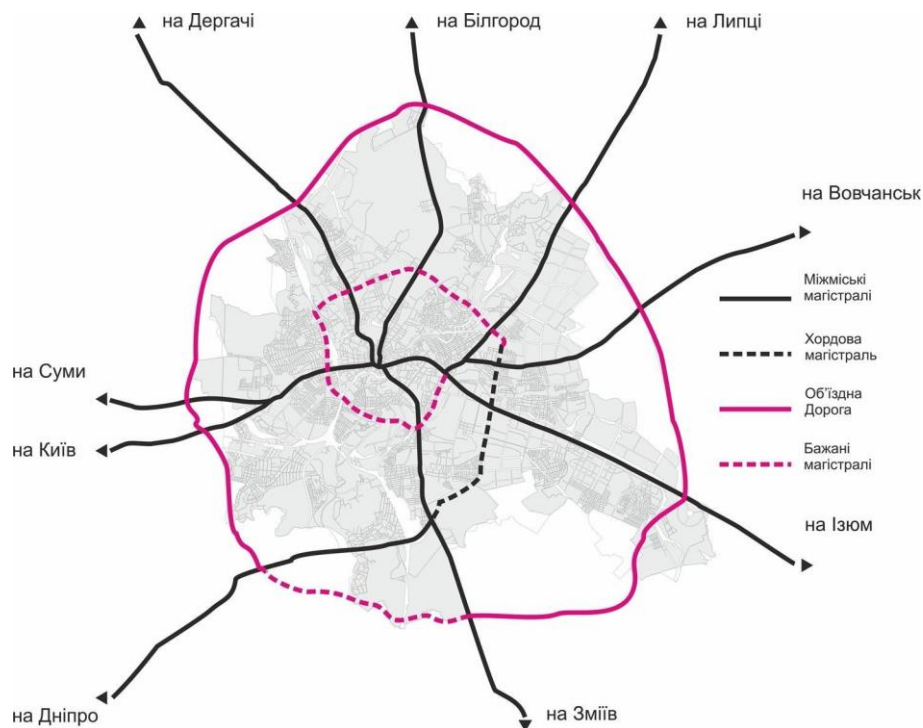


Рисунок 1. Схема магістральних вулиць і доріг м. Харкова [1]

6. Проектувальникам також слід передбачити мережу багаторівневих підземних автомобільних парковок, яка дозволить розвантажити центр від частини службових та

гостювих автомобілів. Проте слід відзначити, що найбільш гострим питанням для міста стануть виїзди та в'їзди до них.

7. Одним з головних напрямків транспортної концепції повинне стати виключення транзитних та вантажних автомобільних потоків з центру міста, а також покращання транспортного зв'язку поміж периферійними районами. Відповідна Схема магістральних вулиць і доріг зображена на рис. 1, вона мусить бути поєднаною з пішохідними вулицями і системою вело доріжок.

8. Наземна пішохідна частина в історичній частині міста, повинна бути ув'язана з багаторівневими паркінгами, системою велосипедних маршрутів, а також мати гарне сполучення з підземною.

Підсумовуючи результати даних досліджень, слід відзначити, що для успішної реалізації нової транспортної концепції міста Харкова бажано спочатку дочекатись закінчення війни з Росією, а до цього моменту найбільш доцільним може бути створення експертних груп, складених з фахівців різних напрямків. До того ж, згідно діючих законів, проєктним роботам повинне передувати широке обговорення змісту та напрямків її реалізації з представниками громадськості.

Значущість цих досліджень підтверджується тим, що з лютого 2023 року, нічого з передбачених архітекторами заходів реалізації нової транспортної концепції в Харкові не втілено. Проте очевидно, що й поспішати не слід, оскільки поспішність в розробці проєктних рішень завжди закінчується зволіканням і марнотратством.

Література

1. Генплан Харкова: у місті змінять транспортну систему [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://stroyobzor.ua/ru/kharkov/news-city/genplan-kharkova-u-misti-zminyat-transportu-sistemu> (дата звернення 02.10.24). – Назва з екрана

2. РОЗВИТОК ГЛЕМПІНГУ В УКРАЇНІ

**Шишкін Е.А., к.т.н., доц., Салміна Є.О., студ. магістр
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Глемпінг – це інноваційний підхід до туризму, який поєднує в собі привабливість дикої природи та комфорт міського життя. В останні роки цей сегмент туристичного ринку демонструє стрімке зростання, що робить дослідження глемпінгу актуальним та перспективним завданням.

Термін глемпінгу походить від слів «гламурний» і «кемпінг». Це форма висококласного відпочинку на свіжому повітрі, що поєднує в собі дику розкіш і кемпінг, оскільки прагнення мандрівників до природи поєднується з попитом, що росте, на комфорт і розкіш і це є нова концепція кемпінгу. Термін «глемпінг» використовується в існуючій літературі для позначення туристичної діяльності на відкритому повітрі або готелів на відкритому повітрі. Дослідження були зосереджені на глемпінгі, як туризмі, досвід в Україні та за кордоном [1].

Глемпінг пропонує унікальну можливість поєднати комфорт сучасного життя з безпосереднім контактом з природою. Це не просто відпочинок, а й терапевтичний досвід, який сприяє відновленню сил, покращенню фізичного та ментального здоров'я. Завдяки поєднанню розкішних умов проживання та активного відпочинку на природі, глемпінг стає все більш популярною альтернативою традиційному відпочинку.

Глемпінг відрізняється від традиційних кемпінгів (наприклад, тих, в яких використовуються елементарні спальні мішки та базове спорядження) тим, що в них наголошується на зручних та інноваційних варіантах розміщення, таких як юрти, конічні намети, будиночки на деревах, пересувні будинки, «готелі-бульбашки» і вілли, а також створення романтичної та злегка розкішної атмосфери.

В Україні глемпінг бере свій початок від європейського та американського комфорту дикої природи, формуючи нове покоління кемпінгів, у яких особлива увага приділяється природі, обладнанню та відчуттю атмосфери. Завдяки інноваційному розвитку нових медіа-технологій відкритість платформ соціальних мереж та обмін досвідом подорожей певною мірою сумісні із самим досвідом глемпінгу. Розповсюдженню глемпінгу сприяють гарні фотографії та докладні поради, якими діляться у соціальних мережах.

Екотуризм, що має на увазі глемпінг, заснований на використанні місцевих екологічно чистих продуктів харчування. У той час, коли споживач і сталий розвиток перебувають у протиріччі або йдуть паралельними шляхами, було встановлено, що екологічно чутлива поведінка споживачів підтримує довгостроковий розвиток туризму.

Це пов'язано з готовністю туристів витратити гроші на споживання екологічно чистих продуктів та послуг. У той же час, пропонуючи умови, аналогічні умовам у готелях, глемпінг позитивно відрізняється від останніх за рахунок мінімального енергоспоживання та, у багатьох випадках, автономного розміщення, а також порівняно з традиційними кемпінгами за рахунок мінімального споживання простору в локаційних конструкціях для глемпінгу. Ще одним позитивним та стійким аспектом

є розташування місць для глемпінгу на дерев'яних конструкціях, на деякій відстані від землі, що знижує навантаження на ґрунт та рослинність [1].

З іншого боку, завдяки запропонованим зручностям та послугам місця для глемпінгу можна використовувати протягом більш тривалого сезону, незалежно від погодних умов.

Глемп – це основний засіб розміщення в глемпінгу. Це каркасна конструкція без фундаменту, що складається з 4 основних елементів: дерева, металу, тканини та ПВХ.

Глемпінг може мати форму намету, тенту, бунгало, півсфери або юрти. Такі конструкції забезпечують захист від вітру та опадів, завдяки двошаровій структурі зовнішньої стіни та високоякісним матеріалам, вони не нагріваються протягом дня та створюють стабільний мікроклімат усередині, незалежно від погодних умов.

Такі конструкції не потребують капітального будівництва та встановлюються протягом кількох годин. Це скорочує час та витрати, необхідні для відкриття бізнесу на новому місці. Завдяки легкості конструкції, вона не вимагає капітального будівництва, практично не залишає слідів після демонтажу та зберігає природу в її первозданному вигляді, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Загальна вага та обсяг намету у розібраному вигляді дозволяють легко транспортувати та зберігати його у міжсезоння без значних витрат, а також задовольняють попит на нього у туристичних місцях.

Основні принципи планування бази відпочину гемпінга [2]:

- максимальне використання простору: кожен квадратний метр глемпінг-будинку має бути функціональним та зручним;
- великі вікна або світлові отвори дозволять гостям насолоджуватися видами природи і наповнять простір природним світлом;
- екологічність: використання натуральних матеріалів та екологічно чистих технологій створить атмосферу близькості до природи;
- комфорт і функціональність: меблі повинні бути зручними і практичними, а всі необхідні предмети побуту – під рукою;
- унікальний дизайн: кожен глемпінг-будинок повинен мати свій неповторний стиль, що відображає концепцію всього комплексу;
- місця для глемпінгу можуть бути в різних ландшафтних зонах: гірські хребти, околиці моря, береги річок і ліси.

Україна має значний туристичний потенціал завдяки своїй багатій культурній спадщині, природним ресурсам та історичним пам'яткам. Ці фактори роблять Україну перспективною країною для розвитку туризму.

Література

1. Accommodations. Glamping. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.glamping.com/accommodations/>
2. Глемпінг як бізнес-ідея в Україні: основні переваги. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://glamping.ua/glempling-yak-biznes-ideya-v-ukrayini-osnovni-perevagy/>

3. МІСЬКИЙ РОЗВИТОК ТА ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ УРБАНІСТИЧНИХ ВИКЛИКІВ

Безлюбченко О.С., к.т.н., доц., Апатенко Т.М., ст. викл.,
Бабенко М.В., студ. магістр
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, Харків

Сучасні підходи до міського розвитку орієнтовані на створення міст, які забезпечують комфортне та стає середовище для життя мешканців. Вони включають різноманітні принципи та стратегії, які відповідають викликам зростання міст, екологічної кризи та соціальної нерівності.

Сучасні світові підходи до міського розвитку:

Сталий розвиток. Міста прагнуть до скорочення викидів вуглецю, використання відновлюваних джерел енергії, зменшення споживання ресурсів та створення екологічно чистих просторів. Це включає розвиток громадського транспорту, енергоефективних будівель, озеленення міст та інтеграцію принципів кругової економіки. Наприклад, Копенгаген, Данія – місто є лідером у впровадженні сталих технологій. Копенгаген має на меті стати першим вуглецево-нейтральним містом до 2025 року. Використання вітрових електростанцій, велосипедна інфраструктура, та енергоефективні будівлі є частиною цієї стратегії [1, 2].

Компактне місто. Компактне планування спрямоване на ефективне використання міської землі шляхом щільнішої забудови. Це дозволяє створювати багатофункціональні райони з доступом до інфраструктури та послуг на близькій відстані. Такий підхід зменшує залежність від автомобілів і сприяє розвитку пішохідних зон. Приклад – Париж активно впроваджує ідею "15-хвилинного міста", де всі необхідні послуги (робота, магазини, медицина, школи) знаходяться на відстані 15 хвилин пішки чи на велосипеді. Місто намагається зменшити автомобільний рух і створити більше пішохідних зон [3].

Розумне місто (Smart City). Використання новітніх технологій та інфраструктурних рішень для поліпшення якості життя. Це включає застосування інтернету речей, великих даних, автоматизації, цифрових платформ для управління міським транспортом, безпекою, енергетикою та іншими послугами. Сінгапур є прикладом розумного міста, де використовується велика кількість цифрових технологій для управління транспортом, безпекою та екологією. В місті встановлено сенсори для контролю за рухом, водопостачанням, якістю повітря, що сприяє покращенню якості життя [4].

Орієнтоване на громадський транспорт (Transit-Oriented Development). Стратегії розвитку, орієнтовані на інтеграцію житлових і комерційних просторів навколо транспортних вузлів (станцій метро, автобусів), що зменшує потребу в особистому автотранспорті і стимулює пересування громадським транспортом. Місто Токіо в Японії активно розвиває транспортно-орієнтоване будівництво, де житлові та комерційні зони розміщуються навколо великих транспортних вузлів. Це дозволяє зменшити навантаження на дороги та сприяє розвитку громадського транспорту [5].

Місто для людей. Підхід, орієнтований на створення дружніх до людей міських просторів з акцентом на пішоходів та велосипедистів. Це включає створення парків, пішохідних зон, зручних громадських просторів і транспортної

інфраструктури, яка сприяє соціальній взаємодії. Амстердам (Нідерланди), відомий своїм акцентом на пішоходів та велосипедистів. Місто має розвинену велосипедну інфраструктуру, що робить його зручним для пересування без автомобілів. Крім того, тут створено багато відкритих громадських просторів [6].

Гендерно-орієнтоване планування. Цей підхід враховує потреби різних соціальних груп, особливо жінок, дітей, людей похилого віку, в доступі до інфраструктури, транспорту, безпечних просторів і послуг. Відень (Австрія) є прикладом міста, яке інтегрує гендерну перспективу у своє планування. Місто забезпечує безпечні пішохідні зони, дитячі майданчики, зручний транспорт для жінок, дітей та людей похилого віку [7].

Змішане використання землі. Інтеграція житлових, комерційних, культурних та рекреаційних функцій в одному просторі. Це дозволяє створювати більш живі райони, де люди можуть працювати, відпочивати і жити без необхідності долати великі відстані. У іспанській Барселоні активно впроваджується концепція змішаного використання земель, де житлові, комерційні та культурні зони розташовані разом. Це дозволяє створювати живі райони, зменшуючи транспортні потреби. Барселона є одним з найперших європейських міст, яке започаткувало технології «розумного міста» для розвитку центру агломерації. Так, понад десять років тому тут почали випробовувати цифрові технології. У місті встановлено розвинені сенсорні мережі, які забезпечили місцеву владу та приватний сектор актуальними даними про транспорт, енергоспоживання, рівень шуму, іригацію тощо. Інтелектуальні технологічні рішення покращили життя місцевого населення, підвищуючи ефективність міського управління, а також надали інвестиційні ресурси для просторового розвитку міста [8].

Реагування на зміну клімату. Міста впроваджують заходи адаптації до кліматичних змін: захист від повеней, підвищення стійкості інфраструктури до екстремальних погодних умов, створення зелених дахів та природоорієнтованих рішень для боротьби з тепловими островами. Роттердам (Нідерланди) активно працює над адаптацією до кліматичних змін. Роттердам розробив систему захисту від повеней, створив "водні площі", які можуть зберігати дощову воду під час злив, щоб зменшити ризики затоплення. Наприклад в ході реконструкції в будівлі хмарочосу Maas Tower, що був побудований у 1940 році, було встановлено енергоефективну систему опалення/охолодження. Це рішення поєднує в собі зменшення викидів парникових газів та адаптацію до зміни клімату. Для постачання тепла чи холоду в будинок тепловий насос користується водою з місцевої річки та двох свердловин. Свердловини були пробурені у водоносному шарі, який здатен підтримувати постійну температуру внаслідок глибокого залягання під землею. Улітку тепла вода подається під землю через одну зі свердловин, а взимку це тепло вертається в будівлю.

Отримані результати: використання енергії зменшилося на 55%, а рівень викидів в атмосферу – вдвічі [9].

Інклюзивний розвиток. Розвиваючись, *aspen Seestadt* перетворився на одну з найдинамічніших спланованих громад Європи та інкубатор ініціатив розумного міста. Технологія географічної інформаційної системи (ГІС) допомагає планувальникам впроваджувати стратегії використання чистої енергії та низьких викидів, а також допомагає довгостроковому плануванню та впровадженню, щоб гарантувати, що *aspen Seestadt* досягає унікального балансу стійкості та зручності для життя.

Орієнтований на соціальну рівність та доступність послуг для всіх верств населення, незалежно від соціального статусу, віку, статі чи фізичних можливостей. Це включає розвиток доступного житла, освітніх закладів та медичних послуг. Асперн (Австрія) називають мікрорайоном майбутнього який розробляє інклюзивні міські простори, що доступні для всіх, включаючи людей з обмеженими можливостями. Тут забезпечують доступність громадських просторів, громадського транспорту та послуг для всіх категорій населення [10].

Висновок: Сучасні підходи до міського розвитку спрямовані на створення міст, де поєднується ефективне використання простору, екологічна сталість, технологічні інновації та соціальна рівність. Це дозволяє містам адаптуватися до нових викликів і покращувати якість життя їхніх мешканців. Наведені міста є прикладами успішної реалізації сучасних підходів до міського розвитку, які покращують якість життя мешканців і роблять міста більш стійкими до майбутніх викликів.

Література:

1. About Copenhagen. Copenhagen Citizen Service. – Updated continuously. – Regime of access: <https://international.kk.dk/about-copenhagen> free (date of the application: 02.10.2024).
2. The Sustainable Development Goals Report 2023. Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. – Updated continuously. – Regime of access: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/> free (date of the application: 02.10.2024).
3. Офіційний сайт міського планування м. Париж. Режим доступу: <https://www.paris.fr/> вільний (дата звернення: 02.10.2024).
4. Woetzel L., Remes J., Boland B. Smart cities: Digital solutions for a more livable future / L. Woetzel, J. Remes, B. Boland // 2 Report 2018. McKinsey Global Institute. – Updated continuously. – Regime of access: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future> free (date of the application: 02.10.2024).
5. Департамент міської інфраструктури. Відділ планування транспорту. Регіональний громадський транспорт у Токіо. Режим доступу: https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/bunyabetsu/kotsu_butsuryu/index.html вільний (дата звернення: 02.10.2024).
6. City of Amsterdam. Traffic and transport. Офіційний сайт міста Амстердам. Режим доступу: <https://www.amsterdam.nl/en/traffic-transport/> вільний (дата звернення: 10.10.2024).
7. UrbanizeHub: The leading urban sustainable Lab in central and Eastern Europe, which offer Innovative solutions for cities. – Updated continuously. – Regime of access: <https://urbanizehub.com/> free (date of the application: 02.10.2024).
8. Б. Карпінський, Д. Пфістер, О. Карпінська (2023). Комплексна система формування розумного міста в агломераційних центрах за просторового розвитку: управлінська модель й результативність / Карпінський Б., Пфістер Д., Карпінська О. // 2023-04-20. Номер. № 8 (2023): ІНВЕСТИЦІЇ: ПРАКТИКА ТА ДОСВІД DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.8.61>.

9. Мар'юк О., Жавжарова Т., Цигрик М. Зміна клімату та кліматична адаптація. Реновація хмарочосу Maas Tower у Роттердамі Роттердам (Нідерланди). / О. Мар'юк, Т. Жавжарова, М. Цигрик та ін. // Українська кліматична мережа. 2021. Режим доступу: [https://ua.boell.org/sites/default/files/2021-12/Zmina-klimaty-ta-klimatuchna-adaptacia_oputyvannia-UCN.pdf](https://ua.boell.org/sites/default/files/2021-12/Zmina-klimaty-ta-klimatuchna-adaptacia-oputyvannia-UCN.pdf) вільний (дата звернення: 09.10.2024).
10. В. Patrick. Inside One of Europe's Largest Urban Development Projects – aspern Seestadt, Esri Globe. 2023. –Updated continuously. –Regime of access: <https://www.esri.com/about/newsroom/blog/vienna-seestadt-smart-city-prototyping/> free (date of the application: 09.10.2024).

4. ДОЩОВІ САДИ, ЯК КАТАЛІЗАТОРИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТА ОДЕСИ

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

В Україні останнім часом все більшої популярності набувають екологічні сади, створені на засадах сталого розвитку екосистем. Різкі зміни клімату призводять як до тривалих посух, так і до раптових злив, під час яких за кілька годин випадає місячна норма опадів, прийняти які не готові наші міські дренажні системи. Саме тому сталі системи управління дощовою водою стають все більш актуальними [1]. Для України загалом та для м. Одеси зокрема питання технічної реконструкції міської системи зливу стоїть дуже гостро. Щороку, коли через погодні умови середня декадна норма опадів перевищена, міська зливово каналізація не справляється з такою кількістю води, що призводить до підтоплення багатьох вулиць м. Одеси. Управління зливовими стоками дозволяє застосувати комплексний підхід до вирішення цієї проблеми, підвищити економічну ефективність.

Дослідженнями встановлено, що середня температура малого водотоку збільшується на $0,08^{\circ}\text{C}$ зі збільшенням частки водозбірної площі, зайнятої водонепроникним покриттям, на 1% [2]. Для м. Одеси де збільшення норми випадання річних опадів призводить до підвищення ґрунтових вод до позначки 0,5 – 3 м. від поверхні землі, існуючі технології обробки та очищення міського стоку є досить дорогими. Альтернативою може бути створення дощових садів.

Дощовий сад як елемент зеленої інфраструктури представляє собою знижену область в ландшафті, де збирається дощова вода і проходячи процес гідроботанічного очищення (фітореMediaція) сприяє збільшенню біорізноманіття, створенню окремих біоценозів, де протікають природні біологічні процеси. Схему поперечного розрізу дощового саду показано на рисунку 1.

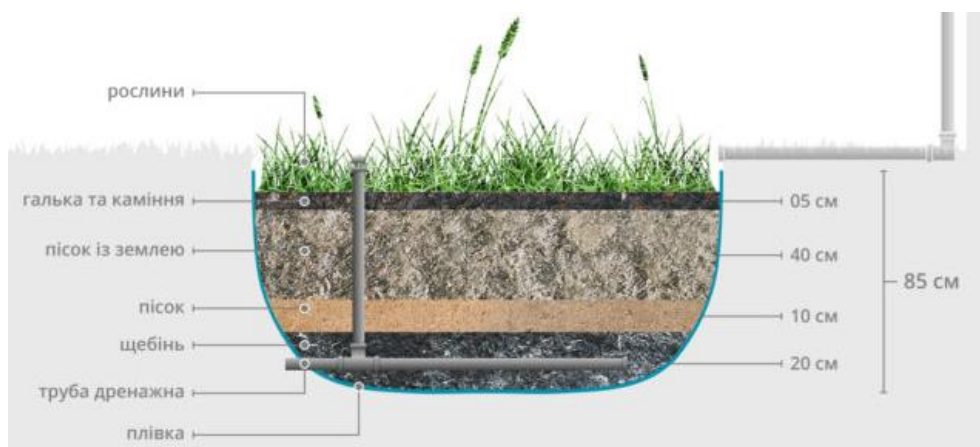


Рисунок 1. Схема поперечного розрізу дощового саду

Технологія створення дощового садка не є складною. За умови правильних розрахунків та наявності усіх потрібних матеріалів, результат можна побачити вже за кілька годин. Серед акцентів, на які варто звернути увагу – визначення площі (в

середньому вона має дорівнювати 2% від площі поверхні, з якої збирається вода) та локації садка (його не варто розміщувати впритул до будівель та поруч із мережами).

Дощовий садок можна зробити як у ґрунті, так і в контейнері. При цьому варто пам'ятати про те, що для правильного функціонування його глибина повинна досягати метра та складатися із дренажних шарів щебеню, піску та ґрунту. В залежності від обставин, у конструкції можна використовувати ізолюючу плівку та дренажну трубу.

При влаштуванні дощових садів необхідно приділити особливу увагу вибору рослин. Рослини повинні бути стійкими до сухих, вологих або затоплюваних ґрунтів, а також обробляти різну кількість води. Під час великих опадів рослини працюють із ґрунтом дощового саду та уповільнюють стік води. Видове розмаїття рослин залежить від клімату місцевості та території розміщення саду, для дощового саду в міському просторі та такого ж саду, спроектованого біля водоймища, вибір рослин буде різним.

Є, однак, критерії, які застосовуються у всіх випадках:

- краще використовувати місцеві рослини, тому попередньо необхідно провести аналіз наявної рослинності. Але місцеві рослини не єдиний варіант, у дощовому саду можуть зростати і неінвазивні види.
- у більшості дощових садів, як правило, висаджуються дерева, дерев'яні чагарники або трав'янисті багаторічники, не виключені і однорічники.
- у виборі рослин для дощового саду пріоритетом є не сезонна естетика, колір, або текстура, а мінімальний догляд за рослинами та садом загалом.
- рослини повинні бути терпимі до посухи та тимчасового застою дощової води. Вони також повинні бути довгокореневищними, стійкими до вологи та надлишку забруднюючих та біогенних речовин [2].

Висновок: дослідження показали, якщо правильно використовувати дощові сади для управління стічними водами, суттєво знижується ризик підтоплення території та заощаджуються кошти громади, що могли бути використані на обслуговування системи каналізації та очистки дощівки на очисних спорудах.

Таким чином за допомогою дощових садів можна поліпшити розробку міських програм у сфері сталого розвитку, і навіть послужити каталізатором у створенні програм комплексного озеленення міст. Зокрема, для Одеси дощові сади можуть стати частиною системи зеленого каркасу міста.

Література

1. Ішук Л.П., Ішук Г.П. Перспективи використання аборигенної флори в озелененні урбанізованих просторів. Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садовопаркового господарства, урбоекології та фітомеліорації: Матеріали міжнародної наукової конференції. Біла Церква, (м. Біла Церква, 16-17 вересня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 38-40.
2. С. J. Walsh, T. D. Fletcher, A. R. Ladson., «Stream restoration in urban catchments through redesigning stormwater systems: looking to the catchment to

save the stream», *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 24(3), 2005. pp. 690-705.

5. ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТА ЕТАПИ РОЗВИТКУ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ПАРКІНГІВ

**Білошицька Н.І. к.т.н., доц., Павленко О.О. студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

На сьогоднішній день у великих та найбільших містах проживає понад 60% всього міського населення України і, в яких через швидкі темпи зростання рівня автомобілізації (з 7 автомобілів на 1000 осіб у 1970 р., до 192 – у 2020 р), недостатню кількість обладнаних машино-місць для зберігання легкових автомобілів, постійно виникають транспортні та екологічні проблеми [1, 2, 3].

Дослідженнями [3, 4, 5] встановлено, що економічно вигідним за розміщенням найбільшої кількості машино-місць та вартістю будівництва на виділеній ділянці є зведення надземних, надземно-підземних багатоповерхових паркінгів, ніж одноповерхових, підземних або площинних. Але використання підземних та наземно-підземних паркінгів знижує екологічне навантаження та площу під забудову, що нівелює всі інші недоліки.

Метою роботи є дослідження етапів розвитку паркінгів у великих та найбільших містах в Україні та за кордоном.

З активним розвитком автомобільного транспорту наприкінці XIX – першій половині XX століття в американських містах (Нью-Йорк, Чикаго, Цинциннаті і Детройт) почали утворюватися затори і виникла проблема з паркуванням автомобілів. З ростом вартості на нерухомість і неможливість розмістити звичайні наземні паркінги через відсутність вільного місця у житловій висотній забудові призвела до необхідності проектування багаторівневих автостоянок. Перша механізована багаторівнева автостоянка з електричними кабінами споруджена у Нью-Йорку у 1897 р., пізніше – Чикаго у 1907 р. У Європі механізація стає популярною після зведення автоматизованої багаторівневої автостоянки у Рю де Понт'є у 1905 р. Успішним прикладом механізації стала 24-поверхова автостоянка «Кент» на 2000 боксів у м. Нью-Йорк, зведена у 1921 р. за принципом сполучення ліфтів, траверсних і осьових візків.

Вперше запатентувала систему названу «чортове колесо» (роторні парковки) для автомобілів по аналогії з колесом огляду у 1923 р. компанія Westinghouse Corporation, а перший проект було реалізовано у 1932 р. в Чикаго. Роторна парковка розташовувалася у центрі міста, і була приурочена до всесвітньої виставки «Століття прогресу» в Чикаго. З того часу почалася еволюція механізованих паркувальних систем, вони мінялися, удосконалювалися і ускладнювалися, сьогодні існує велика кількість варіантів просторового компонування систем.

З 30-х рр. минулого століття проектують рампові і механізовані багатоповерхові автостоянки.

У найбільших містах України гужовий транспорт стає не актуальним і кінно-транспортні споруди перефільовують у гаражі, де зберігаються автомобілі і робиться їх дрібний ремонт. У цей час у великих містах України – Києві, Харкові, Дніпропетровську зароджується технічне обслуговування автомобілів у багатоповерхових автостоянках. 1932 р. вважається початком гаражного будівництва в Україні. Протягом 1932-1941 рр. були побудовані 23 одноповерхові гаражі на 3400 машино-місць, як комплексні АТП.

У 40-х рр. впроваджується зведення автоматизованих багатоповерхових автостоянок з ліфтами, удосконалюються механічні пристрої для переміщення автівок.

З появою багаторівневих автостоянок без огорожувальних конструкцій, зменшуються витрати на вентиляцію. Їх виразність реалізується за рахунок великих прогонів та рельєфних форм. Починають вбудовувати багатоповерхові автостоянки у житлові і адміністративні будинки. Прикладом може слугувати вбудована відкрита БА на 896 машино-місць у перші 19 поверхів кожної з двох 60-типоверхових житлових веж-близнюків «Marina City», реалізована архітектором Б. Голдбергом у Чикаго у 1962 р.

Наприкінці 60-х – початку 70-х рр. з'являються перші перехоплюючі багатоповерхові автостоянки у США, призначені для обслуговування автомобілів, що прибували з міст-супутників, з метою розвантаження центрів міст. Масово будують автоматизовані багатоповерхові автостоянки у Європі та Азії.

У 50 – 70 рр. ХХ ст. проєктування багатоповерхових автостоянок в Україні здійснювалося за принципами скорочення термінів і здешевлення будівництва. Розрахункова потужність їх приймалась виходячи з норми 50 автомобілів на 1000 осіб, радіусу обслуговування 1 км і чисельності населення мікрорайону. Проєктують рампові та напіврампові багатоповерхові автостоянки великої місткості з сіткою колон 7,5х9 м.

Протягом 1970 – 2000 рр. проєктують типові багатоповерхові автостоянки на 100, 200 і 300 машино-місць. Використовується каркасно-балочна система з типових збірних залізобетонних конструкції та нечисленні великопрогонні з металевих конструкцій.

З 1980 р. у крупних та найкрупніших містах України будують типові боксові багатоповерхові автостоянки з самохідним рухом автомобілів по рампам, з середини 1990-х рр. і до сьогоднішнього дня переважає будівництво неопалюваних БА манежного типу, у тому числі з заглибленими декількома поверхами.

Зміна №4 до ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» дозволила проєктувати економічні багатоповерхові автостоянки у комплексі з будівлями і спорудами іншого призначення, тим самим зменшувати ділянки забудови: прибудована 8-поверхова відкрита багатоповерхова автостоянка на 361 машино-місць до універмагу «Україна» і 6-поверхова відкрита на 1800 машино-місць до торгово-розважального центру «Ocean Plaza».

У крупних та найкрупніших містах України протягом 2000-2014 рр. використовувалися багатоповерхові автостоянки без додаткового обслуговування.

На теперішній час у крупних та найкрупніших містах України механізовані багатоповерхові автостоянки не замінили рампові; споруджують надземні, надземно-підземні, вбудовано-прибудовані багатоповерхові автостоянки манежного планування.

Висновки: на основі проведеного аналізу проєктування багатоповерхових автостоянок у крупних та найкрупніших містах України, з початку ХХ ст. і до сьогодні, можливо виділити основні історичні етапи розвитку: довоєнний період (початок ХХ ст. – 1940 рр.), повоєнні роки (1950 – 1970), період (1970 – 2000) і сучасні умови (2000 – 2016).

Проведені дослідження закордонного досвіду та в Україні, проектування стоянок в умовах крупних та найкрупніших міст визначили наступні особливості:

- у період масової автомобілізації відбувалося поширення будівництва багаторівневих рампових та автоматизованих автостоянок;
- сучасними тенденціями крупних та найкрупніших міст світу (Лондон, Токіо, міста Європи) є екологічне спрямування при проектуванні автостоянок.

Література

1. Про затвердження плану заходів з реалізації Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: розпорядження від 07.04.2021 р. №321-р / Кабінет Міністрів України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-z-realizaciyi-nacionalnoyi-transportnoyi-strategiyi-ukrayini-na-period-do-2030-roku-321-070421>
2. Співробітництво України та Європейського Союзу у транспортній галузі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mintrans.gov.ua>
3. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / [Т. Сирийчик, А. Фургальські, Х. Клімкевич та ін.; за ред. та під керівн. М. Свенціцькі]. – К.: Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.
4. Кисіль С.С. Досвід проектування і будівництва багатоповерхових автостоянок у найзначніших містах України / С.С. Кисіль / Сучасні проблеми архітектури і містобудування: наук.-техн. збірник. – Київ: КНУБА, – 2014. – №37. – С. 351–357.
5. Кисіль С.С. Зарубіжний досвід проектування і будівництва багатоповерхових гаражів-стоянок у найкрупніших містах / С. С. Кисіль / Сучасні проблеми архітектури і містобудування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, – 2013. – №32. – С. 133–142.

6. РОЗВИТОК ПІШОХІДНОЇ ТА ВЕЛОСИПЕДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В М.УЖГОРОДІ

**Куцина І.А. к.т.н., доц., Голик Й.М. к.т.н., доц.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород**

Для аналізу пішохідних та велосипедних сполучень було використано дані з відкритих джерел, а саме мапи активності Strava та сервіси Google Maps, також сайти Ужгородського району <https://uzhgorod.net.ua> та <https://citylife.uzhgorod.ua>. Попри розгалужену вулично - дорожню мережу ситуація з безпечним пішохідним та велосипедним сполученням в області дослідження не є сприятливою, а також критичною за межами міста Ужгород.

Аналіз пішохідної мережі міста Ужгород показав, що вулично - дорожня мережа активно використовується і для велосипедних сполучень, що видно на Рисунку 1.



Рисунок 1. Карта використання пішоходами вулично - дорожньої мережі міста Ужгород. Джерело: <https://www.strava.com/heatmap>

Ситуація з забезпеченням велосипедного сполучення в різних районах міста відрізняється - від виділених від проїжджої частини зеленими насадженнями тротуарів в районі Боздоського парку та вздовж річки Уж до повної відсутності в районах Минай та Радванка з багатоповерховою забудовою.

На панорамному знімку Слов'янської набережної представлена частина дороги вздовж річки Уж, що є об'єктом для відвідування туристами. Тротуар для пішоходів та велосипедистів знаходиться по один бік дороги, ближче до річки Уж, відділений захисною частиною у вигляді озеленення згідно санітарно - захисних норм, має асфальтне покриття.

На панорамному знімку вулиці Підгірна показана частина автошляху Н-13, яка проходить через низькоповерхову житлову забудову. По обох сторонах дороги проходять тротуари з асфальтним покриттям для руху пішоходів в двох напрямках. Через нечітке відділення тротуарів від проїжджої частини, ускладнюється рух пішоходів та велосипедистів внаслідок запаркування тротуарів індивідуальним транспортом.

На панорамному знімку вулиці Легоцького представлена частина дороги по вулиці Легоцького, яка проходить вздовж дев'ятиповерхової житлової забудови і використовується пішоходами та велосипедистами. Тротуар або велосипедна зона відсутні на цьому відрізку дороги.

Також, на площі Петефі замість великої автомобільної парковки створили пішохідну та велосипедну зону.

Дослідження вулично - дорожньої мережі показало відсутність інформації про будь-яку облаштовану окрему велосипедну мережу. За даними відкритого джерела OpenStreetMap в зоні дослідження існує один відрізок для використання велосипедистами, всі мережі є суміжними з пішоходами, надана інформація від Ужгородської територіальної громади про велосипедну інфраструктуру (Таблиця 1).

Таблиця 1 - Існуюча велосипедна інфраструктура в місті Ужгород

Назва вулиці, дороги	Загальна довжина	Протяжність велодоріжки (км)	Покриття (км)		
			цементно	асфальто-	бруківка
Бабяка	0,6	0,6			0,6
Богомольця	0,8	0,8			0,8
Возз'єднання	0,2	0,2		0,2	
Грушевського	1,1	1,1			0,6
Легоцького	0,4	0,4			0,8
Словянська наб.	2,1	2,1		2,1	
пл. Петефі		0,47			0,47

За даними Служби автомобільних доріг Закарпатської області в зоні обстеження існують дві велодоріжки на автомобільних дорогах загального користування державного значення. Вони знаходяться в межах Оноківської та Баранинської територіальних громад на шляху Н-13 1,7 км (км 229 - км 231) та М-06 6,4 км (км 801 - км 808) відповідно.



Рисунок 2. Велосипедна доріжка від вулиці Миколи Бобяка до мосту Томаша Масарика. Джерело: OpenStreetMap



Рисунок 3. Велосипедна доріжка від вулиці Миколи Бобяка до мосту Томаша Масарика.

За допомогою польового дослідження в місті Ужгород були встановлені додаткові ділянки розміщення велосипедної інфраструктури. Також існують пішохідні переходи з окремо виділеною ділянкою для руху велосипедистів. Проте, підхід до облаштування з'їздів на переходах потребує вдосконалення - на частині ділянок необхідно звести переїзд до рівня дорожнього полотна аби не було потреби спішуватись перед бордюрним каменем. В тих випадках коли такий перехід зроблено - варто додати водосток аби в дощову погоду в місцях перетину дороги не накопичувалась рідина.

Література

1. Автореферат «Принципи і методи формування пішохідних просторів малих і середніх міст», Куцина І.А., Київ, КНУБА, 2018.- 23 с.
2. Ужгород. Коригування генерального плану. Основні положення. – Режим доступу до ресурсу: http://rada-uzhgorod.gov.ua/download/r/Osnovni_polozhennja.pdf

7. УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ НОРМАЛІЗАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

**Татарченко Г. О., д.т.н., проф., Татарченко З.С., ст. викл, Чорний Є.І., асп.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

За стан повітря у містах відповідальні багато факторів, у тому числі просторовий розподіл джерел викидів, метеорологічні, кліматичні, ландшафтні умови, а також процеси розсіювання та розведення. Однак важливим фактором є урбанізація, завдяки якій змінюється розмір та структура міст, збільшується чисельність населення та транспорту, що призводить до довгострокових проблем з якістю повітря.

Більш глибоке розуміння взаємозв'язку між міськими характеристиками та забрудненням повітря може допомогти покращити якість повітря за рахунок удосконалення просторового планування та транспортної політики [1]. Для багатьох міст рівень забруднення повітряного басейну можна ефективно знизити за рахунок перепланування території, наприклад розвитку транспортних комунікацій, доріг загального користування, благоустрою рекреаційних зон, у тому числі і велодоріжок. Можна приймати і непопулярні рішення такі як огороження територій, платні паркування, штрафи та ін. Одним із способів є масовий перехід автотранспорту на альтернативні види енергії, організація громадського транспорту або організація на найбільш забруднених повітряних ділянках міських доріг спеціального очисного обладнання [2].

Міські зелені насадження допомагають вирішити цю проблему, забезпечуючи тінь і видаляючи тепло з повітря за допомогою процесу евапотранспірації. Дерева поглинають і утримують різні частки і хімічні речовини, такі як оксид азоту, діоксид сірки, моно-оксид вуглецю, пил, попіл, пилок вторинний озон.

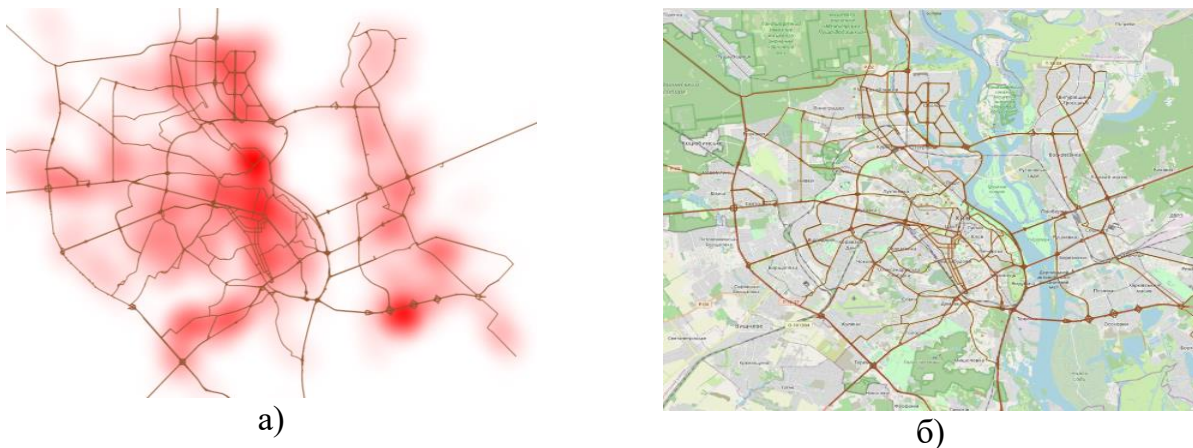


Рис.1. Мапа м. Київ: а) забруднення оксидами азоту вздовж магістральних доріг; б) магістральні дороги та присутність зелених насаджень.

Київ на сьогодні є одним із найзабрудненіших міст: кількість вихлопів від автомобілів становить 90 % від усіх викидів, і екологи у своїх звітах згадують формальдегід, діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту. Аналіз забруднень

території міста Києва на прикладі викидів оксидів азоту транспортом (рис.1а) показує, що найбільш забрудненими є Дарницький, Солом'янський, Шевченківський, частина Оболонського. Однак дані змінюються в залежності від кліматичних умов, наприклад, влітку найбільш забруднене повітря було в районах Деміївської та Бессарабської площ.

У той же час наявність зелених зон, а саме парків, лісів, скверів, а також водойм та річок (рис. 1б) значно покращує стан повітря. Найбільш екологічно чистим місцем у Києві є район Голосіївського лісу, екологічно чистими також можна вважати місця Києва, де багато зелених насаджень – це Гідропарк, Пирогове, райони ВДНГ та Червоного Хутору [3].

Наше завдання визначити найприйнятніші способи нормалізації повітряного простору міських територій залежно від територіальних особливостей району. Наприклад, в районах Деміївської та Бессарабської площ створення зон малих викидів – Low Emission Zone (LEZ), а саме зробити максимальним використання електричного транспорту та високі мита на проїзд іншими видами. У районі Осокорків потрібно зберегти зелені зони, що залишилися після забудови та культурно облагородити їх, зробити зручними та доступними для відвідування.

Висновок: Таким чином, дуже важливо створювати оптимізовані процедури планування та управління процесом нормалізації повітряного простору міських територій

Література

1. Miguel Cárdenas Rodríguez, Laura Dupont-Courtade, Walid Oueslati, Air pollution and urban structure linkages: Evidence from European cities, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1-9 (2016) <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.190>.
2. Татарченко Г.О., Дьомин М.М., Білошицький М.В. Пристрій для мокрої очистки забрудненого повітря урбанізованих територій: декл. пат. 148723, Україна: В01D 47/06, В01D 45/12 (2006.01).№ u202102201; заявл. 26.04.2021; опубл.08.09.2021, Бюл. № 36/2021. 4 с. URL: <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1593257/>.
3. Найнебезпечніші для здоров'я райони Києва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://karbon-cns.com.ua/samye-nebezopasnye-dlya-zdorov-ya-rajony-kieva.html>

8. СТВОРЕННЯ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА ПРИНЦИПАМИ БЕЗБАР'ЄРНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ

**Татарченко Г. О., д.т.н., проф., Хандій В.В., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Під впливом змін, які відбуваються у суспільстві, поступово трансформуються уявлення про сучасні перспективні напрями розвитку житлового будівництва, якість житла, його основне функціональне призначення і рівень комфортності.

Якість і комфортність житла пов'язана з безбар'єрністю та безпекою навколишнього середовища. Соціальна інклюзія та створення безбар'єрного середовища в Україні розглядаються стосовно людей з інвалідністю та представників маломобільних груп населення (МГН) [1]. Проте, як свідчить досвід інших країн, такий методологічний підхід є не характерний для сучасної європейської та світової практики. Розвинені країни розглядають більш широкі напрями політики щодо інклюзивності та безбар'єрності: до цих груп включають не тільки людей з інвалідністю та представників маломобільних груп населення, а й людей старшого віку, матерів з дітьми до 6 років, дітей, що залишилися без батьківського піклування тощо. Комплексні підходи щодо усунення обмежень суспільства є складовими процесів управління стратегічними програмами суспільної інтеграції.

Термін «безбар'єрність» – це філософія суспільства без обмежень, в якому забезпечуються рівні права та можливості для всіх людей у самореалізації, зайнятості, пересуванні, сервісах, здобутті освіти, спілкуванні, дозвіллі, розвитку [2, 3].

Досвід залучення осіб з інвалідністю у громадське життя у зарубіжних країнах накопичувався десятиліттями: з 1944 р. у Великобританії існує законодавство про інвалідів, у США у 1961 р. було прийнято стандарт доступності будинків для інвалідів.

Існуючі практики щодо інклюзивності та безбар'єрного середовища у інших країнах збігаються з Цілями сталого розвитку ООН (Ціль 11 «Забезпечення інклюзивності, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст і населених пунктів») і з програмними документами щодо осіб з інвалідністю та МГН, що визначають 8 пріоритетних напрямів роботи: доступність, залученість, рівність, працевлаштування, освіта та навчання, соціальний захист, здоров'я та зовнішні дії (активне просування відповідного порядку денного не тільки у рамках програм розширення ЄС, а й міжнародних програм розвитку).

На відміну від країн ЄС та Америки перші нормативні документи з інклюзивності та безбар'єрності почали формуватися наприкінці 90-х років минулого століття – на початку XXI століття.

Перший нормативний документ з інклюзивності в будівельній галузі ДБН В.2.2-17:2006 «Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення» було прийнято у 2007 році [4]. Його було затверджено на заміну ВСН 62-91* «Проектування середовища життєдіяльності з урахуванням потреб інвалідів і маломобільних груп населення» [5]. У 2018 році на заміну ДБН В.2.2-17:2006 «Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення» було прийнято ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення» [6], в якому не тільки посилено обов'язковість влаштування

елементів безбар'єрності, а й наведені всі технічні характеристики та конкретні наочні приклади такого впровадження, враховуючи існуючий зарубіжний досвід.

У сфері побудови безбар'єрного середовища Україна намагається подолати всілякі перешкоди і наблизитися до стандартів ЄС у цій галузі. У Давосі на Всесвітньому економічному форумі у 2021 р. представили перший Індекс соціальної мобільності за 2020 р., який відображає потенціал країни з точки зору людського капіталу. Україна посіла 46-е місце з 82 країн. Для розрахунку цього Індeksu входять 10 ключових соціально-економічних показників: якість охорони здоров'я; доступ до освіти; якість і рівність освіти; можливості для безперервного навчання; доступ до технологій; можливості працевлаштування; справедливість оплати праці; умови роботи; соціальна захищеність; ефективність і відкритість громадських інститутів.

Найнижчі міста Україна посіла в частині інклюзивності інститутів (79-е місце), доступу до технологій (64-е місце) і постійного навчання (55-е місце). Експерти низько оцінюють також політичну стабільність і захист населення від насильства (80-е місце), вказують на погане покриття високошвидкісним мобільним Інтернетом (74-е місце), малий вплив ІТ-технологій на базові сервіси (63-е місце) [7].

Національна стратегія зі створення безбар'єрного простору була розроблена в межах ініціативи першої леді Олени Зеленської «Без бар'єрів» та на виконання Указу Президента України. Стратегія розрахована до 2030 року і передбачає усунення бар'єрів за шістьма основними напрямками (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р. № 366-р «Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року») [8]: фізична, інформаційна, суспільна, економічна, цифрова та освітня безбар'єрність. Це означає формування такого підходу, за якого кожна людина в нашій країні може отримати вільний доступ до будь-якої сфери життя: навчання, будівництва кар'єри, спокійного пересування країною тощо.

Так, у Києві запрацював сумісний проєкт ЛУН Місто та громадської організації «Безбар'єрність» – онлайн-мапа «Місто без меж» – безбар'єрності закладів. На онлайн-мапу нанесені заклади, публічні простори, міська інфраструктура, житлові будинки, які вже доступні для вільного доступу маломобільних груп населення.

Для створення безбар'єрного середовища провідні забудовники в Україні проєктують та реалізують низку обов'язкових елементів: пандуси, пологі спуски або спеціальні підйомники; тактильну плитку, інформаційні таблиці з шрифтом Брайля; візуальні покажчики та аудіоповідомлення та системи звукопідсилення тощо.

Доступність для всіх мешканців житлових комплексів незалежно від їхніх фізичних можливостей, віку чи стану здоров'я. Відсутність архітектурних бар'єрів для людей з інвалідністю, що дозволяє їм вільно переміщатися та використовувати всі приміщення на території житлових комплексів. Безпека та комфорт для всіх власників житла.

Підвищення комфорту житлового середовища і безпеки життєдіяльності в житловій забудові неможливо без урахування раціонального розміщення паркінгів для автомобілів, що належать населенню. Відповідно до містобудівних норм в житлових районах для постійного зберігання повинні бути передбачені стоянки не менше ніж для 90% розрахункової кількості індивідуального транспорту, що вимагає виділення в житловій забудові значних територій [9].

За нормами [10] на кожні 100 квартир з двома кімнатами та більше нормовано таку кількість місць у паркінгу: 100 місць – для будинків в центрі міста; 80 місць – на території з середньою щільністю забудови; 50 місць – для периферійних районів. Для однокімнатних квартир норма становить 50 паркомісць на 100 квартир. Місткість гостьових стоянок має бути не менше 15 паркомісць на кожні 100 квартир житлового комплексу.

Для більшості багатоквартирних житлових комплексів у великих містах з обмеженими простором масштабної наземної забудови, організація паркувального простору вкрай важлива. У такій ситуації парко-місця опускаються під землю, а термін «підземний паркінг» трактується як «паркувальний простір».

Відповідно до сучасних реалій, 29 липня Верховна Рада України ухвалила проєкт закону №7398. Згідно із ним, нове житло, яке будуватиметься в Україні, повинно мати власне бомбосховище або доступ до укриття. Водночас закон зобов'яже девелоперів приділяти більше уваги створенню приміщень подвійного призначення, таких як підземний паркінг з функціоналом бомбосховища.

Для того щоб паркінг отримав додатковий функціонал у ньому обов'язково повинно бути: надійно укріплені та добре вентилявані; мати кілька виходів; підведені інженерні комунікації (водовідведення, теплопостачання тощо); бути оснащені санвузлами та місцями для приготування їжі; мати площу, на якій можуть розміститися щонайменше всі мешканці будинку чи секції ЖК. Водночас підземні паркінги повинні бути розрахованими на прогнозовану кількість мешканців новобудови. Для комфортного перебування у такому сховищі на кожну особу має припадати щонайменше 3-5 м².

Висновок: зроблено аналіз світових практик щодо безбар'єрності та соціальної інклюзії; здійснено огляд деяких заходів у сферах соціальної, економічної, громадянської, фізичної та цифрової безбар'єрності. Проведено дослідження законодавчо-правової бази у сфері безбар'єрності та соціальної інклюзії та дотримання вимог щодо створення безбар'єрного середовища. Підземні гаражі та стоянки, незважаючи на більш високу вартість їх будівництва, порівняно з наземними багатопверховими гаражами, мають ряд переваг, головними з яких є можливість їх влаштування у тих місцях, де вже існує забудова або взагалі неприпустиме будь-яке наземне будівництво (наприклад, в районах площ, бульварів, вулиць, скверів та ін.).

Література

1. Створення безбар'єрного середовища та соціальна інклюзія: світовий досвід для України : аналіт. доп. / [Зубченко С.О., Каплан Ю.Б., Тищенко Ю.А.]. – Київ : НІСД, 2020. – 24 с.
2. Альбом безбар'єрних рішень. Розділ 1. Посібник для проєктувальників та архітекторів публічного простору. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000182/182198.pdf
3. Альбом безбар'єрних рішень. З урахуванням воєнного часу. Посібник для проєктувальників та архітекторів публічного простору. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://mtu.gov.ua/files/big_city_lab_album_war_chapt_1-4-1_compressed%20\(1\).pdf](https://mtu.gov.ua/files/big_city_lab_album_war_chapt_1-4-1_compressed%20(1).pdf)

4. ДБН В.2.2-17:2006 Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=7018
5. ВСН 62-91*. Проектування середовища життєдіяльності з урахуванням потреб інвалідів і маломобільних груп населення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=5183
6. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Електронний ресурс].
7. В Давосі представили перший індекс соціальної мобільності. Україна посіла 46-е місце в рейтингу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gwaramedia.com/v-davosi-predstavyly-pershyj-indeks-soczialnoyi-mobilnosti-ukrayina-zajnyala-46-misce-v-rejtyngu/>
8. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р. № 366-р «Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/366-2021-p#Text>
9. ДБН В.2.3-15:2007 Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – Введено вперше; введ. 2007-01-01. Київ, Мінрегіонбуд України, 2007. – 80 с.
10. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. – Введено вперше; введ. 2019-10-01. Київ, Мінрегіон України, 2019. – 185 с.

9. ПРОСТОРОВИЙ SWOT-АНАЛІЗ ЯК ЕЛЕМЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПРИ ПІСЛЯВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ

**Безлюбченко О.С., к.т.н., доц., Бабенко М.В., студ. магістр
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Після закінчення бойових дій на території України, постане питання комплексного відновлення територій, не лише повністю зруйнованих населених пунктів, а й територій та об'єктів які постраждали і відносно них були проведені роботи з консервації.

Досліджуючи міську структуру одним з елементів передпроектних досліджень постає просторовий SWOT-аналіз, який допомагає комплексно дослідити як окремий об'єкт, так і повноцінну територію; вплив та взаємозв'язок одного об'єкта на інший; розвиток навколишнього середовища і його структуру. Просторовий SWOT-аналіз допомагає отримати найповнішу інформацію та об'єктивно підійти до проектних пропозицій з науковим та законодавчим обґрунтуванням. Розробка саме просторового SWOT-аналізу розкриває містобудівний потенціал територій її розміщення в структурі і взаємозв'язок з іншими територіями.

Такий аналіз використовується для того, щоб розкрити шляхом зважування та оцінки аналізу негативні та позитивні аспекти, а також визначити можливості та потенціал розвитку для нових потреб сьогодення й майбутнього, врахувати ризики які можуть виникнути в будь-який період.

В основі кожного SWOT-аналізу окреслена філософія, що трактується як: потреба спиратися на сильні (позитивні) сторони, усуваючи слабкі (негативні) аспекти та використовувати на максимум усі можливості передбачаючи ризики [1].

В структурі SWOT-аналізу закладені чотири елементи – сильні (позитивні аспекти), слабкі (негативні) сторони, можливості (шанси) та ризики (загрози) (рис. 1).

В першу чергу будь-який SWOT-аналіз, в тому числі і просторовий – це інструмент, який надає можливості комплексного аналізу, поєднуючи метод оптимізації сильних і слабких сторін, підвищуючи потенціал сильних сторін, зменшуючи негатив слабких, а також використання можливостей з усуненням потенційних загроз [1].

Перевагами просторового SWOT-аналізу постає розташування факторів, ресурсів, ознак у просторі, коли наочно представлена територія на плані (схематично) і відображено вплив кожної території на потрібний об'єкт.

Сильні (позитивні аспекти) сторони – це усі наявні (внутрішні та зовнішні) ресурси, ознаки та можливості, що мають або можуть мати позитивний вплив на якість життя сьогодні та майбутній розвиток. У розділі сильних сторін необхідно дати відповіді на такі питання (відобразити на плані): чим унікальна територія, яка розглядається (об'єкт, квартал, мікрорайон, район, поселення, село, громада, місто) її ідентичність, приналежність, особливості, історичні місця (історична спадщина); які відмінності від інших територій (географічне розташування, яке є особливим, корисні копалини тощо); позитивні аспекти які відбуваються на території (активність громадських організацій, об'єднання мешканців, зв'язок різних соціальних груп); наявні ресурси даної території (ландшафтно-рекреаційні зони, водні ресурси, зелені

ландшафти, громадські простори, функціональність, міська мобільність, транспортні зв'язки, соціальні групи населення; об'єкти культурно-побутового обслуговування, соціальна інфраструктура тощо); які переваги даної території та що є кращим в порівнянні з іншими).

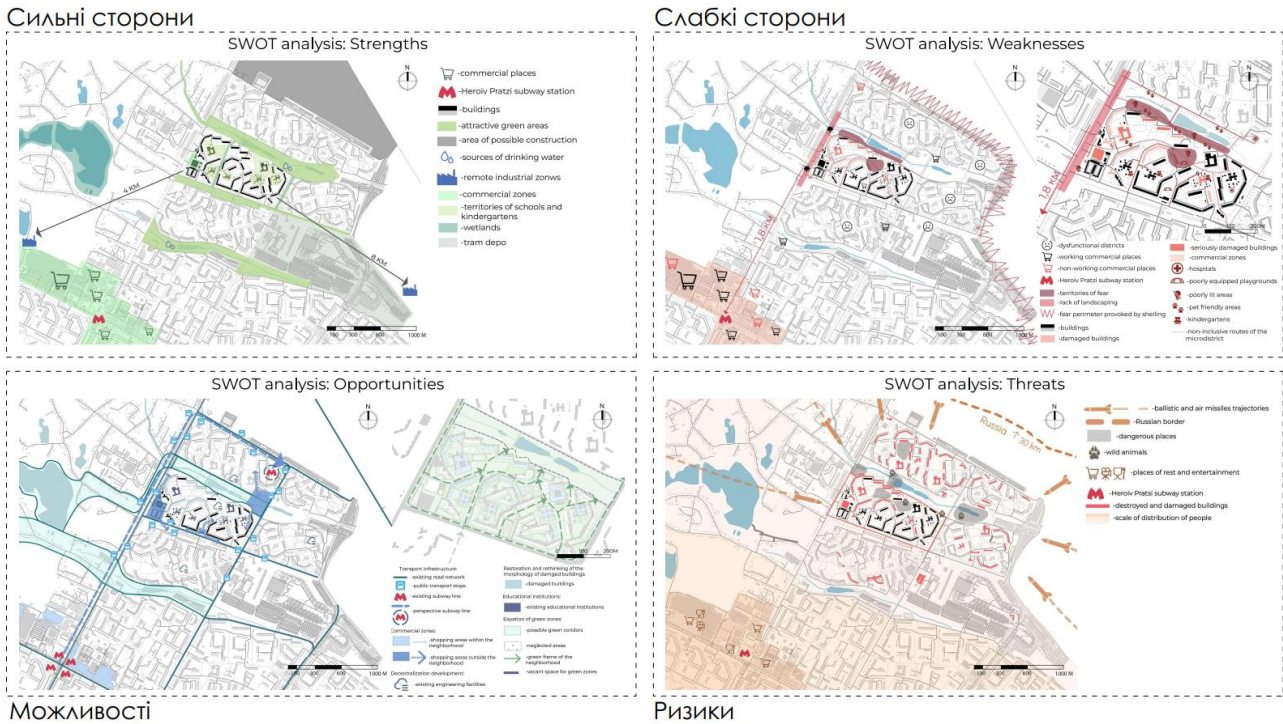


Рисунок 1. Приклад просторового SWOT-аналізу виконаного в рамках програми DAAD на основі Північної Салтівки – 2 в м. Харків

Слабкі (негативні аспекти) – переважно внутрішні (можуть бути і зовнішніми) ресурси, процеси, обмеження та ознаки, які перешкоджають розвитку території та мають шкідливий вплив, тобто іншими словами, протилежність сильним сторонам. В слабких сторонах необхідно дати відповіді на такі питання (відобразити на плані): чого не вистачає даній території; які є недоліки в порівнянні з іншими; які проблеми існують на території (соціальні, демографічні, політичні, військові, економічні, демографічні, проблеми мобільності тощо); які негативні процеси відбуваються (погіршення шумових, інсоляційних, аераційних умов, наявність бар'єрів, поганий стан забудови, зменшення територій зелених зон, підвищення кількості твердого покриття, запаркованість територій, недостатність та погіршення громадського транспорту; негативні демографічні зміни; тощо); чого слід уникнути; що зроблено погано.

Кожні ознаки, процеси, обмеження, ресурси сильних і слабких сторін впливають на кожного з мешканців території яка розглядається. І для одних мешканців сильні сторони можуть бути слабкими і навпаки, залежно з якої точки зору на кожен фактор подивитися та визначити наскільки він все-таки є сильним або слабким в більшій мірі.

Можливості (шанси) – це вже зовнішні тенденції, умови, фактори, чинники, обставини, які сприяють досягненню цілей які потребуються, а також відкриються у майбутньому, якщо посилити сильні сторони. Знаходяться шляхом аналізу

середовища, на основі сильних сторін та за допомогою аналізу слабких сторін, щоб усунути ці слабкі сторони й відкрити на основі їх нові можливості. В можливостях необхідно дати відповіді на такі питання (відобразити на плані): існуючі умови, які можливо використати, щоб підвищити рівень комфортності території; впровадження яких тенденцій буде сприяти поліпшенню й розвитку території; шанси, що можуть з'явитися при аналізі існуючих сильних та слабких сторін; які зовнішні фактори позитивно впливають або зможуть впливати на територію; міські, регіональні, національні та міжнародні проєкти, що можна використати та які можуть вплинути для підвищення рівня комфортності території (розвиток ідентичності території, поєднання різних соціальних груп, зміна керівництва, гетерогенність, зміна законодавства та нормативно-правових актів тощо).

Ризики (загрози) – це зовнішні проблеми, обставини, виклики з якими може зіштовхнутися територія та можливо очікувати в майбутньому, що в свою чергу буде мати негативні наслідки для неї, перешкоджаючи її розвитку, потенціалу та обмеження можливостей для досягнення поставленої мети та задач розвитку. В ризиках необхідно дати відповіді на такі ключові питання (відобразити на плані): які виклики та ризики, проблеми не можливо контролювати (в тому числі на різних рівнях); чинники, що можуть негативно вплинути на дану територію; які тенденції та зміни на різних рівнях, можуть обмежити або сповільнити розвиток території (конфлікті ситуації, військові дії, демографічні зміни, природно-кліматичні катастрофи, імпакт-інвестування тощо).

В свою чергу, просторовий SWOT-аналіз, може розбиватися на пошаровий аналіз і на його основі формуватися в цілісну структуру. Наприклад розбиватися на окремі шари: функції території (функціональне зонування, функціональність перших поверхів, заклади культурно-побутового обслуговування та соціальна інфраструктура), типологія забудови, громадські простори, транспортні зв'язки, міські мобільність, структура вулично-дорожньої мережі, населення, топографія, рельєф, ландшафт, історична забудова (історико-опорний план, межі історичних ділянок, територій, пам'ятки історії, архітектури та містобудування, потреба в реставрації та охороні тощо), промислові та сельбищні території, ландшафтно-рекреаційні зони, природно-кліматичні умови, комерційні об'єкти, візуальні зв'язки (просторові осі), висотність забудови, морфотип забудови, інженерна інфраструктура, маломобільні групи населення і безбар'єрне середовище тощо.

Просторовий SWOT-аналіз при дослідженні територій під час післявоєнної відбудови, буде відігравати одну з ключових ролей у передпроектних роботах, оскільки дозволить наочно комплексно оцінити території. Зокрема, визначити території руйнувань, об'єктів які підлягають знесенню, відновленню, збереженню, реконструкції, реставрації, їхні зв'язки з іншими територіями, ступінь пошкоджень, пріоритети відбудови. Наявність природних ресурсів, інфраструктурних об'єктів, рельєфність території, просторове розміщення, можливості залучення інвестицій, людські ресурси. Наочно ідентифікувати можливі загрози, наприклад близькість до територій потенційного противника, лінії фронту, військових баз, мінні поля, природні чи техногенні катастрофи. Представлення загроз на плані, дозволить розробити заходи з безпеки або мінімізації впливів загроз. Також, у просторовому значенні є можливість показати використання наявної інфраструктури, робочої сили та економічного потенціалу найближчих територій, для ділянки яка аналізується, щоб

мінімізувати випрати на недоцільні проєкти та витрати. Однією з переваг, постає фактор, що на основі просторового SWOT-аналіз, в подальшому можна сформуванати комплексні стратегії розвитку території, вже маючи закладені чинники, фактори, можливості, ризики, сильні та негативні сторони.

Отже, просторовий SWOT-аналіз при післявоєнній відбудові постає одним з інструментів комплексного дослідження територій і є початковим етапом формування подальших стратегій розвитку території. На основі наочних рішень на плані, легше відбувається сприйняття інформації та комплексно вирішуються проєкти відновлення.

Література

1. Сумська обласна державна адміністрація - Методологія планування регіонального розвитку. Сумська обласна державна адміністрація - Головна сторінка. [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://sm.gov.ua/ru/2012-02-03-06-47-56/2-uncategorised/6114-metodolohiia-planuvannia-rehionalnoho-rozvytku.html> (дата звернення: 15.10.2024). – Назва з екрана.

10. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МІСТОБУДІВНОГО ВИКОРИСТАННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

**Оридорога Р.О., студ. магістр, Шпарбер М.Є., ст. викл.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Мета дослідження. Вивчення сучасних проблем містобудівного використання міських територій з урахуванням необхідності комплексного розвитку міст. Дослідження є актуальним, оскільки забудова міських територій здійснюється виходячи з практично обмежених можливостей використання практично всіх видів ресурсів, включно з територіальними.

Потенціал перспективного розвитку міст часто залежить від рівня, доцільності, обґрунтованості їх використання. Аналіз генеральних планів ряду міст (Харків, Запоріжжя, Чернігів та ін.) показує, що в більшості міст на сьогодні було використано найбільш сприятливі для забудови території та їх подальший розвиток вимагає відведення малопридатних для будівництва та дорогих в освоєнні територій, або залучення додаткових територій поза їх межами, які в більшості випадків використовуються для сільськогосподарського виробництва. Вилучення таких територій для потреб містобудування потребує суттєвих законодавчо-правових обґрунтувань. Тому існуючі обмеження територіального розвитку міст вимагають пошуку внутрішніх резервів у напрямку пошуку можливостей ущільнення міської забудови, більш інтенсивного використання територій всіх функціональних зон [3].

В крупних містах відбувається додаткове освоєння територій, що перевищує на 15-25% прийняті генеральними планами розрахунки, в тому числі освоєння позасельбишних територій в 1,5 і більше разів від намічених, що свідчить про стійкі тенденції інтенсивного розвитку міст. [1]

Екстенсивний територіальний розвиток міст пов'язаний з обмеженими обсягами робіт з реконструкції житлової і промислової забудови і виходом нової житлової забудови за межі міста, зростанням витрат на розвиток підсистем інфраструктури – дорожньо-вуличної мережі, інженерних комунікацій та ін. Тому пріоритетними визначаються ділянки з існуючою інженерною інфраструктурою.

Розрахунки в [2, 3] демонструють, що вартість інженерного освоєння 1 га території зростає зі збільшенням розмірів міста, яка без врахування вартості загальноміських інженерних споруд, у порівнянні з малими містами, (прийнятих за 100%) складає відсотків: малі міста до 50 тис. люд. – 100; середні міста (50-100 тис. люд.) – 110; середні міста (100-250 тис. люд.) – 120; великі міста (250-500 тис. люд.) – 130; крупні міста (500-800 тис. люд.) – 150; найкрупніші міста (понад 800 тис. люд.) – 26. Тому в умовах дефіциту територіальних резервів важливим стає рішення проблеми комплексної реконструкції існуючої житлової забудови. Це пов'язано з оновленням старої забудови, обґрунтованим розміщенням нового житлового будівництва, більш ефективним використанням капіталовкладень та споруд існуючої інженерної інфраструктури.

Висновок: комплексну реконструкцію міської забудови необхідно розглядати як необхідність для вирішення загальних містобудівних проблем, спрямованих на вирішення як поточних, так і перспективних потреб забудови міста. Доцільною для цієї мети може стати використання програм комплексної реконструкції міської

забудови, які на основі загальної концепції обґрунтовано буде визначено: напрямки та варіанти реконструкції міст, обсяги необхідного фінансування та інші умови.

Література

1. Уваров Є.П., Кірнос В.М., Уваров П.Є. Концептуальні засади регіональної політики розвитку комплексної реконструкції об'єктів житлової нерухомості з максимальним використанням існуючих будівель та інфраструктури міських територій / Монографія. – Дніпропетровськ: «Наука та освіта», 2010. – 121 с.
2. Ключниченко Є. Є. Соціально-економічні основи планування та забудови міст. – Київ: Укрбудінформ, 1999.– 348 с.
3. Чемакіна О., Бондар Ю. Шляхи підвищення ефективності використання міських територій. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. 2006. № 16. С. 230–237.
URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/11729>.

11. МОЖЛИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗВИТКУ МІСТ ЗА РАХУНОК ОСВОЄННЯ НЕПРИДАТНИХ ДІЛЯНОК

Уваров П.Є., к.т.н., доц., Шпарбер М.Є. ст. викл.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Мета дослідження полягає у вивченні можливостей підвищення ефективності використання міських територій.

Резервом для територіального розвитку міст є освоєння ділянок, які раніше належали до непридатних для будівництва: пойми річок, крутосхили, зсувні, карстові та ін.

Суттєве підвищення параметрів ефективності використання міських територій може бути досягнуто при використанні порушених промисловою діяльністю земель, особливо в містах Донбасу, де розташовані підприємства гірничодобувної, металургійної, переробної промисловості, на основі яких створені значні за площею відвали гірських порід і матеріалів переробки мінеральної сировини. До 2014 року кількість кар'єрів в містах України перевищувала 4 тисячі, а об'єм гірничопромислових відходів (за станом на початок ХХІ сторіччя) складала 235,0 млрд т. Площа, зайнята під породними відвалами шахт і вуглезбагачувальних фабрик, металургійних виробників у містах Донбасу складає 10 тис. га.

На території районів Донбасу гірничими роботами порушено біля 2 тис. га сільськогосподарських і лісових угідь. Сумарна площа поверхні, яка порушена гірничими роботами в Україні, перевищує 300 тис. га. Щорічно на потреби промисловості відводилось від 3 до 6-8 тис. га. У зв'язку з цими явищами особливої гостроти набула екологічна проблема, а також необхідність рекультивациі порушених земель і залучення їх до активної містобудівної діяльності [1].

Вітчизняні фахівці набули певний досвід у розробці теоретичних засад вивчення і використання порушених територій, а в різних містах і регіонах були створені містобудівні комплекси різного призначення на основі відновлених порушених земель.

Одним із основних аспектів відновлення порушених земель є вибір виду їх наступного використання. В залежності від вибраного виду використання визначаються: склад інженерно-технічних заходів та їх вартість щодо відновлення території, соціальна, екологічна та економічна ефективність кінцевих результатів.

Вибір напрямків використання порушених територій можливо проводити в декілька етапів [1]:

1. Аналіз містобудівних і природних умов міста, на основі якого визначаються характеристики порушених територій, їх розташування по відношенню до всіх функціональних зон міста.

2. Визначення потреби міста в територіях для різних видів будівництва.

3. Попередній вибір варіантів і напрямків використання відновлених територій (для спорудження будівель різного призначення, зеленого будівництва, створення водойм та ін.) в залежності від їх характеристик.

4. Визначення екологічної, економічної ефективності використання порушених територій для того чи іншого виду будівництва.

5. Порівняння варіантів і прийняття остаточного напрямку функціонального використання порушених територій.

Висновки: Сучасні методи рекультивації і подальшого використання порушених територій занадто складні в технічному і економічному відношенні. Між тим наявність значних за площею порушених територій, незадовільний екологічний стан регіонів їх розміщення, зростаючий дефіцит міських територій та інші умови будуть стимулювати пошуки вирішення назрілої проблеми на основі цілеспрямованих наукових програм [1].

Використання сучасних технічних можливостей щодо інженерної підготовки території, впровадження нових технологій при зведенні споруд та інші технічні заходи зможуть забезпечити значний рівень містобудівного використання території зазначеної категорії. Варіант найбільш ефективного використання – будівництво об'єктів житлового, громадського або комунального призначення.

Література

1. Чемакіна О., Бондар Ю. Шляхи підвищення ефективності використання міських територій. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник*. 2006. № 16. С. 230–237.
URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/11729>.

12. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ КОМПЛЕКСНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Цюрюпа Д.С., студ. магістр, Шпарбер М.Є., ст. викл.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Мета дослідження полягає в проведенні аналізу можливостей планувальної реорганізації районів 5-поверхової житлової забудови, а також промислових районів на сучасних методично-нормативних засадах.

Практика показує, що найчастіше такі ділянки використовуються (у відсотках до загального обсягу зносу): для розміщення житлового будівництва (35-60%); розвитку загальноміського центру (10-25%); будівництва нових офісних споруд (15-20%) та інших потреб міського господарства.

В загальноміській програмі робіт з реконструкції особливе значення має проблема реконструкції районів масового житлового будівництва 60-х та початку 70-х років минулого століття, яка практично існує у всіх містах України. Так, житлові масиви переважно 5-поверхової забудови в Києві займають площу від 100 до 300 га, які мають низькі показники використання території – 3,0-3,5 тис. кв. м на 1 га території мікрорайону.

При зростанні дефіциту територій та вимог до якості житла в нових соціально-економічних і містобудівних умовах назріла необхідність перегляду планувальної організації районів 5-поверхової забудови. Останніми роками райони такої забудови доповнюються розміщенням додаткових будинків підвищеної поверховості ("точкова забудова"), що дає збільшення щільності забудови на 20-30%.

В ряді міст України розробляються програми повної заміни 5-поверхових будинків спорудами підвищеної поверховості на основі нових детальних проектів території, які враховують існуючі містобудівні і технічні умови району. В інших випадках використовують надбудову існуючих будинків з реконструкцією балконів, вхідних вузлів, переплануванням квартир та ін. Головне завдання реконструкції таких районів полягає в створенні комфортних умов проживання населення, які не відрізняються від районів нової забудови.

Містобудівна практика показує, що продуктивним може бути не тільки підвищення ефективності використання території житлових районів, але й інших функціональних зон, зокрема промислових, сучасне використання територіальних ресурсів яких (з урахуванням галузей виробництва) характеризується значною нерівномірністю функціональних навантажень (від 10 до 500 люд/га).

Аналіз генеральних планів ряду міст показує, що площа промислових територій значно завищена. Коефіцієнт використання території промислових підприємств, промислових вузлів і районів – низький. Втрати території внаслідок недоліків в плануванні і відсутності сучасних прийомів забудови промислових підприємств досягають 40-50%. Розрахунки в роботі [1] демонструють, що підвищення ефективності використання території промислового призначення тільки за рахунок внутрішніх ресурсів створює можливість підвищити ефективність забудови, збільшити кількість робочих місць порівняно з існуючими на 30%, а з проведенням всього комплексу містобудівних та інженерно-технічних заходів – майже вдвічі.

Висновки: Планувальна реорганізація районів 5-поверхової забудови, а також промислових районів на сучасних методично-нормативних засадах, підвищення

щільності забудови вищеназваних територій на основі впровадження багатоповерхових модулів, винесення промислових споруд із застарілою технологією і шкідливих у санітарному відношенні за межі міста та інші заходи дають можливість збільшити ефективність використання ділянок промислових підприємств в 1,5-2 рази і таким чином зекономити до 15-17% міської території.

Література

1. Уваров Є.П., Кірнос В.М., Уваров П.Є. Концептуальні засади регіональної політики розвитку комплексної реконструкції об'єктів житлової нерухомості з максимальним використанням існуючих будівель та інфраструктури міських територій / Монографія. – Дніпропетровськ: «Наука та освіта», 2010. – 121 с.
2. Чемакіна О., Бондар Ю. Шляхи підвищення ефективності використання міських територій. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. 2006. № 16. С. 230–237.
URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/11729>.

13. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ВИРОБНИЧИХ ТЕРИТОРІЙ

Гайко Ю.І., к.т.н., доц.

**Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

В умовах сталого розвитку урбанізованих територій міські райони з переважанням промислової забудови визначають напрями подальшого розвитку міста в цілому і тому потребують розробки науково обґрунтованої концепції їх ревіталізації та містобудівного розвитку.

Аналіз наукових досліджень провідних науковців і практичного зарубіжного й вітчизняного досвіду дає можливість зробити висновок, що усі промислові підприємства в складі міста поділяються на два типи – ефективно працюючі й малоефективні, для кожного з яких має бути розроблена своя специфічна методика реконструкції та оновлення. Отже, подальший розвиток міських виробничих територій можливий за двома напрямками:

1) Комплексна реконструкція території економічно ефективного промислового підприємства – оновлення і ущільнення забудови, модернізація і перепрофілювання окремих підприємств, створення нових транспортних, інженерних і природоохоронних інфраструктур, комплексний благоустрій території. Тобто, реконструкція промислового підприємства спрямовується, насамперед, на його «екологізацію» і частково на «естетизацію».

2) Ревіталізація території малоефективного промислового підприємства, збереження функції якого несумісне з містобудівельними, екологічними і санітарно-гігієнічними вимогами або економічно недоцільне.

Головною метою ревіталізації територій промислових підприємств є їх екологічна, соціально-економічна і функціональна адаптація до потреб і вимог сучасного міста, підвищення композиційної і функціональної ролі в структурі міського середовища.

Критеріями вибору промислових територій для містобудівної ревіталізації є: розташування в структурі міста; площа санітарно-захисних зон; економічна ефективність підприємства; клас шкідливості промислового підприємства. Тому насамперед ревіталізації підлягають підприємства, розташовані серед житлової і громадської забудови, в історичному центрі міста, зі шкідливим впливом на довкілля і забезпечені транспортною та інженерною інфраструктурою, а також підприємства, що заважають екологічному удосконаленню чи реконструкції інших районів міста та покращенню планувальної організації всієї міської структури.

Перепрофільовані виробничі території стають новими точками тяжіння у містах, використовуючись для створення багатофункціональних кластерів, що поєднують різноманітні об'єкти нерухомості, рекреаційні зони, науково-інноваційні центри, культурно-просвітницькі об'єкти тощо.

В процесі ревіталізації промислових зон міста здійснюються інноваційні заходи по екологічній реабілітації виробничих територій, а саме – санації та рекультивації територій, що потрапили в зону забруднення, за допомогою повернення ландшафту в початковий або близький до нього стан. Це здійснюється за рахунок відтворення вихідних природних компонентів середовища (грунту, рельєфу, рослинності, води).

При вирішенні завдань використання територій під будівництво в межах міста, потенційні забудовники стикаються з відсутністю єдиної системи, що регламентує порядок, структуру дослідження забруднених територій, методи оцінки екологічної небезпеки та обґрунтування пріоритетних відновлювальних заходів з урахуванням напрямків подальшого використання території.

Відновлення територій передбачає проведення масштабних заходів, спрямованих на виявлення локальних ділянок забруднення та ступеня забрудненості для попередньої оцінки обсягів робіт по санації території. Санація території – комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію наслідків забруднень компонентів природного середовища в результаті господарської діяльності людини. План санації є основою практичної реалізації робіт з реновації та підлягає затвердженню відповідальними відомствами. Метою розробки плану є вибір оптимального з екологічної та економічної точки зору варіанту концепції санації, при якому враховують можливість комбінування різних методів або технологій санації.

При виборі оптимальної концепції санації враховують можливість комбінування різних методів або технологій санації. Вибір відповідних технологій, процесів санації проводиться з урахуванням специфіки забруднювача, шляхів міграції, фактичних умов майданчика тощо. Існуючі методи зменшення й ліквідації ризиків від хімічного забруднення поділяються на три групи: деконтамінації, локалізації (закріплення), запобігання (обмеження), з яких саме до санації належать групи методів деконтамінації та локалізації.

Методи деконтамінації допускають реальне вилучення (зменшення) забруднення як на місці, так і при вилученні та очищенні поза межами майданчика. Вибір того чи іншого конкретного методу залежить від типу й розмірів забруднення, властивостей майданчиків, вартості. Методи локалізації (закріплення) не видаляють забруднювач із ґрунтів, ґрунтових вод або інших об'єктів, але запобігають їх поширенню, контакту з навколишнім середовищем і людьми. При використанні цих методів санації обов'язковим є організація системи моніторингу за їх ефективністю. У разі виявлення радіоактивних забруднень застосовують тільки метод механічної деконтамінації – селективне перебирання та видалення забруднених матеріалів та довготривале контрольоване зберігання.

Рекультивация земель – комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та народногосподарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов навколишнього середовища. Рекультивация порушених територій повинна здійснюватися у два послідовних етапи: технічний і біологічний. Містобудівне використання рекультивованих територій передбачає розміщення об'єктів житлового та громадського будівництва, ландшафтно-рекреаційних зон, водних і туристичних об'єктів. Розроблення проектів рекультивации здійснюється на основі діючих екологічних, санітарно-гігієнічних, будівельних, водогосподарських, лісгосподарських та інших нормативів і стандартів відповідно до регіональних природно-кліматичних умов і місця розташування порушеної території. Сучасні інноваційні містобудівні підходи передбачають, що в комплексі з рекультивацією виконується процес ревіталізації, який включає певну послідовність запланованих технічних, соціальних та економічних заходів, спрямованих на відновлення деградованих районів міста шляхом зміни просторової та функціональної структури територій.

Таким чином, в процесі ревіталізації промислових територій міста вирішуються такі основні екологічні і містобудівні задачі: покращення санітарно-гігієнічних умов території; відновлення екосистем, удосконалення архітектурно-планувальної організації території; покращення експлуатаційних і господарських характеристик території.

14. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ПЕРЕТИНІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ІЗ ЗАЛІЗНИЦЯМИ

**Чернишова О.С., к.т.н., доц., Степанчук О.В., д.т.н., проф.
Національний авіаційний університет, м. Київ**

Залізничні переїзди є зоною підвищеної небезпеки. Закордонний та вітчизняний досвід свідчать про те, що з метою повного запобігання зіткненням залізничного та автодорожнього транспорту потрібно виключити можливість їх перетину в одному рівні, тобто замість залізничних переїздів будувати дворівневі розв'язки між автомобільними дорогами та залізницями. Для підвищення рівня безпеки руху в деяких країнах ця стратегія реалізовується, але це вимагає значних фінансових витрат, які для більшості переїздів із малими та середніми розмірами руху поїздів і автотранспорту не є доцільними з економічної точки зору. Тому, навіть у країнах із високим розвитком економіки залишається в експлуатації (і тривалий час ще залишатиметься) значна кількість залізничних переїздів.

В Україні вимоги до улаштування розв'язок в різних рівнях на перетині автодороги і залізниці регламентуються нормативними документами [1-3], а авторами додатково розроблено методичку, яка дозволяє надавати рекомендації щодо ділянок, на яких улаштування шляхопроводів є найбільш обґрунтованим з урахуванням вимог безпеки та економічних показників.

Наявність залізничних переїздів не лише знижує рівень безпеки на дорогах, але й призводить до погіршення ряду експлуатаційних показників: зниження рівня середньої швидкості; зростання часу руху; підвищеного споживання паливо-енергетичних ресурсів; збільшення обсягів викидів відпрацьованих газів у навколишнє середовище; наявність додаткових ділянок гальмування та розгону в зоні переїзду, що призводить до підвищеного зносу покриттів автомобільних доріг й додаткових витрат на експлуатаційне утримання та ін. Водночас, на місцевих дорогах улаштування шляхопроводів може бути недостатньо доцільним не лише з точки зору фінансової складової, а й обмежуватися місцевими умовами (наприклад, існуючою забудовою). В таких випадках уникнути затримок автотранспортних засобів не вдасться, але рівень безпеки можна підвищити за рахунок удосконалення облаштування переїзду.

Оцінити рівень безпеки на перетині залізниці і автомобільної дороги можна за реальними статистичними даними дорожньо-транспортних пригод, а також спрогнозувати за коефіцієнтами аварійності, які залежать від багатьох факторів: розмірів руху поїздів, інтенсивності руху автотранспортних засобів, облаштування переїзду, відстані видимості переїзду та його освітлення та ін. За кожною з перелічених категорій оцінюється частковий коефіцієнт аварійності, що надає змогу розрахувати підсумковий коефіцієнт аварійності та встановити ступінь небезпеки ділянки й розробити рекомендації щодо покращення рівня безпеки. Так, в залежності від оснащення, неохороняємий переїзд може характеризуватися частковим коефіцієнтом аварійності в межах 1...6,5, в той час як охороняємий – 0,9...3,2, що свідчить про зменшення ризику виникнення дорожньо-транспортних пригод, як мінімум, удвічі при відповідному облаштуванні переїзду.

Дослідження проводилися на прикладі Житомирської області в межах розробки програми комплексного відновлення. З метою встановлення перетинів, на яких

потрібно організувати рух в різних рівнях проводилися дослідження щодо облаштування наявних переїздів, статистики дорожньо-транспортних пригод, параметрів плану і поздовжнього профілю на підходах до перетинів, розраховувалися часткові коефіцієнти аварійності для різних умов, прогнозувалися втрати часу на переїздах у залежності від розмірів руху поїздів та інтенсивності руху автотранспортних засобів. На підставі проведених аналізу та розрахунків розроблено аналітичні залежності для встановлення економічних втрат від простоїв автотранспортних засобів залежно від структури транспортного потоку та розмірів руху поїздів й автотранспорту.

Проведені дослідження дозволили стверджувати, що за показниками безпеки, а також з урахуванням зростання рівня автомобілізації населення та інтенсивності руху на дорогах Житомирської області, потрібно розробляти проекти шляхопроводів на перетині автодоріг із залізницями при інтенсивності руху 10 000 авт/добу та розмірах руху поїздів 10 пар поїздів/добу і вище, особливо в разі ускладнення умов діючого переїзду його видимістю, обмеженнями у плані та поздовжньому профілі. У разі неможливості улаштування розв'язок у різних рівнях за економічними, інженерними чи іншими об'єктивними причинами рекомендується облаштування автоматичними засобами сигналізації діючих переїздів.

Висновок: отримані результати та розроблену методику можна застосовувати не лише для розробки заходів організації руху в зоні перетинів автомобільних доріг зі залізницями, але й при оцінці перепробігу автотранспортних засобів залежно від віддалення транспортної розв'язки та інтенсивності руху по різних категоріях. Це дозволить приймати обґрунтовані рішення щодо улаштування перетинів у різних рівнях на мережі автомобільних доріг України в довгостроковій перспективі, забезпечивши більш високий рівень безпеки, ефективність та зручність функціонування як автомобільного, так і залізничного транспорту.

Література

1. Автомобільні дороги: Проектування. Будівництво: ДБН В.2.3-4:2015. – [Чинний від 2016 – 04 – 01, зі змінами та доповненнями від 2019 р. та 2021 р.]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. 104 с.
2. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування: ДБН В.2.3-19:2018. – [Чинний від 2019 – 04 – 01]. – К.: Мінрегіонбуд, 2018. 129 с.
3. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018. – [Чинний від 2018 – 09 – 01, зі змінами та доповненнями від 2022 р.]. – К.: Мінрегіонбуд, 2018. 65 с.

15. УНІВЕРСАЛЬНИЙ ДИЗАЙН ЯК ЗАСІБ ПОБУДОВИ БЕЗБАР'ЄРНОГО СЕРЕДОВИЩА

**Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Вихрук О.О., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Розвиток безбар'єрного середовища в міському просторі є ключовим елементом побудови інклюзивного суспільства, де кожна людина, незалежно від фізичних можливостей, має рівний доступ до всіх сфер міського життя. Безбар'єрне середовище являє собою комплекс рішень, спрямованих на те, щоб зробити громадський простір, будівлі та інфраструктуру доступними для людей з інвалідністю, людей похилого віку, батьків з дитячими візочками та людей з тимчасовими труднощами пересування. Йдеться не лише про архітектурні та інженерні рішення, а й зміну підходу до міського планування, що дозволяє створювати справді інклюзивні міські простори.

Згідно з даними ООН, близько 15% населення планети має ту чи іншу форму інвалідності [1]. Враховуючи це, створення доступної інфраструктури є не лише питанням соціальної справедливості, а й необхідною умовою для інтеграції всіх громадян у суспільне життя. Доступність міста повинна включати не лише фізичну доступність (таку як пандуси, ліфти, зручні пішохідні доріжки), але й інформаційну, соціальну та цифрову доступність. Це передбачає безбар'єрний доступ до інформаційних ресурсів, навчання, державних послуг, транспорту та зон відпочинку.

Важливим інструментом для досягнення цієї мети є універсальний дизайн. Універсальний дизайн – це концепція, яка спрямована на проектування міського середовища, доступного та зручного для всіх, незалежно від фізичних можливостей, віку чи інших особистих характеристик. Основною метою Універсального дизайну є створення інфраструктури, яка від початку враховує потреби всіх користувачів і не потребує додаткових адаптацій чи спеціальних рішень для певних груп [2]. Він не вимагає додаткових змін або адаптацій після завершення будівництва, оскільки всі аспекти доступності враховуються вже на етапі проектування.

Універсальний дизайн базується на семи основних принципах, розроблених Центром універсального дизайну при Університеті Північної Кароліни [3]:

- рівність використання – дизайн має бути корисним для людей з різними здібностями та доступним для всіх.
- гнучкість використання – дизайн повинен враховувати здібності та вподобання широкого кола користувачів.
- простота та інтуїтивність – дизайн має бути легким для розуміння, незалежно від досвіду, знань, мовних здібностей чи рівня концентрації користувача.
- чіткість інформації – дизайн повинен ефективно передавати необхідну інформацію, незалежно від умов навколишнього середовища або сенсорних здібностей користувача.
- толерантність до помилок – дизайн повинен мінімізувати ризик небажаних наслідків у разі неправильного поводження або неправильного використання.
- низькі фізичні зусилля – дизайн повинен мінімізувати фізичні зусилля, необхідні для використання.

- розмір і простір для доступу та використання – конструкція повинна забезпечувати достатній простір для доступу, незалежно від розміру, постави чи мобільності користувача.

Ці принципи можуть бути застосовані до проектування всіх елементів міської інфраструктури, включаючи будівлі, громадські простори та транспортні системи. Універсальний дизайн може створити середовище, яке буде не лише функціональним, але й комфортним та безпечним для всіх.

Адаптація міської інфраструктури передбачає модифікацію існуючих будівель і громадських просторів, щоб зробити їх доступними для всіх [4]:

1. Пандуси та підйомники для забезпечення доступності. Забезпечення безперешкодного доступу до будівель і споруд за допомогою пандусів та підйомників є однією з основних вимог до створення безбар'єрного середовища відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення" [5].

2. Спеціальні транспортні засоби – ще одним важливим аспектом є адаптація громадського транспорту. Багато європейських країн (наприклад, Німеччина та Швеція) запровадили низькопідлогові автобуси в громадському транспорті, що полегшує користування транспортом для людей на візках та людей похилого віку. В Україні такі рішення поступово впроваджуються у великих містах, але в більшості населених пунктів доступ до громадського транспорту для маломобільних груп населення залишається обмеженим [6].

3. Розширення пішохідних доріжок і забезпечення достатньої ширини є важливою умовою створення безпечного середовища. Це особливо важливо для людей на інвалідних візках, батьків з дитячими візочками та людей похилого віку. Європейський Союз встановив чіткі стандарти щодо ширини пішохідних доріжок, які повинні забезпечувати вільне пересування всіх користувачів, у тому числі з обмеженою мобільністю [7].

4. Тактильні знаки необхідні для орієнтації в міському середовищі людей з порушеннями зору на пішохідних маршрутах і тактильні схеми в громадських місцях. Хоча це вже є стандартом у багатьох західних містах, впровадження тактильних знаків в Україні все ще перебуває на початковій стадії [8].

В Україні законодавча база для забезпечення доступності інфраструктури для осіб з інвалідністю включає Закон «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» та Державні будівельні норми (ДБН), які встановлюють будівельні вимоги щодо доступності будівель і споруд. Ці нормативні акти встановлюють мінімальні вимоги до доступності, але їх виконання часто залишається неповним через недостатній моніторинг та фінансування [5].

На міжнародному рівні Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю є одним з ключових інструментів, що встановлює вимоги до забезпечення доступності інфраструктури для осіб з інвалідністю. Вона наголошує на важливості створення безбар'єрного середовища для повноцінної участі осіб з інвалідністю в усіх аспектах життя, включаючи доступ до фізичного простору, транспорту та інформації [4].

Однією з головних проблем створення доступного середовища в Україні є брак фінансових ресурсів. Дефіцит фінансування особливо відчувається в малих містах і регіонах, де місцеві бюджети обмежені, а потреби маломобільних верств населення часто ігноруються. Крім того, у крупних та найкрупніших містах, таких як Київ і

Львів, забезпечення доступним середовищем фрагментарне, а багато об'єктів інфраструктури все ще не повністю доступні для людей з інвалідністю.

Переважає кількість громадських і житлових будинків, побудованих у минулому столітті, не мають пандусів, ліфтів та інших засобів доступу, що робить їх недоступними для людей з обмеженими можливостями.

При проєктуванні нових міських об'єктів необхідно реалізовувати універсальний дизайн, щоб створити комфортне безбар'єрне середовище для всіх. Це дозволить уникнути додаткових витрат на адаптацію для маломобільних груп після завершення будівництва.

Для покращення доступності українських міст необхідно запровадити обов'язковий моніторинг для оцінки відповідності існуючої інфраструктури останнім вимогам доступності. Це включає в себе тестування всеосяжних стандартів проєктування громадських будівель, автобусних зупинок, доріг і тротуарів.

Висновки: Безбар'єрне середовище є важливою передумовою забезпечення рівних прав усіх громадян, незалежно від їх фізичних можливостей. Розширення безбар'єрної міської інфраструктури інтегрує людей з інвалідністю в усі сфери життя, забезпечує їх активну участь у суспільному житті та сприяє розвитку інклюзивного суспільства. Аналіз досвіду європейських країн та США показує, що безбар'єрне середовище є невід'ємною частиною сучасного урбанізму. Такі країни, як Німеччина, Швеція та Канада, демонструють ефективні моделі адаптації міст, які включають не лише архітектурні рішення, а й соціальні програми підтримки людей з інвалідністю.

Література

1. Доповідь Світового банку "Disability Inclusion" – аналіз впливу безбар'єрного середовища на соціальну та економічну інтеграцію людей з інвалідністю.
2. World Bank. Disability Inclusion. Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/disability>.
3. The Center for Universal Design, North Carolina State University. "The Principles of Universal Design." Available at: https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm.
4. United Nations. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Available at: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>.
5. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд". – Київ: Мінрегіон, 2018.
6. Доступність транспорту для людей з інвалідністю. Available at: <https://mtu.gov.ua/>.
7. European Commission. "Access City Award 2020." Available at: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?langId=en&catId=88&newsId=9493&furtherNews=ye>.
8. American Council of the Blind. "Accessible Pedestrian Signals and Tactile Indicators." Available at: <https://www.acb.org>.

16. ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ПЕРЕТИНІВ В РІЗНИХ РІВНЯХ

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

Найважливішою проблемою сучасних міст України, яку потрібно вирішувати після закінчення війни з РФ, є будівництво магістралей для безперервного руху транспортних потоків (трафіку) за рахунок створення перетинів в різних рівнях, архітектурно-планувальний вигляд яких повинен відповідати як сучасному так і майбутньому архітектурному середовищу.

Зростання автомобілізації населення України досягає рівня насичення, тобто 300 автомобілів на тисячу жителів, але із зростанням їх добробуту, як показує зарубіжний досвід, вона продовжуватиметься. Перевантаження міських магістралей в час-пік приводить до «паралічу» або конгестії вуличного руху, що вже давно спостерігається в містах розвинених країн світу. Нажаль відбудова міст України після другої світової війни з початку 1945 р. виконувалась по генеральним планам 1937 року.

Радикальним методом підвищення швидкості транспорту, збільшення пропускної спроможності мережі вулиць і доріг і забезпечення безпеки руху є споруда на перехрестях міських магістралей перетинів в різних рівнях. Такі перетини ліквідовують затримки транспорту і забезпечують безперервність його руху. Їх споруда часто виявляється найбільш економічно виправданим рішенням, особливо, якщо перевлаштування перетину в одному рівні буде пов'язано з крупнішими витратами на реконструкцію або перетрасування вулиці.

Планувальні рішення перетинів в різних рівнях, згідно ДБН Б.2.2-12 2018 прийнято закладати в проектах транспортних автомагістралей (швидкісних доріг) і в магістралях загальноміського значення з безперервним режимом руху при розробці генеральних планів міст, з метою резервування необхідної території для їх подальшого будівництва. Методи планувальної організації руху транспортних потоків і вимоги класифікованих вулиць і доріг міста, а також планувальні обмеження існуючої забудови і рельєфу висувають вимоги для удосконалення планувальної класифікації перетинів в різних рівнях на основі уточнення принципів планування, безперервності руху насиченого трафіку, мінімуму затримок на перестроювання в потоці, підвищення безпеки руху і зниження капітальні витрат на будівництво, а, головне, архітектурній виразності, що пов'язує функції з технічними рішеннями і естетичними початками.

Мета дослідження: Удосконалення архітектурно-планувальних принципів перетинів магістралей в різних рівнях на основі визначення науково-обґрунтованої класифікації для її застосування на стадії розробки генеральних планів крупних і найбільших міст України.

Відповідно до поставленої мети визначені **задачі дослідження:**

- визначити передісторію виникнення і архітектурні особливості існуючих типів перетинів магістралей в різних рівнях;
- проаналізувати особливості планувальних вирішень відомих типів перетинів магістралей в різних рівнях;
- встановити принципи, визначальний тип і план перетину в різних рівнях;

- обґрунтувати метод визначення пропускної спроможності запропонованих перетинів магістралей в різних рівнях;
- удосконалити класифікацію планувальних вирішень перетинів магістралей в різних рівнях для прикладного застосування при проектуванні на стадіях генеральних планів і детальних проектів планування;

Об'єкт дослідження: Перетини в різних рівнях на міських автомагістралях і шляхах.

Предмет дослідження: принципи архітектурно-планувальної типізації, проектування і класифікація перетинів в різних рівнях.

Методологія дослідження заснована на вивченні текстового, графічного, ілюстративного і нормативного матеріалів у вітчизняних і зарубіжних виданнях.

Наукова новизна роботи:

- у перше здійснена спроба визначити архітектурні стилі, планувальні принципи проектування перетинів в різних рівнях в міському середовищі з принципами мультифункціональної інфраструктури автомагістралей, які мають високу концентрацію трафіку та суттєво впливають на забудову міст, на їх середовище;
- у перше запропоновано метод визначення пропускної спроможності перетинів в різних рівнях з урахуванням дуальності та потужності трафіку.

Давно відомо, що архітектура, або зодчество – це мистецтво і наука будувати, проектувати будівлі і споруди (включаючи їх комплекси), а також сама сукупність будівель і споруд, що створюють просторове середовище для життя і діяльності людини. У архітектурі взаємозв'язані функціональні (призначення, користь), технічні (міцність, довговічність) і естетичні (краса) властивості об'єктів.. Предметом роботи з простором є організація населеного місця в цілому. Це виділилося в окремий напрям — містобудування (планування міст), яке охоплює комплекс суспільно-економічних, будівельно-технічних, архітектурно-художніх, санітарно-гігієнічних проблем.

Розвиток транспортної інфраструктури як самих поселень, так і те що формуються в процесі історичного розвитку у міських утворень, стає невід'ємною частиною систем розселення всіх ієрархічних рівнів. Автомагістралі шириною сто і більше метрів розрізають план міста на окремі, недостатньо зв'язані один з одним, житлові і промислові райони. Дорожній стиль громіздких пересічень в різних рівнях не вписується в витонченість існуючих міських архітектурних споруд.

Будівництво і експлуатація автомагістралей без врахування естетичних і екологічних чинників викликали і викликають внутрішні і зовнішні зміни в ландшафті і міському середовищі, що наводять до подальших неконтрольованих руйнівних процесів в природі і в духовному стані людини.

Професор А.С. Сардаров доводить, що відвіку люди прагнули додати дорогам естетичні якості і зробити пересування ними безпечним, невтомливим і навіть приємним. Уздовж міських магістралей розміщувалися архітектурні шедеври. З розвитком транспорту і дорожньої технології поступово відбиралося все краще, дозволяючи охарактеризувати транспортний процес як якісно високий, зручний і безпечний для людини .

У містобудівному проектуванні типізація розв'язок по класах слідує набагато більше значення додавати оцінці візуальних якостей майбутньої автомагістралі і її довкілля з метою збереження архітектурних і природних ландшафтів і гармонізації траси.

Під архітектурою автомагістралей (швидкісних доріг) розуміється перш за все організація проектної діяльності по створенню гармонії пересічень в різних рівнях з міським довкіллям, а також доданню розв'язкам високих техніко-естетичних якостей як місцю виконання трудової діяльності. Реалізація цієї діяльності здійснюється методами дизайну архітектурно-планувальної організації. Естетичні принципи не існують в чистому, «ідеальному» вигляді. Вони взаємно переплітаються і збагачують один одного. Практичні і естетичні якості шляхів багато в чому залежать від технічної її відповідності тому вигляду транспорту, який панує в дану епоху.

Вулично-дорожня мережа поступово трансформується в транспортну інфраструктуру, що багато в чому визначає міський каркас або каркас розселення, залежно від ієрархічного рівня міської системи, і що є найважливішою структуротворною підсистемою. При цьому, під каркасом міської системи розуміється провідна структуротворна частина міської системи. Каркас формує головні транспортні магістралі, комунікаційні вузли, пов'язані з ними спорудження загальноміського значення.

Перехід до формування постіндустріального суспільства починаючи з кінця ХХ століття, зумовлює розвиток транспорту як найважливішою складовою третинного сектора економіки. Впровадження новітніх технологій, розвиток будівельної індустрії нового покоління в рамках формування найбільших на земній кулі міських систем – мегалополісів, дозволяє говорити про транспортні розв'язки як про складні невід'ємні міські структури, що проростають в міське середовище і, по суті, формують його заново.

Архітектура перетинів у різних рівнях (розв'язок) ставати потрібна тоді, коли вона забезпечує безпечне рух, а й повідомляє щось нове про навколишнє середовище, тобто. набуває характерних ознак мистецтва.

Яких би естетичних висот не досягла архітектура, вона знаходить сенс завдяки балансу між естетичними та зовсім іншими міркуваннями. Її слід розуміти як складну систему рівнянь, які часто суперечать один одному, в яких мистецтво шукає компромісу з реаліями нашого часу. В наш час неможливо всерйоз думати про архітектуру, не зважаючи на всю забудову як єдине ціле. У ній все взаємно пов'язано і взаємно залежно від автомобільних шосе до парків, від хмарочосів до заправок, від торгових центрів до церков.

Розв'язка існує не тільки для того, щоб забезпечити безперервний рух: вона покликана збагатити навколишнє місто, і нехай і на свій убогий, безглуздий і навіть вульгарний вигляд.

Архітектура – найповніше матеріальне здійснення культури держави. Архітектура – найважливіший символ, оскільки вона відбиває загальний досвід більшою мірою, ніж будь-яке інше мистецтво. Кожна споруда звертається до нас як символ, і як об'єкт. Видатна робота - це завжди композиція, сукупність мас і порожнин, горизонталей і вертикалей з'єднаних неймовірним насамперед способом для того, щоб приголомшувати простір.

Виникнення транспортних розв'язок зв'язується з розвитком будівництва швидкісних доріг, коли з'явилася необхідність вирішення питань їх пересічення один з одним

Перша спроба оцінити пересічення в різних рівнях з точки зору архітектури була зроблена в Німеччині ще в 1931 році. Так у Франкфурті опублікована наступна архітектурно-планувальна класифікація різних пересічень [1]:

Готичне пересічення — це найбільш дорога споруда. Забезпечує повністю безупинний рух. Великі радіуси. Зміни смуг руху на окремих шляхопроводах.

Пересічення Бароко вимагає близько 13 га і не має пересічень транспортних потоків під гострим кутом, 4 петлі лежать на землі, 4 шляхопроводи.

Пересічення Ренесанс (розв'язка за типом Конюшиновий лист). Обидва автобани можуть бути прокладені без викривлення, 1 шляхопровід.

В даний час, як багатоповерхова інженерна споруда, пересічення в різних рівнях складаються із залізобетонних естакад, що плавно змінюють в подовжньому перетині свою висоту залежно від підмостового габариту для проїзду (4-5 метрів), радіусів опуклих і увігнутих кривих і товщини безпосередньо пролітної балки. У плані динаміка руху забезпечується радіусами кругових кривих, клотоїдами, а в поперечному перетині – віражами. Зовні 3-х, 4-х, 5-ти поверхову споруду можна віднести до конструктивізму, обліком впливу радіусів кривих – до стилю біотек. Хоча дуже складні в плані багатоповерхові розв'язки (типу спагеті) можна віднести до постмодернізму. Питання проектування транспортних розв'язок охоплюють набагато більше чинників, що впливають як на рух, так і на міське і природне довкілля.

Таким чином, архітектура пересічень в різних рівнях визначається поверховістю, будівельними матеріалами (метал або залізобетон), кольором споруди, динамікою форм (вертикальні і горизонтальні криві), довколишньою забудовою (домінантами) і класом пересічних міських магістралей.

17. ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗРУЙНОВАНИХ МІСТ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

**Вяткін К.І., к.т.н., доц., Гончаров Р.В., асп., Крутько В.В., асп.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Відновлення інфраструктури зруйнованих міст є одним із найактуальніших завдань сучасного міського планування в умовах військової агресії російської федерації проти України. Важливо не лише повернути міста до функціонування, але й забезпечити їх розвиток на основі принципів сталого розвитку, що включає екологічну безпеку, соціальну стабільність і економічну ефективність. У статті розглянуто основні підходи до відновлення міської інфраструктури, що можуть сприяти створенню стійких урбаністичних середовищ.

У разі значних руйнувань міська інфраструктура зазнає серйозних пошкоджень, що охоплюють житловий фонд, транспортну та комунальну інфраструктуру. Згідно з дослідженнями ООН, відновлення таких міст має базуватися на інтегрованому підході, що поєднує як фізичну, так і соціальну реконструкцію [1]. Крім того, важливим аспектом є використання принципів сталого розвитку для зменшення екологічного впливу та покращення якості життя мешканців.

Принципи сталого розвитку, які можуть бути застосовані під час реконструкції міст, включають:

1. Енергоефективність та екологічна безпека. Одним з ключових аспектів сталого розвитку є зменшення енергоспоживання і викидів парникових газів, що може бути досягнуто за рахунок використання відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій у будівництві та реконструкції [2].

2. Раціональне використання ресурсів. Під час відновлення інфраструктури необхідно впроваджувати практики переробки будівельних матеріалів та мінімізації відходів. Крім того, важливо забезпечити оптимальне використання водних ресурсів у міських системах.

3. Соціальна стійкість. У процесі реконструкції міст особливу увагу потрібно приділяти залученню громад до процесу планування та прийняття рішень, що допоможе створити інклюзивні громадські простори, які відповідають потребам населення.

4. Транспортна доступність. Ефективна транспортна система є основою відновлення міст. Стале міське планування передбачає розвиток громадського транспорту, велосипедних і пішохідних доріжок, що сприятиме зменшенню викидів CO₂ і підвищенню мобільності мешканців.

Досвід відновлення міст свідчить про ефективність застосування принципів сталого розвитку. У свою чергу, у Німеччині, реконструкція міст, таких як Дрезден, стала зразком впровадження енергоефективних технологій у процес реконструкції історичних будівель.

Відновлення інфраструктури зруйнованих міст із застосуванням принципів сталого розвитку є важливим напрямком у сучасному будівництві. Інтеграція енергоефективних технологій, раціональне використання ресурсів та залучення громад до процесів реконструкції дозволить створити стійкі, екологічно безпечні та комфортні міські середовища. Для успішної реалізації цих завдань необхідно

розробляти комплексні стратегії відновлення, що включатимуть екологічні, соціальні та економічні аспекти розвитку міст.

Література

1. United Nations. (2020). *Post-Conflict Reconstruction of Urban Infrastructure*. <https://unhabitat.org/rebuilding-after-conflict>.
2. World Bank. (2022). *Sustainable Urban Development Strategies for Cities*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34296>

18. ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ КВАРТАЛІВ ПІСЛЯ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ

**Вяткін К.І., к.т.н., доц., Колодезний А.В., асп.,
Руденко А.І., асп., Підпригора Б.В., асп.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Реконструкція житлових кварталів після значних руйнувань, спричинених збройними конфліктами, вимагає не лише відновлення інфраструктури, але й впровадження сучасних технологій для забезпечення сталого розвитку. Одним із ключових напрямків є використання енергоефективних технологій, які сприяють зменшенню споживання енергії, підвищенню комфорту проживання та зниженню впливу на навколишнє середовище. Дослідження присвячене аналізу основних енергоефективних технологій, які можуть бути впроваджені в процес реконструкції житлових кварталів після збройних конфліктів, зокрема повномасштабної військової агресії російської федерації в Україні.

Після збройних конфліктів багато житлових кварталів зазнають значних руйнувань, що призводить до необхідності їх відновлення. Традиційні підходи до реконструкції вже не можуть повною мірою відповідати викликам сучасності, оскільки вони спричиняють високий рівень енергоспоживання та витрат на експлуатацію. Тому впровадження енергоефективних рішень дозволяє значно зменшити залежність від традиційних джерел енергії, знизити викиди парникових газів та покращити загальну стійкість відновлених будівель. За даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA), застосування енергоефективних технологій може знизити споживання енергії в будівлях до 50% [1].

1. Теплоізоляція будівель. Якісна теплоізоляція є одним із ключових елементів енергоефективної реконструкції. Вона дозволяє зменшити теплові втрати будівель у зимовий період та знизити потребу в кондиціонуванні влітку. Для цього використовуються сучасні ізоляційні матеріали, такі як пінополіуретан, мінеральна вата або новітні наноматеріали.

2. Використання відновлюваних джерел енергії. У процесі реконструкції житлових кварталів важливо інтегрувати системи, що працюють на основі відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, теплові насоси або вітряні турбіни. Сонячні панелі можуть забезпечувати енергією як окремі будівлі, так і цілі квартали, що суттєво знижує навантаження на традиційні енергетичні мережі.

3. Системи рекуперації тепла. Рекуперація тепла — це технологія, що дозволяє використовувати відпрацьоване тепло для обігріву або вентиляції будівель, що є особливо ефективним у великих житлових комплексах, де можна використовувати центральні системи опалення та вентиляції.

4. Розумні системи управління енергоспоживанням. Інтеграція "розумних" технологій, що дозволяють автоматизувати процеси споживання енергії, значно підвищує ефективність реконструйованих будівель. Наприклад, інтелектуальні термостати або системи управління освітленням дозволяють оптимізувати використання ресурсів залежно від потреб мешканців.

Впровадження енергоефективних технологій у реконструкцію житлових кварталів після збройних конфліктів має низку переваг. По-перше, це дозволяє знизити експлуатаційні витрати для мешканців, що є особливо важливим у післяконфліктний період, коли економічні ресурси можуть бути обмежені. По-друге, зменшення енергоспоживання сприяє зниженню залежності від традиційних енергетичних ресурсів, що підвищує енергетичну безпеку регіону. Нарешті, використання екологічно безпечних технологій сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище та покращенню якості життя населення.

Одним із прикладів успішного використання енергоефективних технологій у реконструкції житлових кварталів є проєкт відновлення міста Гронінген у Нідерландах. Після значних пошкоджень міська влада прийняла рішення про використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних панелей та теплових насосів, для забезпечення енергією житлових будівель [2]. Подібні підходи застосовувалися і в Німеччині, де після реконструкції міст, таких як Берлін, впроваджувалися системи рекуперації тепла та інтелектуального управління енергією.

Використання енергоефективних технологій у реконструкції житлових кварталів після збройних конфліктів є важливим елементом відновлення інфраструктури, зокрема, може бути застосованим в Україні після завершення війни. Це дозволяє не лише знизити витрати на експлуатацію будівель, але й сприяє створенню стійких та екологічно безпечних міських середовищ. Впровадження сучасних рішень, таких як теплоізоляція, використання відновлюваних джерел енергії, рекуперація тепла та розумні системи управління, значно покращує якість життя мешканців та забезпечує сталий розвиток міських територій.

Література

1. International Energy Agency. (2021). *Energy Efficiency in Buildings: Progress Report*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-in-buildings>.
2. European Commission. (2022). *Sustainable Energy in Urban Reconstruction Projects: Case Studies*. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/sustainable-energy-in-urban-areas_en.

19. МІСТОБУДІВНЕ ПЛАНУВАННЯ ДЛЯ ВІДБУДОВИ ЗРУЙНОВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ ЗОН: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

**Вяткін К.І., к.т.н., доц., Мороз Н.В., ст. викл.,
Цигенко П.С., асп., Вяткін В.С., асп.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Відбудова зруйнованих промислових зон є складним і багатоетапним процесом, який вимагає інтегрованого містобудівного планування, що враховує сучасні виклики та перспективи розвитку. Відновлення інфраструктури, оптимізація простору, поліпшення екологічної ситуації та залучення інвестицій є основними цілями планувальних стратегій. У тезах розглянуто основні виклики, що стоять перед фахівцями містобудівного планування, та перспективи, які відкриваються при впровадженні сучасних підходів до реконструкції промислових зон.

Виклики містобудівного планування при відбудові промислових зон:

1. Фізичні руйнування інфраструктури. Після значних руйнувань, спричинених різними факторами, зокрема наслідки військової агресії російської федерації проти України, основним викликом є масштаб пошкоджень промислових об'єктів та прилеглих територій. Багато зруйнованих об'єктів не підлягають відновленню, тому на їх місці необхідно створювати нові об'єкти або змінювати функціональне призначення простору. Це вимагає комплексного підходу до територіального планування.

2. Екологічна деградація. Багато промислових зон страждають від екологічних проблем, таких як забруднення ґрунту, повітря та водних ресурсів. Відновлення цих територій вимагає впровадження рішень для екологічної рекультивациі та зменшення негативного впливу на довкілля. Складність полягає у необхідності одночасного відновлення інфраструктури та поліпшення екологічних умов.

3. Соціальні та економічні чинники. Відновлення промислових зон має значний вплив на соціально-економічну ситуацію в регіоні. Одним із викликів є забезпечення робочими місцями та залучення інвестицій для відновлення промислового потенціалу. Також важливо передбачити можливість інтеграції нових підприємств, що відповідають сучасним вимогам до енергоефективності та екологічної безпеки.

4. Інтеграція сучасних технологій. Використання інформаційних технологій, таких як BIM (інформаційне моделювання будівель), ГІС (геоінформаційні системи) та інших цифрових інструментів є необхідною умовою для планування складних інфраструктурних проєктів. Проте впровадження цих технологій вимагає додаткових ресурсів та підготовки кадрів.

Перспективи містобудівного планування відбудови промислових зон:

1. Створення індустріальних парків. Одним із перспективних напрямів є трансформація зруйнованих промислових зон у сучасні індустріальні парки, що дозволить залучити нові підприємства, що використовують екологічно чисті та енергоефективні технології. Індустріальні парки забезпечать інтеграцію виробничих процесів і скорочення витрат на логістику, що сприятиме економічному зростанню регіонів.

2. Реконструкція з використанням принципів сталого розвитку. Відбудова промислових зон із застосуванням принципів сталого розвитку дозволяє зменшити

негативний вплив на довкілля та підвищити енергоефективність виробничих процесів. Використання відновлюваних джерел енергії, модернізація виробничих потужностей та оптимізація простору є основними напрямками сталого відновлення.

3. Розвиток транспортної інфраструктури. Важливим аспектом містобудівного планування є розвиток транспортної інфраструктури, що забезпечить швидкий доступ до промислових зон та сприятиме їх ефективному функціонуванню. Планування транспортних коридорів, що зв'язують промислові зони з ключовими транспортними шляхами (автомобільними, залізничними та морськими), є важливим чинником для подальшого економічного розвитку.

4. Залучення інвестицій. Для успішної реконструкції промислових зон важливо створити умови для залучення іноземних та вітчизняних інвесторів, що включає не тільки розробку вигідних фінансових умов, але й створення сприятливого правового середовища для ведення бізнесу. Інвестиції сприятимуть створенню нових робочих місць, модернізації виробничих потужностей та відновленню економіки регіонів.

Містобудівне планування для відбудови зруйнованих промислових зон стикається з низкою викликів, серед яких фізичні руйнування, екологічні проблеми, соціально-економічні фактори та необхідність інтеграції сучасних технологій. Проте перспективи відновлення промислових зон є значними. Використання сталих підходів, створення індустріальних парків, розвиток транспортної інфраструктури та залучення інвестицій сприятимуть не лише відновленню економічного потенціалу регіонів, але й покращенню екологічних та соціальних умов для мешканців.

Література

1. United Nations. (2020). *Urban Industrial Zone Reconstruction: Sustainable Development Goals*. <https://unhabitat.org/sustainable-development>.
2. European Investment Bank. (2022). *Investment in Post-Conflict Industrial Zones: Challenges and Solutions*. <https://www.eib.org/en/publications/investment-post-conflict-industrial-zones>.

20. ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСТА УЖГОРОД

**Кайнц Д. І., к. фіз.-мат. н., зав. каф. міського будівництва та господарства,
Микайло О.А., к. фіз.-мат. н., доц.**

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

Якщо ви живете в такому місті як Ужгород, де відкритий простір, в умовах різкого зростання кількості мешканців, стає все більш дорогоцінним товаром, вертикальне озеленення постає як креативне рішення покращення екології міста. Цей інноваційний підхід до садівництва не тільки прикрашає невеликі простори, але й сприяє стійкості міського середовища.

Ми досліджуємо тонкощі вертикального садівництва, пропонуючи практичні поради та ідеї, які допомагають перетворити навіть найкомпактніші відкриті ділянки на вертикальні оазиси. Урбаністичне життя Ужгорода означає обмежений простір для садів, але вертикальне садівництво дозволяє знайти оптимальне рішення. Цей метод використовує простір угору, що дозволяє мешканцям міст насолоджуватися зеленню, не потребуючи великої площі.

Окрему увагу в нашій роботі приділено інтеграції вертикального озеленення фасадів, експлуатованих озелених дахів та міських територій, для чого використовуються мобільні споруди озеленення, як засіб, який може забезпечити значне поліпшення якості повітря міста і призвести до зниження витрат електроенергії на кондиціонування за рахунок зниження температури стін і покрівлі в разі розміщення їх в безпосередній близькості до будівель.

Крім того, досліджується можливість використання біовугілля як складової ґрунтів для вертикальних стін. Економічні розрахунки впровадження мобільної вертикальної системи озеленення з урахуванням різноманітних факторів, пов'язаних з витратами на установку, експлуатацію та обслуговування, показали термін окупності з восьми виробничих циклів (при постійній ринковій ціні).

В умовах дефіциту вільної території в історичному центрі, та в нових мікрорайонах селітебної зони вертикальне озеленення підприємствами комунального обслуговування населення є особливо актуальним. Нами проводився пошук рослин, придатних до перепадів кліматичних умов та бюджетних з фінансової точки зору. Приоритет віддавався місцевим видам рослин, оскільки вони добре адаптовані до місцевих погодних умов. Нами пропонується використовувалися в першу чергу різноманітні види плющів та рослини субальпійських і альпійських лук. Запропоновані посадки рослин повинні бути легкими і неглибокими.

Зменшення затрат при широкому впровадженні систем вертикального озеленення буде сприяти зниженню високих затрат на їх цілорічне обслуговування.

21. INTEGRATING ECOLOGICAL APPROACHES IN URBAN PLANNING FOR SUSTAINABLE SPACE

Kazakov A.A.¹, Kravchenko I.V.¹, Tatarchenko H.O.²

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,

¹Department of Chemical Engineering and Ecology

²Department of Construction, Urbanism and Spatial Planning

Accelerated urbanisation is an essential element of the development of modern society. However, it led to the accumulation of toxic substances in urban soils and the degradation of ecosystems. The restoration of soil conditions in cities is designed to increase the resilience of urban ecosystems to climate change and protect water resources, flora and fauna, and the population's quality of life [1]. Mining, metallurgy, fuel burning, sewage, accumulated landfills of household and industrial waste, road traffic, and now military operations contribute to soil pollution with heavy metals, which worsens the quality of the environment and human health.

The magnitude of a road's impact on the surrounding ecosystem depends on the density of other roads, the volume of vehicle traffic, and the slope and climatic conditions of the area.

Roads are a major non-point source of pollution, especially during periods of precipitation, because stormwater runoff contains chemicals from road materials, chemicals applied to roads, pollutants from vehicles, and heavy metals from the breakdown of vehicle components. Many toxic substances in road runoff, including heavy metals and road salts (de-icers), threaten the health of ecosystems along roads. Unlike road salts, heavy metals accumulate in roadside soils and can be mobilised by road salts such as sodium chloride, magnesium chloride, and calcium chloride into freshwater ecosystems.

To change the negative influx on ecosystems of roadside scum and groundwater, which is caused by the influx of traditional road salts (technical sodium chloride, which can remove important metals Zn, Pb, Cr, Ni, Cu, As, Cd, Hg) at the time of winter maintenance on minor roads and streets, it is necessary to develop approaches to collect surface runoff and improve soil health.

In contemporary urban planning, the focus is shifting towards integrating ecological principles to create more sustainable and resilient urban spaces. This involves combining strategies for improving urban soils with modern surface runoff collection systems for roads to promote a more ecologically friendly and functional urban environment.

Modern Equipping of Roads with Surface Runoff Collection Systems

Efficiently managing surface runoff from roads and streets is vital for preventing water pollution, flooding, and erosion in urban environments. Implementing modern surface runoff collection systems can help achieve this, fostering a more sustainable approach to urban infrastructure:

- **Permeable Pavement:** Integrating permeable materials for road surfaces enables rainwater infiltration into the ground, reducing runoff volume and promoting groundwater recharge. Permeable pavements such as porous asphalt and pervious concrete capture and treat stormwater, decreasing the burden on traditional drainage systems (Fig.1) [2].

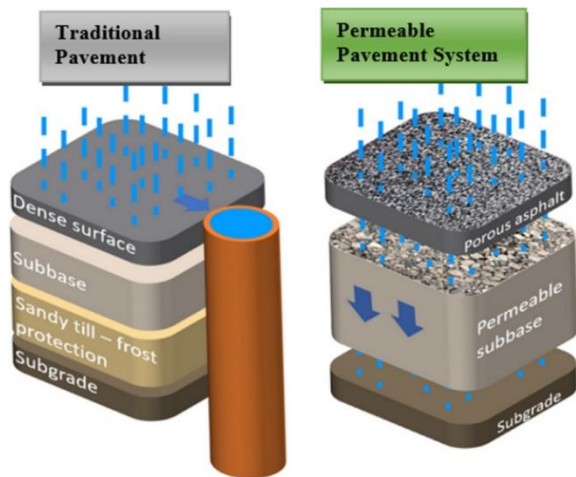


Fig.1. Permeable pavement systems as best management practices for stormwater runoff control

Fig.2. Stone infiltration trench in the city

- **Green Infrastructure:** Incorporating green infrastructure elements, such as bioswales and rain gardens, along roads and streets helps manage stormwater runoff naturally and sustainably. These features capture and treat runoff, reducing peak flows and enhancing urban biodiversity.

- **Smart Drainage Systems:** Implementing innovative drainage technologies, such as modular infiltration units and bio-retention cells, can significantly improve stormwater treatment and storage capacity along roads and streets. These systems help to mitigate water pollution and reduce the environmental impact of runoff (Fig.2).

Improving Urban Soils

One key aspect of creating sustainable urban spaces is the enhancement of urban soils. Urban soils, often compacted and depleted of nutrients, can benefit from various ecological interventions:

- **Soil Regeneration:** Implementing strategies such as composting, mulching, and biochar application can revitalise urban soils, improving their fertility and structure. Healthy soils support vegetation, enhance water retention, and promote biodiversity within urban areas.

- **Green Spaces and Urban Agriculture:** Integrating green spaces, community gardens, and urban agriculture initiatives provides opportunities to improve soil quality and increase vegetation cover (Fig.3). These spaces enhance the aesthetic appeal of urban areas and contribute to local food production and ecosystem health.



Fig. 3. Example of increasing vegetation cover

• **Soil Remediation:** Addressing soil pollution through phytoremediation and other remediation techniques can help mitigate the impact of contaminants, making urban soils more conducive to supporting healthy vegetation and biodiversity. Plants can remove up to 95% of pollutants in the soil. The choice of plants varies depending on the specific pollutants present in the soil. For example, *Bidens pilosa L.* can be used to remove cadmium, while *Pelargonium roseum* effectively removes nickel and lead. [3]. Phytoremediation efficiency can be increased by adding microorganisms, chelating agents, biochar and waste-based soil amendments [4].

By integrating these ecological approaches into urban planning, cities can create more sustainable and ecologically friendly spaces. This integration promotes healthier urban soils and vegetation and enhances stormwater management, leading to more resilient and livable urban environments. The synergy between soil improvement strategies and modern surface runoff collection systems represents a holistic approach to urban planning, aiming to balance ecological health with the functional requirements of urban

infrastructure.

References

1. Zhu, Y., Gu, H., Li, H. *et al.* Phytoremediation of contaminants in urban soils: a review. *Environ Chem Lett* **22**, 355–371 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01663-6>
2. Tota-Maharaj, K., Karunanayake, C., Kunwar, K. *et al.* Evaluation of Permeable Pavement Systems (PPS) as Best Management Practices for Stormwater Runoff Control: A Review. *Water Conserv Sci Eng* **9**, 32 (2024). <https://doi.org/10.1007/s41101-024-00259-7>
3. Sut-Lohmann, M., Pędziwiatr, A., Jonczak, J., Kruczkowska, B. (2024). Remediation of Soils Polluted by Urban Settings. In: Ortega-Calvo, J.J., Coulon, F. (eds) *Soil Remediation Science and Technology*. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 130. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2023_1068
4. Патент України №149196 Спосіб отримання гранульованого органічно-мінерального добрива / Созонтов В.Г., Кравченко І.В., Суворін О.В. та ін., заявл. 03.03.2021, опубл. 27.10.2021, бюл.№43

IV. ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО

1. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОСТІЙКИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОМИСЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Римар Т.Е., д.т.н., проф.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Велика частина традиційних теплоізоляційних матеріалів, які використовуються в теплоенергетиці, не можуть комплексно забезпечити норматив теплових втрат відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.1-29:2015 «Магістральні трубопроводи. Нанесення захисних покривів та улаштування теплової ізоляції. Настанова». Так, азбест-вапняні кремнеземисті матеріали, які використовувались для теплової ізоляції енергетичного устаткування, не застосовуються у зв'язку із забороною МОЗ на використання азбесту. При експлуатації мінераловатних і базальтових утеплювачів відбувається вигорання фенольних сполучних при температурі 190-200°C, що спричиняє за собою руйнування структури матеріалу і відповідно тепловтрати. Пінополіуретан працює при температурі до 120°C, оскільки відбувається його деструкція. Ізоляція зі спіненого каучуку витримує температуру до 90-110°C, високотемпературний каучук – до 175°C. Матеріали на основі рідинного скла можуть експлуатуватися до температури 600°C. Головна їх перевага - стабільність властивостей при високих температурах. Вони характеризуються високою екологічністю через відсутність деполімеризації матеріалу і виділення токсичних речовин в атмосферу, негорючістю та біостійкістю при гарантованому терміні експлуатації – не менше 50 років.

На теперішній час теплоізоляційні матеріали на основі рідинного скла випускають переважно у вигляді гранул. Крупномасштабне ж промислове виробництво композиційних теплоізоляційних матеріалів у вигляді плит та виробів іншої конфігурації, не налагоджено, що пов'язано зі складністю прогріву внутрішніх шарів рідинноскляної композиції при використанні традиційного конвективного нагріву. Як альтернативне джерело термообробки при виробництві даних теплоізоляційних матеріалів можливо використовувати мікрохвильове випромінювання, яке дозволить здійснити об'ємний прогрів всіх шарів рідинноскляної композиції та отримати якісний теплоізоляційний матеріал, який можна застосовувати для теплоізоляції високотемпературного обладнання та трубопроводів.

Метою роботи є вирішення завдання термомодернізації споруд, промислового устаткування і комунікацій за допомогою термостійких теплоізоляційних матеріалів на основі рідинного скла.

Теплоізоляційні матеріали на основі рідинного скла представляють собою продукти спучення гідратованих розчинних стекл, і композиційні матеріали, що включають гранульоване спучене рідинне скло і зв'язуюче. За природою спучення вони поділяються на термоспучені і хімічно спучені. Процес отримання таких матеріалів може здійснюватись як при температурі навколишнього середовища так і за підвищених температур. Технології отримання матеріалів при температурі навколишнього середовища мають такі важливі переваги перед технологіями високотемпературного спучення, як мала енергоємність і простота процесу виробництва. Однак при температурі навколишнього середовища не вдається

отримати міцні і безусадкові матеріали через великі залишкові деформації, які протікають при їх сушці. Перевагами матеріалів, отриманих шляхом термоспучення є їх висока міцність при більш низькій середній густині та гігроскопічності. Однак конвективний нагрів не дозволяє здійснити рівномірний розігрів великорозмірних зразків та отримати якісний матеріал, в цьому випадку значно знижуються теплофізичні характеристики виробів.

Існує велика кількість робіт присвячених підвищенню експлуатаційних характеристик теплоізоляційних матеріалів на основі рідинного скла шляхом введення різних наповнювачів та хімічних добавок [1-3]. Найбільш високими міцнісними показниками та водостійкістю відрізняються модифіковані алюмосилікатні лужні матеріали [4-6]. Дані хімічні методи модифікації рідинноскляної композиції базуються на зміні її структури завдяки використанню спеціальних інгредієнтів. При цьому виникає необхідність у введенні часто великої кількості компонентів та окремих технологічних операцій, що не завжди є виправданим. Одним з перспективних методів зміни фізичного стану речовин під дією електромагнітного поля є нетеплова обробка матеріалу надвисокочастотним випромінюванням. Тому пропонується замінити традиційні способи нагріву на більш модернізовані НВЧ технології. Спучення при НВЧ нагріві гранульованого напівфабрикату разом із рідинноскляним зв'язуючим в замкнутому просторі дозволяє отримувати теплоізоляційні вироби із заданою геометричною формою і розмірами. При такому способі формується однорідна дрібнопориста структура всередині виробів, в якій простір між гранулами заповнено спученим зв'язуючим, обмеженим більш щільним поверхневим шаром.

Дані теплоізоляційні матеріали відрізняються високими експлуатаційними властивостями та можуть бути застосовані для термозахисту високотемпературного устаткування та трубопроводів. Термостійкість та негорючість даних матеріалів дозволяє використовувати їх у теплових промислових установках (промислових печах, казанах, автоклавах і т.п.) та для ізоляції гарячих трубопроводів. Така теплоізоляція забезпечує: значну економію палива, сприяє збільшенню потужності теплових агрегатів і підвищенню їх ККД, інтенсифікацію технологічних процесів, зниження витрати основних матеріалів. Теплоізоляція промислових установок, що працюють при високих температурах, сприяє також створенню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу в гарячих цехах і запобіганню виробничому травматизму.

Література

1. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Суханевич М.В., Саницкий М.А. Физико-химические основы низкотемпературной технологии получения теплоизоляционных вспучивающихся материалов. *Техника и технология силикатов*. 1999, № 1-2, С.25-28.
2. Guo Y.; Zhang Y.; Huang H.; Meng K.; Hu K.; Hu P.; Wang X.; Zhang Z.; Meng X. Novel glass ceramic foams, materials based on red mud. *Ceram. Int.* 2014. Vol. 40. P. 6677–6683. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.11.128>.
3. Chen X.; Lu A.; Qu G. Preparation and characterization of foam ceramics from red mud and fly ash using sodium silicate as foaming agent. *Ceram. Int.* 2013. Vol. 39. P. 1923–1929. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2012.08.042>.

4. Пушкарьова К.К., Гончар О.А., Борисова А.І., Ейне І.А. Особливості отримання теплоізоляційних матеріалів на основі лужних алюмосилікатних композицій та сіопору. *Будівельні матеріали та виробы*, 2011. № 6 (71). С. 18-21.
5. Masi G.; Rickard W.D.A.; Vickers L.; Bignozzi M.C.; van Riessen A. A comparison between different foaming methods for the synthesis of light weight geopolymers. *Ceram. Int.* 2014 Vol. 40. P. 13891–13902. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.05.108>.
6. Гузій С.Г. Особливості фізико-хімічних процесів структуроутворення вспінених алюмосилікатних в'язучих речовин і теплоізоляційних поризованих бетонів на їх основі. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*, 2007. № 602. С. 27-35.

2. ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Медвідь І.І., к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Мета роботи У цих дослідженнях робиться спроба показати доцільність використання «Пошуку рішень» на етапі вибору оптимальних розрахункових схем будівельних конструкцій.

Основні результати досліджень. На основі результатів, отриманих у роботі [1], покажемо, як ще можна оптимізувати основні геометричні параметри розрахункової схеми. На відміну від раніше розглянутої задачі [2] геометричні розміри задаємо керованими змінними l_1, \dots, l_6 :

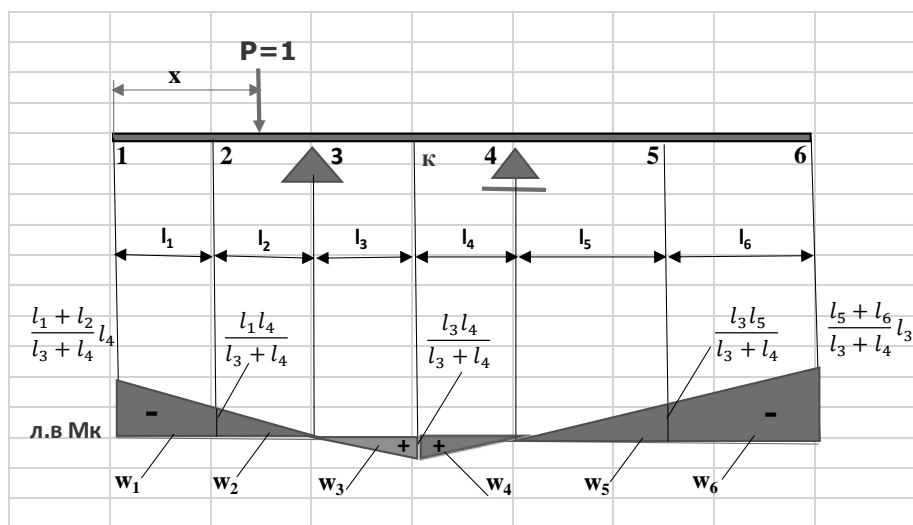


Рисунок 1. Розрахункова схема та лінія впливу згинального моменту

Для ілюстрації ідеї запропонованого підходу навмисне обрано просту статично визначальну балку на двох опорах (рис.1). Це зроблено для того, щоб через складність та громіздкість розрахунків не загубилася ідея запропонованого підходу.

Із запропонованих варіантів навантаження виберемо, наприклад, той, який відповідає найменшому згинальному моменту у перерізі «к» [1]:

q1	q2	q3	q4	q5	P1	P2	P3	P4
30	20	0	0	30	100	50	150	0

Рисунок 2. Чисельні значення зовнішнього навантаження, що відповідають $M_{k \min}$

Цільова функція матиме вигляд:

$$M_k = q_1 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6) + q_2 (w_1 + w_2) + q_5 w_5 + P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3$$

Введемо, наприклад, такі обмеження:

$$\begin{cases} l_1, \dots, l_6 \geq 1 \\ l_1 + \dots + l_6 = 7 \\ l_3 = l_4 \end{cases}$$

Результати розрахунку подано на рисунку 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
21													
22													
23			l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6					
24		I	1	1	1.5	1.5	1	1					
25		w,y	-0.875	-1	0.5625	0.5625	-0.25	-0.5	-0.5	0.75	1		
26		q,P	30	20	0	0	30	100	50	150	0		
27													
28													
29			-16.25										
30													
31													
32													

Рисунок 3. Чисельні значення керованих змінних та цільової функції

Висновки. Таким чином показано:

1. можливість та доцільність використання «пошуку рішень» на етапі вибору оптимальних параметрів розрахункової схеми конструкції;
2. чутливість результатів розрахунку до обмежень на керовані змінні.

Література

1. Medved, I., Biloshytskiy, M., Maiboroda, R., Shcholokov, E., Tryhub V. (2022). "Search for solutions" in the problems of calculation of building structures. Mechanics and mathematical methods. 4. 2. 75–82.
2. I. Medved, Yu. Otrosh, N. Rashkevich, A. Kondratiev. (2023). Optimization of calculations of building structures. Mechanics and mathematical methods. 5. 1. 6–13.

3. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАПІВПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ, ЗБУДОВАНОГО ДО ПОЧАТКУ ПЕРШОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ: АРХІТЕКТУРНІ ТРАДИЦІЇ ТА СУЧАСНІ ЗАВДАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ

**Соколенко В.М., к.т.н., доц., Черних О.А., к.т.н., доц., Жихор Д.В., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Будівлі житлового фонду, збудованого до початку Першої світової війни, мають високу архітектурну, історичну та культурну цінність. Вони є носіями унікальних архітектурних стилів та технологій будівництва того часу, відображають міське планування та соціальні умови епохи. Їх цінність полягає в автентичних конструктивних елементах, високій якості будівельних матеріалів і майстерності виконання. Вони також є важливою частиною історичної спадщини міст, сприяють збереженню міського ландшафту і слугують прикладами історичного розвитку житлової архітектури.

Цей житловий фонд становлять такі групи будинків:

1. Особняки, міські садиби, малоповерхові будинки колишньої індивідуальної забудови XVIII – початок XX ст.;
2. Будинки товариств співвласників;
3. Багатоквартирні прибуткові будинки, розповсюджені в забудові губернських міст, зведені у другій половині XIX – на початку XX ст. у період будівельного буму в російській імперії;
4. Напівприбуткові будинки;
5. Колишні будинки з мебльованими кімнатами, гуртожитки й готелі.

Найдавніші будівлі в містах України, що збереглись сьогодні переважно збудовані протягом XVIII ст. У ті часи лівобережна Україна підпорядковувалася російській імперії, тому принципи, методи будівництва на всій території були подібними [1, 2].

Відмінною особливістю багатьох цих будівель, є напівпідвальні приміщення, заглиблені на половину або більше в ґрунт. Ці простори, розташовані між рівнем землі та основним поверхом, були не просто технічним доповненням, а й значною частиною архітектурного вигляду та життєвого устрою городян. Залишається ще багато питань стосовно їх виконання і всіх можливих функціоналів. Для забезпечення міцності та теплоізоляції, стіни таких приміщень виконувалися з товстих кам'яних або цегляних матеріалів. Це також сприяло стійкості будівлі. Вікна, розташовані на рівні ґрунту або трохи вище, були практичним компромісом, який забезпечував базову функціональність напівпідвальних приміщень і водночас відповідав архітектурним нормам того часу.

Немає сумнівів, що ці приміщення мають великий потенціал до використання у сучасності, особливо з точки зору адаптації їх під нові функції та збереження історичної спадщини [3,4]. Як альтернативу цільовому експлуатаційного функціоналу цих приміщень, в умовах сучасних норм та стандартів, можна розглядати:

Комерційне використання: Напівпідвальні приміщення можуть бути переобладнані під кафе, магазини, арт-галереї, офіси або студії. Такі простори часто користуються попитом у центрі міста, де оренда приміщень на першому поверсі може

бути дорожчою. Напівпідвали можуть забезпечити атмосферу, зберігаючи при цьому особливий історичний шарм.



Рисунок 1. Фото занедбаних напівпідвальних приміщень історичних будівель м. Києва.

Культурні центри: Напівпідвальні приміщення можуть бути використані для створення культурних центрів, як, наприклад, бібліотеки, музеї, виставкові зали або місця для творчих майстерень. Завдяки історичній автентичності, такі простори приваблюють відвідувачів і можуть стати важливими осередками громадського життя.

Збереження історичної спадщини: Використання напівпідвалів в рамках проектів збереження та реставрації історичних будівель дозволяє зберегти автентичність архітектури. Це дає можливість підтримувати архітектурну спадщину, інтегруючи нові функції без руйнування оригінальної структури будівлі.

Енергоефективні рішення: Завдяки тому, що напівпідвальні приміщення частково заглиблені в землю, вони мають природні переваги в енергоефективності. Таке розташування допомагає знизити теплові втрати взимку та зберегти прохолоду влітку, земля діє як ізолятор, що допомагає регулювати температуру в приміщенні.

Соціальні проекти: Вони можуть бути переобладнані для громадських просторів, наприклад, благодійних організацій, тренінгових центрів. Найбільш актуальним у наш час, є саме переобладнання цих просторів в укриття або «Пункти незламності». Стіни приміщень, які занурені у землю, виконані з бетону або цегли товщиною близько 1 м, а перекриття у вигляді склепіння з цегляним або бетонним заповненням між балкового простору. Всі ці конструктивні особливості дають

можливість використовувати дані приміщення для укриття від ракетних чи артилерійських обстрілів.

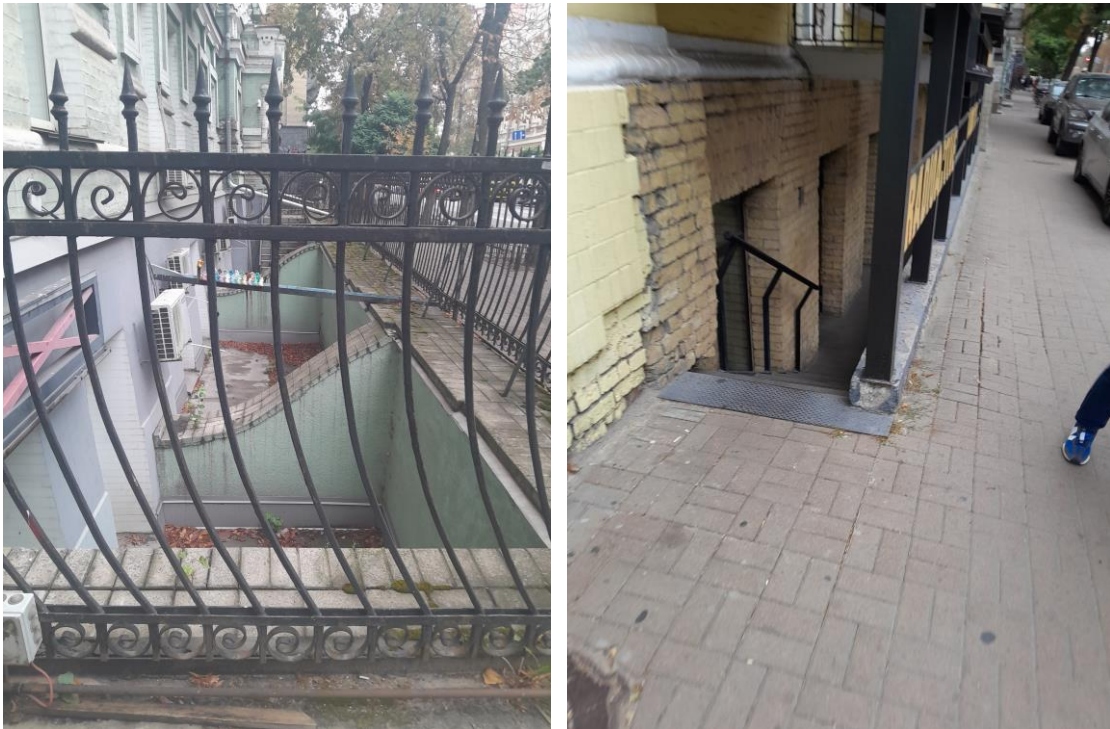


Рисунок 2. Фото сучасного використання у комерційних цілях напівпідвальних приміщень історичних будівель м. Києва.

Окремо доцільно розглянути планувально – конструктивні особливості підвальних приміщень старовинних будинків. На час проектування та зведення збірних залізобетонних конструкцій не існувало як класу. Перекриття реалізовувались балкового типу, з обпиранням на несучі стіни. Відносно невелика міцність матеріалів, розуміння того факту, що окремі стіни без дисків переkritтя мають невелику вертикальну стійкість та завдання економії тепла визначали значну товщину стін. Залежно від схеми забудови кварталу варіювалася ширина секцій будинків. Варіанти конструктивних схем наведено на рисунку 3 [1].

Підвальна частина зі спиранням на колони (цегляні стовпи) формує внутрішній єдиний простір, не розчленований несучими стінами. За певних умов це надає перевагу у можливості раціонального планувального рішення підземного простору. Влаштування приміщень реалізовується влаштуванням перегородок. Для випадку повздовжніх та поперечних внутрішніх несучих стін жорстко визначено розміри внутрішніх приміщень, в т.ч. за рахунок розташування дверних прорізів. Ускладнюються завдання організації руху відвідувачів, вентиляції та повітряного обміну.

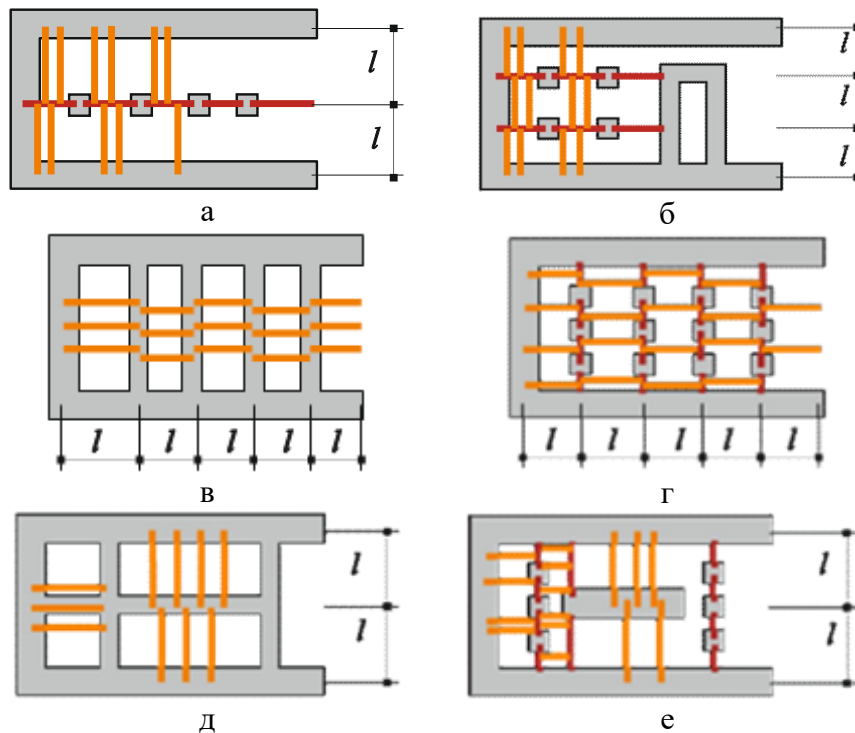


Рисунок 3. Конструктивні рішення будинків. Схеми спирання балок перекриття. Конструктивні схеми будинків зі спиранням балок на колони й головні балки: а – двопрогонові; б – трипрогонові; багатопрогонові конструктивні схеми будинків: в – спирання балок на стіни; г – спирання балок на стіни й колони; змішані конструктивні схеми будинків: д – спирання балок на стіни; е – спирання балок на стіни й колони

Завдання підземної урбаністики, освоєння частин будинків розташованих нижче рівня землі становить таким чином комплексну проблему, що поєднує урбаністику, експлуатацію історичних будинків, збереження або адаптацію конструктивних схем, вирішення соціально – економічних та організаційно-адміністративних питань. [5].

Висновок. Напівпідвальні приміщення, збудовані до Першої світової війни, є важливою частиною архітектурної спадщини. Вони відображають будівельні практики того часу. Напівпідвали виконували різноманітні функції: від господарських та комерційних до житлових. Їх конструкція дозволяла адаптувати ці приміщення під різні потреби, що вказує на високий рівень їх гнучкості у використанні. Це особливо важливо для досліджень про адаптацію будівель до нових умов та потреб.

Основні конструктивні особливості таких приміщень включали масивні стіни з товстими шарами цегли або бетону для забезпечення теплоізоляції та вологозахисту. Вікна на рівні землі або нижче забезпечували вентиляцію та мінімальне природне освітлення.

Реконструкція напівпідвальних приміщень пов'язана з низкою технічних проблем, таких як необхідність поліпшення гідроізоляції, вентиляції та інженерних систем. Крім того, збереження автентичних конструкцій та матеріалів створює додаткові виклики для архітекторів і реставраторів. У сучасних умовах напівпідвальні приміщення можуть бути адаптовані для широкого спектру нових функцій.

Особливо актуальним є використання таких приміщень в умовах урбанізації та нестачі простору в центрі міст. Важливо інтегрувати ці приміщення у сучасні проекти реконструкції, щоб зберегти їхню оригінальну структуру та водночас забезпечити їх відповідність сучасним стандартам комфорту та енергоефективності.

Література

1. Ткачук О.А. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд : підручник / [за ред. Е. А. Шишкіна, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 404 с. – (Серія «Міське будівництво та господарство»).
2. Дехтяр С. Б., Армановский Л. Ч. Архитектурные конструкции гражданских зданий. – К.: Будівельник. 1987.
3. До питання оцінки показників реконструкції міської забудови / Соколенко В. М., Соколенко К. В., Філат'єв М. В., Сучасні технології в науці та освіті : колективна монографія / під. ред. О. Б. Целіщева, Г. О. Татарченко, Г. М. Хорошун. — Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. — 320 с. DOI: [https://doi.org/10.33216/MonographSNU\(978-617-11-0211-8\)-2021-320](https://doi.org/10.33216/MonographSNU(978-617-11-0211-8)-2021-320)
4. Ключниченко Є. Є. Реконструкція житлової забудови. Київ: КНУБА, 2020.
5. Осітнянко А.П. Планування розвитку міста: монографія. К., КНУБА, 2001. - 458 с.

4. ВПЛИВ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ БЕТОНУ СУЧАСНИХ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

**Білошицький М.В., к.т.н., доц., Прусенко І.В., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

У проєктуванні та зведенні будівель та споруд важливу роль відіграє забезпечення їх герметичності від проникнення води. Для кожного об'єкта необхідно забезпечити власне проектне рішення та відповідні матеріали. Численні протікання при експлуатації, а також величезні кошти на їх ліквідацію вимагають правильного ефективного застосування сучасних високоякісних гідроізоляційних та герметизуючих матеріалів. Гідроізоляція будівельних конструкцій є одним із найскладніших та найвідповідальніших видів будівельних робіт. Вона повинна мати високу надійність, оскільки наявність однієї фільтруючої або зволоженої ділянки буде достатньо, щоб виникли серйозні проблеми з експлуатацією будівель та виникла потреба додаткової гідроізоляції. У теперішній час є багато матеріалів та технологій, здатних вирішити проблему водонепроникності бетонних конструкцій.

Існує варіант, що поєднує в собі прийнятний рівень витрати з ефективністю та якістю – це технологія гідроізоляції залізобетонних конструкцій із застосуванням матеріалів проникаючої дії. Дана технологія відома в нашій країні з 90-х років минулого століття, а на сьогоднішній день кількість будівельних об'єктів, що використовують подібні гідроізоляційні системи постійно зростає.

Метою роботи є дослідження впливу на стійкість бетону до дії агресивних середовищ застосування сучасних гідроізоляційних матеріалів проникаючої дії.

Існують численні різновиди гідроізоляції та матеріалів, з яких вона влаштовується. Тому і роботи з улаштування гідроізоляції значно різняться між собою.

Система «Пенетрон» активно використовується у 140 країнах світу понад 55 років. В Україні матеріали системи «Пенетрон» використовуються з 1989 року. Матеріал досить ефективний і за наявності високого гідростатичного тиску. «Пенетрон» здатний запобігати проникненню крізь тіло бетону води та агресивних середовищ: стічних та ґрунтових вод, морської води, кислот, лугів, карбонатів, хлороводнів, сульфатів, нітратів, бактерій, водоростей, грибів та морських організмів. Дозволяє підвищити морозостійкість та міцність бетону, надає йому стійкості до дії сульфатів(рис. 1) [1].

Основними принципами дії «Пенетрон» є такі явища: осмос, броунівський рух, сили поверхневого натягу, реакції у твердому стані. При нанесенні на зволожений бетон рідкого розчину сухої суміші Пенетрон на поверхні створюється високий хімічний потенціал, проте структура бетону зберігає низький хімічний потенціал. При прагненні осмосу вирівняти різницю потенціалів утворюється осмотичний тиск. Завдяки осмотичному тиску активні хімічні речовини матеріалу «Пенетрон» йдуть у глибоку структуру бетону. Чим більша вологість порового простору бетону, то ефективніше відбувається процес проникнення активних хімічних компонентів углиб бетону. Проникнувши глибоко в тіло бетону, активні хімічні речовини вступають у реакцію з іонними компонентами кальцію та алюмінію, оксидами та солями металів, що містяться в бетоні. У ході цих реакцій утворюються складніші солі, здатні контактувати з водою і створювати нерозчинні кристалогідрати. Сітка з цих кристалів

заповнює капіляри, пори та мікротріщини шириною розкриття до 0,5 мм. При цьому кристали стають частиною бетонної структури. Пори в цементному камені, заповнені нерозчинними кристалами, не пропускають воду, оскільки діють сили поверхневого натягу рідин. Сітка із кристалів, що заповнили капіляри, перешкоджає фільтрації води навіть за наявності високого гідростатичного тиску, при цьому бетон зберігає паропроникність.

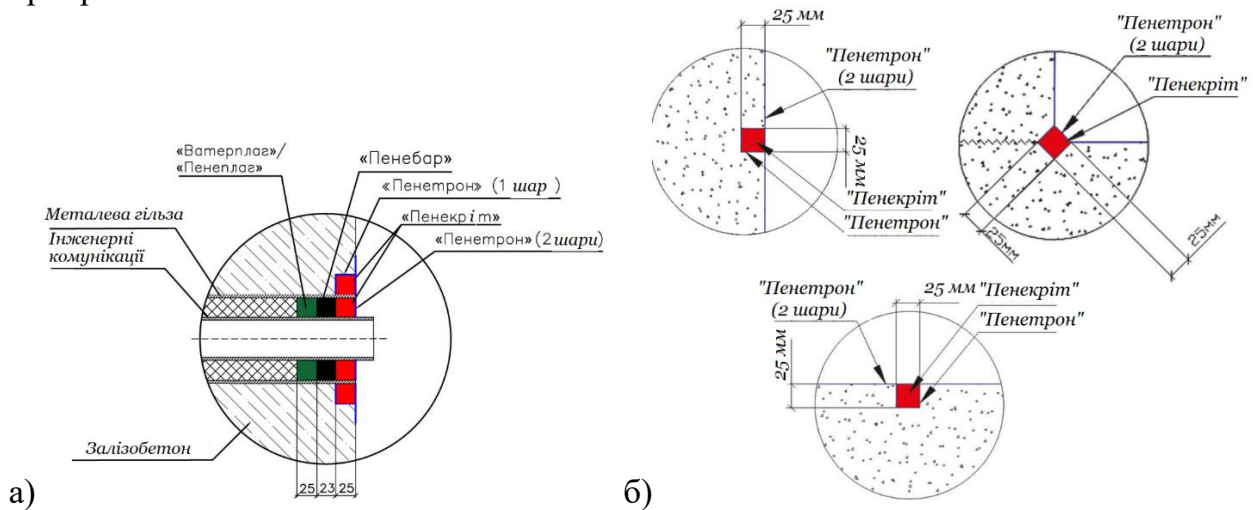


Рисунок 1. Способи використання гідроізоляційних матеріалів: а – вводи комунікацій; б – гідроізоляція підвальных приміщень (усунення напірних течій)

Кремнійорганічна гідрофобізація з використанням матеріалів «Тіпром» можлива на поверхні будівельних конструкцій з цегли, бетону, залізобетону, пористих – піно- та газобетонів, натурального та штучного каменю, гіпсу, оштукатурених та дерев'яних.

Кремнійорганічна гідрофобізація – це спосіб підвищення водонепроникності будівельних матеріалів шляхом встановлення змочуваності поверхні капілярів, що є в цих матеріалах і є одним із шляхів проникнення в них води.

Особливістю кремнійорганічної гідрофобізації є те, що полімерна плівка, що утворюється всередині капілярів, має товщину на порядки меншу розмірів їх перерізу, а довжина цієї плівки багаторазово перевищує діаметр капілярів (рис. 2).

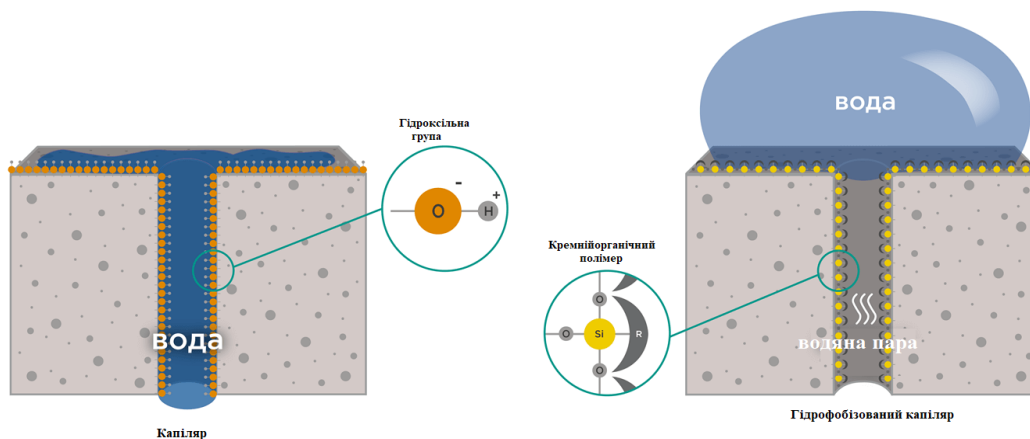


Рисунок 2. Принцип дії кремнійорганічного гідрофобізатора «Тіпром»

Випробування на капілярне водопоглинання проводилися на бетонних, газобетонних та силікатних зразках у вигляді брусків розміром 100 × 100 × 70 мм.

Зразки з обробленою поверхнею та контрольні (не оброблені) занурюються у воду на глибину 3 мм. Далі фіксується збільшення маси з часом до стабілізації набору маси.

Також проводилися випробування на адсорбцію води під низьким тиском з метою оцінки стійкості обробленого та не обробленого зразка будівельного матеріалу до адсорбції води під низьким тиском. Для цього до зразків з обробленою поверхнею та контрольним (з не обробленою) прикладається водяний стовп (градуйована трубка) та вимірюється кількість води, що проникає в матеріал, залежно від часу.

Випробування показали значне зменшення капілярного водопоглинання та адсорбції води під низьким тиском для оброблених гідрофобізаторами зразків. Відмінності між ступенем гідрофобізації на бетонних та газобетонних підкладках можна пояснити різною пористою структурою даних будівельних матеріалів.

Висновок: розглянуто технології виконання гідроізоляційних робіт за допомогою гідроізоляційних матеріалів проникаючої дії системи «Пенетрон»: бетонних конструкцій, тріщин, швів, стиків, сполучень, примикань, введів комунікацій, технологічних отворів після видалення опалубки, ліквідації напірних течій, між бетонним фундаментом та стіною, виконаною з пористого матеріалу, бетонних та залізобетонних конструкцій на стадії бетонування, цегляних та кам'яних конструкцій тощо. Дослідження, проведені з використанням кремнійорганічного гідрофобізатора «Тіпром» показали значне зменшення капілярного водопоглинання та адсорбції води під низьким тиском для оброблених гідрофобізаторами зразків. Відмінності між ступенем гідрофобізації на бетонних та газобетонних підкладках можна пояснити різною пористою структурою даних будівельних матеріалів.

Література

1. Облаштування гідроізоляції та антикорозійного захисту монолітних та збірних бетонних та залізобетонних конструкцій з використанням матеріалів системи «Пенетрон» URL: <http://penetron.net>
2. Улаштування захисних покриттів в будівництві: навчальний посібник / В.П. Кизима, А.Г. Куковський, В.В. Яковчук та ін. – Рівне: НУВГП, 2018. – 241 с.
3. Методичні вказівки конспект лекцій з дисципліни «Наукові засади забезпечення корозійної стійкості матеріалів» Ч.2 (для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія усіх форм навч.) (Електронне видання) / Уклад.: Г.О. Татарченко, М.В. Білошицький, Н.І. Білошицька, С.Л. Поркуян. – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. – 116 с.

5. OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF DRAINAGE SYSTEMS OF BUILDINGS

Kozlov B., graduate student

O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv

Engineering protection of buildings and structures from flooding involves the installation of drainage systems, the reliability of which largely ensures the extension of the life cycle of the facility. The intensity of research in this problematic field in recent years indicates that the processes of flooding of territories are irreversible and are progressing dynamically [1].

Most of the causes of these processes are associated with adverse man-made impacts, including: regulation of rivers and streams, leading to a decrease in the flow rate, colmatation and a decrease in the drainage capacity of the channel; barrage effect; disruption of surface runoff; increasing losses of water-bearing urban communications; condensation processes in the aeration zone due to asphalt pavements and an increase in the development area; unregulated irrigation of green spaces, which increases the supply of groundwater. Flooding processes are complex, therefore, to the consequences of natural and man-made nature, we should add a decrease in the reliability of the functioning of drainage systems due to various defects and damage that appear at different stages of their life cycle. In engineering practice, defects and damages of horizontal drainage systems of buildings prevail. When designing, there are results of experimental and survey works of insufficient volumes, errors in calculations and selection of drainage structures, filter materials, drainage schemes.

The researchers touch upon the problems of regulation of underground and surface waters, the main dynamic factor of the geological environment [2]. The studies conducted by the mentioned authors comprehensively reflect the problems raised, but at present there is no scientific justification for the possibility of using "ideal drains", in particular, for the group of polymer pipe filters. The filtration characteristics of polymer pipe filters have not been studied either, there is no data on their change as a result of long-term operation at real facilities, and no scientifically based forecasting of the parameters of the technological process of installing drainage from polymer pipes has been carried out.

Areas of natural and man-made flooding in certain periods cover up to 12% of the territory of Ukraine. According to experts, the number of cities and towns in Ukraine where persistent flooding was observed during the period 1991-2022 increased to 985, and the total area of flooded territories in these cities and towns is constantly increasing. The installation of drainage systems is often accompanied by fraction deviations, low quality of filter material, its clogging; non-compliance with the backfill profile; defects in the manufacture of drainage elements; mechanical damage to elements during transportation, storage and installation; non-compliance with the technology of sealing joints; non-compliance with the design slopes; replacement of backfill soil.

Natural impacts include the dynamics of the hydrogeological situation in the drainage area; soil subsidence with negative changes in slopes and subsequent destruction of joints and horizontal drains; decreased permeability during soil compaction; clogging of drains with root tissue; chemical corrosion; natural wear of drainage system elements.

The reliability of drainage is increased by taking into account and forecasting the parameters of nearby buildings in operation, especially in the case of compaction

construction; development and application of work production projects and drainage process regulations; compliance with the frequency of technical inspections, cleaning, flushing, winter insulation of outlets and wells.

Organizational and process solutions for the work production project are not always based on modern methods of work performance, and the main process operations, mechanization and labor resources are often not optimized. The absence or poor performance of incoming, operational and acceptance control functions has a negative impact on compliance with design decisions during work performance.

Deviations from the drainage technology occur during excavation work - the stability of the slopes is important, especially if they are almost vertical and not secured: part of the slopes may slide into the crushed stone backfill of the drainage with soil clogging the filter material. In this situation, the following is required: removal of part of the laid contaminated crushed stone material; work to reduce the steepness of the slope; washing of contaminated crushed stone with reuse.

Laying and leveling filter materials along the horizontal drainage axis involves making backfill layers of specified sizes and thicknesses, and the quality of such work ensures the stability of filtration parameters. But if a sand prism can be laboratory tested (granulometric composition, filtration coefficient), then the thickness of the backfill layer is controlled by a measuring template. At the same time, this method is often neglected, citing the safety margin of the imported pipes, geotextiles, etc. As practice shows, neither the drain axis nor the backfill height meets the existing standards (the backfill heterogeneity coefficient is no more than 10). Drainage defects are also associated with the use of non-standard materials as backfill (construction waste, granite screenings), which contributes to clogging and mudding of the filter backfill. One of the natural factors influencing the disruption of the hydraulic regime in drains is associated with the penetration of root tissue into the cavity of the pipes.

Considering that the described and other similar situations affect the efficiency of drainage, there is a need for new design solutions capable of reducing such an impact. In particular, the use of pipe filters made of polymer-fiber materials with high water-receiving capacity, low hydraulic resistance, high degree of regeneration and environmental friendliness is promising; adjustable change in the porosity of the filter element. Observations of PVM pipe filters samples that were used for more than 10 years showed a decrease in the filtration rate by 7%.

Based on the conducted analysis of the influence of various factors on the parameters of the technological process of installing construction drainage systems from such pipe filters, models of the duration and specific labor intensity of the work were constructed depending on the following factors: the degree of combining work, soil moisture, tightness of the construction site, drainage area, quality of bed preparation, level of mechanization of work, seasonality and atmospheric conditions, the indicator of waiting for structures before installation, turnover of warehouse space, provision of the process with verification devices. The modeling of technological parameters of the process of installation of drainages from polymer-fiber pipes has been performed. Dependencies reflecting the influence of dominant factors on the duration and specific labor intensity of works have been obtained.

References

1. Shumakov I.V., Fursov Yu.V., Hrynychuk O.A., Liakhov Y.Y. K voprosu o nadezhnomy funktsyonyrovanyia stroytelnykh drenazhei. Budivelne vyrobnytstvo : nauk.-tekhn. zb. – K.: DP «NDIBV», KNUBA. – № 65. – 2019. – S. 75-80.
2. Pravyla ekspluatatsii sporud inzhenernoho zakhystu terytorii naselenykh punktiv vid pidtoplennia : zatverdzenno nakazom Minrehionbud Ukrainy №23 vid 16.01.2012 / Ofitsiyni visnyk Ukrainy. – Kyiv : DP «Ukrainska pravova informatsiia», 2012 . – № 13. – S. 117.

6. MODELING PARAMETERS FOR UPDATING DAMAGED FACADES

**Lyakhov I., graduate student, Savchenko O., assistant professor
O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv**

The facades of buildings are carriers of the city's historical, architectural and coloristic information. They form the structural and aesthetic functions of the house, creating a harmonious urban environment, and have a favorable visual impact on a person. The aesthetic characteristics of facade surfaces, which depend on the color possibilities of finishing materials, are of great importance. Therefore, painting materials are traditionally actively used for decoration in facade systems of operated and new residential buildings.

Facade paint coatings perform not only aesthetic functions, but also the function of protecting buildings from the intense influence of the urban environment, which has become especially acute recently. Because of these influences, painted facade surfaces quickly lose their aesthetic and protective functions, failing to meet the designed service life. The statistics of inspections of operated facades of newly constructed buildings also show that about 25% of painted facades of large Ukrainian cities fail already in the first two years of operation.

Intensive housing construction in the 1980s. played a positive role in solving the social and urban planning tasks of those years. However, today, the segment of multi-story panel buildings requires complex restoration facade works, including, taking into account the improvement of heat-insulating properties of buildings. The main prerequisites for this are: monotony of the colors of the facades of typical buildings; physical wear and tear of buildings during the period of the beginning of typical development; inconsistency of heat-insulating properties of buildings with today's standards; high operating costs for technical maintenance and occasional repairs.

At the same time, the main share of the city's housing stock has sufficient indicators of general reliability, which confirms the prospects of its operation and the relevance of research into any types of restoration work. Thus, the relevance of the dissertation topic is determined, on the one hand, by the objective need to improve the quality, architectural expressiveness and decorative properties of facade coatings, and on the other hand, by increasing the operational reliability of existing building facades. In this regard, the scientific and technical support of these processes, which in recent years has become one of the main components of increasing the reliability of the functioning of facade systems, is of great importance. The formation of the reliability system consists in considering and researching the issue of applying effective methods and technologies for restoring the facade surfaces of buildings.

The comprehensive goal of the research is to improve the technology of restorative facade works, which contributes to the extension of the life cycle of objects of the urban housing stock and its elements. To achieve the set goal, the following research tasks can be defined as relevant:

- analyze and generalize methodical approaches, constructive and organizational and technological solutions, study the regulatory framework and research results in the field of restoration facade works;

- to investigate, systematize and determine the degree of influence of destabilizing factors that reflect the specific features of performing restoration facade works that affect the durability of facade coatings of buildings;
- to investigate the properties of raw materials for obtaining ceramic powders-pigments and fillers for facade paints;
- perform complex experimental studies of the proposed facade coatings;
- to investigate reliability parameters when choosing optimal sets of means of complex mechanization and robotization of furnishing works during restoration of building facades;
- to develop organizational and technological solutions that increase the durability of facade coatings of buildings and reduce material and labor costs.

The analysis showed that most of the facade surfaces of the city's housing stock do not meet the aesthetic, moisture and heat protection requirements. Intensive wear and tear of facades is associated with climate changes, the influence of environmental factors, and the lack of a comprehensive program for the rehabilitation of building facades, and in the last two years - the aggression of the Russian Federation, destruction and damage.

Peculiarities of execution of decorative facade works, which reflect the nature of modern buildings, and constructive solutions of modern buildings are considered. The peculiarities and conditions of performing restoration facade works are indicated, which significantly affect the efficiency of construction processes both when arranging facades and, in general, when erecting ground parts of buildings.

The analysis and generalization of research and practical experience in the technology and organization of restoration facade works allow us to conclude on the need for a preliminary assessment of the technical condition of the facades and the complexity of the surfaces to be restored, as well as the conditions of work. This provides an objective picture for making effective organizational and technological decisions on the restoration of facades. In addition, in connection with the inevitable increase in the volume of thermal insulation work on the facades of residential buildings in Ukraine, a corresponding increase in the volume of finishing facade work has been determined. In accordance with the Ukrainian and global trend, the prospects of dominance belong to the system of bonded thermal insulation with facade treatment by the "wet" method.

Studies have shown that not enough attention has been paid to the issues of performing restorative facade works of urban residential buildings, taking into account the identified features of mass buildings. This made it necessary to determine directions for further research.

References

1. DBN V.3.2-2-2009. Zhytlovi budynky. Rekonstruktsiia ta kapitalnyi remont. [Chynni vid 2010-01-01]. Ofits. vyd. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2006. 23 s. (Derzhavnyi standart Ukrainy).
2. DBN A.2.2-6-2008. Sklad, zmist, poriadok rozroblennia, pohodzhennia i zatverdzhennia naukovo-proektnoi dokumentatsii dlia restavratsii obiektiv

- nerukhomoi kulturnoi spadshchyny. [Chynni vid 2009–01–01]. Ofits. vyd. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2008. 34 s. (Derzhavnyi standart Ukrainy).
3. DSTU B V.2.6-145:2010. Zakhyst betonnykh i zalizobetonnykh konstruktsii vid korozii. [Chynnyi vid 2010–10–26]. Ofits. vyd. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2010. 56 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy).

7. RATIONAL PARAMETERS OF FORMWORK SYSTEMS

Shumakov I., prof., Pasko D., graduate student

O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv

An innovative approach to the issues of monolithic construction, the selection and justification of technology and the organization of work are necessary not only for the development of the construction industry, but also for a strategic breakthrough in the improvement of new formwork systems, a scientific approach to their selection and justification. Requirements for architectural expressiveness, individuality, increased quality, durability of buildings, reduction of material, labor, and energy costs for their construction have turned monolithic construction into an economic and economic industry with dynamic development.

The use of fixed formwork reduces the cost and shortens the construction period, primarily due to the elimination of the formwork removal cycle of structures, and the costs of operating buildings (heating and air conditioning) can be reduced when using heat-efficient infill concrete. Also relevant are the facts that switching to fixed formwork reduces labor costs for finishing works by 35–60%, eliminates the use of metal-intensive formwork systems [1, 2, 3].

Scientific and technical statistics demonstrate the technical advantages of monolithic walls and ceilings made in non-removable formwork, for example, the specific weight of wall structures is reduced by 70% compared to those built from bricks and by 15% compared to those built in removable formwork. In addition, the economic effect obtained due to the reduction of construction time when using non-removable formwork allows to reduce the cost of 1 m³ of wall by 24.6% [4-6].

When designing external walls, high requirements are put forward regarding the selection of such structures in accordance with the effects of: temperature, humidity, steam and air penetration. The main task in this direction is the search for the most promising materials, which allow to reduce the material intensity, cost and labor intensity of works when erecting energy-efficient enclosing structures.

The main criteria for evaluating external wall structures and floor structures, based on the requirements for them, are divided into operational (structural, heat-technical, sanitary-hygienic, aesthetic, etc.); technological (labor costs, material capacity, manufacturability of construction, duration of work); economic (cost of manufacturing, construction, operation); environmental (materials, structures and their disposal); safety criteria (during construction and operation, fire protection requirements). Comprehensive compliance of new structural and technological solutions with such criteria is an important task for construction.

At the same time, it is confirmed in scientific sources that the increase in heat transfer resistance for enclosing structures has limits of rationality. As this value increases, the energy consumption for heating (cooling) changes according to the hyperbolic law, i.e. upon reaching a certain value, a further increase in resistance will lead to a significant increase in the cost, mass and thickness of the structure, in addition, as the thickness of the structure increases, steam and air permeability deteriorate.

Scientific substantiation of the technology and organization of concreting works in fixed formwork requires further development. The mentioned scientific topic has been given a lot of attention in domestic and foreign scientific and technical sources, while the modern

scientific discourse in this direction has become more active. At the current stage, the technical, technological, organizational, and economic aspects of construction and operation of buildings have been sufficiently investigated; the theoretical and practical principles of the quality of concreting works and the manufacturability of various types of formwork were thoroughly worked out, the initial methodological solutions regarding effective concreting in fixed formwork were formed in the scientific space, metrological principles of quality were established at the legislative level based on Eurocodes.

Theoretical and applied studies are characterized by their incompleteness, the optimization of organizational and technological solutions in this scientific segment is insufficiently performed, first of all, in the part of complex studies on the systematization and determination of the influence of destabilizing factors, which reflect the specific features of concreting in fixed formwork, which affect the strength, manufacturability of erection and durability constructions. The methodical foundations of experimental studies regarding the characteristics of adhesion and strength of fixed formwork using magnesium binder have not been formed. Further development of theoretical studies on the forecasting of technical and economic indicators of low-rise civil construction due to the use of effective and scientifically based methods of taking into account the influence of organizational and technological factors on the parameter of the duration of concreting works in fixed formwork requires further development.

The grounds and necessity of the development of this scientific topic are due to:

- the need to significantly increase the efficiency of Ukrainian low-rise civil construction using methods for predicting concreting parameters in fixed formwork;
- the need for further development of theoretical and practical solutions for the organization and technology of concrete works in fixed formwork using magnesium binder, taking into account ecological principles and the capabilities of the existing raw material base;
- achievements in similar content-related branches of production and economy regarding issues of systemic and structural analysis, systematization and generalization, economic-mathematical modeling and forecasting of production process parameters.

References

1. Adam F. M. Sovershenstvovanye tekhnolohyy stroytelstva modulnykh bistrovozvodymykh maloetazhnykh zdanyi : dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.23.08, 2001. 154 s.
2. Badeian H. V. Tekhnolohycheskye osnovy vozvedeniya monolytnykh zhelezobonnykh karkasov v visotnom zhylyshchnom stroytelstve : dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.23.08 / Kyivskiy nats. un-t bud-va i arkh-ry. Kyiv, 2000. 410 s.
3. Shumakov Y. V., Yunys Bashyr N., Assaad Mustafa. Sravnytelnie tekhnicheskye svoystva opalubochnykh materyalov dlia vozvedeniya zdanyi v uslovyakh sir'evoi bazi Lyvana. Budivelni materialy ta vyroby. 2018. № 1–2 (97). S. 82–83.
4. Shumakov Y. V., Yunys Bashyr N., Assaad Mustafa. Tekhnolohycheskoe obosnovanye perspektyv karkasno-monolytnoho stroytelstva. Naukovyi visnyk budivnytstva : zb. nauk. pr. Kharkiv : KhNUBA. 2016. №1 (83). S. 52–57.

5. Prymenenye mahnezyalnoho betona dlia tonkostennikh blokov nes`emnoi opalubky / Shumakov Y. V., Kazymahomedov Y. E., Yunys Bashyr N., Assaad Mustafa. *Budivelni materialy ta vyroby*. 2016. № 2–3 (92). S. 46–48.
6. Adhezyonnye svoistva teployzolyatsyonnikh smesei zapolnenyia nes`emnoi opalubky / Shumakov Y. V., Kazymahomedov Y. E., Yunys Bashyr N., Assaad Mustafa. *Budivelni materialy ta vyroby*. 2016. № 4 (93). S. 56–58.

8. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА

**Уваров П.Є., к.т.н., доц., Ашихман М.Г., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Надійність будівельного виробництва можна розглядати як надійність результатів діяльності, здатність об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів. Таким чином, надійність в будівництві – це комплексна властивість, що залежить від кількості і якості складових елементів будівельного процесу і виробничих підрозділів, їх взаємодії, схильності до відмов і здатності до їх виправлення. Надійність будівельного виробництва включає в себе наступні показники: безвідмовність, довговічність, ремонтопридатність і збереженість.

Безвідмовність – властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу або напрацювання. Імовірність безвідмовної роботи – це ймовірність того, що в заданих межах часу відмова в роботі системи не виникає.

Довговічність – властивість об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту. Довговічність закладається при проектуванні, забезпечується в процесі виробництва і підтримується в процесі експлуатації.

Ремонтотпридатність – властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до підтримання та відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування і ремонту.

Збереженість – властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатність об'єкта виконувати необхідні функції, протягом і після зберігання та (або) транспортування.

Монолітне будівництво – це складна виробнича система, що складається з безлічі взаємодій і елементів. Отже, визначення надійності монолітного будівництва складається з комплексної оцінки показників надійності всіх елементів будівельного процесу. Процес зведення будівлі або споруди за монолітною технологією характеризується життєвим циклом об'єкта і складається з декількох етапів: проектування, виробництво, експлуатація. На кожній стадії необхідно підтримувати певний рівень надійності. На рис. 1 схематично зображена організаційно-технологічна надійність монолітного будівництва з урахуванням факторів, які її формують.

ОТН монолітного будівництва полягає у взаємозв'язку розробки проекту виконання робіт із заданою надійністю, технологією і організацією виробництва робіт у встановлені терміни і з заданою якістю, а також контролем якості матеріалів і робіт на всіх стадіях життєвого циклу об'єкта будівництва. Завданням ОТН також є істотне зменшення витрат на експлуатацію об'єкта і максимальну відповідність встановленим в проєкті рівнем надійності виробничої системи.

Представлена на рис. 1 схема дає зрозуміти, що кожна стадія життєвого циклу об'єкта впливає на надійність монолітного будівництва. При цьому сам об'єкт в процесі життєвого циклу може знаходитися в одному з декількох станів (справний, несправний, працездатний, непрацездатний, граничний, захисний, небезпечний). Перехід об'єкта з одного стану в інший відбувається внаслідок виникнення дефекту, пошкоджень і відмов, відновлень і ремонтів.

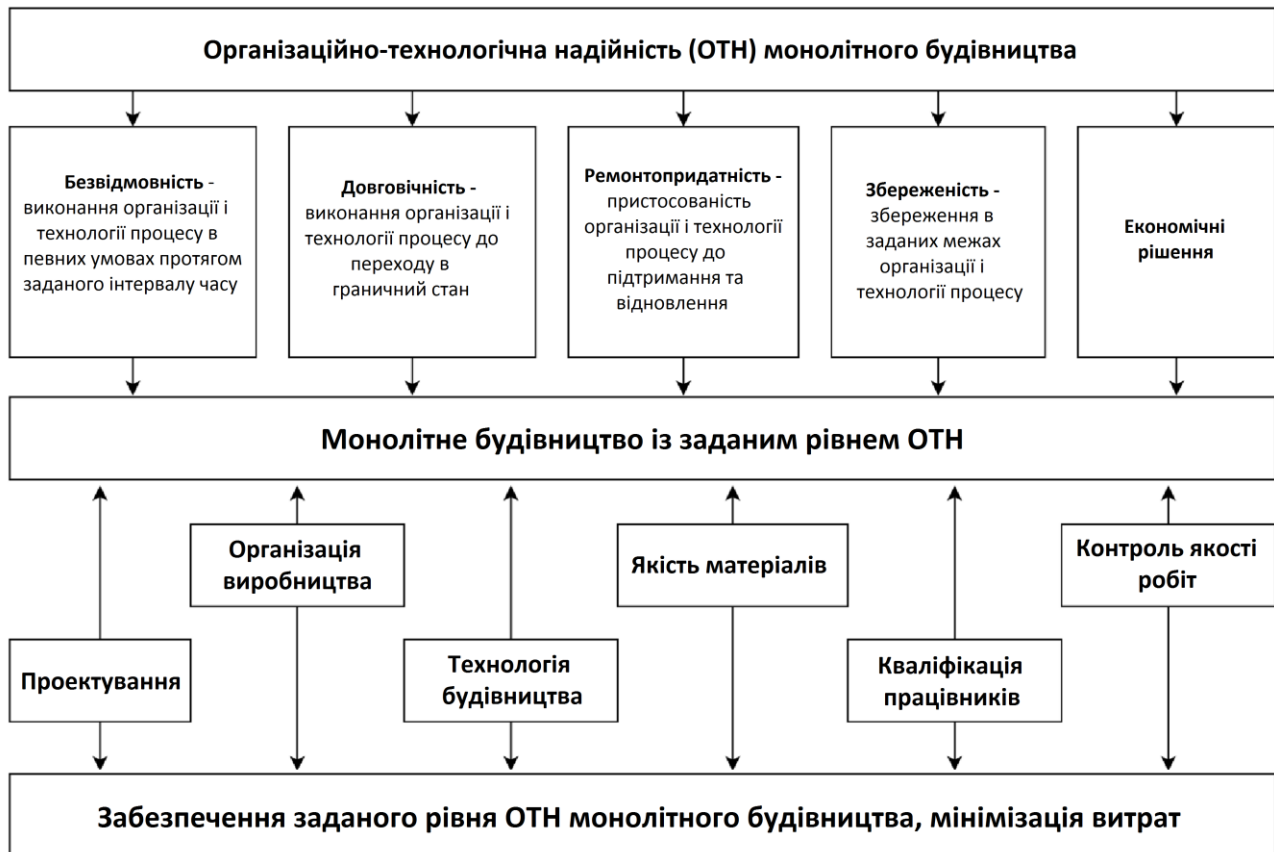


Рисунок 1. Схема формування організаційно-технологічної надійності (ОТН) монолітного будівництва

Дефект – подія, що полягає в порушенні справності об'єкта.

Пошкодження – дефект, при якому об'єкт перейшов в несправний стан, але при цьому здатний виконувати задані функції.

Відмова – подія, що полягає в порушенні працездатного стану об'єкта. Щоб об'єкт будівництва знаходився в працездатному стані, при якому значення всіх параметрів відповідає вимогам нормативно-технічної документації, необхідно вчасно усувати дефекти, пошкодження та відмови виробничої системи. Для цього варто визначити чинники, які надають найбільший вплив на працездатний стан об'єкта.

Раніше ми визначили, що надійність об'єкта порушується внаслідок виникаючих відмов. Відмови виробничої системи розглядають як події, що відбуваються під впливом багатьох випадкових факторів. Кількісні показники випадкових подій будуються на основі імовірнісної міри і визначаються статистичним шляхом.

Монолітне будівництво являє собою складну імовірнісну систему, в якій неможливо заздалегідь передбачити всі обставини, що впливають на функціонування технологічного процесу. При зведенні будівлі або споруди такі показники як тривалість будівництва, кошторисна вартість, трудомісткість та інші є ймовірними в силу впливу на них випадкових факторів, тому вони повинні характеризуватися розподілами, що відображають ймовірності досягнення запроєктованої величини цих показників. Це твердження повною мірою відноситься і до об'єктів монолітного будівництва, рівень яких знаходиться в деяких межах і залежить від ймовірної зміни

вихідних даних (проектних рішень) і впливу зовнішніх умов (процесів будівництва та експлуатації, що зазнають вплив як внутрішніх, так і зовнішніх впливів).

На основі дослідження великої сукупності випадкових подій, збору інформації про порушення і відмови типової виробничої системи можна провести системний аналіз і визначити найбільш значущі фактори, що забезпечують надійність монолітного будівництва. Кількісною оцінкою надійності є ймовірність виконання об'єктом своїх функцій.

Висновки: Вивчено проблематику визначення організаційно-технологічної надійності монолітного будівництва. Сформовано схему впливу стадій життєвого циклу об'єкта на надійність монолітного будівництва.

Оцінити організаційно-технологічну надійність монолітного будівництва можна завдяки оцінці ймовірності виконання мети будівництва, тобто успішної реалізації будівельного проєкту в задані терміни в рамках встановленого бюджету з належною якістю.

Найбільший вплив на зміни встановлених термінів, вартості та якості об'єкта будівництва чинять порушення, виявлені на стадії виробництва.

Таким чином, необхідно докладніше розібрати фактори, що формують надійність монолітного будівництва, використовуючи методи теорії ймовірності та математичної статистики.

9. МЕТОДИКА ПАРАЛЕЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ БЕЗ ПРИПИНЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**Уваров П.Є., к.т.н., доц., Кобзар С.А., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Замовником прийнято рішення про реконструкцію будівлі без зупинки її експлуатації. Навіть при наявності у нього свіжих матеріалів технічного обстеження і будь-якої проектної документації на реконструкцію при реконструкції без припинення експлуатації не уникнути внесення змін і уточнень до цієї документації. У більшості випадків ці зміни носять принциповий характер, це обумовлено тим, що в ході реконструкції розкриваються раніше недоступні для оцінки конструктивні особливості будівлі, що може змінити уявлення замовника про майбутнє планування і зональне членування будівлі.

Паралельне проектування на відміну від класичного послідовного підходу забезпечує наступні принципово нові можливості:

- гнучкий творчий підхід;
- передбачає необхідність розширення складу, врахованих чинників;
- підтримку контрольованих змін (інтерактивність);
- зовнішню і внутрішню кооперацію;
- ділову інтеграцію з замовником, субпідрядниками і постачальниками;
- динамічне управління виробничими потужностями;
- підвищення відповідальності обстежувача і проектувальників через максимальне наближення процесу проектування до реального будівництва.

В даний час паралельне проектування як метод з успіхом розвивається провідними американськими і західноєвропейськими фірмами (concurrent engineering) при проектуванні і виробництві нових зразків техніки в авіа- і суднобудуванні. Зокрема, в США дослідні проекти в рамках цієї технології розробляються на замовлення Управління перспективних військових проектів Пентагону (DARPA), відомого в якості координатора розробок найбільш перспективних і економічних технологій. В Україні спроби ввести нові підходи в прискорене проектування промислових будівель зроблені декількома групами вчених. Вони загострювали увагу на пріоритеті інтересів замовника і певних їм цілей перед сформованою традицією проектування. Наводиться така схема пріоритетності інтересів (табл. 1).

Будь-які проектні роботи можна розділити на три загальних складових: специфікація вимог (початковий стан), інформаційна модель (мета, кінцевий стан) і засоби, що забезпечують досягнення мети. Чим чіткіше задана мета, тим менше ризик того, що вона не буде досягнута. Паралельне проектування – методика максимального наближення до мети, яка припускає перегляд і зміну сценарію досягнення мети в процесі його реалізації. Для будівництва – це принципово новий, інтегрований підхід. В основі цього підходу лежить ідея суміщеного проектування, будівництва та експлуатації будівлі (комплексу будівель).

Таблиця 1 – Схеми пріоритетності інтересів

Варіант А	Варіант Б
Розробка архітектурно-будівельних рішень під конкретну технологію	Розробка архітектурно-будівельних рішень під конкретну технологію
Розробка можливих конструктивних схем будівель	Розробка конструктивної схеми промислової будівлі
Вибір кращої конструктивної схеми промислової будівлі	Вибір комплектів конструкцій і матеріалів для зведення варіанти будівлі
Розробка робочих креслень обраного варіанту будівлі	Вибір комплектів машин і механізмів для зведення варіанту будівлі
Розробка варіантів виконання робіт	Розробка робочих креслень обраного варіанту будівлі
Вибір найкращого варіанта виконання робіт	Розробка варіантів організаційно-технологічних робіт
Розробка варіантів організаційних робіт	Розробка проектно-кошторисної документації
Вибір найкращого варіанта і розробка проектно-кошторисної документації	

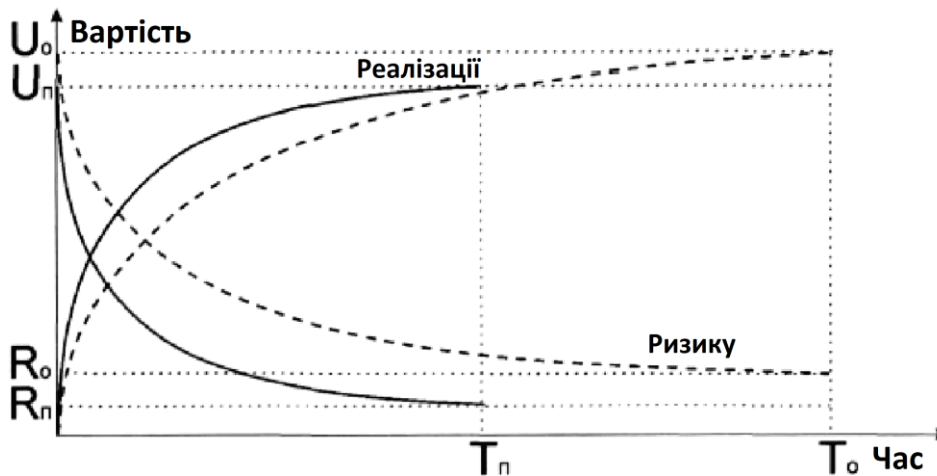


Рисунок 2 - Якісне зіставлення методик проектування щодо вартості реалізації стадії будівництва

Ця методика дозволяє використовувати проектні дані, починаючи з самих ранніх стадій проектування, одночасно різними групами фахівців. Паралельне проектування забезпечує усунення відомих недоліків послідовного проектування, зокрема, коли помилки проекту несподівано виявляються на останніх стадіях його виконання. Крім того, з'являється можливість оптимізації розподілу трудових та інтелектуальних ресурсів на відміну від класичного підходу при проектуванні реконструкції.

10. ВПЛИВ ПОЧАТКОВОГО НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НА МІЦНІСТЬ ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

¹Пустовойтова О.М., к.т.н., доц., ¹Гвоздюк О.А., асп.

²Камчатна С.М., к.т.н., доц., ²Орел Є.Ф. к.т.н., доц.

**Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків ¹**

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків ²

У процесі будівництва та експлуатації залізобетонних будівель та споруд нерідко виникає потреба у посиленні несучих конструкцій. Це може бути обумовлено різними факторами, такими як збільшення навантажень у зв'язку з реконструкцією, значне накопичення пошкоджень, допущені помилки на етапах проектування та будівництва, а також інші причини. Одним з ефективних методів підвищення експлуатаційних характеристик конструкцій є застосування склопластикової стрічки, які сприяють збільшенню несучої здатності, тріщиностійкості та жорсткості за відносно низьких витрат [1].

Практичне застосування даного методу в інженерній практиці утруднене через відсутність нормативних методик розрахунку посилення конструкцій з використанням склопластикової стрічки. Використання нелінійної деформаційної моделі, дозволяє моделювати напружено-деформований стан залізобетонних конструкцій на всіх стадіях навантаження, дозволяє підібрати оптимальні параметри посилення.

Однією з ключових проблем при створенні методики розрахунку посилення конструкцій є необхідність урахування значного впливу етапів навантаження на поведінку посиленої конструкції [2]. Цей вплив обумовлюється наступними факторами:

1) початковий напружено-деформований стан конструкції, що існує в момент перед початком посилення. Він виникає під впливом власної ваги конструкції та залишкових деформацій, спричинених попередніми експлуатаційними навантаженнями. У ході посилення конструкції зазвичай прагнуть максимально розвантажити її, однак у деяких випадках частина корисного навантаження може залишатися незмінною і продовжувати діяти.

2) наявність початкових тріщин у підсилювальній конструкції. Ці тріщини можуть мати кілька джерел. По-перше, це дія повного статичного навантаження, що призводить до виникнення силових тріщин. Найчастіше наявність таких тріщин є нормальним для бетону, і ключовим питанням стає контроль їх ширини розкриття. По-друге, вплив циклічних навантажень, таких як періодична зміна снігового навантаження на покрівлю, а також динамічні навантаження можуть викликати накопичення мікротріщин в бетоні. Це може бути враховано через відповідне коригування діаграм стану матеріалу. По-третє, початкові тріщини можуть виникати через технологічні дефекти, такі як усадкові тріщини, пори та інші дефекти бетону. По-четверте, експлуатаційні ушкодження, отримані у процесі використання конструкції, також можуть сприяти появі тріщин.

3) відмінність у деформаційних властивостях "старого" бетону основної конструкції та склопластикової стрічки, що використовується для посилення. Ця різниця стосується як короткочасних, так і тривалих деформацій, таких як повзучість

та усадка, що потребує уважного аналізу відмінностей у реологічних властивостях цих матеріалів.

Всі ці фактори, пов'язані з навантаженням, мають значний вплив на параметри посилення залізобетонних балок, включаючи їх несучу здатність, тріщиностійкість і жорсткість. Комплексний облік цих факторів дозволяє отримати більш достовірне уявлення про поведінку балок, посилених склопластиковою стрічкою під навантаженням.

З використанням чисельного експерименту у програмному комплексі ANSYS була проведена оцінка спільного впливу двох факторів: початкового напружено-деформованого стану залізобетонних балок на момент їх посилення та наявності початкових силових тріщин. Метод кінцевих елементів, реалізований у програмному комплексі найбільш універсальний інструмент для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій. Ці дослідження дозволили виявити ключові фактори, які необхідно враховувати під час проектування посиленних балок.

Наступним етапом досліджень стане моделювання відмінностей у деформаційних властивостях "старого" бетону існуючої конструкції та склопластикової стрічки, що застосовується для її посилення. Особливу увагу буде приділено обліку реологічних характеристик цих матеріалів, таких як повзучість та усадка, що дозволить підвищити точність розрахунків та прогнозування поведінки посиленних конструкцій.

Висновок: Початковий напружено-деформований стан значно впливає на наявність початкових тріщин, міцність, жорсткість і тріщиностійкість посиленних залізобетонних балок, що необхідно враховувати при їх проектуванні. Для більш точного моделювання поведінки посиленних конструкцій необхідно враховувати відмінності в реологічних властивостях "старого" бетону та склопластикової стрічки, що дозволить покращити прогнозування довговічності та експлуатаційних характеристик. Дослідження у цьому напрямку дозволить розробити більш точні моделі розрахунку, що сприятиме підвищенню надійності та ефективності посиленних залізобетонних конструкцій.

Література

1. Колесников А.В., Семенова С.В., Вировой В.М., Олійник Т.П. Будівельні композити як об'єкти системного аналізу. Сучасне будівництво та архітектура: збірник наукових праць. 2023. № 3. с. 41-49 <http://visnyk-odaba.org.ua/2023-03/3-5.pdf>
2. Trykoz, L.V., Kamchatnaya, S.M., Pustovoitova, O.M., Atynian, A.O. The investigation of prestressed pressure pipes, reinforced with fiberglass plastic / International Journal of Engineering Research in Africa, 2018, 36, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85048021864&origin=resultslist>

11. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДЛЯ СПРИЙНЯТТЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ І ВПЛИВІВ

**Чудик І.І., д.т.н., проф., ректор, Добрянський І.М., д.т.н., проф.,
Добрянська Л.О., к.е.н., доц.**

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ**

Вступ. Динамічні навантаження – це навантаження, які змінюються з часом і призводять до коливань конструкцій. Їх характерною ознакою є те, що вони викликають інерційні сили, які можуть мати суттєвий вплив на поведінку конструкцій. Динамічні впливи можуть бути різноманітними за природою: від вітру та сейсмічних явищ до вибухів, руху транспорту або роботи машин.

Мета досліджень. Визначення навантажень і впливів для забезпечення якості та надійності методів розрахунку конструкцій будівель і споруд [1-4].

Основні результати досліджень

1. Види динамічних навантажень:

- сейсмічні навантаження – це вібрації, спричинені землетрусами. сейсмічні впливи мають особливості, пов'язані з масштабами та амплітудами коливань;
- вітрові навантаження – виникають під час сильного вітру або ураганів, особливо важливі для висотних будівель і споруд;
- транспортні навантаження – вібрації та удари, що виникають через рух транспорту (поїзди, автомобілі, літаки);
- вібрації від технічного обладнання – навантаження, що виникають від роботи машин і механізмів (генератори, двигуни, преси);
- вибухові навантаження – короткочасні, але потужні впливи, які призводять до імпульсивних навантажень на конструкції.

2. Основи динамічного аналізу конструкцій.

Різниця між статичними і динамічними навантаженнями. Основна відмінність між статичними і динамічними навантаженнями полягає у тому, що динамічні навантаження мають змінний характер з часом. Під час дії динамічних навантажень виникають інерційні сили, що можуть значно перевищувати статичні сили, навіть при рівних значеннях зовнішніх впливів.

Принципи динамічного розрахунку. Динамічний розрахунок базується на таких основних поняттях:

- маса конструкції – важлива для врахування інерційних сил;
- жорсткість конструкції – опір, який конструкція чинить на деформації під дією динамічних навантажень;
- демпфування – здатність конструкції розсіювати енергію коливань.

Рівняння руху для конструкції під дією динамічних навантажень можна виразити як:

$$M \cdot \ddot{u}(t) + C \cdot \dot{u}(t) + K \cdot u(t) = F(t)$$

де:

M – маса конструкції,

C – коефіцієнт демпфування,

K – жорсткість,
 $u(t)$ – зміщення,
 $F(t)$ – зовнішня сила, що діє на конструкцію.

3. Проектування будівель під дію динамічних навантажень:

Сейсмічне проектування. Для проектування будівель в сейсмонезбезпечних районах використовуються спеціальні нормативні вимоги.

Основними принципами сейсмостійкого проектування є:

- висока жорсткість і стабільність конструкцій;
- здатність до поглинання енергії за допомогою демпферів або спеціальних матеріалів;
- асиметричність і простота форм будівлі з мінімальною кількістю виступів і несиметричних елементів;
- використання сейсмічних швів та сейсмічних підшипників для зниження впливу землетрусів;
- захист від вітрових впливів.

Проектування висотних будівель повинно враховувати аеродинамічні навантаження від вітру. Для цього використовуються:

- аеродинамічні моделі будівель для вивчення впливу вітрових потоків;
- використання вітрових бар'єрів та захисних систем, що допомагають знижувати коливання;
- ефективне розміщення конструктивних елементів для рівномірного розподілу вітрових навантажень;
- вібрації від машин і транспорту.

При проектуванні будівель, розташованих поблизу залізниць, аеропортів або промислових зон, важливо враховувати вібрації від транспортних потоків і машин:

- Використання демпфуючих матеріалів для зменшення передачі вібрацій на будівлю.
- Фундаментні ізолятори або спеціальні системи, які знижують коливання.

4. Моделювання і розрахунок конструкцій:

- Спектральний метод. Спектральний метод використовується для аналізу коливань будівель, зокрема при сейсмічних розрахунках. В основі методу лежить побудова графіка, який відображає реакцію конструкції на різні частоти коливань, що дозволяє оцінити можливі резонансні явища.
- Метод скінчених елементів (МСЕ). Метод скінчених елементів використовується для чисельного моделювання динамічної поведінки конструкцій. Він дозволяє розраховувати складні конструкції з урахуванням різних типів навантажень та деформацій.
- Псевдостатичний метод. Цей метод застосовується для спрощеного моделювання динамічних впливів, наприклад, при розрахунку сейсмічних навантажень. Він полягає в розрахунку еквівалентних статичних сил, що замінюють дію динамічних впливів.

5. Приклади розрахунку конструкцій:

Розрахунок висотної будівлі на вітер. Припустимо, що необхідно розрахувати висотну будівлю висотою 100 м на дію вітрового навантаження. Вітровий тиск визначається за формулою:

$$p = 0.5 \cdot \rho \cdot v^2$$

де:

ρ – густина повітря (1.225 кг/м³),

v – швидкість вітру (наприклад, 30 м/с).

Отримане значення тиску використовується для визначення вітрових сил на кожному рівні будівлі.

Сейсмічний розрахунок каркасної будівлі. При розрахунку каркасної будівлі на сейсмічні впливи, використовуються спектральні криві для визначення інерційних сил. Потім розраховуються горизонтальні переміщення і напруження в елементах конструкції.

Висновки:

1. Динамічні навантаження, такі як сейсмічні, вітрові або вібраційні впливи, вимагають спеціальних підходів до проектування та розрахунку будівель і споруд.
2. Для забезпечення безпеки та надійності конструкцій важливо правильно моделювати поведінку будівлі під дією таких навантажень.
3. Використання сучасних розрахункових методів і інструментів, таких як метод скінчених елементів, спектральний аналіз і демпфуючі технології, дозволяє значно знизити ризики руйнування конструкцій під дією динамічних навантажень і впливів [1-4].

Література

1. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівлі і споруди на сейсмічних територіях».
2. EN 1998-1:2004 «Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій».
3. Добрянський І. М. Вплив мікроструктури цементного каменю на його фізико-механічні характеристики / І. М. Добрянський, І. І. Ніконець // Будівництво України. – 2009. – № 3. – С. 35–36.
4. Добрянська Л., Добрянський І. Дослідження температурного поля будівельних конструкцій з багатошаровим покриттям. Міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні конструкції та інноваційні будівельні матеріали», ХДАЕУ, с. 75-78, 2022.

12. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕФОРМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ СОСНИ ТА БЕРЕЗИ ПІД ВПЛИВОМ КИСЛОТНИХ СЕРЕДОВИЩ

¹Верешко О.В., к.т.н., ст. викл., ¹Мельник Ю.А., к.т.н., доц.,
²Гомон Св.Св., д.т.н., проф.

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк ¹
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне ²

Вплив кислотних середовищ на фізико-механічні властивості деревини в літературі зустрічаються досить рідко. Результати експериментальних досліджень дуже різняться. І тому незрозуміло як саме змінюються деформівні показники листяних та хвойних порід деревини в залежності від тих чи інших кислот.

В даній роботі наведемо результати експериментальних досліджень про зміну критичних та залишкових деформацій в залежності від виду кислотних середовищ та терміну просочення. Дані показники відносяться, то так званих закритичних деформівних характеристик матеріалів.

Спочатку були випробувані зразки деревини берези та сосни перерізом 30x30x120 мм за стандартної вологості 12%, а згодом і просочені призми тих же розмірів наступними кислотами: оцтовою (9%), молочною (40%), соляною (15%). Призми з деревини були згруповані за терміном просочення 7, 14, 28 та 180 днів. Експериментальні дослідження проводились за осьового стиску вздовж волокон короткочасним одноразовим навантаженням за жорсткого режиму на випробувальній машині СТМ-100 [1,2].

В результаті проведеного експерименту були встановлені критичні $U_{c,0,d,agr}$ (табл. 1) та залишкові деформації $U_{c,fin,agr}$ (табл. 2).

Аналізуючи табл. 1 приходимо до висновку, що вплив кислотних середовищ значно збільшує деформівні показники деревини берези та сосни. Зокрема, внаслідок впливу соляної кислоти (15%) за 28 днів просочення критичні деформації деревини берези збільшуються в 1,15 рази в порівнянні з критичними деформаціями, які визначені за стандартної вологості, а сосни – в 1,17 рази; оцтової (9%) – берези в 1,15 рази, а сосни – в 1,19 рази; молочної (40%) – берези в 1,17 рази, а сосни – в 1,14 рази. Після 180 днів просочення кислотами ці показники практично не змінилися.

Провівши ретельний аналіз табл. 2 приходимо до висновку, що після дії кислотних середовищ зростають залишкові деформації досліджуваних порід деревини в порівнянні з призмами, які випробувані за стандартної вологості 12%. Зокрема, внаслідок впливу соляної кислоти на протязі 28 днів – берези в 1,22 рази, а сосни в 1,23 рази; оцтової – берези в 1,25 рази, а сосни – в 1,1 рази; молочної – берези в 1,19 рази, а сосни в 1,22 рази. В наступні 5 місяців просочення ці показники, як і попередні незначно змінилися.

Таким чином нами отримано нові експериментальні дані про зміну деформівних показників суцільної деревини сосни та берези під впливом агресивного середовища (оцтової, молочної та соляної кислот). Встановлено, що деформівні показники суцільної деревини сосни та берези збільшуються в залежності від терміну просочення різними агресивними середовищами. Виявлено, що деформівні показники (критичні та залишкові деформації) досліджуваних порід деревини істотно

змінюються лише протягом першого місяця просочення кислотами. Протягом наступних 5 місяців просочення деформівні показники майже не змінюються.

Таблиця 1. Критичні деформації деревини $u_{c,0,d, agr}$ після дії на неї різних кислотних середовищ

№ з/п	Порода деревини	Критичні деформації $u_{c,0,d, agr}$				
		Просочення, дні				
		Непросочена	7	14	28	180
Оцтова кислота CH_3COOH (9%)						
1	Береза	0,00521	0,00568	0,00589	0,00597	0,00606
2	Сосна	0,00491	0,00559	0,00578	0,00582	0,00584
Молочна кислота $C_3H_6O_3$ (40%)						
1	Береза	0,00521	0,00572	0,00584	0,00611	0,00620
2	Сосна	0,00491	0,00493	0,00531	0,00558	0,00564
Соляна кислота HCl (15%)						
1	Береза	0,00521	0,00551	0,00569	0,00581	0,00594
2	Сосна	0,00491	0,0054	0,00561	0,00574	0,00578

Таблиця 2. Залишкові відносні деформації деревини $u_{c,fin, agr}$ після дії на неї різних кислотних середовищ

№ з/п	Порода деревини	Залишкові деформації $u_{c,fin, agr}$				
		Просочення, дні				
		Непросочена	7	14	28	180
Оцтова кислота CH_3COOH (9%)						
1	Береза	0,3349	0,4046	0,4142	0,4180	0,4193
2	Сосна	0,3526	0,3681	0,3703	0,3867	0,3928
Молочна кислота $C_3H_6O_3$ (40%)						
1	Береза	0,3349	0,3796	0,3940	0,3972	0,4022
2	Сосна	0,3526	0,3859	0,4025	0,4317	0,4362
Соляна кислота HCl (15%)						
1	Береза	0,3349	0,3903	0,3916	0,4068	0,4200
2	Сосна	0,3526	0,3870	0,4023	0,4325	0,4376

Література

1. Гомон Св.Св., Матвіюк О.В., Довбенко Т.О., Савчук С.М., Верешко О.В., Кулаковський Л.Я. Дослідження міцнісних показників деревини під впливом агресивного середовища. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне: НУВГП, 2021. Вип. 40. С. 10-17.
2. Homon S., Gomon P., Gomon S., Vereshko O., Boyarska I., Uzhegova O. (2023). Study of change strength and deformation properties of wood under the action of active acid environment. *Procedia Structural Integrity* 48, Pp. 201-206.

13. ЗАСОБИ ТА СПОСОБИ МОДИФІКУВАННЯ ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ПРОДОВЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕРЕВ'ЯНИХ ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

¹Гомон Св.Св., д.т.н., проф., ²Петренко О.В., к.т.н., ст. викл.
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне ¹
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів ²

Деревина, як найдавніший будівельний матеріал, не втрачає актуальності дотепер [1]. Завдяки високій міцності, теплотехнічним, естетичним якостям конструкції та вироби з деревини знаходять застосування у будівельних конструкціях, виробках, предметах інтер'єру, зовнішнього декору.

Деревина займає чільне місце не лише завдяки високим естетичним, теплотехнічним, органолептичним характеристикам, але і завдяки технологічності обробки та простоті в обробці та високим механічним характеристикам.

Проблемами продовження термінів використання деревини, зокрема способами та засобами, які застосовують для модифікування деревини займалася велика кількість вчених. Вчені досліджували модифікацію деревини, отримуючи при цьому нові композиційні матеріали, модифікатори. Дослідники встановлювали особливості модифікації деревини різними способами, при цьому використовуючи різні листяні та хвойні породи деревини. Залежно від очікуваного результату для оброблення використані засоби: для підвищення міцності та зменшення деформівності, для захисту від загорання та ураження комахами, грибами, шкідниками та ін. відповідно антипірени та антисептики. Зусилля сучасних дослідників спрямовані на розробку засобів на основі біологічної сировини. Загалом дія засобу характеризується не лише його складом та концентрацією активної речовини, але і способом улаштування покриття – поверхневим та глибинним.

Експлуатація необроблених дерев'яних виробів та конструкцій в несприятливих умовах призводить до передчасного фізичного зношення, зниження експлуатаційних характеристик та зменшення термінів використання деревини в цілому. Дія атмосферних чинників – поперемінна температура та вологість, УФ випромінювання, біологічні впливи – призводять до деградації виробів та конструкцій з деревини, які експлуатуються в умовах атмосферного середовища (рис.1, а, б, в), тоді як оброблення пролонгує експлуатацію деревини без зниження її механічних та естетичних характеристик (рис.1, г).

Кожен з видів та способів модифікування має свою область застосування, переваги і недоліки. Загалом глибинне модифікування дозволяє значно збільшити фізико-механічні характеристики деревини [2].



а



б



в



г

Рисунок 1. Фізичне зношення конструкцій та виробів з необробленої (а, б, в) та обробленої (г) деревини, які експлуатуються в умовах атмосферного середовища

Загалом, збільшення довговічності використання деревини є можливим завдяки комплексним заходам, які зокрема включають використання ефективних засобів та способів оброблення, що забезпечують максимальні технологічні показники (проникність, повторювальність результату), експлуатаційні (водо-, атмосферо-, хімічну стійкість, фізико-механічні властивості та довговічність, високі естетичні параметри) та економічні (швидкість, продуктивність, помірну вартість). Проблематика експлуатації оброблених дерев'яних виробів та конструкцій у несприятливих умовах є предметом подальших досліджень.

Література

1. Сох, Т.Р. Wood: A History. By Joachim Radkau, Translated by Patrick Camiller (Cambridge, UK: Polity Press, 2012. Viii plus 399 pp.). J. Soc. Hist. 2014, 47, 1098–1099.
3. Гомон С.Ст., Гомон С.С., Зінчук А.В. Дослідження модифікованої силором клеєної деревини на стиск вздовж волокон. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вісті Донецького гірничого інституту»*. Покровськ: ДВНЗ «Донецький НТУ», 2017. №1(40). С. 134–138.

14. ДЕФОРМУВАННЯ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО ТА КРУПНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНІВ ЗА МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СЕРЕДНЬОГО ТА ВИСОКОГО РІВНІВ

Панчук Ю.М., к.т.н., доц., Довбенко В.С., к.т.н., доц., Дейнека О.Ю., к.т.н., доц.
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне

Під час дії зростаючого стискаючого навантаження відбувається зміна об'єму бетонного зразка. Спочатку бетон ущільнюється, його об'єм зменшується, потім проходить процес розущільнення матеріалу, розвиток мікротріщин, які об'єднуючись утворюють макротріщини, це призводить до руйнування при збільшенні об'єму зразка. Зміна об'ємних деформацій обумовлена деструктивними процесами, що проходять в бетоні, а також характеризується граничними рівнями виникнення і розвитку мікро- та макротріщин.

Матеріали, склад дрібнозернистого та крупнозернистого бетонів для виготовлення зразків призм, а також методика і результати експериментальних досліджень малоцикловими стискаючими навантаженнями наведені в [1].

При навантаженнях, що не перевищують η_{crc}^{low} проходить нерівномірно-прискорене ущільнення бетону за рахунок розвитку пластичних деформацій цементного каменю, діаграма $\varepsilon_v - \eta$ повернена опуклістю до осі η і при η_{crc}^{low} вона змінює знак кривизни до осі ε_v . При цьому об'ємне деформування за рахунок утворення поздовжніх мікротріщин переходить в нерівномірно-уповільнене. В діапазоні напружень $\eta_{crc}^{low} < \eta < \eta_{crc}^{top}$ пластичні деформації цементної решітки перевищують деформації, обумовлені розвитком поздовжніх мікротріщин, при цьому відбувається уповільнене ущільнення структури і зменшення об'єму бетону. При η_{crc}^{top} діаграма $\varepsilon_v - \eta$ змінює свій напрямок за рахунок розвитку поздовжніх мікротріщин, тобто переходить з нерівномірно-уповільненого ущільнення і зменшення об'єму в нерівномірно-прискорене розущільнення бетону і збільшення об'єму матеріалу. При рівні напружень η_{crc}^{top} відбувається максимальне ущільнення бетону $\varepsilon_v = \varepsilon_{v \max}$. При напруженнях в межах $\eta_{crc}^{top} < \eta < \eta_{crc}^{cr}$ деформації поздовжнього мікротріщиноутворення перевищують лінійні пластичні деформації цементної складової, при цьому відбувається збільшення об'єму V до початкового V_0 . Мікротріщини накладаються одна на одну і утворюють магістральні макротріщини відриву. За граничного рівня η_{crc}^{cr} об'ємні відносні деформації дорівнюють нулю $\varepsilon_v = 0$, цей рівень прийнято вважати якісною межею деструктивного процесу в розвитку напружено-деформованого стану бетону.

Характерні діаграми об'ємного деформування $(\varepsilon_v - \eta)$ дрібно- та крупнозернистого бетонів за малоциклового центрального стиску зі зміною кількості циклів прикладання навантаження n_{cyc} наведені на рисунку 1а,б,в.

Дослідження напружено-деформованого стану зразків з дрібно- та крупнозернистого бетону виявили наступні особливості. Верхній рівень

навантаження впливає на роботу бетону. Побудовані діаграми об'ємного деформування дозволяють чітко простежити за тенденцією деформування бетонів зі зростанням кількості циклів прикладання навантаження.

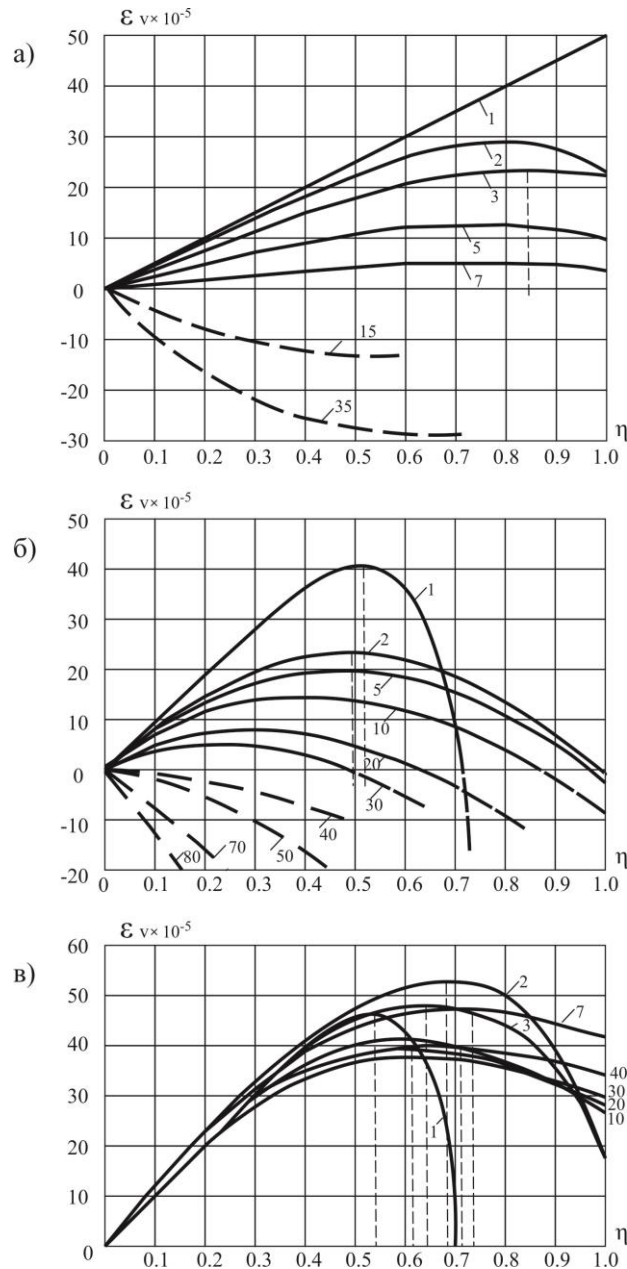


Рисунок 1. Діаграми об'ємного деформування бетонів за малоциклового осьового стиснення: а) ДЗБ; б) КЗБ2 ($\eta = 0,78$); в) КЗБ2 ($\eta = 0,6$)

Так, за малоциклових стискаючих навантажень середнього рівня, відбувається ущільнення бетону з наступною стабілізацією об'ємних відносних деформацій, а повторні навантаження високих рівнів призводять до поступового від циклу до циклу розущільнення структури матеріалу і, внаслідок розвитку магістральних мікротріщин відриву, відбувається руйнування бетону. Тобто, існує такий рівень малоциклового навантаження, при перевищенні якого проходить розущільнення і руйнування бетону, а при навантаженнях менших за цей рівень, відбувається ущільнення матеріалу і

стабілізація деформацій. Такий рівень вважають рівнем малоциклової втомленості (приспосованості) матеріалу.

Література

1. Панчук Ю.М. Експериментальні дослідження пружно-пластичних властивостей крупнозернистого бетону за малоциклових навантажень високих рівнів. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне, 2012. Вип. 23. С.372-377.

15. РЕЗУЛЬТАТИ ОБСТЕЖЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ СПОРУД В СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ В ЗОНІ ВПЛИВУ НОВОГО ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА

**Головко С.І., д.т.н., проф., Головко О.С., к.т.н., с.н.с., Харченко О.С., н.с.,
Кривонос А.Р. провідний фахівець, Горлач С.М., к.т.н., доц..
Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро**

Для умов щільної міської забудови в складних геологічних умовах пов'язаних з розповсюдженням лесових ґрунтів та природних схилів зведення будівель в нижній зоні захисних споруд є достатньо складною інженерною задачею, котра полягає в забезпеченні стійкості та допустимих деформацій від додаткового впливу. Очевидним є виконання розрахунків виконаних споруд на нові навантаження за фактичними схемами їх роботи, моделювання послідовності впливів, організація та проведення спостережень за фактичною роботою конструкцій та новобудов при веденні будівельних робіт.

На першому етапі досліджень виконана інструментальна оцінка технічного стану конструкцій, визначення міцності матеріалів і фактичних відхилень, зроблені геодезичні вимірювання та організовані спостереження за спорудою підпірної стінки і прилеглої території перед початком робіт.

На другому етапі проведені геотехнічні розрахунки та визначена можливість виконання котловану нижче підпірної конструкції і передачі додаткових вертикальних навантажень від перекриттів новобудови. Основна задача полягала в необхідності посадки фундаментів нової висотної будівлі на глибові та скельні ґрунти, котрі розташовані в нижній частині схилу. За розрахунком при виконанні котловану нижче стіни її стійкість не забезпечується, що викликало необхідність виконання додаткового ряду паль діаметром 600 мм з спіранням на кристалічні породи та об'єднанням з нижньою плитою стіни.

Взаємне положення споруди та будівлі наведено на рисунку 1.

Існуючий об'єкт являє собою утримуючу споруду підпірної стіни яка виконана трьохярусною за комбінованою схемою з пальовими утримуючими конструкціями та нижньою частиною гравітаційного типу частково з палями на ділянці пониження покрівлі скельних ґрунтів. Буро набивні палі посаджені на різних відмітках в зв'язку з складним профілем скельних порід. Використані буро набивні палі Ø820мм з кроком 2000 мм. Вістря паль заглиблені в несучий шар кори вивітрювання скельних порід 5 та глибову зону 6. Спірання нижньої монолітної плити стіни передбачено на ґрунти.

Ростверки під вертикальні стінки монолітні залізобетонні, між палями виконані вертикальні підпірні стіни товщиною 450мм. По всій висоті споруди є контрфорси з кроком в плані 6 м та шириною стовпа 580-600мм.

Геологічний розріз представлений в верхній зоні комплексом лесових відкладень, в нижній потужною товщею різнорідних ґрунтів кори вивітрювання скельних порід і власне скельними породами. З поверхні корінні відкладення повсюдно перекриті техногенними насипними ґрунтами. В розрізі виділені суцільні лесові (4) потужністю – 10-13м, дисперсна зона кори вивітрювання скельних порід (5) піски неоднорідні, щільні, з включенням жорсткості і щебню потужністю до 1,5м та уламкова зона кори вивітрювання скельних порід потужністю до 6,8м з глибовою зоною (6). Розподіл скельних і напівскельних різновидів в масиві не закономірний по

глибині і площі поширення, під котрими відкрита тріщинувата зона скельних порід (7). Характеристики ґрунтів нижньої зони в межах нового будівельного майданчику є стабільними за прогнозом без змін в подальшому.

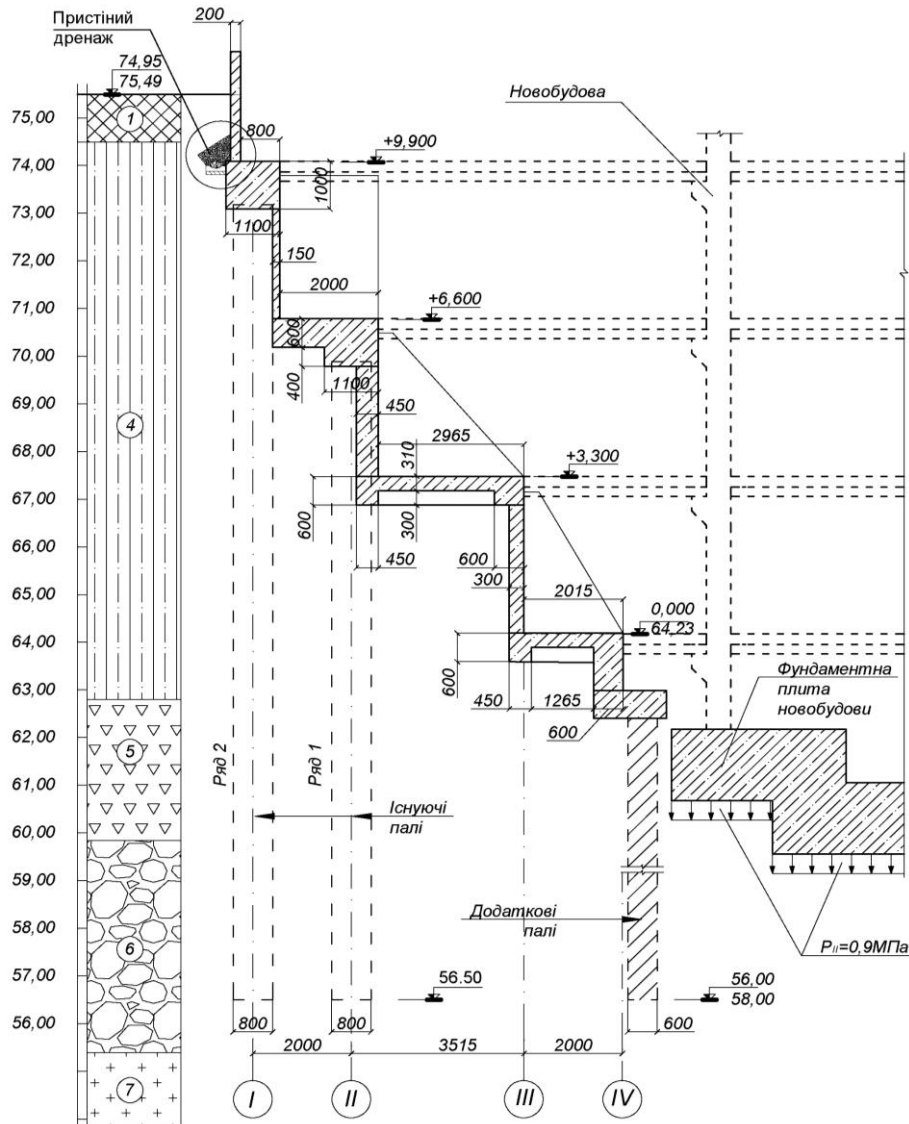


Рисунок 1. Характерний розріз утримуючих конструкцій новобудови.

Підземні води зустрінуті на відмітках порядку 53,0м. Водонасичені є елювіальні утворення і тріщинувата зона гранітів. Розвантаження здійснюється в р. Дніпро.

Для фактичного положення палей в ростверках споруди гранична несуча здатність на вертикальне навантаження становить $N=1000$ кН. Для забезпечення розробки котловану передбачено влаштування ряду додаткових палей, котрі за моделюванням працюють на стиск в діапазоні $-840\dots-247$ кН. Палі першого ряду підпірної стіни працюють на стиск в діапазоні -975 кН... -723 кН, палі другого ряду працюють на висмикування в залежності від схеми розробки котловану новобудови в діапазоні зусиль $+571\dots+331$ кН.

Основним є робота паль на активний тиск та моменти і поперечні зусилля при роботі в умовах насичення водою лесових супісків (заданий критичний стан схилу). Збереження природної вологості і відповідно ґрунту в твердому стані відповідає зменшеному природному тиску від схилу в відношенні до розрахункового стану що цілком обґрунтовано прийнято в запас.

На основі розрахунку для умов відкриття котловану після зведення додаткового ряду паль діаметром 600 мм з кроком 2,0 м та наступному влаштуванні розпірок від будівлі що зводиться отримано, що при додатковому вертикальному навантаженні на палі першого ряду 20 т/м і палі другого ряду 30 т/м та шарнірі в сполученні додаткового ряду паль з підпірною стінкою максимальні розрахункові зусилля в палях становлять для першого ряду $N = -85,5$ т, $M = 26,7$ т*м, $Q = -2,32$ т при коефіцієнті використання по граничному моменту перетину $K = 0,512$, для другого ряду $N = -17,2$ т, $M = 46,9$ т*м, $Q = -20,84$ т при коефіцієнті використання по граничному моменту перетину $K = 0,677$.

При додатковому вертикальному навантаженні на палі першого ряду 10 т/м і палі другого ряду 40 т/м та шарнірі в сполученні додаткового ряду паль з підпірною стінкою максимальні розрахункові зусилля в палях становлять для першого ряду $N = -57,3$ т, $M = 29,3$ т*м, $Q = -1,72$ т при коефіцієнті використання по граничному моменту перетину $K = 0,531$ та для другого ряду $N = -37,9$ т, $M = 43,5$ т*м, $Q = -16,86$ т при коефіцієнті використання по граничному моменту перетину $K = 0,634$.

На основі аналізу технічного стану споруди та виконаних розрахунків при водо насиченні ґрунту за підпірною стіною в прийнятій концепції використання підпірної стіни шарнірне або рухоме спирання перекриттів новобудови на підпірну стінку на відмітках є технічно можливим (згідно розрізу). В схемі збільшення вертикальної складової значно поліпшується робота паль існуючої підпірної стіни.

Для оперативного спостереження за конструкціями споруди на її поверхнях та території що розташована вище були встановлені геодезичні репери по яких виконувалися поточні виміри.

При розробці котловану нижче підпірної стіни окремими розрахунковими ділянками забезпечена стійкість споруди. Розробка котловану була викликана необхідністю посадки фундаментної плити нової будівлі на глибову зону кори вивітрювання скельних порід при розрахунковому тиску на основу 0,9 МПа. Ділянки карманів порід шару 5 (рухляки) видалені відкритим способом з наступним заміщенням бетоном.

Виконаними спостереженнями за весь час ведення будівельних робіт додаткових деформацій підпірної стіни практично не спостерігалось при їх значеннях в межах 2-3 мм. Після зведення будівлі до проектних 33 поверхів середня осадка її фундаментної плити на пружній основі представлений глибовою зоною (б) склали до 10 мм.

Остаточо можливо зробити висновок, що при відповідних розрахунках для кожної стадії виконання будівельних робіт та геотехнічному моніторингу стану будівель та споруд можливо досягти результату, котрий в достатніх межах за параметрами стійкості та деформування відповідає розрахунковим на стадії проектування з відповідними запасами для комплексу будівель і споруд класу наслідків СС 3.

16. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ АНКЕРІВ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ФАСАДНИХ СИСТЕМ В ГАЗОБЕТОННИХ СТИНОВИХ МАТЕРІАЛАХ

Любченко К.М., студ. магістр, Уваров П.Є., к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Широке застосування газобетонних стінових матеріалів при зведенні багатоповерхових житлових та громадських будівель та кріплення до цих стін конструкцій навісних вентилязованих фасадів поставили перед будівельним комплексом низку питань, без вирішення яких забезпечити експлуатаційну надійність стін, у тому числі багат шарових, неможливо

Однією з основних проблем, пов'язаних із забезпеченням надійності фасадної системи, є питання вибору методики оцінки міцності анкерних кріплень, тобто методики випробувань анкерів на виривання із стіни будівлі.



Рисунок 1. Схема кріплення вентилязованого фасаду до стіни

В даний час при випробуванні анкерних кріплень для фасадних систем використовуються дві методики:

1. Методика, розроблена Німецьким Інститутом будівельної техніки (Deutsches Institut für Bautechnik) та затверджена Європейською Технічною асоціацією (ЕОТА). Дана методика представлена в нормативі ETAG 001 (1998 р.) та німецьких нормативах Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung.
2. Методика, прийнята та узаконена у міждержавному стандарті при випробуванні будівельних конструкцій.

У країнах ЄС все анкерне кріплення повинно мати документ (ЕТА-Європейське Технічне Схвалення), що підтверджує відповідність анкерного кріплення вимогам ETAG (Керівний нормативний документ для ЕТА).

У ETAG 001 викладаються основні вимоги до анкерної продукції (матеріал анкерного кріплення, розміри, виробник, методика випробувань тощо), за дотримання яких можна отримати сертифікат ЕТА.

Випробування на виривання одиночних сталевих анкерів повинні проводитися відповідно до Додатка «А» до ETAG 001 таким чином:

1. навантаження на анкер має зростати таким чином, щоб граничне навантаження було досягнуто через 1-3 хвилини після початку випробування;

2. кількість контрольних зразків – 15 одиниць;
3. величини навантаження та переміщень повинні записуватися безперервно або не менше 100 разів з рівними проміжками часу;
4. випробування може виконуватися з контролем навантаження чи переміщення;
5. за підсумком визначається характеристичний опір FR_k - граничне руйнівне навантаження, отримане в ході n -кількості випробувань з довірчою ймовірністю 0,95.

В Україні оцінка технічних характеристик та несучої спроможності анкера здійснюється відповідно до вказівок Технічного свідоцтва, що видається Міністерством України на основі Технічної оцінки придатності.

Технічна оцінка придатності анкера видається Центром ліцензування та сертифікації відповідно до ДСТУ Б А.1.2-1:2007 та в ній містяться основні технічні вимоги до геометричних та міцнісних характеристик анкерів.

Випробування анкерів та визначення їх несучої здатності здійснюється згідно з діючою методикою, а саме:

1. за результатами випробування першого зразка визначається орієнтовне значення руйнівного навантаження та крок навантаження анкерів $((0,1-0,067) \times N_{\text{розрах}})$;
2. кількість контрольних зразків – 6 одиниць;
3. випробування анкерів, що залишилися, здійснюється з покроковим навантаженням і розвантаженням; розвантаження здійснюється в інтервалі від (0 до 0,5) $\times N_{\text{розрах}}$.
4. на кожному етапі навантаження фіксуються деформації анкерного вузла;
5. якщо в результаті випробувань величина $N_{\text{розрах}}$ деяких анкерів відрізняється від середньої більш ніж на 15%, проводяться додаткові випробування анкерів.

Висновки: Аналіз двох існуючих методик випробувань дозволяє констатувати:

1. Проведення випробування анкерів у польових умовах за методикою ЕОТА викликає труднощі, тому що вимірювати переміщення анкера переносними приладами в процесі навантаження за короткий проміжок часу (1-3 хвилин) не має можливості; у лабораторіях використовується точне комп'ютерне вимірювальне обладнання;

2. Існуюча методика в частині короточасних випробувань анкерних кріплень, більш "жорстка", що дозволяє отримати більш точне значення допустимого розрахункового навантаження на анкерне кріплення.

Проведений аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень в галузі анкерного кріплення показав, що дослідження в галузі анкерного кріплення до газобетону практично відсутні й не дозволяють виконати оцінку міцності анкерних вузлів залежно від його технічного стану, вологості та форми дюбеля. З вище викладеного впливають наступні завдання дослідження: Експериментальне знаходження несучої здатності анкерних кріплень у газобетоні; виявлення та оцінка факторів залежності несучої здатності анкерів від щільності, міцності при стиску та згині, вологості газобетону.

17. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТОРКРЕТУВАННЯ ДЛЯ ЗОВНІШНЬОГО ЗАХИСТУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Шпурик Д.В., студ. магістр, Уваров П.Є., к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Сучасне будівництво нерозривно пов'язане із завданнями, що стосуються підвищення ефективності будівельного виробництва, зниження вартості та трудомісткості технологічних процесів, економного використання матеріальних та енергетичних ресурсів, застосування нових прогресивних матеріалів та технологій.

Однією з перспективних технологій даного напрямку є технологія торкретування, застосування якої для створення захисного шару огороджувальних конструкцій, значно збільшує термін їх служби.

Торкретування [від лат. (tec) tor(ium) – штукатурка та (con) cret(us) – ущільнений] – метод бетонних робіт, при якому бетонна суміш пошарово наноситься на поверхню, що бетонується, під тиском стисненого повітря, тобто механічне нанесення бетону [1]. Торкретування допускає використання сталеві стрижневої арматури, сіток, армокаркасів або різні види дисперсного армування з фіброю як металевої, так і неметалевої, залежно від призначення конструкцій і властивостей, заданих проектом.

З моменту появи першого патенту, що має відношення до реєстрації методу торкретування в 1911 році і виданого у США Карлу Е. Ейклі, сам цей метод і обладнання для його здійснення зазнали значної еволюції, отримавши широке розповсюдження в різних країнах.

У на початку 1971 року під час проведення експериментальних робіт під керівництвом Д.Р. Ланкарда, директора лабораторії «Баттель Колумбус» (Battelle's Columbus Laboratories) проводилися дослідження нових та вдосконалених методів використання торкретбетону для зміцнення підземних конструкцій. Згодом у 1973 році було проведено перші роботи з практичного застосування сталевіброторкретбетону для зміцнення тунельного проходу до греблі у штаті Айдахо. З того часу було проведено численні експериментальні та наукові дослідження. Укладання сталевіброторкретбетону також проводилося в Німеччині, Швеції, Англії, Норвегії, Фінляндії, Швейцарії, Польщі, Південній Африці, Австралії, Канаді та Японії [2-4].

В Україні ця технологія відома вже близько 10 років, але не має особливого поширення, хоча ще у 40-х роках минулого століття велися роботи щодо її використання.

Відомі випадки, коли для зміцнення захисних покриттів використовувалися сталеві фібри. Значних результатів у цьому напрямку отримано у Донецькій області (м. Макіївка) на базі НВЦ «Сталевібробетон» під керівництвом О.П. Кричевського. Фахівцями цієї організації розроблено технологію та обладнання для торкретування сталевібробетону, що дозволяють наносити суміш із вмістом сталевих фібр до 1,5% від об'єму суміші. Фібри хвилястого профілю діаметром від 0,17 до 0,4 мм ($l/d = 62-150$). Застосування захисних покриттів із застосуванням методу торкретування сталевібробетонної суміші, що наноситься, було успішно апробовано при посиленні

стіл силосного складу для зберігання вугілля, а також на інших спорудах промислового призначення.

Тернопільським управлінням будівництва на ряді об'єктів України для цих цілей використовувалися скляні волокна. Необхідність застосування склоармованих покриттів обумовлювалася, зокрема, тим, що їх застосування замість звичайних складів торкретрозчину дозволяло суттєво покращити якість ізоляційних робіт, проводити їх швидше та з меншими витратами праці. Із застосуванням склоармованих покриттів було зведено резервуари місткістю до 5 тис. м³ для мазуту, води, а також ємності, що входили до складу очисних споруд – аеротенки, метантенки, біофільтри, радіальні первинні та вторинні відстійники та ін. [5].

Технологічні операції з торкретування склоармованих захисних покриттів проводилися захватами пошарово до отримання необхідної товщини покриття. Кожен шар з метою кращого його ущільнення торцювався за допомогою капронових щіток. Через 5 годин після завершення робіт поверхня покриття змочувалась водою.

Захисні покриття наносилися на стіни резервуарів і в ряді випадків на днища, а в критих ємностях – на покрівлю замість рулонного килима. Вартість 1 м² подібної склоармованої ізоляції при товщині її шару близько 10 мм була приблизно вдвічі меншою від вартості тришарового руберойдного килима, а при порівнянні вартості з традиційними торкретними покриттями скорочувалися трудомісткі витрати.

ЦНДІПромбудівель проведено обстеження стану захисних склоармованих покриттів на зазначених резервуарах. Граничні терміни експлуатації покриттів на момент обстеження становили приблизно 8 років. Якість і збереження подібних покриттів визначалися значною мірою підбором та якістю використаних для них вихідних матеріалів, ступенем підготовки ізолюваної поверхні, доглядом за покриттям після його нанесення та умовами їх подальшої експлуатації. У всіх критих і заглиблених резервуарах незалежно від виду продукту, що зберігається в них, якість і збереження покриттів у часі, надійність їх зчеплення з бетоном резервуарів, зазвичай, були більш високими порівняно з наземними відкритими резервуарами, що піддавалися безпосередньому впливу атмосферних впливів, у тому числі позмінного заморожування та відтавання, впливу вітру, сонячної радіації тощо. Покриття, виконані на внутрішній поверхні у відкритих наземних резервуарах в зоні, що безпосередньо стикається з рідинами, також характеризувалися досить високою безпекою, щільністю і непроникністю; однак, у зонах над поверхнею рідини у цих резервуарах в окремих випадках спостерігалися порушення зчеплення між покриттям та поверхнею резервуара. Обстеження показали, що захисні склоармовані покриття, що наносяться методом торкретування, покращують експлуатаційні якості резервуарів, насамперед їх герметичність. Однак при зведенні наземних (необвалованих) ємнісних споруд слід передбачати заходи, що дозволяють забезпечити більш високий рівень зчеплення таких покриттів з бетоном, що захищається. Перед нанесенням цих покриттів поверхню бетону слід не тільки ретельно очищати, а й піддавати піскоструминній обробці, що дозволить, безумовно, підвищити надійність спільної роботи бетону та покриття [5].

За результатами досліджень торкретбетону з фіброволокном дано приблизну оцінку впливу технології торкретування на зміну деяких властивостей бетону, які представлені в табл. 1.

Таблиця 1 - Оцінка впливу технології торкретування на зміну деяких властивостей бетону

Параметр	Збільшення властивостей порівняно із звичайним бетоном, %	
	<i>Торкретбетон</i>	<i>Торкретфібробетон</i>
Міцність при стиску	15	25
Міцність на розтяг при згині	30	190
Модуль пружності	5	15

За результатами експериментальних досліджень фізико-механічних характеристик торкрет-бетону, виконаних авторами [6], отримані дані з широким діапазоном експлуатаційних характеристик бетону як за міцністю, так і довговічністю. Міцність на стиск в окремих серіях була отримана від 32,5 МПа до 75,2 МПа, на розколювання – від 3 МПа до 13,4 МПа, водопоглинання в середньому склало 1,5-2%, марка водонепроникності у всіх зразках була не нижче W12, а морозостійкість у випробуваних серіях отримана від мінімальної F300 до F1000 (або F300 для бетонів дорожніх та аеродромних покриттів). Ці результати дають підстави стверджувати, що при правильному та доцільному використанні армування та добавок, можна отримати весь діапазон експлуатаційних характеристик бетону, який затребуваний сьогодні у будівництві, у тому числі й у захисті стінових огорожувальних конструкцій.

Висновки: За підсумками проведеного аналізу існуючих будівельних технологій виявлено що перевага торкретування перед іншими технологіями полягає у повній механізації процесів, що зазвичай вимагають великих витрат праці, та у поєднанні в одній технологічній операції транспортування, укладання та ущільнення розчину або бетону.

Торкрет-бетон має достатню початкову адгезію і добре тримається на стельових і вертикальних поверхнях, не вимагає опалубки, доставка бетонної суміші до робочої ділянки не має труднощів, гнучкий транспортний трубопровід легко проходить через вузькі місця, тому виконання робіт з торкретування може здійснюватися не тільки у вільному просторі, а й у обмежених умовах.

Застосування фібри як армуючих компонентів у торкрет-бетоні підвищує його тріщиностійкість, міцність при розтягу та згині, опір до динамічних та вогневих впливів, при цьому часткове або повне виключення з перерізу торкрет-бетонного покриття традиційної стрижневої арматури створює передумови для зниження, скорочення термінів будівництва.

Література

1. Voilokov I. A. Fiber shotcrete as a material for facade cladding of layered enclosing structures / I. A. Voilokov, A. S. Gorshkov // Popular concrete science. – 2008. – №4 (24). – P.P. 51-55.
2. Henager, Charles, H., Steel Fibrous Shotcrete: A Summary of the State of the Art, Concrete International: Designand Construction, January 1981, pp. 55-58.
3. Peter C. Tatnall. Useoffiber-reinforcedshotcrete / ShotcreteJournal, Fall 2004. P. 3637.

4. Swamy R. N. Fibre Reinforced Cement and Concrete: Proceedings of the Fourth RILEM International Symposium, London SE1 8HN, UK, 1992.
5. Глуховський В.В., Глуховський І.В. Удароміцні дисперсно-армовані композити на основі неорганічних в'язучих та мінеральних волокон // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Хімічні технології. – Том 35 (74) № 2. – 2024. – С. 204-245.
6. Mazurak A., Barabash V. The use of shotcrete in strengthening concrete and reinforced concrete structures: http://dorogimosti.org.ua/files/upload/VK_30.pdf.

18. ПРОЕКТУВАННЯ ДИТЯЧИХ ДОШКІЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Гелюх Г.В., асп., Доненко В.І., д.т.н., проф.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Вступ. Україна знаходиться на шляху до побудови вільної та демократичної європейської держави. Одним із головних завдань, на мою думку, є виховання освіченої та інтелігентної молоді. Починати це потрібно ще з дошкільного віку, коли закладаються основи майбутнього характеру та особистості. Тобто цим треба займатися у дошкільних закладах освіти, коли маленька людина тільки починає робити свої перші кроки в цьому житті, вона починає дізнаватися про навколишній світ, заводити свої перші знайомства, навчається читати та писати.

Основний зміст. Для успішного формування особистості повинна бути розвинута інфраструктура. Проектування дитячих дошкільних закладів (ДНЗ) є важливим етапом створення сприятливого середовища для розвитку та виховання дітей віком від 2 до 6 років. У цьому віці діти активно засвоюють нові знання, розвиваються фізично, емоційно та соціально. Тому особливу увагу слід приділити розробці проектів сучасних дитячих освітніх комплексів європейського рівня. Діти надзвичайно чутливі до довкілля, тому простір, у якому вони перебувають від народження до початкової школи має бути комфортним, безпечним і сприяти цілісному розвитку дитини. Тому під час розроблення проектів важливо враховувати потреби педагогів і психологів, особливо під час планування зон денного відпочинку, ігрових майданчиків, зон для творчої діяльності та активного відпочинку, а також вуличних зон та вуличної території. Це стосується також і колірної рішення інтер'єру, і створення різноманітних рухливих елементів в ігрових кімнатах. Тому проектування будівель для дошкільних закладів освіти має відповідати вимогам безпеки, ергономічності, екологічності та сприяти всебічному розвитку дитини.

Одним із головних аспектів при проектуванні ДНЗ є забезпечення ергономічності простору, що відповідає фізіологічним потребам дітей. Приміщення повинні бути спроектовані таким чином, щоб діти могли вільно рухатися, досліджувати навколишнє середовище, грати та навчатися. Важливим аспектом є використання меблів та обладнання, що відповідає віковим особливостям дітей, таких як невисокі столи і стільці, безпечні матеріали для ігор та навчання. Безпека є критичною умовою проектування дитячих закладів. Це включає як фізичну безпеку (наприклад, використання антиковзких покриттів підлоги, захист кутів меблів), так і забезпечення доступу до приміщень лише для уповноважених осіб. Дитячі заклади повинні також мати спеціальні системи для екстрених випадків, такі як пожежна сигналізація та аварійні виходи.

Також важливим аспектом побудови дошкільних навчальних закладів є організація функціональних зон. Дитячі садки повинні мати чітко розподілені функціональні зони, кожна з яких призначена для конкретної діяльності: групові кімнати, зони відпочинку, ігрові майданчики, їдальні та медичні кімнати. Групові кімнати мають бути гнучкими та багатофункціональними для забезпечення як навчального, так і ігрового процесу. Спальні зони повинні бути тихими та комфортними для денного сну, з можливістю забезпечення індивідуального простору для кожної дитини. Аналіз прикладів дизайну дитячих садочків за кордоном дає змогу дійти висновку, що освоєння цікавих просторових форм і кольорів притаманне не

тільки дизайну інтер'єру, а й будівлі загалом. Водночас архітектори приділяють увагу і навколишньому простору дитячого садка. Розробка проектів ДНЗ повинна включати в себе інклюзивність у проектуванні. Сучасні дошкільні заклади повинні відповідати принципам доступності та бути доступними для дітей з обмеженими фізичними можливостями. Це передбачає наявність пандусів, ліфтів, а також спеціальних санітарних кімнат, що забезпечують комфортне та безпечне перебування для всіх категорій дітей. Інклюзивне проектування не лише підтримує фізичну доступність, але й сприяє соціальній інтеграції, забезпечуючи рівні можливості для всіх дітей. На прикладі наших європейських партнерів, а саме Німеччині, можна подивитися як проектують та будують дошкільні заклади освіти у ФРН. У Німеччині з 1957 року діє закон про безоплатне відвідування дитячих садочків, 20 % яких перебувають у віданні держави, а 80 % - у віданні церковних громад, профспілок, Німецького Червоного Хреста, молодіжних служб та інших добровільних організацій. Батьки вносять 50 % плати за догляд за дітьми, решту оплачує власник ДНЗ. Ігри для дітей організують вихователі та їхні добровільні помічники - старшокласниці, які мріють у майбутньому пов'язати своє життя з вихованням дітей. Велика увага приділяється іграм. Ігри моделюють життєві ситуації та розвивають здатність самостійно думати й ухвалювати рішення. Дитячі садки добре обладнані. У кожному дитячому садку є велика кімната з безліччю розвивальних та інших ігор. В іншій окремій кімнаті є ляльковий будиночок, де багато ляльок і всіляких іграшок для гри з ляльками. Є також великий стіл для малювання. У садочку є і загальна кімната. У цій кімнаті дуже мало меблів, тільки багато матраців і подушок на підлозі, таким чином діти за бажанням відпочивають або грають в спокійні ігри.

Також важливим критерієм для побудови закладів дошкільної освіти в Україні є екологічні аспекти та енергозбереження. Зростає необхідність проектування дошкільних закладів з акцентом на екологічність та енергоефективність. Використання природних матеріалів, систем вентиляції з фільтрацією повітря та енергозберігаючих технологій, таких як сонячні батареї та LED-освітлення, сприяють створенню здорового мікроклімату та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Особливу увагу слід приділяти використанню натуральних будівельних матеріалів, які не містять токсичних речовин та є безпечними для здоров'я дітей. Для правильного функціонування закладів освіти повинен бути психологічний комфорт та правильно підібраний дизайн інтер'єру. Інтер'єр дошкільного закладу повинен створювати сприятливу атмосферу для дітей.

Важливим елементом проектування є вибір кольорової гами, яка має позитивний вплив на емоційний стан дитини. Світлі та пастельні тони сприяють заспокоєнню, а яскраві кольори використовуються для стимулювання активності у зонах для ігор. Дизайн має бути простим та зрозумілим, з використанням елементів, що пробуджують інтерес та розвивають фантазію дітей. Важливим пунктом також є зовнішні ігрові майданчики. Зони для ігрової активності також є важливим компонентом дошкільних закладів. Ігрові майданчики повинні бути оснащені безпечними ігровими комплексами з урахуванням вікових особливостей дітей, такими як гойдалки, гірки та пісочниці. Окрім фізичної активності, такі зони сприяють розвитку соціальних навичок та стимулюють творче мислення. При проектуванні варто враховувати як природне озеленення, так і захист від сонця та погодних умов.

Висновок. Проектування дитячих дошкільних закладів є комплексним процесом, що вимагає врахування різних аспектів, від безпеки до екологічності та психологічного комфорту. Головною метою є створення середовища, яке сприяє гармонійному розвитку дітей, їх фізичному, емоційному та соціальному зростанню. Впровадження інноваційних рішень, що відповідають сучасним стандартам, сприятиме підвищенню якості дошкільної освіти та виховання.

Література

1. Бойченко, М. Г., & Шевченко, О. П. (2022). Проектування сучасних дитячих закладів. *Архітектура і будівництво України*, 3(14), 22-30.
2. Петренко, І. В. (2020). Проблеми інклюзивності в проектуванні дошкільних закладів. *Соціальна інфраструктура*, 2(5), 45-50.
3. Іванов, О. В. (2019). Екологічні аспекти проектування дошкільних закладів. *Екологія та архітектура*, 4(8), 75-80.

19. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Бобраков А.А., к.т.н., доц., Келеберденко Т.А., студ., Тишковець І.В., студ.
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Оптимізація календарного планування в будівництві потребує застосування ефективних алгоритмів для пошуку оптимальних рішень. Важливим аспектом є визначення локального сусідства – множини рішень, що утворюються шляхом незначних змін у поточному плані, що підвищує гнучкість і точність планування з урахуванням змінних факторів.

Завдання та технологічні обмеження будівельних проєктів можна представити орієнтованим ациклічним графом, який відображає послідовності та залежності між етапами проєкту [1]. Для управління графом використовується топологічне впорядкування, що визначає ранги завдань за кількістю попередніх етапів (рис. 1). При необмеженій доступності ресурсів завдання з однаковим рангом виконуються одночасно.

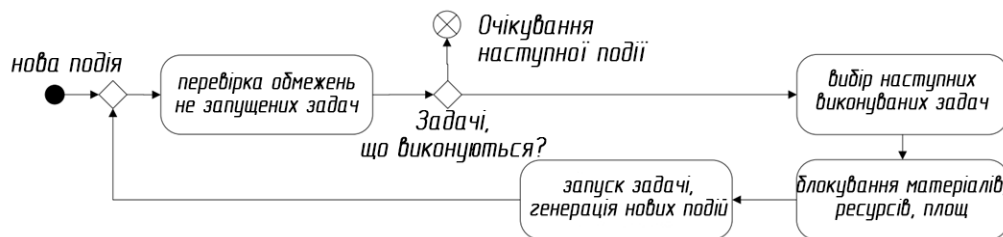


Рисунок 1. Запуск задач в плануванні

Однак у реальних умовах ресурси обмежені, тому задачі з однаковим рангом виконуються послідовно, залежно від доступності ресурсів і розподілу в межах кожного рангу.

Для оптимізації розкладу будівельних завдань застосовується метод моделювання відпау (Simulated Annealing), який імітує процес охолодження металу, щоб знайти глобальний оптимум у задачах з численними локальними мінімумами. Локальне сусідство розкладу визначається як можливість перестановки двох завдань в межах одного рангу. Таким чином, нові рішення генеруються випадковою заміною двох задач у межах кожного рангу.

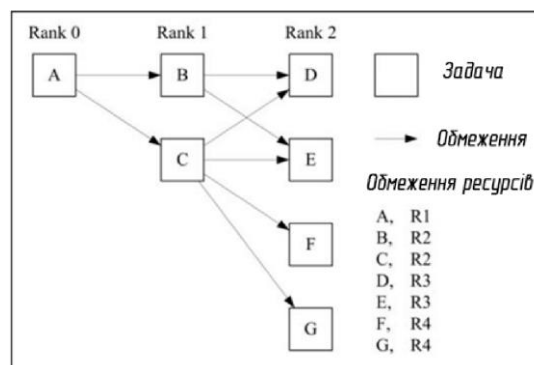


Рисунок 2. Приклад задачі, що розглядається

Розглянемо простий приклад задачі, що включає сім завдань (A, B, C, D, E, F, G), які виконуються за допомогою чотирьох різних ресурсів (R1, R2, R3, R4), рис.2.

Після топологічного впорядкування завдання розподіляються за рангами.

- Перший ранг: завдання B і C
- Другий ранг: завдання D, E, F і G

На початковому етапі планування порядок виконання завдань може бути наступним:

- Перший ранг: <B, C>
- Другий ранг: <D, F, E, G>

Ресурсні обмеження не враховуються на етапі визначення топологічного впорядкування, проте вони значно впливають на кінцевий розклад проєкту, його загальну тривалість і витрати. Після початкового впорядкування необхідно врахувати доступність ресурсів та їх розподіл між завданнями (рис. 3).

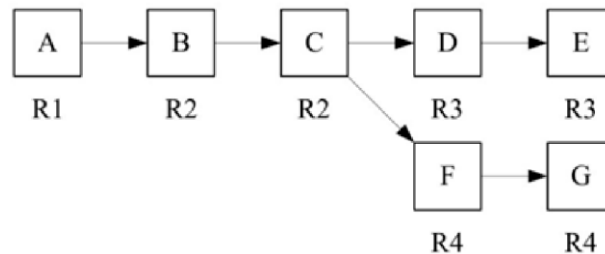


Рисунок 3 – Початковий алгоритм виконання завдань

Нові варіанти рішень можна отримати шляхом зміни позицій виконання двох завдань у межах одного рангу. Наприклад, заміна завдань B і C у першому ранзі дає новий порядок: <C, B>, що може призвести до змін у розподілі ресурсів і потенційно кращого розкладу. Аналогічно, у другому ранзі зміна позицій завдань D і E створює новий порядок: <E, F, D, G>. Кожне нове рішення оцінюється з точки зору оптимізації ресурсів і скорочення тривалості проєкту (рис. 4).

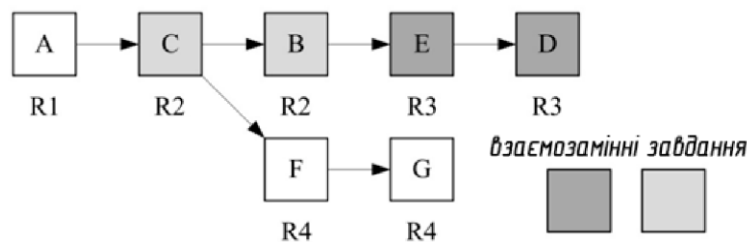


Рисунок 4 – Кінцева послідовність виконання робіт

Проведений аналіз із розробкою рекомендацій у межах методології скорочення тривалості будівельних робіт при створенні календарних графіків (табл. 1).

Таблиця 1 – Розробка рекомендацій щодо оптимізації календарного планування

№	Метод	Опис	Переваги	Недоліки
1	Перерозподіл ресурсів	Залучення ресурсів із другорядних завдань на пріоритетні для скорочення їх тривалості у межах резервів.	Оптимізує використання ресурсів, знижує тривалість критичних етапів без додаткових витрат.	Може спричинити затримки у менш важливих роботах, ризик утворення нових критичних шляхів.
2	Зміна послідовності робіт	Коригування черговості виконання робіт, де можливо, заміна послідовних завдань на паралельні.	Скорочує загальну тривалість виконання, підвищує гнучкість планування.	Збільшує складність управління процесом, зростає ризик помилок і конфліктів між задачами.
3	Зміна графіку роботи	Перехід на інший робочий графік (наприклад, з п'ятиденного на шести- чи семиденний), понаднормові години.	Прискорює виконання завдань без зміни технологій.	Може призвести до зниження продуктивності через втому, підвищення витрат на оплату праці, можливе зниження якості робіт.
4	Найм зовнішніх виконавців	Залучення сторонніх підрядників або тимчасових працівників для виконання завдань при перевантаженні основних ресурсів.	Збільшує продуктивність, знижує навантаження на внутрішні ресурси.	Додаткові витрати на оплату, ризик неузгодженості у процесі, складність контролю якості.
5	Використання швидшої логістики	Заміна повільних методів транспортування на швидші (наприклад, авіап перевезення замість наземного).	Скорочує час доставки, дозволяє уникнути затримок з матеріалами.	Збільшує витрати на транспортування, обмеження за об'ємом і вагою вантажів.
6	Стимулювання працівників	Запровадження додаткових виплат або бонусів за скорочення часу виконання робіт.	Підвищує мотивацію і продуктивність працівників.	Зростання витрат на зарплату, ризик зниження якості через поспіх, можливе вигорання працівників.

Продовження табл. 1

7	Підвищення кваліфікації	Проведення навчання та тренінгів для працівників для збільшення їхньої компетентності та продуктивності.	Довгострокове підвищення якості роботи і розвиток працівників.	Витрати часу і коштів на навчання, ефект може бути відчутний згодом, потреба у заміні працівників на час навчання.
---	-------------------------	--	--	--

Сучасні дослідження в сфері оптимізації планування будівельного виробництва [1-3] пропонують інноваційні алгоритми для ефективного розподілу ресурсів між будівельними майданчиками в межах проектної програми. Залежно від наявних ресурсів, спеціалізації організації та технологічних схем будівництва, менеджери й організатори виробництва отримують інструменти для прийняття оптимальних рішень, навіть в умовах непередбачуваних змін, таких як додавання нових об'єктів до виробничої програми підприємства.

Подальший розвиток зосереджується на створенні гібридних алгоритмів, що поєднують різні методи для досягнення максимальної ефективності. Інтеграція сучасних технологій дозволяє прогнозувати ризики й автоматизувати процеси планування, тоді як комплексні системи управління проектами, які об'єднують управління ресурсами, фінансами та ризиками, роблять управління ще більш ефективним. Використання сучасних підходів до оптимізації календарного планування дозволяє підвищити ефективність управління, знизити витрати й ризики.

Література

1. Bobrakov, Anatolii & Xiaoyu, Huang & Fei, Wu & Kulik, Mykhailo & Ivanenko, Dmytro & Gavrylovskiy, Oleksandr. (2024). The role of international transport logistics in optimizing transport infrastructure architectures. AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research. 14. 146-150. 10.33543/140139146150.
2. Cherniaieva, Yana & Kostyunik, Olena. (2022). The role of logistics in project management. 10.30525/978-9934-26-269-2-22.
3. Karpenko, Oksana & Palyvoda, Olena & Bondar, Nataliia. (2018). Modelling the integral performance of transport and logistics clusters. Scientific bulletin of Polissia. 2. 155-160. 10.25140/2410-9576-2018-2-1(13)-155-160.

20. УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ПРОЦЕСАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

¹Доненко І.В., к.т.н, доцент, начальник відділу планування виробництва

²Чечель М.В., ст. викл., ²Марічева К.Д., студ.

ТОВ «Призма Лайн», м. Запоріжжя¹

Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя²

Під технологіями штучного інтелекту розуміються насамперед інструменти машинного та глибокого навчання. До них належать методи Data Science, засоби моделювання та предиктивної аналітики, системи генеративного штучного інтелекту, різноманітні системи комп'ютерного зору, а також засоби розпізнавання тексту та мови.

Для більшості таких технологій легко знайти застосування у сфері будівельного девелопменту. Хоча ця галузь досить важко піддається цифровізації, останніми роками штучний інтелект відносно швидко проникає на будівельні майданчики. За оцінками Mordor Intelligence [1], станом на 2024 рік обсяг глобального ринку інструментів штучного інтелекту для будівництва становитиме близько 3,9 млрд доларів США. У найближчому майбутньому цей ринок розвиватиметься зі середньорічним темпом зростання у 24%, тож до 2029 року очікується його збільшення до 11,8 млрд доларів США. Спеціалізовані рішення для будівництва на базі штучного інтелекту пропонують такі вендори, як Autodesk, Newmetrix, Bentley та інші.

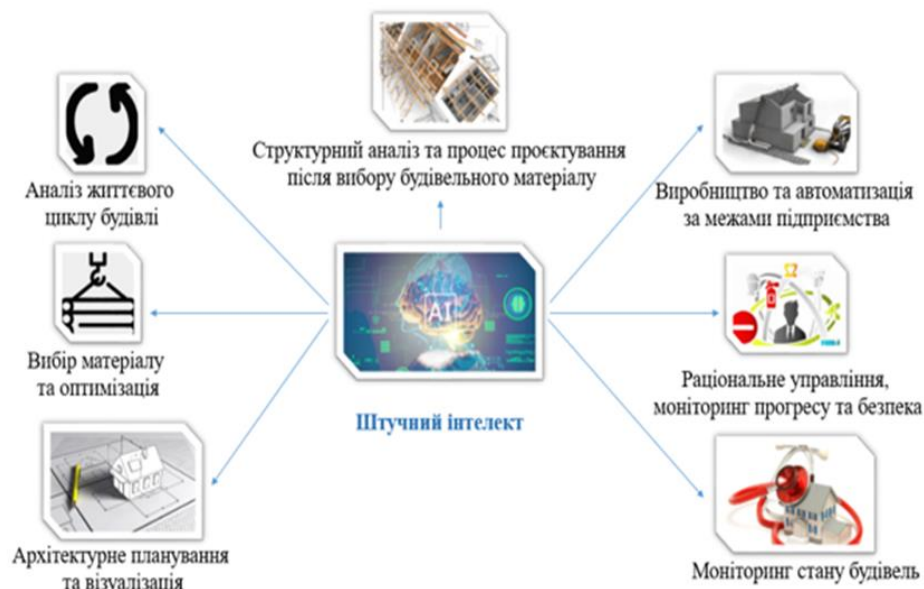


Рисунок 1. Можливості інтеграції ШІ до будівельної галузі [2]

Ще до початку будівельних робіт штучний інтелект здатен автоматично перевіряти проєктну документацію на відповідність будівельним нормам і стандартам, що дозволяє уникати потенційних проблем, затримок та зайвих витрат. Під час будівництва інтеграція ШІ у процеси моніторингу якості робіт може значно підвищити рівень контролю. Використовуючи дрони, камери та IoT-сенсори, алгоритми ШІ в режимі реального часу здатні виявляти дефекти, відхилення від

специфікацій, а також проблеми з матеріалами чи якістю будівництва. Вони не лише сигналізують про порушення, а й візуалізують їх у BIM-моделі та прогнозують можливі наслідки у випадку невиправлення помилок [3].

Штучний інтелект також може бути ефективним інструментом забезпечення безпеки на будівельному майданчику, адже він здатен виявляти потенційно небезпечні ситуації та порушення техніки безпеки. Наприклад, система комп'ютерного зору на базі ШІ може фіксувати працівників, які виходять на об'єкт без захисного шолома або інших засобів захисту, та одразу повідомляти про це. Більше того, алгоритми ШІ можуть аналізувати дані про нещасні випадки, визначати характерні сценарії їхнього виникнення та відмічати особливо небезпечні зони на об'єкті.

Переваги штучного інтелекту в будівництві включають підвищення якості прийняття рішень, оптимізацію планування, ефективне управління ризиками, зниження фінансових витрат, забезпечення високого рівня безпеки та підвищення керованості процесів. Будівельна галузь поступово рухається в напрямку автоматизації та роботизації процесів на будівельних майданчиках, що дозволить покращити якість робіт і загальний рівень безпеки.

Впровадження «розумних» машин та безпілотної техніки дозволить замінити працівників на найбільш небезпечних ділянках будівництва, підвищуючи безпеку. Фахівці працюватимуть поруч із дронами, роботами та коботами (асистентами людини), що допоможе прискорити темпи будівництва, зменшити витрати та підвищити ефективність і безпеку на всіх етапах [4].

Трансформація будівельної галузі за допомогою штучного інтелекту тільки набирає обертів, проте вже сьогодні ШІ надає значні можливості та конкурентні переваги. Інструменти штучного інтелекту дозволяють оптимізувати процеси проєктування, забезпечують прозорий менеджмент, підвищують ефективність управління ризиками, знижують витрати та покращують рівень безпеки на будівельних майданчиках.

До основних викликів належать значні витрати на впровадження технологій, необхідність у висококваліфікованих спеціалістах, потреба у потужному обладнанні та складність інтеграції з іншими системами. Також проблеми сумісності між різними програмами можуть ускладнювати обмін даними між учасниками проєкту. Подальше впровадження ШІ сприятиме підвищенню ефективності, безпеки та конкурентоспроможності будівельної галузі, а також створенню більш сучасної та надійної інфраструктури.

Література

1. Mordor Intelligence. Artificial Intelligence (AI) in Construction Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2024 - 2029) [Електронний ресурс] / Mordor Intelligence. – Режим доступу: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/artificial-intelligence-in-construction-market> – Назва з екрана. – Дата звернення: 14.09.2024.
2. Wezom. ШІ в будівництві: вплив на трансформацію будівельної галузі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wezom.com.ua/ua/blog/shi-v-budivnitstvi-vpliv-na-transformatsiyu-budivelnoyi-galuzi> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.09.2024 р.

3. Kyivska, Kateryna & Tsiutsiura, Svitlana & Kuleba, Mykola. (2020). Analysis of application of artificial intelligence in BIM-technology. Management of Development of Complex Systems. 97-103. 10.32347/2412-9933.2020.43.97-103.
4. Левщанов, Сергій. (2024). Застосування безпілотних літальних апаратів у будівельній індустрії. Technical sciences and technologies. 297-302. 10.25140/2411-5363-2024-2(36)-297-302.

V. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

1. НАКОПИЧЕННЯ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Линник І. Е., д.т.н., проф., Сабаєва П. І., студ.
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Наразі у всьому світі стрімко зростають темпи продажу електронної техніки і, як наслідок, накопичення електронних відходів. Станом на 2022 рік у світі їх було утворено 65 млн т. За прогнозами на 2030 рік ця цифра може збільшитись до 82 млн т [1]. Таке зростання пов'язане із швидкою зміною технологій. Компанії-виробники створюють свої товари з обмеженим терміном придатності, та ремонти, зазвичай, не передбачають. Країни, де утворюється найбільша кількість електронних відходів за даними Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), наведено на рисунках 1, 2 [2-4].

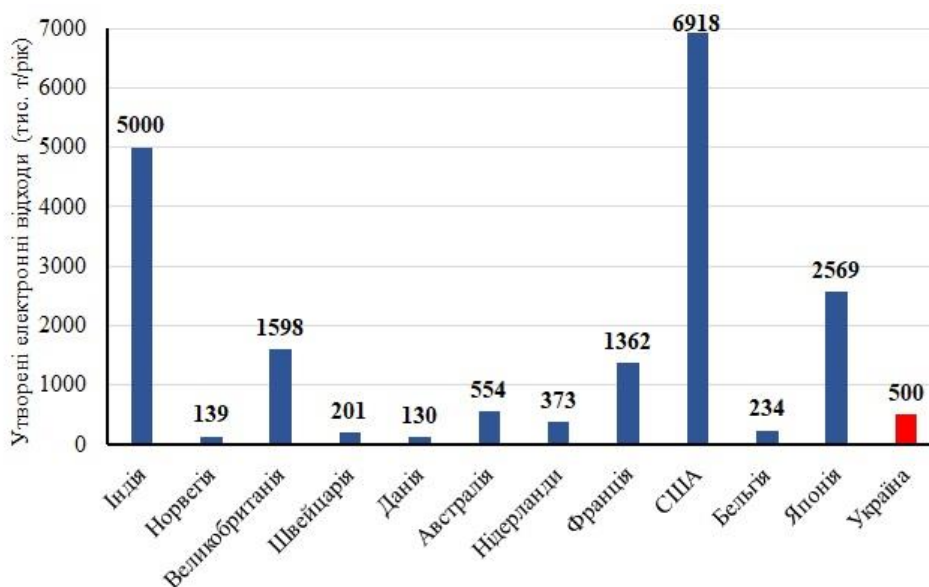


Рисунок 1. Утворення електронних відходів у деяких країнах на рік

На українському ринку працює близько трьох тисяч підприємств, де виготовляють побутову техніку (холодильники, морозильні камери, пральні машини та ін.), офісну техніку та обладнання, медичну техніку, гальванічні елементи тощо. Певна частина виготовлених товарів в Україні експортується.

Наразі точні статистичні дані щодо обсягів утворення, знешкодження та утилізації відходів електричного та електронного обладнання в Україні відсутні. За наближеними даними в Україні кожного року утворюється 500 тис. т електронних відходів, та 14,3 кг на душу населення.

Характер впливу електронних відходів на людину і довкілля залежить від складових елементів відпрацьованого обладнання. Основними компонентами електронних відходів є метал (42%), полімерні матеріали (26%) та скло (18%) [5]. Серед небезпечних елементів у електронних відходах є свинець, кадмій, ртуть, що

забруднюють воду, ґрунт, негативно впливають на навколишнє середовище та здоров'я людини. Крім того, в електронних відходах є дорогоцінні (золото, срібло, платина) та рідкоземельні метали, які потрібно вилучати із відходів та використовувати повторно.

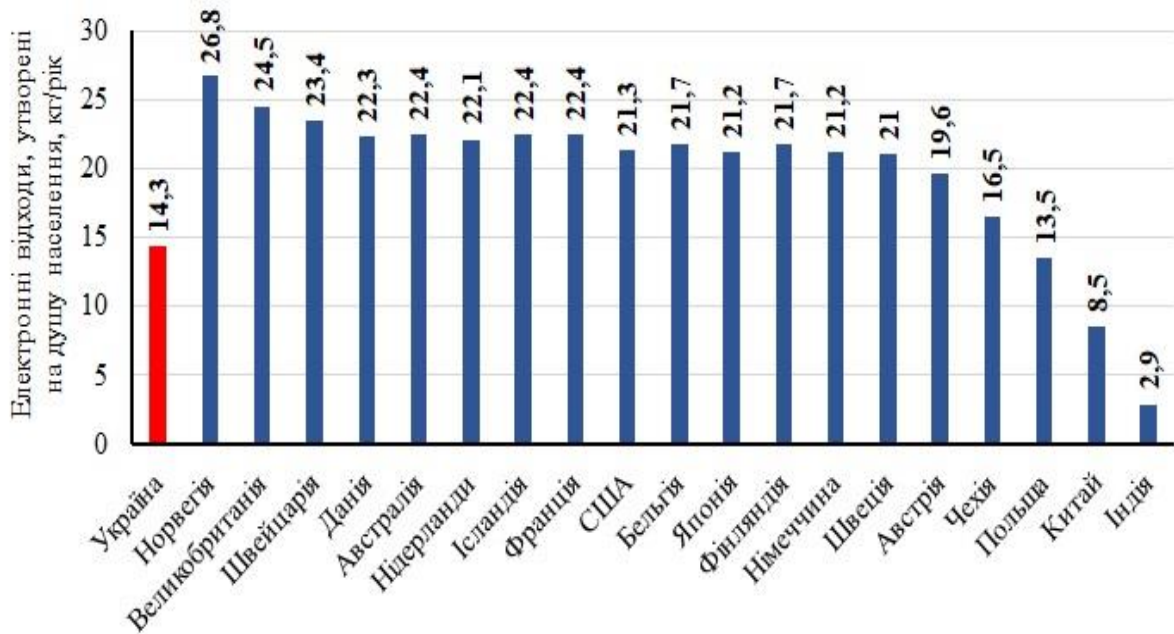


Рисунок 2. Утворення електронних відходів на душу населення на рік

Існують такі методи знешкодження електронних відходів:

- 1) захоронення на полігонах. Цей метод вважається не найкращим, оскільки 70% важких металів потрапляють у довкілля;
- 2) спалювання відходів. За цього методу полімери та інші шкідливі речовини, які входять до складу електронних відходів, потрапляють в навколишнє середовище, що становить потенційний ризик для здоров'я людини;
- 3) утилізація з вилученням цінних складових елементів. Збір, сортування та подальша переробка відпрацьованої електроніки для отримання цінної сировини та готової продукції є економічно ефективним рішенням, що допомагає вирішити екологічні проблеми, обмежити забруднення довкілля та зберегти здоров'я населення.

Для того, щоб оцінити безпечність обраного методу знешкодження електронних відходів, слід враховувати хімічні, біологічні та фізико-хімічні фактори, що супроводжують використання кожної технології. Це має бути відображено в регуляторних та законодавчих актах щодо поводження з відходами електронного обладнання [6].

Література

1. Електронні відходи: глобальний виклик для людства і планети. URL: [https://mepr.gov.ua/elektronni-vidhody-globalnyj-vyklyk-dlya-lyudstva-i-planety/#:~:text.](https://mepr.gov.ua/elektronni-vidhody-globalnyj-vyklyk-dlya-lyudstva-i-planety/#:~:text=)

2. Which country produces the most e-waste?
URL: <https://www.sustainabilitymatters.net.au/content/sustainability/news/which-country-produces-the-most-e-waste--1133596634>
3. Чому сотні тисяч тонн електронних відходів в Україні розкладаються на полігонах, а не проходять рециклінг?
URL: <https://www.dsnews.ua/ukr/blog/chomu-sotni-tisyach-tonn-elektronnih-vidhodiv-v-ukrajini-rozkladayutsya-na-poligonah-a-ne-prohodyat-recikling-07102021-439129>.
4. E-waste generated per capita. URL: <https://goingdigital.oecd.org/indicator/53>.
5. Torretta V., Ragazzi M., Istrate I.A., Rada E.C. Management of waste electrical and electronic equipment in two EU countries: A comparison. Waste Manag. 2013. 33(1). pp. 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.07.029>.
6. Сучасний стан політики поводження з електронними відходами в Україні та Європейському Союзі: кроки до зближення.
URL: https://www.irf.ua/files/ukr/programs/euro/survey_final.pdf.

2. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В ТЕПЛОПОСТАЧАННІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ: АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Нікітенко О. О., асп.

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету, м. Запоріжжя

Дослідження ефективності використання автоматизованої системи управління (АСУ) в теплопостачанні житлових будинків є важливим завданням у сучасному будівництві та енергетиці. Аналіз цієї системи дозволяє оцінити її вплив на споживання енергії, комфорт життя мешканців та вартість експлуатації будівель. Основні аспекти дослідження включають:

1. Енергоефективність;
2. Комфорт та задоволення користувачів;
3. Економічна вигода;
4. Екологічний вплив.

Роздивимося ці аспекти зблизька.

1. Енергоефективність — це ключовий аспект сучасного будівництва, спрямований на зменшення споживання енергії та підвищення ефективності її використання. При впровадженні АСУ можна досягти значних покращень у цьому напрямку порівняно з традиційними методами управління системами опалення та кондиціонування. Це оцінка зменшення споживання енергії при використанні АСУ порівняно з традиційними методами, що включає аналіз втрат тепла, оптимізацію теплового режиму та використання інших джерел енергії.

Оцінка зменшення споживання енергії полягає у порівнянні її обсягу, що використовується при роботі АСУ, з тим, що споживається при застосуванні традиційних методів управління. Вона включає в себе аналіз енергетичної ефективності окремих компонентів системи опалення, таких як котли, радіатори, теплові насоси тощо. АСУ можуть допомагати у зменшенні втрат тепла шляхом оптимізації роботи систем опалення та кондиціонування. Зокрема можуть автоматично регулювати температурний режим відповідно до реальних умов та потреб користувачів, уникати зайвого нагрівання приміщень у періоди їхньої відсутності або підтримувати оптимальні умови у зоні активного перебування мешканців. Оптимізація температурного режиму включає в себе не лише збереження енергії, а й забезпечення комфортного мікроклімату у приміщенні. АСУ можуть адаптувати температуру до індивідуальних вимог користувачів та урахувати зовнішні фактори, такі як погода та сезон. АСУ можуть сприяти використанню альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітрогенератори. Вони можуть координувати роботу цих джерел таким чином, щоб максимально використовувати доступну енергію та зменшити залежність від традиційних джерел енергії, таких як газ чи електрика.

2. Оцінка рівня комфорту та задоволення мешканців будинку за допомогою АСУ включає оцінку стабільності температури, регулювання відповідно до індивідуальних потреб користувачів та забезпечення здорового та безпечного середовища. Це важливо при впровадженні АСУ в будинках. Для забезпечення оптимального

комфорту та задоволення мешканців, автоматизовані системи мають виконувати наступні функції та властивості:

- АСУ повинні забезпечувати стабільний температурний режим у приміщенні. Це означає уникнення різких коливань температури, що може спричинити дискомфорт для мешканців.
- Системи повинні дозволяти користувачам індивідуально налаштовувати температурний режим та інші параметри відповідно до їхніх потреб та вподобань. Це може включати регулювання температури в окремих зонах будинку або навіть в окремих кімнатах.
- АСУ повинні контролювати якість повітря та рівень вологості в приміщеннях, щоб забезпечити здорове та комфортне середовище для мешканців. Це може включати системи вентиляції та очищення повітря.
- Системи управління повинні бути легкими у використанні та дозволяти користувачам зручно керувати параметрами будинку. Це може бути здійснено через мобільні додатки, пульт дистанційного керування або інші інтерфейси.
- АСУ повинні бути безпечними у використанні та забезпечувати захист від потенційних небезпек, пов'язаних зі змінами параметрів в приміщенні [1].

3. Економічна вигода це аналіз вартості встановлення та експлуатації АСУ порівняно з традиційними методами. Врахування рівня інвестицій, терміну окупності та можливостей для подальшої економії коштів. Аналіз при використанні АСУ включає ряд ключових аспектів, що можуть впливати на вартість встановлення та експлуатації системи, а саме:

- Оцінка вартості придбання та встановлення автоматизованої системи, включаючи витрати на обладнання, працю та інші витрати.
- Розрахунок очікуваних витрат на експлуатацію системи, такі як споживання електроенергії, обслуговування та технічне обслуговування.
- Оцінка періоду часу, за який інвестиції в АСУ повертаються через зменшення витрат на енергію або інші фактори економії.
- Врахування можливостей для подальшої економії коштів через оптимізацію енергоспоживання, уникнення витрат на ремонт та обслуговування тощо.
- Врахування специфічних витрат і переваг від використання АСУ таких як можливість отримання податкових кредитів або субсидій, підвищення вартості будинку через поліпшення енергоефективності тощо.

4. Екологічний вплив це оцінка зменшення викидів CO₂ та інших шкідливих речовин завдяки ефективному управлінню енергією. Оцінка впливу АСУ включає аналіз зменшення викидів, яке може бути досягнуте завдяки ефективному управлінню енергією. Розширений аналіз включає такі аспекти:

- АСУ дозволяють ефективно використовувати енергію, регулюючи температурні режими, освітлення та інші системи з урахуванням реальних потреб користувачів та зовнішніх умов.
- Системи можуть ефективно керувати використанням альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі або геотермальні системи, що дозволяє зменшити залежність від вугільних або газових джерел енергії.

- Зменшення викидів сприяє досягненню екологічних цілей, зокрема, зменшенню впливу на клімат та підтримці сталого розвитку.
- Ефективне управління енергією допомагає уникнути забруднення повітря та покращує якість повітря в приміщеннях, що впливає на здоров'я мешканців.
- Зменшення споживання енергії та викидів шкідливих речовин може позитивно впливати на біорізноманіття, зменшуючи тиск на ресурси та середовище [2].

Висновки. Загальний аналіз цих аспектів дозволить зробити висновки про ефективність та перспективи використання АСУ в теплопостачанні житлових будинків, а також визначити можливі напрямки подальших досліджень та розвитку цієї технології.

Література

1. Чумак В. І. Технології аналізу моделей передачі даних для системи розумного пробудження / В. І. Чумак. Харківський національний університет радіоелектроніки: Харків, 2022. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21772> (дата звернення 19.03.2024).
2. Сибидло А. Розробка та дослідження системи автоматичної безпеки житлового будинку на базі ПЛК «Овен-110-60» / 6-е вид. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя: Тернопіль, 2020. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/33218> (дата звернення 19.03.2024).

3. МІСТОБУДІВНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ДОЩОВОГО СТОКУ НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

Ткачук О.А., д.т.н., проф., Будяковська Д.П., студ. магістр
Національний університет водного господарств
та природокористування, м. Рівне

Одним із головних завдань інженерного захисту міських територій від несприятливих природних і антропогенних явищ є організація відведення дощових і талих вод. Важливим є недопущення підтоплень і затоплень територій поверхневими водами, а у разі їх виникнення – мінімізації наслідків їхньої руйнівної дії. Тому організація відведення та захист від підтоплень і затоплень тісно пов'язані із питаннями благоустрою міських територій і містять цілу низку містобудівних, екологічних та технологічних аспектів. Систематизація та взаємозв'язки між окремими складовими цих аспектів наведені на блок-схемі (рис. 1).



Рисунок 1. Основні аспекти регулювання дощового стоку на міських територіях

Враховуючи, що технології збору і відведення поверхневих вод базуються на влаштуванні систем поверхневого водовідведення, більшість еколого-технологічних проблем відведення поверхневих вод пов'язані з досконалістю цих систем, ефективністю їхньої роботи, а також, в окремих випадках, із їхньою відсутністю. Так, в Україні всі міста мають централізовані системи водовідведення. Однак, відведення поверхневих стоків здійснюють, в основному, через загальносплавні системи каналізації, в яких дощові та побутові стічні води відводяться однією системою

колекторів із залповими скидами суміші неочищених стоків у водойми. Роздільні системи водовідведення із влаштуванням двох ізольованих одна від одної мереж (господарсько-побутової та дощової) збудовані тільки у районах житлової забудови після 60-х років ХХ століття. Згідно чинних нормативів (ДБН В.2.5-75) кожен випуск дощової мережі повинен мати очисні споруди перед скидом у водойми. Такі очисні споруди потребують значних площ міських територій, відповідного обслуговування та утримання. Враховуючи значні проблеми з виділенням земельних ділянок під очисні споруди дощових вод у містах, технологічну складність періодичного очищення стоків (від дощу – до дощу), необхідність перекачування дощових вод до віддалених очисних споруд тощо, практично всі поверхневі стічні води у населених пунктах України скидаються у водойми без очищення.

Ще однією еколого-технологічною проблемою поверхневого водовідведення є затоплення міських територій через самі системи дощового водовідведення. У разі пересічного рельєфу на нижніх ділянках території часто відбувається вилив дощових вод через дощоприймачі чи люки колодязів. При цьому відведені стоки з верхніх ділянок затоплюють нижні (рис. 2).

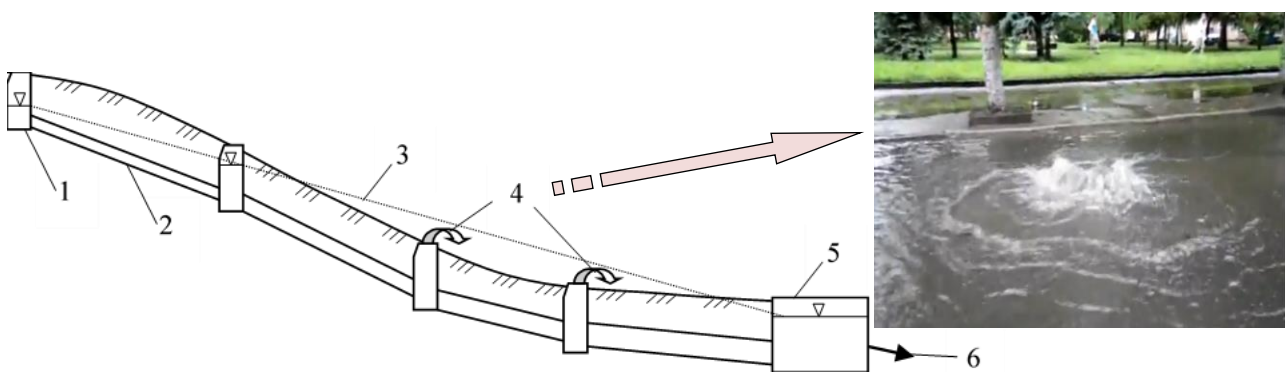


Рисунок 2. Схема роботи дощового колектора із затопленням міських територій: 1 – дощоприймальний чи оглядовий колодязь; 2 – колектор; 3 – п'єзометрична лінія у колекторі; 4 – місця затоплень територій з виливом дощових вод через дощоприймачі чи люки колодязів; 5 – резервуар чи очисна споруда; 6 – випуск у водойму.

Тому, навіть за умови наявності та ефективної роботи централізованої системи дощового водовідведення у населеному пункті кожна ділянка міської території потребує регулювання дощового стоку. Це регулювання передбачає:

- організований збір і відведення поверхневих вод у місця їх накопичення;
- тимчасове затримання дощових вод у місцях їхнього випадіння.

У першому випадку крім централізованих систем дощового водовідведення відкритого і закритого типів можливе застосування біонакопичувальних ємкостей (ставків, біоплат, мочар). Однак вони потребують не тільки додаткових територій, але й відповідних санітарних режимів утримання.

Більш придатним є тимчасове затримання дощових вод у місцях їх випадіння, яке передбачає влаштування споруд або відповідного благоустрою території, здатних накопичувати поверхневі стоки під час дощів. Це дозволяє суттєво зменшити об'єми

дощових вод, що формуються на понижених ділянках міських територій. Всі методи тимчасового затримання дощових вод можна поділити на дві групи:

- накопичувального типу: резервуари; дощові баки;
- фільтрувального типу: інфільтраційні майданчики, басейни і траншеї; акваклумби; зелені дахи.

Методи накопичувального типу ґрунтовані на влаштуванні технологічних споруд (підземні резервуари, баки), які з містобудівної та екологічної точок зору є мало придатними на міських територіях. Вони потребують додаткових місць для їх розміщення, періодичного чищення від осадів, контролю за станом у міждощові періоди тощо. На відміну від них, споруди методів фільтрувального типу є частинами благоустрою міських територій, потребують менших зусиль і затрат на обслуговування та є найбільш придатними за містобудівними та екологічними аспектами. Вони мають багатофункціональне призначення. Наприклад, інфільтраційні майданчики та інфільтраційні басейни використовують не тільки як водопоглинальні споруди, але й як автостоянки чи інші майданчики господарського призначення. Акваклумби виконують функції озеленення територій.

Споруди інфільтраційних типів (газони, майданчики, басейни і траншеї) мають водопроникні покриття, які пропускають поверхневі стоки у нижні пористі ґрунтові шари. У газонах та інфільтраційних майданчиках в якості цих шарів, зазвичай, використовують природні ґрунти. Накопичення у них дощових вод призводить до підняття рівнів ґрунтових вод, які з часом фільтруються у нижні водоносні шари порід або на понижених ділянках територій. Частина ґрунтових вод забезпечує життєздатність рослин на цих територіях. Суттєвим недоліком такого методу регулювання дощового стоку є загроза неконтрольованого підняття рівнів ґрунтових вод поза межами інфільтраційних споруд і, як наслідок, заболочення міських територій, стихійне утворення мочар, затоплення підвалів будівель і споруд. Недопущення цих негативних явищ потребує влаштування дренажів для перехоплення підземних потоків ґрунтових вод. Однак, це суттєво ускладнює технологічну складову таких методів регулювання дощового стоку.

Найбільш придатними за містобудівними, екологічними та технологічними аспектами є інфільтраційні басейни та траншеї. Як і попередні споруди вони мають багатофункціональне призначення, є елементами благоустрою міських територій та мають значно кращу технологічну складову з регулювання дощового стоку. Для підвищення акумулятивної здатності цих споруд у них влаштовують штучні водоакумуляційні шари із великою пористістю порід. Обов'язковим елементом споруд є наявність дренажних систем із відведенням очищених дренажних вод у водовідвідні колектори або ємкості для наступного використання у господарських цілях. Для запобігання небажаних фільтрацій дренажних вод поза межі інфільтраційних споруд вони можуть мати горизонтальні водоупорні шари та вертикальні водонепроникні стінки. Конструктивні параметри споруд (площі і розміри верхніх фільтрувальних шарів, об'єми і розміри нижніх водоакумуляційних шарів, параметри дренажних систем тощо) розраховують залежно від об'ємів дощових стоків, що підлягають затриманню. Методика розрахунків передбачає врахування площ стоку і гідрографів притоку дощових вод, фільтраційних властивостей верхніх водоприймальних шарів споруд, дренажні витрати, умови акумулювання стоку, особливі умови влаштування і роботи споруд (конфігурація у

плані, наявність підземних інженерних комунікацій, схеми та умови гідро та аеро дренажів тощо).

З містобудівної, екологічної та технологічної точок зору для регулювання дощового стоку на міських територіях найбільш доцільними є інфільтраційні басейни та траншеї із водопроникними покриттями. Верхні шари таких покриттів мають свої конструктивні особливості. Ними можуть бути:

- акваклумби;
- газони і клумби із пониженими поверхнями;
- комбіновані покриття (решітчасті, ребристі тощо);
- зелені дахи (на покрівлях і стінах будівель).

В акваклумби, газони і клумби із пониженими по відношенню до суміжних територій позначки поверверхонь дощові стоки поступають самопливом. Понижені поверхні дозволяють тимчасово накопичувати дощові стоки над покриттями для більш повільного їхнього фільтрування у нижні акумуляційні шари споруд. В акваклумби висаджують гідрофіти (рогоз вузьколистий, калюжниця болотна, частуха подорожникова, сусак зонтичний, стрілиця звичайна), для яких вода є необхідною умовою життєздатності. Комбіновані покриття майданчиків здатні витримувати значні механічні навантаження (на автостоянках, тротуарах тощо) та фільтрувати воду у нижні шари ґрунтів. Для покриттів застосовують газонні решітки, спеціальні бруківки із водопроникними отворами. Раціональне розміщення таких споруд досягається у результаті ландшафтного моделювання при благоустрої міських територій.

4. ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ: ПРІОРИТЕТНІСТЬ ЗАХОДІВ

Керш В.Я. к.т.н., проф., Фощ А.В. к.т.н., доц.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

В Україні значна частина наявного житлового фонду не відповідає сучасним стандартам енергоефективності. Невиправдано великі витрати паливно-енергетичних ресурсів у житлово-комунальному фонді спричинені недостатніми теплозахисними властивостями будівельних конструкцій, наявністю застарілих систем водо- і теплопостачання, недостатньою кількістю або відсутністю індивідуальних засобів обліку та систем регуляції енергоспоживання. Непродуктивні витрати теплової енергії під час транспортування її від виробника до споживача можуть становити до 40 %.

Структура тепловтрат через огорожувальні конструкції будівель залежить від низки чинників, зокрема: поверховості та компактності будівлі, теплозахисних якостей огорожувальних конструкцій, закленості фасадів та їхньої орієнтації за сторонами світу, типу та стану системи опалення, кондиціонування, механічної вентиляції тощо. Орієнтовна структура тепловтрат через огорожувальні конструкції будівель: до 50% - через зовнішні стіни, 20-30% - через вікна і балконні двері. Це вимагає комплексних заходів з енергомодернізації, що включають підвищення теплоізоляційних характеристик будівлі та модернізацію інженерних систем.

Енергомодернізація будівель - це комплекс заходів, спрямованих на зниження енергоспоживання, підвищення енергоефективності та поліпшення комфорту проживання. В умовах глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату та зростанням вартості енергоресурсів, проведення енергоощадних заходів стає пріоритетним завданням у будівництві та експлуатації будівель.

Основні напрямки енергомодернізації

1. Підвищення теплоізоляції: утеплення зовнішніх стін, покрівлі, вікон і дверей дає змогу значно знизити тепловтрати і поліпшити стабільність внутрішнього мікроклімату. Це створює довготривалий ефект, знижує навантаження на інженерні системи та збільшує термін експлуатації будівель.

2. Модернізація інженерних систем: оновлення систем опалення, вентиляції, кондиціонування та освітлення, а також впровадження інтелектуальних систем управління енергоспоживанням дає змогу більш ефективно використовувати енергію та знизити експлуатаційні витрати.

Однак постає питання про пріоритетність таких заходів: що потрібно виконати насамперед - утеплення будівлі чи модернізацію інженерних систем?

Під час ухвалення рішення про послідовність етапів енергомодернізації необхідно враховувати кілька чинників, як-от економічна ефективність, технічні можливості та термін окупності. Таке рішення має ухвалюватися на підставі результатів енергетичного обстеження будівлі, відповідно до висновку енергоаудитора. Розглянемо аргументи на користь того чи іншого рішення.

Аргументи на користь утеплення як першого кроку:

- Зниження тепловтрат: утеплення дає змогу знизити втрати енергії до 40%, що зменшує навантаження на інженерні системи.

- Стабілізація внутрішніх умов: поліпшення теплоізоляції сприяє створенню більш стабільного температурного режиму в приміщенні.
- Економічний ефект: зниження витрат енергії призводить до можливості використання менш потужних інженерних систем, що економічно вигідно в довгостроковій перспективі.
- Збільшення ринкової вартості: будівлі з високою енергоефективністю мають вищу вартість і привабливість для орендарів.

Недоліки утеплення на початковому етапі:

- Високі початкові витрати: вартість робіт з утеплення висока, а термін окупності може становити до 10 років.
- Обмежений ефект без модернізації: навіть якісне утеплення не завжди ефективно без оновлення інженерних систем.

Аргументи на користь першочергової модернізації інженерних систем:

- Зниження експлуатаційних витрат: сучасні системи опалення та вентиляції можуть значно знизити споживання енергії.
- Технологічне оновлення: впровадження інноваційних технологій, таких як альтернативні джерела енергії або системи рекуперації тепла, підвищує енергоефективність будівель.
- Швидка окупність: заміна застарілих систем на більш енергоефективні може принести економію вже в короткі терміни; термін окупності вкладень у модернізацію інженерних систем може становити 3-7 років.
- Екологічна стійкість: модернізація сприяє зниженню викидів парникових газів.

Недоліки модернізації без утеплення:

- Обмежений ефект: за поганої теплоізоляції навіть найсучасніші системи працюють із надмірним навантаженням.
- Неможливість повної реалізації потенціалу: без утеплення енергозберігаючі системи не можуть забезпечити максимальну ефективність.

Обґрунтування пріоритетності

Експертні дослідження показують, що проведення енергозберігаючих заходів у будь-якій послідовності дає змогу забезпечити певну економію енергоресурсів. Однак найбільший ефект енергомодернізації досягається за комплексного підходу, де першим етапом виступає утеплення будівлі. Це створює умови для більш ефективної роботи інженерних систем і знижує потребу в енергії для підтримки комфортного мікроклімату. Утеплена будівля потребує менших витрат на опалення та охолодження, що дає змогу надалі використовувати менш потужні інженерні системи. Водночас модернізація обладнання, хоча й важлива, потребує регулярного обслуговування та оновлення.

Висновок

Рішення про першочерговість енергозберігаючих заходів має обґрунтовуватися аналізом їхньої економічної ефективності та технічних можливостей. Оцінюючи пріоритетність заходів з енергомодернізації, слід виходити з комплексного підходу. Першим кроком рекомендується утеплення будівлі для зниження тепловтрат, що створює умови для ефективної роботи інженерних систем та підвищення комфорту проживання.

5. ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ СПОСІБ ВИРІШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОБЛЕМ КРАЇНИ

**Татарченко Є.С., PhD, Бахаєв Ю.А., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

У сучасному світі, де екологічні проблеми стають все гострішими, слід звертати увагу на джерела енергії, які нашій планеті не завдають шкоди. І тому сонячні станції стають дедалі популярнішими. На це справді є вагомі причини, адже вони не лише екологічно чисті, а й економічно вигідні у довгостроковій перспективі. Переваги сонячних панелей:

Енергонезалежність. Використання сонячних панелей дозволяє стати незалежнішим від традиційних постачальників електроенергії. Це актуально в умовах підвищення цін на енергоресурси та можливих перебоїв у постачанні електроенергією.

Екологічна безпека. Сонячна енергія – одне з найчистіших джерел енергії. Їх використання допомагає знизити викиди парникових газів та інших шкідливих речовин. Це важливий крок до збереження навколишнього середовища майбутніх поколінь.

Технологічний прогрес. Технології в галузі сонячної енергетики швидко розвиваються. Сучасні сонячні панелі стають ефективнішими, їх вартість постійно знижується. Це робить їх доступними для широкого кола споживачів.

Економія та інвестиції. Встановлення сонячних панелей на вашому будинку чи підприємстві – це значна інвестиція, але вона окупиться протягом кількох років. Завдяки сонячним панелям ви отримуватимете майже безкоштовну електроенергію.

Сонячна електростанція – це чудовий вибір, якщо ви хочете отримати енергонезалежність та значно скоротити витрати на електроенергію на наступні 25 років. До того ж деякі системи можуть віддавати надлишок згенерованої енергії в мережу, щоб продавати її за, наприклад, «зеленим тарифом». Найсприятливіші, вочевидь, південні регіони: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, частина Донецької області та Крим. Тут сконцентровано понад 60% промислових сонячних електростанцій. До кінця 2021 року, тобто на початок повномасштабної війни, сумарна потужність сонячних електростанцій в Україні становила 6 320 МВт.

Якщо хтось вирішив встановити у своєму будинку сонячні батареї, то насамперед йому буде потрібно розрахувати потужність, яка покриє його потреби. Звичайно, можна купити систему з найвищим показником потужності, але є ймовірність, що її потенціал і наполовину не буде задіяний. Тобто гроші будуть витрачені даремно. При розрахунку цього параметра варто скласти потужності всіх споживачів електричної енергії у будинку. Взяти до уваги буде доцільно усереднену кількість пристроїв: Пральна машина – 600 Вт.; ТБ - 100 Вт.; Холодильник (клас енергозбереження "А") – 100 Вт.; Кондиціонер – 600 Вт.; Три енергозберігаючі лампи – 50 Вт.; Комп'ютер – 120 Вт.; Роутер – 20 Вт. Підсумкова споживана потужність складає 1590 Вт. Варто додати до неї 20% запасу. Для перерахованого набору пристроїв можна обмежитись комплектом сонячних батарей потужністю 2 кВт. Якщо кількість споживачів зростає, то докупіть відповідну кількість панелей.

Акцентувати увагу слід і на акумуляторах. Загалом достатньо для звичайного будинку п'яти акумуляторів 300 Ач. Їх ємність почне знижуватися не раніше ніж

через 15-20 років за умови, що вони будуть розряджатися не більше ніж на 60%. Сонячні електростанції мають бути не лише ефективними, а й практичними. Тобто, не обмежувати мешканців у їхній повсякденній діяльності. З цією метою розміщувати панелі не слід землі. Вибрати для цього дах будинку, гаража чи інших будівель, або спеціальні опорні стойки.

Розрахунок опорної стойки виконувався у два етапи. На першому етапі було виконано розрахунок просторової схеми конструкцій сонячних модулів за програмою «Ліра» на дію навантажень від власної ваги, навантаження від снігу та вітру.

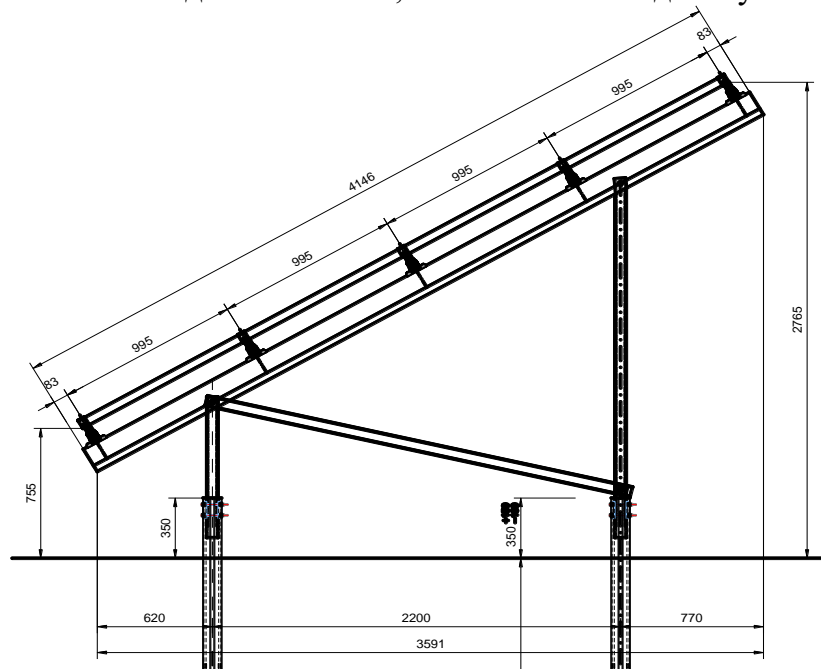


Рисунок 1. Конструкція для модулів

При визначенні вітрового навантаження використовували схему 11 "Навіси" за Додатком І ДБН В.1.2-2;2006. Тип місцевості прийнятий І (відкриті поверхні морів, озер, і навіть плоскі рівнини без перешкод, які піддаються дії вітру ділянці довжиною щонайменше 3 км). За результатами цього розрахунку визначено зусилля у затисканні на рівні поверхні ґрунту. На другому етапі виконували розрахунок стойки, вдавненої в ґрунт на глибину 2.35 м на дію горизонтальних зусиль, отриманих з розрахунку за програмою «Ліра», [1] та визначена несуча здатність палі-стойки на стискання та висмикуючу навантаження за формулами ДБН В.2.1-10-2009 [2].

Міцність стойки: $M_{\max} = 0.344$ т/м, $N = 0.785$ т/м. Перетин стойки: $F=9.76$ см², $W=28.97$ см³. Глибина загортання палі в ґрунт визначалася з умови рівності розрахункового тиску бічними поверхнями палі та допустимого тиску на ґрунт.

Література

1. СНиП 2.02.03-85 Пальові фундаменти. Зміна № 1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=475
2. [Рішення від 22.12.2011 № 75 Про розгляд проекту Зміни № 2 до ДБН В.2.1-10-2009 Основи і фундаменти. Основні положення проектування.](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50063) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50063

6. ФУНКЦІОНАЛЬНА КОМФОРТНІСТЬ У РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Мінченков Р.І. асп., Василенко О.Б. д. арх., проф.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Мета дослідження. Принципи модернізації житлових будівель з використанням інноваційних технологій

Основні результати та їх значущість. Функціональна комфортність у будівництві має вирішальне значення для забезпечення зручності та задоволення потреб мешканців. Вона охоплює різноманітні аспекти, які сприяють створенню комфортного та функціонального середовища для проживання. Основне значення функціональної комфортності полягає в забезпеченні ефективного використання простору житла. Це включає правильне планування приміщень, оптимізацію розташування функціональних зон, таких як кухня, ванна кімната, спальня, а також забезпечення зручних і практичних шляхів сполучення між ними. Крім того, функціональна комфортність передбачає належне врахування потреб мешканців у зручності та безпеці. Це означає, що будівлі мають мати відповідне освітлення, вентиляцію та ізоляцію, щоб створити здорове та комфортне мікрокліматичне середовище. Крім того, функціональна комфортність передбачає належне обладнання приміщень меблями та технікою, яка відповідає потребам мешканців і забезпечує їм зручність користування. Загалом, функціональна комфортність у житловому будівництві є важливим елементом, який сприяє підвищенню якості життя та задоволенню потреб мешканців.

Планування простору є ключовим елементом забезпечення функціональної комфортності у будівлях, особливо в житлових приміщеннях. Воно визначає, як будуть організовані та розташовані різні функціональні зони у приміщенні, щоб максимально відповідати потребам користувачів. Основні аспекти планування простору, що впливають на функціональну комфортність, включають: 1. Логічне розташування функціональних зон - приміщення мають бути організовані таким чином, щоб кожна зона виконувала свою функцію без перешкод. Наприклад, кухня має бути поруч з їдальнею для зручності подачі їжі, а спальня – віддалено від джерел шуму для спокійного сну. 2. Оптиміальне використання простору - планування має максимізувати корисну площу приміщення, уникати непотрібних перегородок та мінімізувати втрати простору на непродуктивні елементи. 3. Ергономіка та зручність використання - меблі та обладнання мають бути розташовані таким чином, щоб користувачі могли легко та зручно користуватися ними без зайвого зусилля. 4. Природне освітлення та вентиляція - планування простору також включає розташування вікон та вентиляційних отворів таким чином, щоб забезпечити оптимальне природне освітлення та циркуляцію повітря у приміщенні. 5. Форма та розмір приміщень - розміри та форма кожної зони мають бути збалансованими, щоб вони відповідали потребам користувачів та забезпечували комфортне перебування.

Аспекти планування простору сприяють створенню функціонально комфортного середовища, де користувачі можуть ефективно використовувати приміщення для своїх потреб та насолоджуватися комфортним проживанням. Управління тепловими та звуковими ізоляціями в житлових будівлях є ключовим аспектом для підвищення рівня комфортності. Це може включати використання відповідних ізоляційних

матеріалів у стінах, підлозі та даху будинку, а також правильне утеплення вікон і дверей.

Забезпечення ефективної теплової ізоляції дозволяє зберігати тепло в приміщенні в холодну погоду та захищати від перегріву влітку, тим самим створюючи комфортну температуру в будинку протягом усього року. Також важливою є звукоізоляція, яка допомагає зменшити шум зовнішнього середовища та звуки з інших приміщень, що сприяє створенню спокійного та затишного середовища в будинку. Зручність розташування санітарних вузлів та кухонних зон у житлових приміщеннях також впливає на рівень комфортності. Оптиміальне розташування санвузлів у межах житлового приміщення, зручний доступ до них і відповідна відстань до кухні забезпечують зручність використання і позитивно впливають на комфорт користувачів.

Технологічні рішення для автоматизації різних функцій у будинку також сприяють підвищенню рівня комфортності. Це можуть бути системи «розумний будинок», які дозволяють автоматизувати управління опаленням, кондиціонуванням повітря, освітленням та іншими функціями за допомогою смартфонів або голосових команд. Такі технології забезпечують більший комфорт для мешканців будинку та сприяють збереженню енергії.

Такі системи можуть включати в себе управління опаленням, кондиціонуванням повітря, освітленням, безпекою, аудіо-систем, відео-систем. Це дозволяє мешканцям з легкістю налаштовувати режими роботи відповідно до своїх потреб та побажань. Зокрема, автоматизовані системи опалення та кондиціонування повітря можуть регулювати температуру в будинку залежно від погодних умов, наявності мешканців у приміщенні або їхніх уподобань. Це забезпечує комфортне мікрокліматичне середовище та економію енергії. Освітлення може бути автоматизоване, наприклад, за допомогою сенсорів руху або програмного забезпечення, яке встановлює режим освітлення залежно від часу доби або діяльності мешканців.

Безпека також є важливим аспектом автоматизації будинку. Сучасні системи безпеки включають відеоспостереження, датчики виявлення вторгнень, системи контролю доступу та пожежний сповіщувач. Ці системи можуть надавати сповіщення на смартфони мешканців у разі виявлення небезпеки або підозрілих подій, що дозволяє швидко реагувати на потенційні загрози та забезпечує відчуття безпеки та спокою [14].

Також важливою є інтеграція різних систем «модернізованого будинку» у єдину платформу керування, що спрощує процес управління та робить його більш ефективним. Наприклад, зібрані дані про використання енергії можуть використовуватися для оптимізації роботи систем опалення та кондиціонування, що призводить до економії ресурсів та зниження витрат на комунальні послуги.

Загалом, технологічні рішення для автоматизації різних функцій у будинку значно підвищують рівень комфортності для мешканців, забезпечуючи їх зручність, ефективність та безпеку. Підвищення комфортності у будівництві за допомогою використання екологічно чистих матеріалів та технологій відіграє важливу роль у забезпеченні здоров'я та зручності для мешканців. Використання таких матеріалів, як дерево, бамбук, льон, конопля, мінеральна вата тощо, дозволяє уникнути виділенню шкідливих речовин у повітря та забезпечити здорове мікрокліматичне середовище всередині приміщень. Крім того, екологічно чисті технології, такі як сонячні батареї

для електрогенерації, системи збору та очищення дощової води, енергоефективні опалювальні системи, сприяють зменшенню впливу будівництва на довкілля та раціональному використанню ресурсів. Щодо адаптації будівель до потреб людей з обмеженими можливостями, це стає не лише питанням доступності, але й комфорту. Наприклад, широкі двері, пандуси, спеціальні сходи та ліфти дозволяють людям з обмеженими можливостями вільно пересуватися в будівлі без стресу та зрушень. Крім того, спеціально обладнані санвузли, кухні та спальні роблять повсякденне життя для них більш комфортним та безпечним.

7. ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНИЙ КУРС НАВЧАННЯ «ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕЦИКЛІНГУ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ»

Уваров П.Є., к.т.н., доц., Шпарбер М.Є. ст. викл.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Актуальність. Щорічно інвестиційно-будівельний комплекс України генерує понад 50 млн. т. матеріалів - потенційних будівельних відходів різної номенклатури, які вимагають різних видів їх утилізації, переробки матеріалів і вторинного використання ресурсів, що законодавчо визначено державної нормативно-правовою базою [1].

Основними джерелами утворення будівельних відходів є ІБД, як будівельних організацій, так і функціонування підприємств будівельної індустрії. У будіндустрії відходи утворюються при виробництві будівельних матеріалів і виробів, в результаті некондиції і браку при виготовленні конструкцій і т.п.

Прийнята країнами Євросоюзу парадигма інвестиційно-будівельної діяльності, зумовлює в сучасних необхідність розвитку і перетворення об'єктів будівництва протягом всього їх життєвого циклу - від задуму до ліквідації, утилізації будівельних відходів та рекультиватії порушених земель. При цьому еволюція будівельної галузі орієнтована на концепції переходу на ресурсно-енергетичні та екологічно замкнуті цикли при яких використані матеріали і сировина в реалізованих, виведених з експлуатації і підлягають ліквідації об'єктів будівництва будуть утилізуватися в наступних будівельних і виробничих циклах, тобто не тільки процесів вилучення і використання необхідних ресурсів з екосистеми, але і на вторинне повернення їх або у виробництво для повторного і неодноразового використання, або в природу в первісному вигляді.

У зв'язку з цим будівельне виробництво зіткнулося з необхідністю вирішувати принципово нові завдання, організувати нові будівельні процеси ліквідаційного циклу будівельних об'єктів, створювати і вдосконалювати існуючі методи механізації розбирання, руйнування і знесення конструкцій, будівель і споруд, створювати нові технології і здійснювати підготовку та перепідготовку фахівців для перспективної індустрії переробки та використання вторинних ресурсів.

З метою максимального використання вторинних будівельних ресурсів, доцільно введення в навчальний процес будівельних спеціальностей вищих навчальних закладів професійно орієнтованої дисципліни (спецкурсу) «Організаційно-технологічні основи системи переробки будівельних відходів та використання вторинних ресурсів».

Висновки. У спецкурс доцільно включити вивчення теоретичних положень і практичних рекомендацій, моделі управління системою переробки будівельних відходів, алгоритми розрахунків і методи вибору основних технологічних параметрів схем виробництва і обґрунтувань по переробці всіх видів відходів, підготовку виробництв, як для переробних підприємств так і для будівельних організацій, економічні обґрунтування доцільності переробки тих чи інших будівельних відходів та їх вторинного використання, розробки і застосування в діючий нормативно-законодавчій базі нових стандартів і технічних регламентів щодо їх використання.

Література

1. Уваров П. Є. Сучасні проблеми рециклінгу вторинних будівельних ресурсів / П. Є. Уваров, Г. О. Татарченко, М. Є. Шпарбер. // Наукові вісті Далівського університету. - 2019. - № 16. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdu_2019_16_22.

8. ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОСТІ В БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Гайко Ю.І., к.т.н., доц.

**Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків**

Усі фази життєвого циклу будівлі – виробництво будівельних матеріалів, проектування, будівництво, експлуатація та технічне обслуговування, реконструкція, демонтаж, ліквідація – призводять до виснаження ресурсів, негативного впливу на навколишнє середовище та утворення відходів. Швидкі темпи урбанізації та економічного зростання збільшили кількість накопичених матеріалів у будівлях і, таким чином, існуючі будівлі в містах стали своєрідними сховищами будівельних матеріалів (або будівельної сировини) і конструктивних елементів для потенційного майбутнього повторного використання. Реконструкція, ремонт, реновація, перепрофілювання будівель, а також переробка будівельних матеріалів є стратегіями циркулярної економіки для антропогенного середовища. Сучасна система видобутку сировини, виробництва будівельних матеріалів та утворення будівельних відходів призвела до шкідливого впливу на навколишнє середовище, тоді як циркулярна економіка може запропонувати ресурсні, економічні та екологічні переваги сучасного будівельного виробництва.

Одним із цих принципів циркулярності в будівельному секторі є зменшення обсягів виробництва нових будівельних матеріалів, які використовуються для створення нових будівель або реконструкції старих. Зменшивши використання цих матеріалів, можна отримати пряме скорочення викидів парникових газів. Наслідком впровадження цього принципу є зменшення попиту на нове будівництво шляхом продовження терміну служби існуючих будівель і збільшення можливостей їх використання за рахунок реконструкції, енергореновації та забезпечення нового рівня комфорту.

Регламент Європейського союзу № 305/2011 «Будівельна продукція» потребує реалізації таких основних вимог до будівель та споруд: механічна стійкість і стабільність; безпека при пожежі; гігієна, здоров'я та навколишнє середовище; безпека і доступність у використанні; захист від шуму; енергозбереження та збереження тепла; раціональне використання природних ресурсів [1]. Згідно останньої вимоги (раціональне використання природних ресурсів) будівлі та споруди повинні бути запроектовані, побудовані та знесені таким чином, щоб використання природних ресурсів було раціональним і забезпечувало: можливість повторного використання або переробки конструкцій будівель і споруд, їх матеріалів і частин після знесення; довговічність будівель і споруд; можливість використання в будівництві екологічно чистої сировини і вторинних матеріалів.

Ця вимога обумовлює ще один принцип циркулярності, що включає переробку, утилізацію та повторне використання будівельних відходів, які компенсують зменшення обсягів виробництва нових будівельних матеріалів. За оціночними даними до війни в Україні утворювалось близько 3,5 млн т. відходів будівництва та знесення на рік [2]. На даний час сфера переробки, утилізації та повторного використання таких відходів практично не розвинута, частково через відносно недорогу вартість природних матеріалів, що робить повторне використання покищо економічно

недоцільним, частково через відсутність чітких вимог до забудовників з питання управління ресурсами та відходами. Слід очікувати, що після початку повоєнного відновлення зруйнованих міст і регіонів України та нового будівництва будуть утворюватися великі обсяги відходів будівництва та знесення на додачу до вже накопичених.

За походженням відходи від руйнувань можна поділити на: 1) відходи, що утворилися внаслідок пошкодження (руйнування) об'єктів, повного або часткового порушення їх цілісності внаслідок позапроектних впливів, зумовлених бойовими діями, зокрема потрапляння засобів ураження, вибухів, пожеж; 2) відходи, що утворилися в результаті виконання робіт з демонтажу пошкоджених (зруйнованих) об'єктів (поетапного контрольованого часткового чи повного розбирання на окремі елементи та вироби або неконтрольованого знесення внаслідок обвалення під час використання бульдозерів, металевої кулі на стрілі, вибухової сили тощо).

Інноваційна система поводження з відходами руйнування, будівництва та знесення, під якою слід розуміти комплекс організаційно-технічних заходів, що здійснюються з метою забезпечення екологічно безпечного збирання, перевезення, сортування, зберігання, перероблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення таких відходів, повинна ґрунтуватися на принципах циркулярної економіки.

Операції з поводження з відходами від руйнувань включають [3]: первинне розчищення територій; перевезення відходів від руйнувань від місця їх утворення до об'єктів поводження з відходами або місць тимчасового зберігання; остаточне (після виконання робіт з демонтажу пошкоджених (зруйнованих) об'єктів) розчищення та прибирання територій; зберігання відходів від руйнувань на місцях тимчасового зберігання або на інших об'єктах поводження з відходами (до їх утилізації чи видалення); перероблення відходів від руйнувань та/або їх знешкодження; утилізація відходів від руйнувань; видалення відходів від руйнувань, включаючи їх захоронення.

Практична реалізація принципів циркулярності будівельного виробництва щодо створення інфраструктури для сортування, утилізації, переробки та захоронення будівельних відходів включає: 1) збирання даних по обсягам утворення відходів руйнування, будівництва та знесення на найближчу перспективу за регіонами; 2) закупівля засобів поводження з відходами руйнування, будівництва та знесення; 3) будівництво спеціалізованих об'єктів поводження з відходами (місць тимчасового зберігання, дробильних та сортувальних станцій, ліній, полігонів); 4) забезпечення збирання та оброблення відходів руйнації, утворених внаслідок військових дій.

Література

1. Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює узгоджені умови для маркетингу будівельної продукції та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС [Електронний ресурс] // Офіційний журнал Європейського Союзу.– Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32011R0305>.
2. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Будівництво, містобудування, модернізація міст та регіонів України», липень 2022 р. [Електронний ресурс].– Національна рада з відновлення України від наслідків війни, – 350 с. – Режим доступу:

<https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/construction-urban-planning-modernization-of-cities-and-regions.pdf>.

3. Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 р. № 1073 [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%d0%bf#text>.

9. РЕСУРСНО- ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СУМІШІ ПРИДАТНІ ДЛЯ 3D ДРУКУ

**Марчук В.В., к.т.н., доц., Дворкін Л.Й., д.т.н., проф., зав. каф. технології
будівельних виробів і матеріалознавства
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне**

В наш час у будівельному виробництві перспективними є адитивні технології, що дозволяють створювати тривимірні об'єкти шляхом послідовного нанесення шарів будівельної суміші за допомогою 3D-принтеру. Використання цієї технології має ряд переваг у порівнянні з традиційною технологією зведення будівель і споруд та дає змогу суттєво зменшити тривалість технологічного процесу, витрати на матеріали і робочу силу, а також реалізовувати різні об'ємні форми [1].

Завдяки цифровим технологіям та пошаровому укладанню, адитивні технології передбачають відмову від опалубки для створення форм та сприяють перетворенню сучасної будівельної галузі з трудомісткою на інтелектуальну цифрову [2, 3].

Незважаючи на потенційну вигоду від економії матеріалів, цифровий бетон часто має вищий екологічний слід (емісію CO₂), це зумовлено в першу чергу тим, що для екструзійного формування суміші повинні містити більшу кількість в'язучого, ніж звичайні суміші з аналогічними механічними характеристиками, це і викликає сумніви щодо їх енергоефективності [3, 4]. Композити з більш низькими витратами цементу, високими механічними характеристиками і хорошими показниками довговічності можна отримати з використанням активних мінеральних добавок [5]. У цих композитах добавки можуть виконувати роль цементуючих, пуцоланових або наповнюючих матеріалів [6].

Розробка так званого цифрового бетону передбачає підвищену ранню міцність, в тому числі міцність, яку досягає попередній шар бетонної суміші до укладання наступного шару (структурна міцність) [2, 3, 7].

Важливий фактор, який слід враховувати під час розробки складу цифрового бетону — це його довговічність. У цьому відношенні викликає занепокоєння те, що домінуюча технологія екструзійного друку може призвести до нерівномірності накладання шарів, утворення дефектів та як наслідок зменшення адгезії між ними [3]. Це спричинено властивостями вихідних матеріалів та якістю екструдованого шару на попередньо надрукований шар. Також на якість укладеного шару впливає часовий інтервал, довжина контуру та швидкість друку. Зниження адгезії між шарами не менш важливе ніж міцність при стиску та згині з позиції довговічності, утворювані дефекти створюють шляхи для прискореного проникнення води та агресивних агентів, що в свою чергу впливає на водонепроникність та морозостійкість багат шарової конструкції. Слід відмітити, що при підвищеному вмісті цементної пасти притаманний більший ризик розтріскування та усадки.

Таким чином аналіз стану сучасної технології 3D-друку у будівництві дозволяє стверджувати, що є передумови для ефективного використання промислових відходів з досягненням оптимального складу сумішей, що забезпечує необхідні нормовані екструзійні та механічні характеристики цифрового бетону.

У дослідженнях були використані добавки техногенного походження, зокрема мелений доменний гранульований шлак (ДГШ), зола-винесення (ЗВ), вапняковий

порошок (ВП), гранітний аспіраційний пил (ГП). Склади сумішей та отримані експериментальні результати наведені в таблиці 1.

В ході проведення досліджень проводилося формування зразків на лабораторному 3D принтері [3], вміст води підбирали, для досягнення екструзійного формування суміші (рис. 1) з сопла принтера без утворень напливів, розшарувань та розривів.



а)

б)

Рисунок 1. Екструзія суміші для випробування а) не задовільна, б) задовільна.

Основним завданням при дослідженні сумішей придатних для 3D-принтеру є забезпечення їх необхідної форми при екструзії з головки принтера з досягненням заданої міцності шарів (структурної міцності). Для визначення структурної міцності запропонована методика, що дозволяє вимірювати граничне навантаження на зразок екструдованого шару бетону, при якому він починає деформуватися [3].

Таблиця 1. Досліджувані склади сумішей та отримані результати

№	Вид добавки	Вміст компонентів, кг/м ³				Рухомість РК, мм	Структур- на міцність, Па	Міцність при стиску у віці 1 доби, МПа
		ПЦ	Мінеральна добавка	Пісок	Вода			
1	-	500	-	1534	260	163	4830	18,7
2	ДГШ	250	250	1440	290	170	4510	12,3
3		300	200	1470	280	167	4630	14,4
4		350	150	1485	275	165	4720	16,1
5	ЗВ	250	250	1480	275	152	4380	10,4
6		300	200	1495	270	155	4520	12,5
7		350	150	1510	265	157	4630	14,8
8	ВП	250	250	1383	305	185	4410	8,2
9		300	200	1416	295	180	4600	11,1
10		350	150	1448	285	176	4630	13,4
11	ГП	250	250	1444	285	175	4210	6,8
12		300	200	1462	280	172	4380	9,1
13		350	150	1480	275	170	4640	11,8

Аналіз отриманих даних (табл. 1) дає змогу зробити висновок, що для забезпечення формуємості сумішей з використанням різних мінеральних добавок рухомість по розпливу конуса на струшуючому столику – різна. Вона є найменшою для цементно-зольної композиції, що пояснюється сферичною формою зерен золи, яка забезпечує необхідну екструзійність при найменшій рухомості суміші.

Структурну міцність сумішей для 3D-принтеру через 20 хв після замішування отримано найвищу при використанні – вапняку, що узгоджується з процесами структуроутворення таких сумішей. В даному випадку інертні матеріали діють як центри кристалізації, тобто вони заповнюють порожнечі в мікроструктурі цементного тіста і фізично стимулюють гідратацію цементу в ранні терміни твердіння та ущільнюють структуру цементної матриці. Найменшу структурну міцність мають зразки, що містять золу-винесення, що пояснюється сферичною формою її частинок.

Таким чином отримання сумішей придатних для екструзійного формування та нарощування при накладанні шарів можливе за умови комплексного підходу по підбору компонентів суміші та врахування всіх необхідних показників.

Висновки:

У роботі досліджено вплив дисперсних продуктів техногенного походження на основні властивості сумішей придатних для 3D-друку.

Для забезпечення формуємості (екструзійності) сумішей з використанням різних мінеральних добавок, рухомість по розпливу конуса на струшуючому столику змінюється залежно від виду добавок.

Структурна міцність сумішей для 3D-принтеру через 20 хв після замішування найвища при використанні – вапняку, найменша – золи-винесення.

Найвищі значення міцності отримані при використанні активних мінеральних добавок: золи та шлаку, найнижчі – гранітного та вапнякового пилу, що зумовлено їх пуццолановою активністю.

Література

1. Perrot, A.; Rangeard, D.; Courteille, E. 3D Printing of Earth-Based Materials: Processing Aspects. *Constr Build Mater* 2018, 172, 670–676,
2. Hager I., Golonka A., Putanowicz R. 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction? // *Procedia Engineering*. 2016. № 151. P. 292–299.
3. Dvorkin, L.; Marchuk, V.; Mróz, K.; Maroszek, M.; Hager, I. Energy-Efficient Mixtures Suitable for 3D Technologies. *Appl. Sci.* 2024, 14, 3038.
4. Chen, Y.; Veer, F.; Copuroglu, O.; Schlangen, E. Feasibility of Using Low CO₂ Concrete Alternatives in Extrusion-Based 3D Concrete Printing. In *RILEM Bookseries*; 2019; 19.
5. Dvorkin L., Zhitkovsky V., Sonebi M., Marchuk V., Stepasiuk Y. Improving Concrete and Mortar Using Modified Ash and Slag Cements. London: Boca Raton CRC Press, 2020. 184p
6. Саницький М.А. Модифіковані композиційні цементы: навч. посібник / М.Л. Саницький, Х.С. Соболь, Т.С. Марків // Львів: Видавництво ЛП, 2010. -132 с.

10. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОПОЗИТИВНИХ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ЛАБОРАТОРНОГО КОРПУСУ СНУ ІМ. В. ДАЛЯ

Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Паніна Н.І., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Сьогодні енергоефективність у будівництві важлива з багатьох причин у всьому світі. Дійсно, будівельна сфера в Україні стає все більш актуальною темою в контексті відновлення та прогресу країни. Район позитивної енергії (PED) – це міська територія, яка щорічно виробляє більше енергії, ніж споживає, з акцентом на енергоефективність і виробництво енергії з відновлюваних джерел. [1]

Райони позитивної енергії покладаються на поєднання передових технологій для досягнення своїх енергетичних цілей. Ці технології включають розумні системи виробництва, зберігання, розподілу та управління. Впровадження енергопозитивних систем у будівельні об'єкти є важливим кроком на шляху до підвищення стійкості та економічної ефективності будівель. Це не лише сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище, але й забезпечує оптимізацію енергоспоживання, що є особливо актуальним для сучасної України в умовах енергетичної кризи та екологічних викликів. Для втілення концепції енергопозитивності важливо дослідити системи, які забезпечують сталий енергетичний обмін і знижують загальне споживання енергії будівлею.

Двостороння фотоелектрична система постійного струму є передовою технологією у сфері сонячної енергетики, що дозволяє панелям збирати сонячне світло як з передньої, так і з задньої сторони. Це дозволяє генерувати електроенергію в задній частині, збільшуючи кількість енергії, яку можна генерувати, приблизно на 6-10%, а в деяких випадках навіть більше. У системі з поєднанням постійного струму сонячні панелі підключаються безпосередньо до батареї.

Фасадні BiPV рішення. Сучасні системи BiPV (Building-Integrated Photovoltaics) додають переваги потребам у будівлях не лише з точки зору виробництва безкоштовної енергії, але й завдяки багатофункціональним властивостям, які надає їх розумний дизайн. Фотоелектричне скло BiPV структурно нічим не відрізняється від інших типів скла, і тому входить до складу захисних конструкцій (навісних стін, фасадів або мансардних вікон), як і інші будівельні матеріали.

А що, якщо впровадити такі системи в будівлю лабораторного корпусу Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля? Для впровадження BiPV-систем у лабораторний корпус університету важливо врахувати низку технічних та інженерних аспектів. Корпус університету може отримати не тільки чисту енергію, але й покращити загальну ефективність будівлі.

Для початку, розберемося з енергозатратністю корпусу. Споживання енергії на добу, враховуючи всі поверхи корпусу (їх 4), становить:

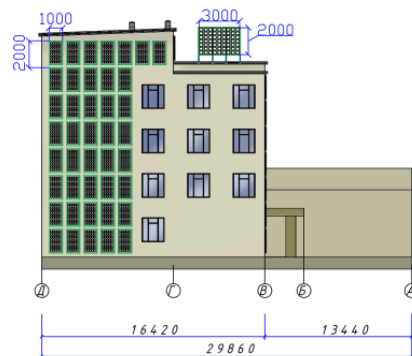
- 1) Освітлення - $354 \text{ лампи} \times 7 \text{ Вт} \times 10 \text{ робочих годин} = 24\,780 \text{ Вт} \times \text{год}$
- 2) Комп'ютери - $73 \text{ комп'ютери} \times 350 \text{ Вт} \times 8 \text{ робочих годин} = 204\,400 \text{ Вт} \times \text{год}$
- 3) Проектори - $3 \text{ проектори} \times 300 \text{ Вт} \times 4 \text{ робочі години} = 3\,600 \text{ Вт} \times \text{год};$ $3 \text{ проектори} \times 6 \text{ Вт} \times 4 \text{ години в режимі очікування} = 72 \text{ Вт} \times \text{год}$

Визначено, що за добу лабораторним корпусом споживається щонайменше $229\,252 \text{ Вт} \times \text{год}$ або $229,3 \text{ кВт} \times \text{год}$. Відповідно місячне (30 днів) енергоспоживання

становить 6879,0 кВт×год. Пропонується встановлення фасадної системи BiPV (114 панелей), а також двосторонньої фотоелектричної системи постійного струму на даху (рис. 1 а, б).



а) – фасад будівлі з розміщеними системами;



б) торець будівлі, на якому встановлюється інноваційна система;

Рис. 1 – Пропозиції щодо інтеграції BiPV систем.

З впровадженням інноваційних систем матимемо наступні розрахунки:

4 двосторонні системи по 370 Вт. Сумарна потужність: $1480 \text{ Вт} = 1,48 \text{ кВт}$

Виробництво енергії на день: $E_{\text{лабораторний}} = 1,48 \text{ кВт} \times 8 \text{ год} = 11,84 \text{ кВт} \times \text{год}$

Виробництво енергії на місяць: $E_{\text{лабораторний, місяць}} = 355,2 \text{ кВт} \times \text{год}$

Фасадна система. Кількість панелей: 114 од; Потужність однієї панелі: 300 Вт.

Сумарна потужність системи: $34200 \text{ Вт} = 34,2 \text{ кВт}$

Виробництво енергії на день (припустимо, що система працює 8 годин на день):

$E_{\text{фасад}} = 34,2 \text{ кВт} \times 8 \text{ год} = 273,6 \text{ кВт} \times \text{год}$, отже $E_{\text{фасад, місяць}} = 273,6 \times 30 = 8208 \text{ кВт} \times \text{год}$

Виробництво енергії фасадною системою перекриває потреби лабораторного корпусу в електроенергії і навіть створює надлишок:

$$8208 - 6879 = 1329 \text{ (кВт} \times \text{год)}$$

Надлишкова енергія: 1 329 кВт×год на місяць може бути використана для інших цілей, наприклад, частково для покриття потреб навчального корпусу або зарядних станцій. Тобто, фасадна система здатна повністю перекрити енергетичні затрати корпусу (без впровадження двосторонньої). Тому можливі 2 варіанти впровадження: лише фасадної системи, або двосторонньої зі зменшенням кількості панелей фасадної системи. Рішення щодо одного з цих впроваджень буде залежати від фінансової спроможності університету. Хоча одноразові витрати на встановлення можуть

здатися високими, період окупності таких проєктів зазвичай становить від 7 до 10 років.

Вартість впровадження даної пропозиції щодо встановлення BiPV-систем на дах і фасад лабораторного корпусу, з урахуванням середньої ціни \$400 за квадратний метр, складе приблизно \$91 960. Ця сума враховує встановлення 4 двосторонніх панелей на даху і 114 панелей на фасаді. Орієнтовна вартість впровадження в гривнях становить близько 3 678 428 грн (за курсом 40,0 грн за 1 долар США).

Література

1. URBAN EUROPE. Positive Energy Districts (PED). URL : <https://jpi-urbaneurope.eu/ped/>
2. Guerrero-Lemus R, Vega R, Kim T. et al. Bifacial solar photovoltaics – a technology review. *Renew Sust Energ Rev* 2016;60:1533–49. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.041>
3. Oxford academic. Evaluating the real-world performance of vertically installed bifacial photovoltaic panels in residential settings: empirical findings and implications. Omar H AL-Zoubi, Hamza Al-Tahaine, Rebhi A Damseh, A H AL-Zubi, Alhaj-Saleh A Odat, Bashar Shboul. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, Volume 19, 2024, Pages 386–442, <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctad138>
4. Kromatix.com. Stylish and sustainable colored solar glass for building integrated photovoltaic solution. URL : <https://kromatix.com/kromatix-glass> (дата звернення 19.10.2024)
5. Avenston. Сім вражаючих будівель з BiPV системами. URL : <https://avenston.com/articles/7bipv/> (дата звернення 19.10.2024)

11. ОСОБЛИВОСТІ ВИПРОБУВАНЬ АРБОЛІТОБЕТОНІВ НА МІЦНІСТЬ ПРИ СТИСКУ ПРИ РІЗНІЙ ЩІЛЬНОСТІ

¹Закаблук С.С., асп., ²Тимошенко О.В., к.т.н., доц., ¹Шинкевіч О.С., д.т.н., проф.
Одеська державна Академія будівництва та архітектури, м. Одеса ¹
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ ²

Еко-арболітобетони набирають популярності як екологічний утеплювач та конструкційно-утеплювальний матеріал. Він відрізняється від інших будівельних матеріалів своєю тріщиностійкістю, паропроникненістю, добрими тепло- та звукоізоляційними властивостями. Лабораторні методи випробувань дозволяють спроектувати еко-арболітобетони необхідних показників з урахуванням вимог до їх експлуатації.

Метою випробувань було визначення особливостей руйнування зразків еко-арболітобетону та залежності його міцності від щільності.

Для цього було спроектовано [1, с.155-156; 2, с.52-55] та виготовлено дві партії зразків по 5 штук, які відрізнялися вмістом піноутворювача, та як слід, щільністю. Випробування проводились на 28 день після виготовлення зразків.

Партії 1 та 2 були випробувані на стиск на сертифікованому пресі TIRA test 2300 із можливістю запису діаграм навантаження-деформація. Результати випробувань на стиск по два зразка з кожної партії представлені на графіках 1-4.

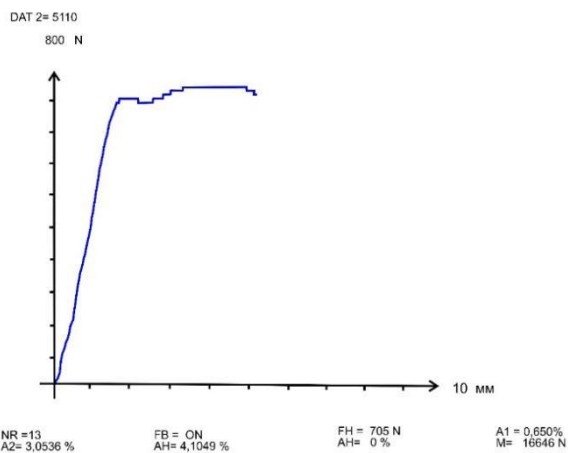


Рисунок 1. Графік деформування при стиску зразка 1 партії 1.

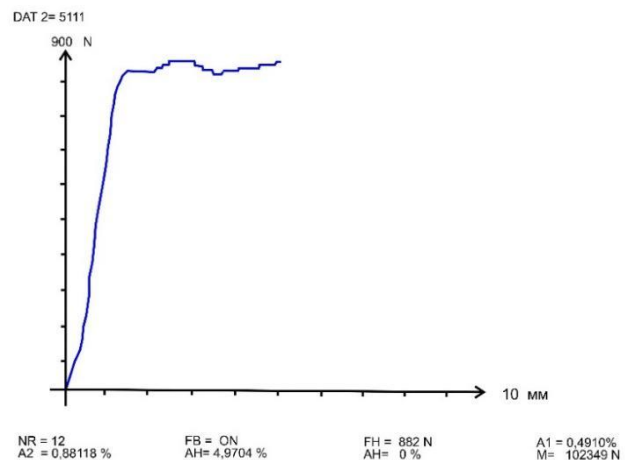


Рисунок 2. Графік деформування при стиску зразка 2 партії 1.

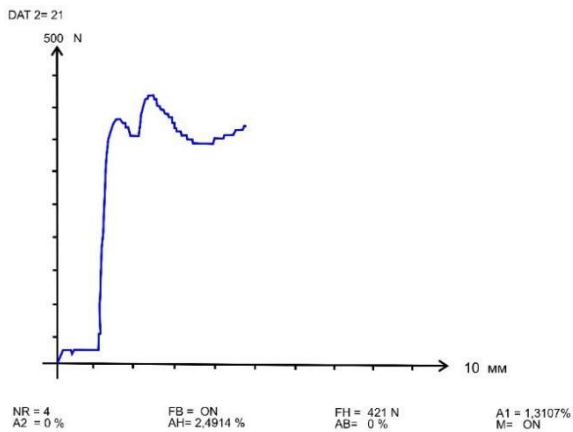


Рисунок . 3 Графік деформування при стиску зразка 1 партії 2.

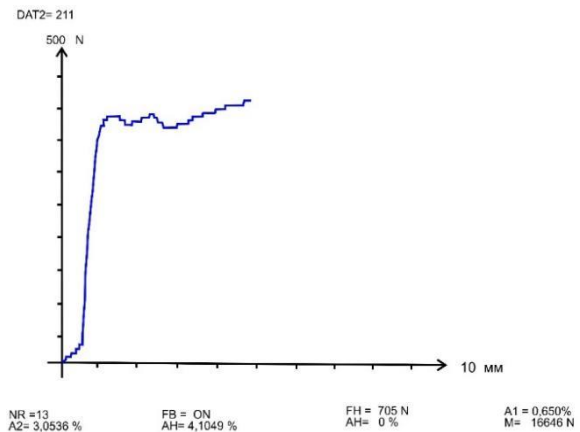


Рисунок . 4 Графік деформування при стиску зразка 2 партії 2.

Ці графіки демонструють нехарактерні динаміки руйнувань зразків еко-арболітобетону, які свідчать, що після руйнування зразків їх опір прикладаному навантаженню продовжує зростати, що демонструє роботу деревинного наповнювача та заповнювача [3, с. 67, 68] та реологічні особливості [4, с. 155-156].

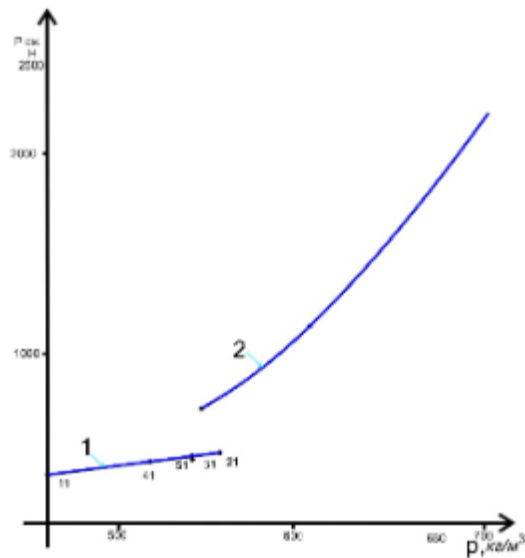


Рисунок 1. Графік зміни міцності на стиск зразків еко- арболітобетону в залежності від щільності: 1-партія 1; 2-партія 2.

З графіка видно, що характер кривої при щільності більше 550 кг/м³ принципово відрізняється від зразків з меншою щільністю. Це пояснюється включенням у роботу більшої кількості деревинного заповнювача та наповнювача, що збільшує міцність матеріалу. Немаловажне значення при цьому має водо-в'язуче співвідношення [5, с. 56].

Висновки:

1. Деревинний заповнювач та наповнювач еко-арболітобетону суттєво включається до роботи при його щільності вище 550 кг/м³.
2. Еко-арболітобетон після руйнування здатний створити опір навантаженню на 5-7% більше ніж навантаження руйнування.

Література

1. Вплив сучасних гідрофобізаторів на енергоефективний еко арболітобетон . Збірка тез доповідей конференції МОСК «Моделювання та оптимізація будівельних композитів», 3-4 грудня 2020 року. Одеса, ОДАБА, 2020. - С. 155-157. Закаблук С.С., Шинкевіч О.С., Ліннік Д.С., Плит А.Д.
2. Система моделювання властивостей дрібнозернистих бетонів . Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Теорія та методи будівельного матеріалознавства». 5-6 листопада 2020р. Харків, ХНУБА, с. 52-55. Шинкевіч О.С., Гришин С.І., Закаблук С.С., Лісіцина І.М.
3. Особливості руйнування екофібробетонів при навантаженні . Тези доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених "Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві", Одеса: ОДАБА, 15 квітня 2021р., с. 66-70. Закаблук С.С., Тимошенко О.В., Шинкевіч О.С.
4. Аналіз реологічних процесів у багатокомпонентних литєвих сумішах для легких бетонів на органічних заповнювачах. Тези доповідей на науково-практичній конференції, Одеса, ОДАБА, 2023 р. Закаблук С.С., Сурков О.І., Городецька Т.І., Шинкевіч О.С.
5. Increasing the water resistance of the composite gypsum binder for arbolito concrete due to hydrofobization ; IOP Conference Series : Materials Science and Engineering - 2021 (Scopus); Shinkevich E, Linnik D, Zakabluk S., Zaginaylo I.

12. ФРАКТАЛЬНО-КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД К ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ ЗАЛЕЖЕЙ УРАНА В КЫРГЫЗСТАНЕ

Доненко С.Л. студентка, Доненко И.Л. к. ф-м.н., доцент

Кыргызский авиационный институт им. И. Абдраимова, Бишкек, Кыргызстан

Объект исследования - фрактально-кластерный подход к геологической разведке урановых залежей в Кыргызстане. Статья посвящена изучению применения фрактально-кластерного подхода к геологической разведке залежей урана в Кыргызстане. Описываются основные положения фрактально-кластерного анализа, включая применение фрактальных методов для определения структурных и пространственных характеристик залежей, а также кластерного анализа для выделения групп залежей с похожими свойствами. Акцентируется внимание на значимости эффективной геологической разведки урановых залежей для экономики Кыргызстана. Обсуждается потенциал фрактально-кластерного подхода для улучшения понимания геологической структуры урановых залежей в регионе и оптимизации процесса их разведки. В заключении подчеркивается перспективность данного подхода и необходимость дальнейших исследований в этой области для разработки оптимальных стратегий применения фрактально-кластерного анализа в практике геологической разведки урана в Кыргызстане.

Методология.

- Фрактальный анализ для определения структурных и пространственных характеристик залежей.
- Кластерный анализ для выделения групп залежей с похожими свойствами.

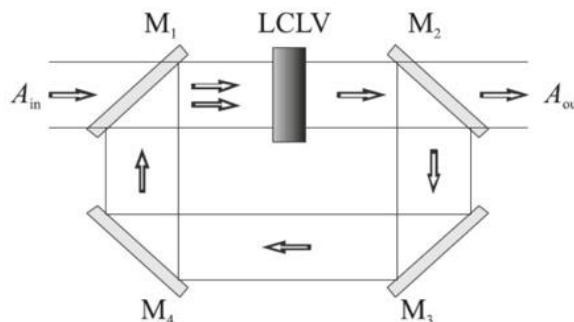
Значимость исследования – эффективная геологическая разведка урановых залежей важна для экономики Кыргызстана.

Технологические инструменты.

- Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для получения данных.
- Применение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для анализа геологических данных.

Методы анализа – решение задачи Фурье в области фракталов для выявления фрактальных свойств геологических объектов.

Цель исследования – оптимизация процесса геологоразведки урановых залежей с учетом новых технологий и методов.



Результаты исследований:

- Повышение эффективности и точности геологической разведки за счет внедрения фрактально-кластерного подхода.
- Конкретные рекомендации для практического применения предложенных методов.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в следующем:

- Разработка специализированных алгоритмов машинного обучения.
- Расширение использования БПЛА для более точного сбора данных.
- Сотрудничество с международными экспертами для улучшения методов геологической разведки.

Важность для будущего заключается в следующих действиях:

- Устойчивое развитие энергетической безопасности и экономического роста Кыргызстана.
- Создание основы для формирования новых методик, адаптированных к местным условиям.

Дальнейшие исследования в этой области могут включать разработку алгоритмов машинного обучения, специализированных под задачи геологической разведки, а также расширение применения БПЛА для получения более точных и детализированных данных о геологических объектах. Также возможно взаимодействие с международными экспертами и научными центрами для обмена опытом и дальнейшего совершенствования предложенного подхода



Литература

1. Donenko, I.L., Ivanova, T.S., Sidorov, M.A.: Fatigue analysis of concrete structures using AI with the introduction of fractal corrosion detection. *Structural Health Monitoring* 23(4), 345-356 (2021). <https://doi.org/10.1007/springer.12345>
2. Donenko, V.I., Petrov, A.N., Smirnova, E.V.: Deterministic approach to surface analysis in modern UAVs. *Journal of Structural Engineering* 52(7), 1123-1134 (2022). <https://doi.org/10.1007/springer.67890>
3. Donenko, I.L., Smirnov, P.A., Ivanova, T.S.: Application of fractal and iterative methods in the diagnostics of construction structures. *Advanced Materials Research* 1023, 234-245 (2020). <https://doi.org/10.1007/springer.11223>
4. Donenko, V.I., Ivanov, S.K., Petrov, A.N.: Integration of UAV and AI technologies for real-time structural health monitoring. *Automation in Construction* 95, 33-44 (2021). <https://doi.org/10.1007/springer.44556>
5. Donenko, V., Donenko, I., Bobrakov, A., et al.: Fatigue analysis of concrete structures using AI with the introduction of fractal corrosion detection. *Journal of Physics: Conference Series* 2697(1), 012001 (2024). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2697/1/012001>
6. Акылбекова, Г. А. Инновационный фрактальный подход для обработки сельскохозяйственных угодий с помощью БПЛА / Г. А. Акылбекова, И. Л. Доненко // Вестник Академии гражданской авиации. – 2024. – № 2(33). – С. 54-63. – DOI 10.53364/24138614_2024_33_2_5. – EDN LISWHL.
7. Доненко, И. Л. Инновационный фрактальный подход для обработки сельскохозяйственных угодий с помощью БПЛА / И. Л. Доненко, С. Л. Доненко // Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики - 2023 : Материалы XII Всероссийской научной конференции с международным участием, Томск, 15–17 ноября 2023 года. – Томск: Томский государственный университет, 2023. – С. 241-244. – EDN DAMUEP.
8. Доненко, И. Л. Учет фрактальности поверхности земли для нанесения точных бомбовых ударов / И. Л. Доненко, К. Н. Алексеев // Устойчивое развитие науки и образования. – 2018. – № 10. – С. 209-211. – EDN YNRKBN.

13. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА В СФЕРІ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА БЮДЖЕТНОЇ СФЕРИ ГРОМАД УКРАЇНИ

¹Бондаренко В.В., начальник відділу енергетичного планування та інвестицій,
²Доненко В.І., д.т.н., проф., ³Яримбаш Д.С., д.т.н., проф., зав. каф. «Електричні машини»

Департамент економічного розвитку Запорізької міської ради, м. Запоріжжя¹,
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ²,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя³

Військова агресія росіян призводить до все більш значних проблем в сфері енергопостачання та взагалі повної його відсутності не тільки в прифронтових громадах, але і в Україні в цілому. Ворог цілеспрямовано продовжує нищити об'єкти енергетичної інфраструктури, включаючи об'єкти в сфері «зеленої» енергетики – гідроелектростанції, сонячні, вітрові електростанції тощо.

Наразі не лише система розподіленої генерації енергії, але й забезпечення альтернативними та відновлюваними джерелами енергії вже визнані багатьма міжнародними експертами, як одна з головних та першочергових потреб для роботи критичної інфраструктури і життєзабезпечення громад України.

Україна також має значні власні відновлювані енергетичні ресурси, національні цілі і мету, відповідно до якої енергетика має стати «зеленою» на шляху до Європейського Зеленого Курсу та впровадження Глобальних цілей ООН.

Обмежений потенціал для збільшення використання деревного біопалива і значно вищий потенціал сільськогосподарських відходів відкривають нові можливості розвитку як для сектору енергетики, так і для сільського господарства.

Розвиток біоенергетики надає можливість створення значної кількості робочих місць в сфері виробництва енергетичної сировини, подальшого виготовлення біопалива, логістики, проектування та будівництва, виробництва технологічного обладнання, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування, енергетичних кооперативів, кластерів, хабів, нових наукових розробок та освітніх програм тощо.

У короткостроковій і довгостроковій перспективі очікується як підвищення цін на традиційні енергоносії, так і зростання потреби саме в розвитку біоенергетики, яка займає одне з провідних місць в сфері відновлюваних джерел енергії.

Аналіз структури споживання біомаси свідчить про необхідність більш широкого використання аграрних відходів та спеціальних енергетичних культур як палива.

Наразі сільськогосподарські відходи та агробіопалива не набули широкого застосування в енергетиці, і їх частка в енергетичних балансах місцевих територіальних громад є невеликою, в той же час потенціал для використання є досить значним. Використання біопалива також надає можливість отримання не лише теплової, але і електричної енергії для забезпечення необхідних потреб громад.

Лише з 1 тони соломи можна отримати теплову енергію в обсязі 0,548 тон умовного палива (ТУП), а з 1 тисячі кубометрів газу - 1,149 ТУП, тобто 1 тисячу кубометрів природнього газу (який також має значний негативний вплив на кліматичні зміни, як викопний вид палива) можна замінити лише 2 тонами соломи [1].

Орієнтовний обсяг споживання природного газу в 2023 році в Україні склав майже 20 млрд кубометрів [2], з яких 11 млрд кубометрів газу пішло на споживання населенням та на виробництво тепла для населення, промисловістю було спожито близько 4 млрд куб м, а решта газу в обсязі близько 5 млрд куб м йшла на виробництво електричної енергії.

В Україні за даними Мінагрополітики на кінець 2023 року [3] зібрали 79,2 млн тон зернових та олійних культур нового врожаю, при цьому із них зернових культур – 58,4 млн т, олійних – 20,8 млн т.

Разом з тим, питома вага лушпиння соняшника, як сільськогосподарських відходів, складає 0,13 т на 1 т готової продукції; соломи та висівки ячменя – 1,5 т; соломи, лушпиння та висівки пшениці – 2 т на кожен тону готової продукції.

Це надає можливість виробництва біопалива, кількість якого в разі може перевищувати всю річну потребу України в природному газі, а також дозволяє експортувати біопаливо в інші країни, отримуючи значні додаткові кошти крім надходжень від експорту традиційної сільськогосподарської продукції.

Збільшити обсяги виробництва біопалива також є можливим за рахунок вирощування відповідних енергетичних культур на непридатних для ведення сільськогосподарства землях. Громади також мають можливість завдяки деяким видам енергетичних культур поновити наразі непридатні для вирощування сільськогосподарських культур землі для подальшого їх більш ефективного використання.

Заміщення природного газу біопаливом також надає можливість зменшити дефіцит його імпорту для країн Європейського Союзу за рахунок видобутого, невикористаного та експортованого українського природного газу на вже існуючих та нових родовищах в Україні.

Тому виробництво біопалива є не лише наразі актуальним питанням для подальшого забезпечення роботи об'єктів критичної інфраструктури та життєзабезпечення всіх громад України, але й дозволяє підвищити потенціал економічного розвитку та сприяти працевлаштуванню і підприємництву, включаючи моделі енергетичних кооперативів, кластерів, інноваційних хабів, та що є важливим – розвитку одразу багатьох суміжних секторів економіки України на територіях сільських, селищних та міських громад.

Література

1. Кудря С. О. Деякі аспекти визначення коефіцієнтів переводу теплотворної здатності паливно-енергетичних ресурсів з натуральних одиниць в умовні / С. О. Кудря, А. Р. Щокін // Відновлювана енергетика. - 2006. - № 2. - С. 15-23.
2. Урядовий портал, <https://www.kmu.gov.ua/news/herman-halushchenko-na-poltavshchyni-tsoho-roku-maiemo-zabezpechyty-potreby-spozhyvachiv-hazom-vlasnoho-vydobutku>.
3. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України, <https://minagro.gov.ua/news/zhnyva-2023-v-ukraini-namolocheno-792-mln-tonn-novoho-vrozhaiu>.

14. ВИКОРИСТАННЯ CO₂ В ЯКОСТІ РОБОЧОГО ТІЛА ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Москвітїна А.С., к.т.н., доц.

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

Стратегія Європейського Союзу (ЄС) щодо інтеграції енергетичних систем визначає теплові насоси як ключову технологію для декарбонізації опалення приміщень (ОП) і виробництва гарячої води (ГВП), а також для охолодження в будівлях і промисловості [1]. Фактично, він уже є найбільшим чинником нещодавнього збільшення опалення та охолодження від відновлюваних джерел у ЄС, на нього припадає більше половини цього показника між 2016 та 2018 роками. Нещодавні події, які призвели до перебоїв у постачанні газу до Європи, свідчать про те, що очікується подальше зростання використання теплових насосів, а до 2030 року планується встановити 45 мільйонів установок у житловому секторі. Теплові насоси можуть полегшити використання природної низькоякісної енергії для заміни традиційного енергопостачання будівель відновлюваними джерелами та зменшити споживання високоякісних форм енергії, таких як електроенергія та паливо. Це допомагає зменшити викиди, пов'язані з використанням горючого палива, і сприяє кращій енергетичній безпеці.

Більшість теплових насосів в даний час працюють по принципу субкритичного циклу стиснення пари, який використовує гідрофторвуглеці (ГФВ) як робочу рідину[2]. ГФВ замінили колись широко використовувані хлорфторвуглеці (ХФВ), що руйнують озоновий шар, оскільки вони продемонстрували таку ж хорошу продуктивність, ефективність, низьку токсичність і негорючість. Однак пізніше було виявлено, що вони є дуже потужними парниковими газами. Наприклад, R134a, який широко використовується для приготування гарячої води, має потенціал глобального потепління (GWP), який у 1300 разів перевищує потенціал CO₂ [3]. Останні ініціативи вказують на неминуче поступове скорочення ГФВ. Регламент ЄС щодо Fgases (EC517/2014) спрямований на поступове зменшення використання важливих фторованих газів у ЄС, таких як R404A, R410A, R407C та R134a, до однієї п'ятої від 2014 року до 2030 року. Кілька країн також взяли на себе зобов'язання скоротити своє виробництво та споживання ГФВ більш ніж на 80% протягом наступних 30 років згідно з Кігальською поправкою до Монреальського протоколу [4].

Поєднання використання технології стійкої енергетики з екологічно безпечними робочими рідинами є важливою ідеєю в майбутньому індустрії теплових насосів, яка відродила інтерес до природних робочих рідин. До найпоширеніших природних робочих тіл теплових насосів відносяться вуглекислий газ, аміак, бутан, ізобутан і пропілен [5]. Серед них CO₂ (R744) є найбільш перспективним завдяки нульовому потенціалу руйнування озонового шару, низькому GWP, нетоксичності, негорючості, чудовим термодинамічним властивостям і низькій вартості [6].

Лоренцен вперше запропонував сучасне використання CO₂ у транскритичному циклі теплового насоса. Наразі він був комерційно застосований у різних секторах, наприклад у комбінованому охолодженні, опаленні, вентиляції та кондиціонуванні повітря в супермаркетах, підігріві води та автомобільному кондиціонуванні повітря. У транскритичному циклі високий тиск і температура в надкритичній області не пов'язані між собою і можуть регулюватися незалежно для отримання оптимальних

робочих умов. Однак продуктивність транскритичного теплового насоса на CO₂ все ще загалом нижча, ніж у звичайного субкритичного теплового насоса через більшу необоротність під час розширення, стиснення та охолодження газу [7]. Заміна ГФВ на альтернативну робочу рідину вимагає продуктивності з порівнянною ефективністю.

Одним із способів підвищення ефективності теплового насоса є внесення змін до його компонентів. Додавання двофазних ежекторів до систем теплового насоса на CO₂ було важливою темою досліджень в останні роки як спосіб відновлення втрат на розширення в термодинамічному циклі [8]. Кілька дослідників помітили значне покращення продуктивності, коли дросельну засувку замінили ежекторами. Інші дослідження відзначили покращення продуктивності при додаванні теплообмінника всмоктуваного газу до контуру теплового насоса на CO₂ [9].

Окрім додавання або модифікації компонентів теплового насоса, ще одним способом підвищення продуктивності теплових насосів на CO₂ є впровадження загальносистемних змін. Це можна зробити шляхом інтеграції різних джерел енергії, відповідного розміру компонентів системи та контролю робочих параметрів для оптимізації продуктивності системи.

На повітряні теплові насоси (ПТН) припадає більшість світових продажів теплових насосів (60% у 2021 році). Однак вони мають проблему низької ефективності низькотемпературного опалення та обмерзання теплообмінника. Геотермальні теплові насоси (ГТН) вважаються більш ефективними для систем клімат-контролю в приміщеннях, оскільки вони використовують теплоту ґрунту, який має майже постійну температуру, не порушену сезонними погодними змінами.

Початкові витрати на встановлення систем ГТН, як правило, вищі, ніж ПТН, оскільки вони потребують буріння свердловин та встановлення свердловинних теплообмінників (СВТ). Крім того, вважається, що систему теплових насосів з одним джерелом теплоти важко експлуатувати безперервно та ефективно [10]. Одним із способів подолання цих проблем є додавання ще одного джерела теплоти, наприклад, сонячних теплових колекторів (СК). Додавання СК може дозволити скоротити довжину водогрійного колектора і розширити експлуатаційні можливості.

Надійність системи теплових насосів на CO₂ вимагає ретельного вивчення, оскільки вона може демонструвати значні коливання продуктивності при зміні умов експлуатації [11]. Щоб сприяти більш широкому впровадженню технології, інформація про продуктивність та експлуатаційні характеристики системи відповідно до різних очікуваних умов експлуатації та проектування повинна бути доступною.

Висновок: Без впровадження компонентних удосконалень, таких як заміна дросельного клапана теплового насоса на ежектор, система геотермального теплового насоса на CO₂ з сонячними колекторами здатна досягти продуктивності (SPF ~ 3,5), порівнянної з аналогічними системами, які використовують комерційні робочі рідини, що працюють у субкритичному циклі стиснення пари. Це можливо завдяки вдалому поєднанню проектних та експлуатаційних характеристик.

Література

1. European Commission, "Progress on competitiveness of clean energy technologies 4 & 5 - Solar PV and Heat pumps," Brussels, Oct. 2021. Available:

[https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-10/swd2021_307_en_autre_document_travail_service_part3_v2.pdf)

[10/swd2021_307_en_autre_document_travail_service_part3_v2.pdf.](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-10/swd2021_307_en_autre_document_travail_service_part3_v2.pdf)

2. BSRIA Ltd., “BSRIA’s view on refrigerant trends in AC and Heat Pump segments,” Jan. 2020. Available: [BSRIA’s view on refrigerant trends in AC and Heat Pump segments.](#)
3. K. Onno, “Report Annex 46 HPT-AN46-04: Refrigerants for Heat Pump Water Heaters,” Heat Pump Centre c/o RISE - Research Institutes of Sweden, Boras, Dec. 2019. Available: [hpt-an46-04-task-1-refrigerants-for-heat-pump-water-heaters-1.pdf.](#)
4. United Nations, “The Kigali Amendment (2016): The amendment to the Montreal Protocol agreed by the Twenty-Eighth Meeting of the Parties (Kigali, 10-15 October 2016) | Ozone Secretariat,” Oct. 2016. Available: [The Kigali Amendment \(2016\): The amendment to the Montreal Protocol agreed by the Twenty-Eighth Meeting of the Parties \(Kigali, 10-15 October 2016\) | Ozone Secretariat](#)
5. N. Abas, A.R. Kalair, N. Khan, A. Haider, Z. Saleem, M.S. Saleem, Natural and synthetic refrigerants, global warming: A review, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 90 (Jul. 2018) 557–569, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.099>.
6. Navigant Consulting Inc., “Case Study: Transcritical Carbon Dioxide Supermarket Refrigeration Systems.” Better Buildings Alliance - U.S. Department of Energy, Jan. 2015. Available: [Microsoft Word - DRAFT Hannaford Study Report 1-22-2015 CLEAN.](#)
7. N. Lawrence, S. Elbel, Theoretical and practical comparison of two-phase ejector refrigeration cycles including First and Second Law analysis, *Int. J. Refrig.* 36 (4) (Jun. 2013) 1220–1232, <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2013.03.007>.
8. A.F.A. Elbarghthi, V. Dvořák, Evaluation of Various Ejector Profiles on CO₂ Transcritical Refrigeration System Performance, *Entropy* 24 (9) (2022), <https://doi.org/10.3390/e24091173>.
9. J. Rigola, N. Ablanque, C.D. Pérez-Segarra, A. Oliva, Numerical simulation and experimental validation of internal heat exchanger influence on CO₂ trans-critical cycle performance, *Int. J. Refrig.* 33 (4) (Jun. 2010) 664–674, <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2009.12.030>.
10. Z. Han, C. Bai, X. Ma, B. Li, H. Hu, Study on the performance of solar-assisted transcritical CO₂ heat pump system with phase change energy storage suitable for rural houses, *Sol. Energy* 174 (Nov. 2018) 45–54, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.09.001>.
11. W. Kim, J. Choi, H. Cho, Performance analysis of hybrid solar-geothermal CO₂ heat pump system for residential heating, *Renew. Energy* 50 (Feb. 2013) 596–604, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.07.020>.

15. ANALYSIS OF THE USE OF THERMAL INSULATION MATERIALS BASED ON PERLITE

¹Viktor Kovalskyi, PhD, assistant professor, ¹Pavlo Zoria, postgraduate,

²Maxim Kovalskyi, student

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia¹

Professional College of Construction, Architecture and Design of KNUCA, Vinnytsia²

An analysis of foreign and domestic experience in the use of expanded perlite in construction shows that, in addition to the traditional applications of this material known both in Ukraine and abroad, new areas have emerged and are being intensively developed that are still poorly developed [1-3].

The largest amount of expanded perlite in the world is used in moulded insulation products (about 60%) [4-6]. Cement, gypsum, bitumen and liquid glass are used as binders. Promising domestic products for moulded thermal insulation include ligno perlite, Epsom perlite, perlite-diatomite and thermoperlite [6-9].

In our country, swollen perlite is used in plasters. The use of warm perlite plasters is especially promising in rural and individual construction. The plaster is applied to brick, concrete, cinder concrete, metal mesh, wood, and can be painted or wallpapered without any additional work. It can be used to insulate both heated and unheated rooms. In the United States, for example, at least 130 thousand m³ of expanded perlite is used for this purpose.

Lightweight mortars based on expanded perlite are widely used in foreign construction. Mixed in a dry state with gypsum or cement, such compositions are mixed with water directly at the construction site and laid. They are used to fill cavities in walls, blocks, bricks, and to grout joints and crevices. This composition has the following characteristics: average density - 650 kg/m³; tensile strength - more than 1.7 H/m²; compressive strength - more than 5 H/m²; thermal conductivity - about 0.2 W/(m·K). Such a solution is most interesting in the construction of lightweight ceramic large-format bricks, the properties of which are close in their thermal parameters to the characteristics of the solution. Masonry with such mortars has no cold bridges. Coarse perlite sand with a grain size of 6 mm and a bulk density of 60-100 kg/m³ is used to insulate the walls of buildings.

Fill the cavity between the bearing and facing masonry in layers after laying 3-4 rows of bricks. Waterproofing gaskets are placed at the working breaks in the insulation. If necessary, the insulation layer can be made of any required thickness.

Swollen perlite is used for heat and sound insulation of floors. For the installation of insulated monolithic floors with asphalt or other hard surfaces, hydrophobized expanded perlite sand with a particle size of up to 6 mm and a bulk density of about 95 kg/m³ is used. Loose perlite sand is poured from bags onto the base and distributed with leveling slats so that the thickness of the sand layer exceeds the desired thickness by 20%. The minimum paving thickness is 1 cm.

One of the main advantages of perlite plasters, along with their high thermal insulation properties, is their high vapor permeability. This is a particularly important property when using plasters as coatings for aerated concrete blocks. At the same time, plasters must be sufficiently hydrophobic to protect aerated concrete from atmospheric moisture. For a protective coating on aerated concrete, it is also important to have sufficient elasticity to absorb deformations due to moisture and carbonate shrinkage without collapsing. Thanks to the use of modern polymer additives and micro-reinforcement, perlite plasters are

sufficiently vapor-permeable, hydrophobic and elastic. The adhesion values for such plasters are not less than 0.3 МПа, even with an unprimed and not wetted surface.

Conclusion: Given the potential of the perlite industry in Ukraine and the importance of energy saving, it is necessary to develop the use of perlite in building materials and dry construction mixes, but at the same time to focus on the appropriate quality of perlite.

References

1. Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція «Найновітє постиження на європейската наука - 2017», Volume 8 : Софія «Бял ГРАД-БГ» / Ковальський В.П., Варчук Р.В. Вінницький національний технічний університет, Україна / Теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі модифіковані поліпропіленовою фіброю.
2. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
3. Матеріали міжнародної інтернет-конференції Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН - 2017), 12-17 червня 2017., Вінниця, Україна / В.П. Ковальський, А.В. Бондар, Р.В. Варчук / Перспективи використання теплоізоляційних сухих будівельних сумішей на легких заповнювачах – точка доступу <http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/index.php?page=work>
4. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
5. Ковальський В. П. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Будівництво». – Випуск 10 (18). – 2014. – С. 44-47.
6. Постолатій М. О. Модифіковані теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі [Текст] / М. О. Постолатій, наук. кер. В. П. Ковальський // Матеріали XIII Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Сталий розвиток міст» (85-ї студентської науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова). – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – Ч. 1. – С. 28-30.
7. Kalafat K. Technical research and development : collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V., etc. – International Science Group. – Boston, : Primedia eLaunch 2021. – 616 p.
8. Lyubarsky, V. S., and V. P. Kovalskiy. The use of non-ferrous metallurgical waste in the manufacture of mineral binders. ВНТУ, 2022.
9. Юзькова, Є. П., В. П. Очеретний, and В. П. Ковальський. Аналіз різних видів утеплювачів по термічним та економічним показникам. ВНТУ, 2020.

VI. ТРАНСПОРТ І ЛОГІСТИКА, ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ

1. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ІНТЕГРАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ В ТРАНСПОРТНУ МЕРЕЖУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

¹Дьомін Ю.В., д.т.н., ²Дьомін Р.Ю., д.т.н.

**Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ¹
Кременчуцький сталеливарний завод, м. Кременчук ²**

За прийнятим минулого року документом «Стратегія інтеграції залізничних систем України та Молдови в ЄС» планується поетапна розбудова в Україні залізниць колії 1435 мм, яка має експлуатуватись одночасно з існуючою мережею колій 1520 мм [1]. При цьому передбачається, що система колій шириною 1435 мм буде призначена для високошвидкісних пасажирських поїздів та поїздів комбінованого транспорту, а система колії 1520 мм – для пасажирських поїздів місцевого та регіонального сполучення, а також для вантажних поїздів підвищеної маси.

Відповідно до Стратегії розбудова залізничної інфраструктури на території України має забезпечити розширення мережі Транс-європейських транспортних коридорів TEN-T. Запропоновано розширити до України та Молдови чотири коридори TEN-T: Північне море – Балтійське, Балтійське море – Адріатичне море, Рейн – Дунай і Балтійське море – Чорне море – Егейське море. Крім того, триває перегляд розширення коридорів TEN-T, щоб забезпечити відповідне сполучення як для пасажирів, так і для вантажів.

Мета дослідження полягає у означенні шляхів удосконалення техніки і технологій, що застосовуються у залізничному сполученні України з країнами ЄС.

Оскільки поетапна розбудова в Україні колійної інфраструктури за європейськими стандартами розрахована на декілька десятиліть, в умовах воєнного стану та майбутнього повоєнного відновлення вітчизняної економіки постає першочергове завдання відновлення та модернізації існуючої мережі залізниць колії 1520 мм. Одночасно мають вирішуватись питання удосконалення технічних засобів для перетину рухомим складом стикових пунктів колій 1520/1435 мм.

Дотепер міжнародні безперевантажувальні перевезення здійснюються за традиційною технологією – шляхом зміни ходових частин на пунктах переставляння вагонів (ППВ). У такий спосіб забезпечується вихід вагонів колії 1520 мм на залізниці країн ЄС. Проте через габаритні обмеження експлуатація цих вагонів на залізницях колії 1435 мм дозволяється виключно на визначених маршрутах. Крім того, гранична швидкість руху поїздів з зазначених вагонів становить 60 км/год, тоді як вантажні поїзди на залізницях країн ЄС рухаються зі швидкостями до 120 км/год. Вказані обмеження суттєво гальмують логістичні процеси у міжнародному залізничному сполученні.

Одне з технічних рішень проблеми прискорення міжнародних вантажних перевезень полягає у використанні рухомого складу залізниць колії 1435 мм («євровагонів»). За проведеними на початку 90-х років комплексними дослідженнями доведено можливість ефективної експлуатації на залізницях України поїздів складених з вагонів колії 1435 мм [2].

Для прискорення процесу зміни на ППВ ходових частин вагонів колії 1435 мм запропоновано до застосування візки типу ДК2000, які є взаємозамінними з візками західноєвропейського типу. У подальшому у якості змінних візків колії 1520 мм рекомендуються до застосування швидкісні візки з серії «дружніх до колії» [3].

Останніми роками увагу дослідників у галузі транспортного сполучення між країнами, залізниці яких відрізняються за устроєм та конструкцією колій, привертають системи автоматичного переходу рухомим складом з колії однієї ширини на іншу під загальною назвою Automatic Gauge Changeover Systems (AGCS). Системи AGCS покликані вирішувати проблеми, пов'язані з залізничними перевезеннями коліями різного стандарту. У порівнянні з іншими способами ці системи легше адаптуються до змін потоків перевезень і менш шкідливі для навколишнього середовища. Відносно перспектив розгортання технологій AGCS в Україні слід звернутися до досвіду Іспанії, де мережа залізниць так званої іберійської колії шириною 1668 мм, завдяки застосуванню систем TALGO і CAF, органічно поєднується зі швидкісними лініями колії 1435 мм.

За Дорожньою картою надання підтримки реалізації плану Директиви про експлуатаційну сумісність залізничної системи ключовим технічним питанням, яке все ще залишається відкритим, є наступне: чи почне Україна врешті-решт використовувати систему автоматичної зміни ширини колії, знімаючи реальне обмеження експлуатаційної сумісності, чи залишиться у діючій схемі перевантаження вантажів і пересадки пасажирів на кордоні з Євросоюзом?

Для подальшого розвитку безперевантажувальних перевезень за напрямками Україна – ЄС необхідним стає запровадження вагонів типу «Схід-Захід», тобто вагонів, які одночасно мали б допуск до експлуатації як на вітчизняних залізницях, так і на залізницях колії 1435 мм. Для цього такі вагони окрім габаритних розмірів повинні відповідати вимогам до комбінованих зчіпних приладів і поглинальних апаратів та до гальмівних систем, адаптованих для роботи на залізницях різних стандартів. Завдяки напрацювань щодо створення вагонів типу «Схід-Захід», нині можна стверджувати, що кожна з зазначених технічних проблем має своє відповідне вирішення [2].

Для переходу вагонами вказаного типу пунктів стику залізниць різних стандартів можливо застосування як технології зміни візків, так і систем AGCS. У першому випадку доречно використання візків колії 1520 мм взаємозамінних з візками колії 1435 мм. Застосування технології AGCS доцільне у випадку міжнародних перевезень небезпечних та цінних вантажів. У порівнянні з переставлянням вагонів застосування технології AGCS прискорить перехід рухомого складу з колії однієї ширини на іншу щонайменше у 40 разів [4].

Подальший розвиток техніки і технологій безперевантажувальних перевезень вбачається у розробленні проєктів за наступними завданнями: удосконалення засобів ППВ за рахунок оновлення парку змінних ходових частин; застосування «дружніх до колії» вагонних візків нової генерації для швидкісних перевезень вантажів, у тому числі «євровагонами»; формування парку вагонів типу «Схід-Захід».

Література

1. A strategy for the EU integration of the Ukrainian and Moldovan rail systems. JASPERS Team, 2023. 160 p. URL: https://transport.ec.europa.eu/system/files/2023-07/Integration_of_the_UAMD_railway_system_into_the_EU_transport_system.pdf.
2. Науково-технічні основи створення залізничного рухомого складу типу «Схід-Захід»: монографія / Р. Ю. Дьомін, Ю. В. Дьомін, Г. Ю. Черняк, А. В. Мостович. – Київ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2024. – 380 с. URL: [https://doi.org/10.33216/MonographSNU\(978-617-8011-80-2\)-2024-380](https://doi.org/10.33216/MonographSNU(978-617-8011-80-2)-2024-380)
3. Дьомін Р.Ю. Візок для вагонів швидкісних контейнерних та контрейлерних поїздів / Р.Ю. Дьомін, Ю.В. Дьомін // Залізничний трансп. України. – 2024. - № 2. – С. 4-15.
4. Tulecki A. Przyszlosciowe technologie przewozowe w korytarzach transportowych Europa-Azja // Konferencja Miedzynarodowa “Multimodalne Korytarze Transportowe Europa-Azja”. – Poznań, 1997. – pp. 45-58.

2. ФОРМУВАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ В ЗАДАЧАХ МАРШРУТИЗАЦІЇ

¹Кічкіна О.І. к.т.н., доц., ²Кічкін О.В. ст. викл.

Одеський національний морський університет, м. Одеса ¹

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ ²

В національній транспортній стратегії України на період до 2030 року зазначено що підвищення ефективності та якості надання транспортних послуг дасть змогу покращити його конкурентоспроможність [1]. Моделювання маршрутів як одне з важливих і серйозних завдань управління на транспорті вимагає переосмислення методів і підходів до вирішення, а також застосування новітніх досягнень у галузі інформаційних технологій.

Сучасний підхід до завдання моделювання маршрутів передбачає:

- Інтелектуалізацію алгоритмів розв'язання та широке застосування евристичних методів;
- Ускладнення задачі шляхом переходу від класичної схеми однокритеріальної оптимізації до затребуваного методу векторної (багатокритеріальної) оптимізації рішення;
- Застосування сучасних комп'ютерних засобів та засобів зв'язку для вирішення проблем керування на транспорті в режимі реального часу.

Завдання, які вирішуються на транспорті, часто відрізняються підвищеною складністю і є так званими NP-складними задачами (завдання з нелінійною поліноміальною оцінкою числа ітерацій рішень). У зв'язку з цим традиційні методи розв'язання завдань, які добре зарекомендували себе, тут виявляються безсилими – дається взнаки підвищена вимогливість до машинних ресурсів при реалізації таких алгоритмів.

Для формування критерію оптимальності розв'язання задач маршрутизації, в першу чергу, використовуються найпростіші кількісні характеристики перевізного процесу:

- Об'ємно-масові характеристики запланованого до перевезення вантажу;
- Гранична кількість транспортних засобів, що використовуються;
- Запланована сумарна транспортна робота;
- Сумарний пробіг автомобілів;
- Сумарна тривалість роботи та ін.

Раніше ці показники утворювали найпростіші критеріальні функції, як найбільш часто використовувалися:

- Максимізація кількості перевезеного вантажу;
- Мінімізація числа транспортних засобів, що використовуються, для виконання заданого обсягу перевезень;
- Мінімізація сумарних транспортних витрат;
- Мінімізація часу перевезення;
- Мінімізація загального пробігу та ін.

На сучасному етапі перед транспортними підприємствами та підрозділами стоїть завдання формування багатокритеріальних функцій оптимізації на основі описаних вище однокритеріальних функцій. З цією метою проводиться оцінка взаємної

близькості критеріїв та їх порівняння для одержання параметрів цих функцій. Постановка оптимізаційних завдань транспортного планування з кількома критеріями оптимізації (багатокритеріальних завдань чи задач векторної оптимізації) – це наслідок виникнення ринку транспортних послуг та природне прагнення транспортних підприємств задовольнити інтереси всіх суб'єктів транспортного бізнесу, а не лише вантажоодержувачів чи відправників вантажу, тобто знайти рішення- консенсус в умовах багатовекторності.

Існує безліч методів вирішення багатокритеріальних задач. Одним з найпоширених є метод згортання критеріїв, а саме - метод адитивної оптимізації; з визначенням адитивного критерію оптимальності. Сутність якого в тому, що вагові коефіцієнти визначають міру переваги j -го критерію в порівнянні з іншими критеріями в кількісній формі. Тобто, коефіцієнти λ_j визначають ступінь важливості j -го критерію оптимальності. При цьому більш важливому критерію приписується більша вага, а сума коефіцієнтів, яка ототожнює загальну важливість усіх критеріїв має дорівнювати одиниці.

Однак при визначенні значень цих коефіцієнтів може виникнути ситуація, в якій вагомість певних коефіцієнтів для різних суб'єктів транспортного процесу не є однаковою.

Тому з метою встановлення узагальнених критеріїв, що характеризують стан транспортного процесу та, також, при вирішенні транспортних завдань у кількісній формі, необхідне послідовне застосування безрозмірних величин, тобто, критеріїв подібності та відносних змінних. [2]. Сутність такого методу зводиться до того, що велика кількість вихідних (натуральних) змінних об'єднується в значно менше число безрозмірних (комплексів), які називаються критеріями подібності.

Тоді функція має вид:

$$Y = f(x_1 \dots x_n; r_1 \dots r_m; \Pi_1 \dots \Pi_k)$$

де x_l – незалежна змінна;

r_l - критерії комплексного типу;

Π_l - критерії параметричного типу.

При цьому вирішення задачі подається у формі рівнянь в безрозмірних величинах, якими шукані відносні змінні визначаються як однозначні функції незалежних відносних змінних, і критеріїв подібності, що відіграють роль постійних параметрів.

Наведений вище підхід дає можливість формалізації моделей саме багатокритеріального типу, що формально-математично важко і неоднозначно формуються. Особливу роль цей підхід має для створення імітаційних моделей транспортних систем у парадигмі системної динаміки.

Література

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. Електрон. ресурс. Доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>
2. Кічка О.І. Вибір схем транспортування вантажів на підставі енергоекономічного аналізу/ Транспорт і логістика: проблеми та рішення:

Збірник наукових праць за матеріалами VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Сєвєродонецьк – Одеса – Вільнюс – Київ, 22-24 травня 2019 р. /Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Одеський національний морський університет – Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2019. с.18-19 DOI: 10.30888/978-617-7414-66-6.0

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ФЛЕКСИТАНКІВ В ПРОЦЕСІ ПОСТАЧАННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ НА ПРИКЛАДІ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ КОМПАНІЇ ТОВ «ПОРТА МАРІС ЛОДЖИСТІКС»

**Кічка О.І., к.т.н., доц., Токар Ю.О., студ. магістр
Одеський національний морський університет, м. Одеса**

Сучасна економіка вимагає від підприємств нових підходів до організації логістичних процесів, що включають в себе не лише оптимізацію витрат, а й забезпечення високої якості обслуговування. У контексті глобалізації та зростаючої конкуренції, ефективне управління ланцюгами постачання стає ключовим фактором успіху в багатьох галузях. Однією з таких галузей є агропромисловість, де соняшникова олія займає важливе місце на міжнародному ринку.

Перевезення соняшникової олії — це складний процес, що потребує врахування специфіки даного продукту, його вимог до зберігання і транспортування, а також забезпечення безпеки і якості.

Сучасні умови глобалізації та інтенсифікації міжнародної торгівлі вимагають від логістичних компаній постійного вдосконалення методів та засобів транспортування вантажів. Однією з інновацій, що набуває популярності в цій сфері, є флекситанки — гнучкі контейнери, які забезпечують ефективно та безпечно перевезення наливних вантажів. Дослідження показують, що використання флекситанків не лише оптимізує витрати, а й підвищує екологічність логістичних процесів. У цьому контексті флекситанки виступають інноваційним рішенням, яке дозволяє оптимізувати логістичні процеси. Флекситанки, завдяки своїй гнучкій конструкції, здатні зберігати і транспортувати великі обсяги рідин, що робить їх ідеальним вибором для перевезення соняшникової олії.

Дослідження спрямоване на обґрунтування використання флекситанків у процесі постачання наливних вантажів на прикладі транспортно-експедиторської компанії ТОВ «Порта Маріс Лоджистікс». Компанія, що активно працює на ринку логістичних послуг, має всі можливості для впровадження нових технологій, які можуть значно підвищити ефективність її діяльності. "Порта Маріс Лоджистікс" — це компанія, що спеціалізується на наданні логістичних послуг, зокрема в морському, автомобільному та залізничному транспортуванні. Вона займається перевезеннями вантажів, а також пропонує послуги з обробки та зберігання товарів.

Значний відсоток в вантажній структурі перевезень компанії займає олія. В рамках дослідження було проаналізовано поточний стан використання флекситанків у логістиці, розглянуто їх переваги та недоліки, а також вивчено практичний досвід компанії «Порта Маріс Лоджистікс» у цій сфері.

Перевезення олії у флекситанках має ряд переваг порівняно з іншими методами завантаження в контейнери. По-перше, використання флекситанку дозволяє завантажувати ємність за допомогою одного підключення насоса до клапана, що економить час і працездатність під час процесу завантаження. Відповідно, розтарювання також стає простішим, що сприяє зменшенню втрат вантажу. Найчастіше повністю злити будь-яку тару практично неможливо. Оскільки використовується лише одна ємність, втрати зменшуються. Використання флекситанку дозволяє збільшити норму навантаження контейнера на 40%. Одним з

головних факторів є також безповоротність обладнання. Флексітанк використовується один раз, і його вартість значно нижча, ніж у випадку використання бочок або ISO контейнерів.

Дослідження має на меті не лише підвищення ефективності постачання наливних вантажів, але й розвиток рекомендацій щодо оптимізації логістичних процесів компанії.

Однією з задач, яку при цьому необхідно вирішити – це кількість флексітанків різної форми власності, якими в певний час доцільно оперувати транспортно-експедиторській компанії ТОВ «Порта Маріс Лоджистікс».

Для вирішення цієї задачі пропонується використати гнучку модель прогнозування необхідної кількості флексітанків різної форми власності: власні компанії, власні клієнта або орендовані. Запропонована модель враховує нечіткість вхідної інформації і може в короткий термін адаптуватися в мінливих умовах. Було застосовано методи теорії нечітких множин та нечіткої логіки. Метод втілено в модель продукційного типу. Така модель враховує нечіткість вхідної інформації та вплив людини на прийняття раціонального рішення. Модель має вигляд нечіткого функціонального графа. При цьому всі нечіткі змінні є лінгвістичними. Була створена база правил нечіткого логічного виводу, які складають основу бази знань прогнозування потреби у флексітанках різної форми власності в певні періоди.

Для реалізації системи прогнозування кількості флексітанків різної форми власності необхідно створення та калібровка зазначеної моделі логічного виводу. Для цього використовувалось Matlab Fuzzy Logic Toolbox, за допомогою якого можна точно і швидко побудувати систему правил логічного виводу для моделі прогнозування необхідної кількості флексітанків різної форми власності.

Висновки. Таким чином, дослідження дозволило визначити ефективні засоби постачання олії, обґрунтувати ефективність та доцільність застосування флексітанків в процесі перевезення олії, надати можливість компанії прогнозувати необхідну кількість флексітанків різної форми власності на базі використання моделі нечіткої логіки.

4. EXPERIENCE IN THE USE OF INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES IN ORGANISING CONTAINER TRANSPORTATION AT THE PORT OF ANTWERP

Rozhko K.Y. Bachelor Student

Kichkina O.I. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Port Operation and Cargo Handling Technology
Odesa National Maritime University

Currently, the efficiency of supply chains significantly depends on the quality of information support for the transportation process. Modern information technologies in transport must provide the ability for quick placement and search of transportation orders, pricing, history of completed shipments, enable the exchange of electronic data among participants in the transportation process, and solve tasks related to accounting, analysis, and optimization of the transportation process.

The aim of this work is to study the functionality and experience of using information technologies to enhance the efficiency of container transportation organization in the port of Antwerp. One of the priorities for the development of the transport sector is the introduction and use of modern information technologies and electronic document flow in the transportation process.

Recent trends in the digitalization of economic activities and new developments in the fields of artificial intelligence, the Internet of Things, automation, and cloud technologies are becoming increasingly important for transport in terms of optimizing existing processes, creating new business opportunities, and transforming supply chains and trade geography. In this context, the work examines the functionality and practices of using modern information systems (IS) to improve the efficiency of container transportation organization in the port of Antwerp.

Currently, the organization of container shipments through the port of Antwerp usually involves the services of shipping lines, as this is typically the simplest way to find the optimal option for transportation by sea in terms of price and transit time.

In turn, shipping lines utilize their own websites to optimize processes for booking spaces on vessels, selecting ship routes for specific ports for particular types of cargo in specific types of container equipment, providing/attaching necessary instructions and declarations, obtaining all required documents from the carrier (shipping line), tracking cargo throughout the transportation journey, and more.

Location details

From (City, Country/Region)

To (City, Country/Region)

Inland transportation ⓘ

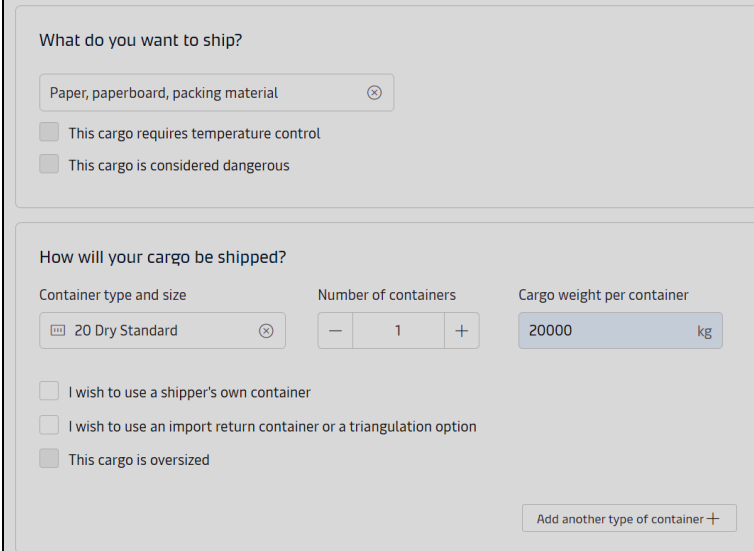
CY I will arrange to deliver the container to the port/inland location

SD I want Maersk to pick up the container at my facility

I want to pick-up the empty container(s) in another city (charges may apply) ⓘ

Picture 1. Screen of choosing route via Maersk system

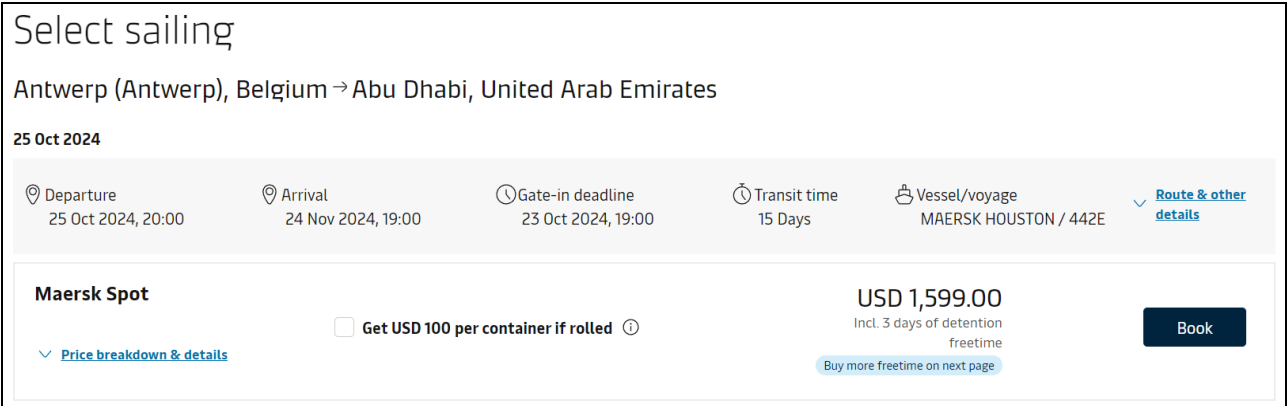
The work examines a booking system using the example of Maersk [1]. For this, we select a direction (route) for transportation (see pic. 1), as well as details of the cargo and the type of container equipment (see pic. 2).



The screenshot shows a web form titled "What do you want to ship?" and "How will your cargo be shipped?". Under "What do you want to ship?", there is a dropdown menu with "Paper, paperboard, packing material" selected, and two checkboxes: "This cargo requires temperature control" and "This cargo is considered dangerous", both of which are unchecked. Under "How will your cargo be shipped?", there are three sections: "Container type and size" with a dropdown menu showing "20 Dry Standard", "Number of containers" with a numeric input field set to "1", and "Cargo weight per container" with a numeric input field set to "20000" and a unit dropdown set to "kg". There are also three checkboxes: "I wish to use a shipper's own container", "I wish to use an import return container or a triangulation option", and "This cargo is oversized", all of which are unchecked. At the bottom right, there is a button that says "Add another type of container +".

Picture 2. Screen of choosing commodity and container type via Maersk system

Results of the research based on the criteria mentioned above have been obtained (see pic. 3). From the options available, one can choose the optimal sailing for this cargo and confirm the booking. The next step is for the shipping line to provide all necessary information for delivering the loaded container to the required terminal from which the vessel will be loaded, as well as the deadlines for this task. After receiving all the necessary information to form the bill of lading, the line accepts the container with the cargo and carries out all operations related to THC, administrative services in the port, and the actual transportation to the port of destination.



The screenshot shows a web page titled "Select sailing" for the route "Antwerp (Antwerp), Belgium → Abu Dhabi, United Arab Emirates" on "25 Oct 2024". It displays a table of sailing details:

Departure	Arrival	Gate-in deadline	Transit time	Vessel/voyage	Route & other details
25 Oct 2024, 20:00	24 Nov 2024, 19:00	23 Oct 2024, 19:00	15 Days	MAERSK HOUSTON / 442E	Route & other details

Below the table, it shows "Maersk Spot" pricing: "USD 1,599.00" (Incl. 3 days of detention freetime). There is a checkbox "Get USD 100 per container if rolled" which is unchecked. A "Book" button is visible on the right. There are also links for "Price breakdown & details" and "Buy more freetime on next page".

Picture 3. Result of searching sailings via Maersk system

Customs clearance at the port of Antwerp has also been separately examined in this research. To reduce the documentation chain and optimize the process of quickly providing customs documents to all participants in the transportation, an official system called C-Point for electronic registration of declarations was recently approved [2].

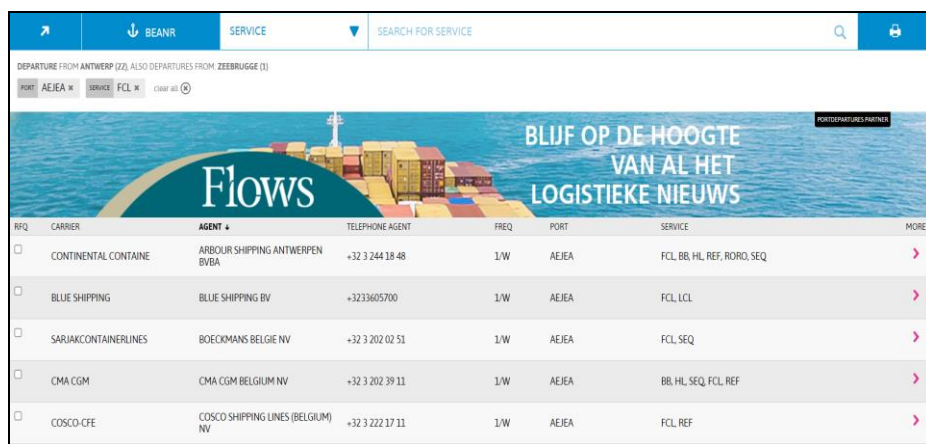
Thus, when customs approve and issues the customs declaration, the agent/forwarder uploads this document in electronic format into the C-Point system (see pic. 4). For this purpose, a copy of the document is uploaded, as well as the container number, vessel name, document number, and terminal name from which the container will be loaded onto the specified vessel. Since all carriers, shipping lines, customs agents, and forwarders in Belgium have access to the C-Point system, the need for additional paperwork between all participants in the supply chain disappears.



Picture 4. Screen of uploaded document to C-Point system

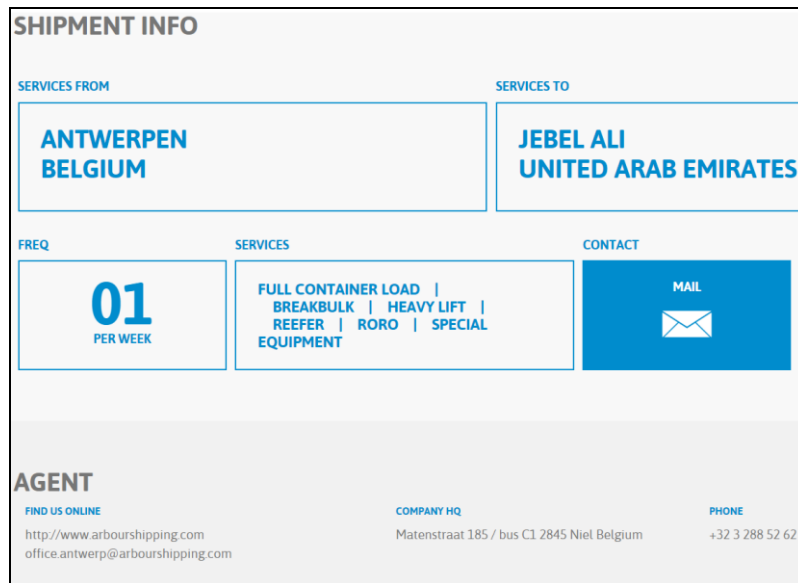
The work also examines tramp shipping companies through which container transportation can also be organized, using the Portmedia system – Port Departures [3]. This website provides the opportunity to find shipping companies that can offer tramp transportation services for specific types of cargo along certain routes. In addition to container cargo (or other general cargo), companies providing breakbulk, ro-ro, and other services can be found. Carriers (shipping companies) have the option to add their services according to specific criteria to the main list of this system, enabling agents and forwarders to easily find partners for the quick organization of cargo delivery.


An example of the route Antwerp – Jebel Ali is considered. On the website, the port of receipt and the FCL (full container load) service were selected. As a result, a list of companies that can provide service according to our criteria was obtained (see pic. 5).



Picture 5. Results of searching companies in Portmedia system

Detailed contact information for each carrier can be found for further discussion of cooperation (see pic. 6).



SHIPMENT INFO		
SERVICES FROM	SERVICES TO	
ANTWERPEN BELGIUM	JEBEL ALI UNITED ARAB EMIRATES	
FREQ	SERVICES	CONTACT
01 PER WEEK	FULL CONTAINER LOAD BREAKBULK HEAVY LIFT REEFER RORO SPECIAL EQUIPMENT	MAIL 
AGENT		
FIND US ONLINE http://www.arbourshipping.com office.antwerp@arbourshipping.com	COMPANY HQ Matenstraat 185 / bus C1 2845 Niel Belgium	PHONE +32 3 288 52 62

Picture 6. Company`s details in Portmedia system

Conclusion. The information support for the operations of a transport and forwarding company regarding the organization of container transportation at the port of Antwerp (Belgium) has been studied. In conclusion, it can be noted that information systems and technologies in organizing container transportation at the port of Antwerp are of significant importance, allowing for the selection of carriers and the best routes using real-time information. The study identifies and substantiates that the effectiveness of supply chains depends on the quality of information support, including the rapid placement of orders and the exchange of electronic data.

Literature

1. Maersk <https://www.maersk.com>
2. C-Point <https://www.portofantwerpbruges.com/en>
3. Portmedia <https://tools.promedia.be>

5. DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE DELIVERY OF METAL PRODUCTS FROM CHINA TO EUROPEAN COUNTRIES

Sepliarska I.D., Master's Degree Student
Kichkina O.I., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Port Operation and Cargo Handling Technology
Odesa National Maritime University

Given the economic changes due to the war in Ukraine, transport and forwarding companies are redirecting their focus to organize metal product deliveries to other countries. This necessitates the development of new methodological solutions to optimize transportation processes, taking into account new economic realities, increased uncertainty, and potential risks. Paying attention to this topic will help companies remain competitive by maintaining supply stability and meeting market demands amid rapidly changing conditions.

With the advancement of the global economy and market integration, metal product supplies have become a key element of international trade. China plays an especially important role in this process, as it is one of the largest metal exporters in the world. Considering the significance of these supplies for industry and the economy, analyzing their dynamics is critically important for understanding global economic trends and ensuring the stable development of interdependent markets.

Metal supply from China to Europe is typically conducted via several primary methods. Maritime transport is the most common method for large volumes and heavy loads, including metals. Containers with metal products are loaded onto cargo ships that traverse the Pacific and Indian Oceans through the Suez Canal, reaching European ports such as Hamburg and Antwerp. This method is economically efficient for transporting large volumes over long distances. Additionally, the rail link between China and Europe, also known as the "New Silk Road," is gaining popularity due to the relatively fast delivery time of approximately 15-20 days. Trains transport metal products through Central Asia to European countries, offering a cost-effective compromise between speed and cost.

Analyzing the dynamics of metal product supply from China to European countries is important for several reasons:

The first reason considered is the economic impact. China is one of the largest suppliers of metals in the world, and changes in supply volumes can significantly affect the economies of European countries, especially those industries that rely on metal imports.

The second reason is supply chains. Metals are critically important for many industries, including the automotive, construction, and technology sectors. Analyzing supplies allows companies to better plan their production processes and manage risks associated with deliveries.

The third reason involves environmental impacts, as tracking supplies is also crucial for assessing their ecological footprint.

In 2023, Germany imported a wide range of iron and steel products from China, with a particular focus on bars and rods, as well as ferro-alloys, amounting to over \$254 million and \$88.70 million respectively. A significant portion of imports also included flat-rolled products and wire, highlighting Germany's reliance on Chinese industry to meet its needs

for these materials. This underscores the importance of China as a crucial supplier of raw materials for the German manufacturing sector.

Table 1 - Import of Iron and Steel Products from China to Germany in 2023

Germany Imports from China of Iron and steel	Value	Year
Other Bars and Rods, Angles, Shapes, Sections, of Other Alloy Steel	\$254.04M	2023
Other Bars and Rods of Iron or Non-alloy Steel, Forged, Hot-rolled	\$89.84M	2023
Ferro-alloys	\$88.70M	2023
Flat-rolled Products of Iron/Non-alloy Steel, Clad, Plated or Coated	\$69.79M	2023
Granules and Powders, of Pig Iron, Spiegeleisen, Iron or Steel	\$49.12M	2023
Wire of Iron or Non-alloy Steel	\$35.31M	2023
Wire of stainless steel	\$29.40M	2023
Flat-rolled Products of Iron/Non-alloy Steel, Less 600mm Width, Not Clad	\$23.95M	2023
Flat-roll stainless steel products, not under 600mm wide	\$16.58M	2023
Iron and Non-ally Steel in Ingots/Other Primary Forms	\$16.07M	2023

Table 2 - Import of Iron and Steel Products from China to Belgium in 2023

Belgium Imports from China of Iron and steel	Value	Year
Flat-rolled Products of Iron/Non-alloy Steel, Clad, Plated or Coated	\$68.53M	2023
Other Bars and Rods, Angles, Shapes, Sections, of Other Alloy Steel	\$50.30M	2023
Other Bars and Rods of Iron or Non-alloy Steel, Forged, Hot-rolled	\$30.43M	2023
Semi-finished Products of Iron/Non-alloy Steel	\$10.39M	2023
Other Bars and Rods of Iron or Non-alloy Steel	\$9.45M	2023
Other Alloy Steel in Ingots; Semi-finished Products	\$9.30M	2023
Ferro-alloys	\$7.58M	2023
Wire of Iron or Non-alloy Steel	\$4.92M	2023
Wire of stainless steel	\$3.87M	2023
Angles, Shapes and Sections of Iron or Non-alloy Steel	\$2.18M	2023

In 2023, Belgium imported a variety of iron and steel products from China, notably flat-rolled products of iron or non-alloy steel amounting to \$68.53 million, which is the largest import category. Other significant metal imports included bars and rods of alloy and non-alloy steel, accounting for \$50.30 million and \$30.43 million respectively. These figures highlight the importance of Chinese exports to the Belgian steel market, fulfilling a substantial portion of the Belgian industry's needs for basic metal materials.

With data on the import of iron and steel products from China to Germany and Belgium in 2023, several observations can be made:

In 2023, Germany imported a significant amount of iron and steel products from China, notably bars and rods of alloy steel, which were the largest import category at \$254.04 million. There were also substantial imports of ferro-alloys and flat-rolled products. Germany shows a significant reliance on various types of steel products, including alloy

steels and specialized ferro-alloys, indicating a high diversification of steel product needs across different industrial sectors. Belgium, while having a broad range of imported steel products, shows smaller volumes in all categories compared to Germany, which may indicate lower overall demand or the use of alternative supply sources. For Belgium, the largest share of imports in 2023 was flat-rolled iron or non-alloy steel at \$68.53 million, followed by alloy steel bars and rods at \$50.30 million. Both countries significantly import flat-rolled products and rods; however, Germany does so in much larger volumes. This is likely driven by the German manufacturing sector's greater need for industrial materials. Overall, Germany appears to have a larger and more diversified import of iron and steel from China than Belgium, which aligns with Germany's extensive and varied industrial needs. Belgium, while importing similar products, does so in smaller quantities, possibly due to alternative sources or lower overall demand.

The selection of a supply route for metal products from China to Europe is a critical step in ensuring effective and reliable logistics. The study considered alternative supply routes using network planning methods to determine the best option:

For deliveries to Germany, two alternative routes were evaluated.

The first route involves transporting cargo from the port of Shenzhen to the port of Hamburg, followed by road transport to the final recipient. This path provides direct maritime delivery to one of Germany's key ports, offering a convenient point for further distribution within the domestic market. However, port congestion and road traffic in Hamburg can affect delivery speed.

The second route includes transporting metal products from the port of Shenzhen to the port of Bremen, then transferring them onto a barge to Hamburg, and from there by road transport to the recipient. While transportation through Bremen can ease the load on major ports and provide some flexibility, the additional barge transfer prolongs the supply chain and incurs extra costs. This can lead to an increase in the overall delivery cost and potential delays. Therefore, although this route has certain advantages, the additional barge stage makes it less optimal compared to the first route.

The first route, which goes from the port of Shenzhen directly to the port of Hamburg followed by road transport, is more optimal due to its straightforward and less complex supply chain, allowing avoidance of the extra costs and delays associated with barge use in the second route.

For deliveries to Belgium, two alternative routes were also considered.

The first route leads from the port of Shenzhen to the port of Antwerp, where cargo is then delivered by road transport to the final recipient. Antwerp is one of the largest European logistics centers with well-developed infrastructure, which facilitates quick and efficient cargo handling. This can reduce delays and increase delivery flexibility.

The second route involves transportation from the port of Shenzhen to the port of Zeebrugge, followed by road transport to the recipient in Antwerp. While this route offers convenience for deliveries ending in Antwerp, it may be less attractive due to potential traffic congestion and costs associated with road transport within Belgium.

The first route, which involves delivery from the port of Shenzhen to the port of Antwerp followed by road transport, is more optimal due to its access to a major logistics hub with developed infrastructure, minimizing delays and costs. This is in contrast to the second route through Zeebrugge, which could incur additional road transport expenses.

Conclusion. We can conclude that in changing conditions influenced by various circumstances, it is advisable to use network planning methods to select alternative routes for organizing metal product deliveries to other countries. Analyzing the proposed routes, it has been concluded that for exports from China to Germany, the first route from the port of Shenzhen to the port of Hamburg is more optimal due to its simple and fast supply chain, avoiding the costs and delays of barge transport. For imports to Belgium, the first route from the port of Shenzhen to the port of Antwerp is more optimal due to the developed logistics infrastructure, which reduces delays and costs compared to the route through Zeebrugge.

6. ПАРАДИГМИ ЛОГІСТИКИ В СОЦІОЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ

**Сумець О.М. д.е.н., доц.
проф. каф. менеджменту,
Харківський інститут ПрАТ ВНЗ «МАУП», м. Харків,
проф. каф. управлінських технологій,
університет економіки і права «КРОК», м. Київ,
ст. н. с. Національного університету «Києво-Могилянська академія», м. Київ**

Парадигма у загальному її розумінні описує сукупність філософських, загальнотеоретичних основ науки; це система понять і уявлень, які властиві певному періодові розвитку науки ... [1]. То ж з огляду на наведене визначення, парадигму логістики ми можемо визначити як сукупність фундаментальних знань про логістику, що сформувалася упродовж певного проміжку часу.

Грунтовно розглянувши етапи розвитку логістики [1, с. 17-23], слід виділити один із чинників, що має суттєвий вплив на формування парадигми логістики – це сам хід процесу її еволюції: з розвитком логістики у часовому спектрі постійно змінювалось її розуміння і, як наслідок, формувалося знання про неї.

У міру розповсюдження знань про управління і запаси, сучасні процеси транспортування вантажів і систем складування, можливості інформаційних технологій, а також нагромадження досвіду передових компаній, парадигма логістики здобуває визнання її застосування як у теорії, так і в методології. А головне, що парадигма логістики сприймається як підґрунтя застосування її в практичній діяльності різних організацій. Парадигма надає можливість стверджувати, що логістика є одним із ключових складників науки управління. А тому всі базові принципи, функції та методи загального менеджменту є прийнятними для логістики і можуть бути застосовані для управління логістичними процесами і відповідними системами, тобто логістика і менеджмент співвідносяться як категорії пізнання «загальне» і «часткове». А якщо це так, то треба, напевно, знайти таке парадигмальне визначення терміна «логістика», що має бути покладене в основу формування теоретичних засад логістики. З огляду на це, та базуючись на результатах застосування порівняльно-історичного методу наукового дослідження, логістику слід сприймати як науку про раціональну організацію матеріальних, інформаційних та фінансових потоків і ефективне управління ними в економічних адаптивних системах із синергічними зв'язками на основі гармонізації інтересів суб'єктів господарської діяльності за рахунок формування міжфункціональних і міжсистемних зв'язків.

Грунтовний аналіз етапів розвитку логістики, надає можливість виділити послідовну зміну трьох її парадигм – функціональної, ресурсної, інноваційної. Існування вказаних парадигм у хронологічному аспекті та параметри їх ідентифікації наведено в табл. 1.

Для більш повного розуміння в таблиці розглянуті характеристики ідентифікації парадигм. На думку автора, до таких віднесено:

- етапи розвитку логістики, починаючи з 1900 року;
- назва парадигми;
- рівень ключових компетенцій;
- основні види діяльності;
- форма логістичної організації;

- вид інтеграції;
- формат інтеграції;
- мета логістики;
- рівень інтеграції;
- суб'єкти гармонізації стосунків (розв'язання конфліктів).

Таблиця 1. Парадигми логістики в соціоекономічних системах

Характеристики ідентифікації парадигм	Опис характеристик ідентифікації парадигм			
Етапи розвитку логістики	третій: 1900 р. – середина ХХ ст.	четвертий: 1950 – 1980 рр.	п'ятий: 80-ті рр. ХХ ст. – 2015 р.	шостий: 2015 р. – по теперішній час
Назва парадигми	Функціональна	Ресурсна	Інноваційна	
Рівень ключових компетенцій	Операційний	Функціональний та міжфункціональний	Загальнофірмовий та міжфірмовий	
Основні види діяльності	Переважно операційні	Операційні, процесні. Міжфункціональна логістична координація	Загально-організаційна та міжорганізаційна координація	
Форма логістичної організації	Компанії з власною логістичною інфраструктурою	Власна логістична інфраструктура та використання аутсорсингу	Значне використання аутсорсингу, формування логістичних утворень	
Вид інтеграції	Інфраструктурна	Інфраструктурна, організаційна	Фізична, організаційна й інформаційна	
Формат інтеграції	Окремий структурний підрозділ фірми	Окремі структурні підрозділи, об'єднані спільними завданнями	Загальнофірмова та міжфірмова	
Мета логістики	Локальна оптимізація витрат	Системна оптимізація витрат і підвищення дохідності активів	Оптимізація доданої вартості в логістичних утвореннях	
Рівень інтеграції	Низький	Середній	Високий	
Суб'єкти гармонізації стосунків (розв'язання конфліктів)	Топ-менеджери компаній	Спеціальні підрозділи логістики компаній	Міжфірмові організаційні структури стратегічного партнерства	

Джерело: складено автором за результатами узагальнення джерел [3, с. 76; 4, с. 6–18; 5, с. 35–44; 6, с. 12–19; 6, с. 197–198; 7, с. 23–25].

То ж у висновку можна сформулювати основні характеристичні моменти становлення парадигми логістики у спектрі її історичного розвитку.

Розвиток функціональної парадигми привів до започаткування одного із простих підходів до логістичного процесу – це виконання конкретної функції стосовно до визначеного виду матеріального потоку. По суті цю парадигму можна вважати проявом фрагментарної логістики нахшталт того, що із планованого логістичного процесу

«виринається» певний фрагмент (операція чи конкретна їхня сукупність) для дальшого його дослідження. Функціональна парадигма у свій час мала певну доцільність. Її розвиток надав змогу фахівцям відпрацювати на досить високому рівні технології виконання окремих операцій і функцій, що згодом стало платформою для застосування широкої їхньої інтеграції у межах усього логістичного процесу, який реалізується в логістичних системах різного рівня.

Ресурсна парадигма логістики була в основному зорієнтована на оптимізацію використання ресурсів в соціоекономічних системах для забезпечення належного ефекту в процесі їхнього функціонування. Саме завдяки використанню цієї парадигми фахівці розробили достатню кількість логістичних технологій, спрямованих на економію різних ресурсів у процесі виконання логістичних активностей і отримання логістичного продукту (продукції чи послуги) відповідно до вимог споживачів.

Сутність сучасної інноваційної парадигми логістики, яка нині прийнята за основу розробки і реалізації логістичних стратегій в діяльності підприємств, фірм і компаній, полягає у розгляді логістичного продукту як єдиного цілого вздовж усього ланцюга поставок. «Ця парадигма відображає нове розуміння бізнесу, коли окремі фірми й організації розглядаються як логістичні утворення (елементи) загального ланцюга поставок і які прямо або опосередковано залучені до єдиного інтегрального процесу управління матеріальними та інформаційними потоками для найбільш повного і якісного задоволення споживачів відповідно до специфіки їхніх потреб» [3, с. 77]. До вказаного варто додати, що інноваційна парадигма у межах сьогодення надає нам розуміння того, що логістика за останні роки значно інтелектуалізована SMART-продуктами. Відповідно з результатами дослідження [8] такими SMART-продуктами є: Інтернет речей, роботизація та кіберсистеми, штучний інтелект, великі дані, безпаперові технології, адитивні технології (3D-друк), хмарні та туманні обчислення, безпілотні та мобільні технології, біометричні технології, квантові технології, технології ідентифікації, блокчейн.

У висновку слід зазначити: парадигма логістики є рухливою формою, яка відображає інтенсивний шлях розвитку логістики, отримання людством нових знань для ефективного і результативного управління діяльністю організацій різної галузевої належності.

Література

1. Учасники проєктів Вікімедіа. Парадигма (значення) – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Парадигма_\(значення\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Парадигма_(значення)) (дата звернення: 24.10.2024).
2. Сумець О.М. Логістика: теорія, ситуації, практичні завдання : навч. посіб. ; 2-е вид., доп. Київ : «Хай-Тек Прес», 2011. 344 с.
3. Алькема В.Г. Система економічної безпеки логістичних утворень : монографія. Київ : Ун-т економіки та права «КРОК», 2011. 378 с.
4. Крикавський Є. Логістика. Основи теорії : підручник. Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2004. 416 с.
5. Пономаренко В.С., Таньков К.М., Лепейко Т.І. Логістичний менеджмент : підручник. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2010. 440 с.

6. Смерічевська С.В. Маркетинг і логістика: концептуальні основи та стратегічні рішення : навч. посіб. / [Смерічевська С.В., Жаболенко М.В., Чернишова С.В. та ін.]. – Львів : Вид-во «Магнолія 2006», 2013. – 552 с.
7. Moller C. Paradigms in Logistics Departement of Production / C. Moller, J. Johanser. PInmark, 2004. 126 p.
8. Сумець О.М., Співакова Н.О. Розвиток смарт-інструментарію логістики: практика і перспективи використання. Логістика: проблеми и решения. 2021. № 4-5 (95-96). С. 14-29.

7. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ ПОРТОВИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ ПЕРЕВАЛЦІ МЕТАЛЕВИХ ЗАГОТОВОК

**Супринович В.П, студ. бакалавр, Кічкіна О.І., к.т.н., доц.
Одеський Національний Морський Університет, м. Одеса**

Сучасні порти з кожним роком стають дедалі більш розвинутими та механізованими. Технологічний прогрес постійно встановлює нові стандарти. Використання новітніх технологій та засобів механізації є необхідним також і для портів для підтримки своєї конкурентоспроможності на державному рівні та світовому ринку. Механізація сприяє зменшенню експлуатаційних витрат та підвищенню безпеки і швидкості робіт. В ході роботи будуть розглянуті приклади механізмів, які використовуються в сучасних портах для перевалки та перевезення вантажів.

Тема є актуальною в умовах зростаючих обсягів міжнародних морських перевезень і підвищення вимог до швидкості та ефективності портових операцій. Зростання світової торгівлі вимагає від портових терміналів здатності забезпечувати швидке та надійне обслуговування суден і вантажів, що робить механізацію ключовим фактором у підвищенні продуктивності. Перевалка металевих виробів, зокрема металевих заготовок, є одним із важливих аспектів діяльності портів, оскільки ці вантажі часто потребують спеціальних підходів для обробки через свої розміри, вагу і специфіку зберігання.

Актуальність дослідження полягає в необхідності вдосконалення портових операцій за рахунок впровадження сучасних технологій механізації та автоматизації із використанням сучасних методів математичного моделювання, та із перспективою залучення штучного інтелекту. Зокрема, робота з металевими виробами, що належать до категорії генеральних вантажів, потребує ретельного планування і використання спеціалізованого обладнання. Це дозволяє не тільки оптимізувати логістичні процеси, але й забезпечити безпеку зберігання і транспортування важких вантажів, а також зменшити витрати на експлуатацію складських потужностей.

Основною метою дослідження є розробка рекомендацій щодо вдосконалення процесів та залучення засобів механізації в портах при перевалці продукції металургійного виробництва.

Об'єктом дослідження є процес механізації портових операцій при перевалці металевих заготовок. Предметом дослідження виступають технології та обладнання, які використовуються для обробки таких вантажів, а також методи оптимізації використання складської площі та механізмів під час проведення робіт.

В роботі досліджені наявні технології механізації, які застосовуються при перевалці металевих вантажів. Проаналізовані оптимальні методи штабелювання і зберігання металевих заготовок у порту. Оцінені використання різних видів обладнання та сепараційних матеріалів для зменшення площі складу і підвищення безпеки зберігання. Розроблені практичні рекомендації щодо підвищення ефективності перевантажувальних робіт у портах.

В процесі дослідження було проведено детальний аналіз сучасних підходів до механізації портів з акцентом на технології обробки металевих заготовок. Описані засоби механізації, такі як козлові крани, дизельні навантажувачі, автоматизовані транспортні засоби (AGV), автоматизовані крани-штабелери (ASC) та інше

обладнання, яке забезпечує безперервність перевантажувальних процесів. Окрему увагу приділено вибору форми зберігання та розрахункам сепараційних матеріалів, що використовуються при штабелюванні для забезпечення оптимального зберігання, стійкості конструкції та мінімізації деформацій вантажу.

В ході дослідження проаналізовано оптимальні методи штабелювання і зберігання металевих заготовок у порту, що дозволяють досягти максимальної висоти штабеля в межах технічних характеристик навантажувачів та складу при забезпеченні стійкості та безпеки зберігання.

Також розглянуті питання безпеки при роботі з металевими заготовками, включаючи розрахунки тиску на основу складу і стійкості штабелів до зовнішніх впливів. Результати отриманих розрахунків показали, що при правильному виборі сепараційного матеріалу і дотриманні вимог щодо навантаження на ґрунт можливо оптимізувати як складські площі, так і кількість використання супутніх матеріалів, забезпечивши безпечне зберігання вантажу при мінімальних операційних витратах.

Висновки. Проведене дослідження дозволило розробити рекомендації щодо використання засобів механізації та оптимальних методів зберігання вантажу, зниження супутніх витрат терміналу на організацію зберігання вантажів, забезпечення безпеки проведення вантажних робіт для персоналу, техніки та цілісності покриття складської площі при розміщенні вантажу великої ваги. У результаті це сприяє підвищенню продуктивності портових терміналів та їх вантажообігу, зменшенню витрат терміналів на операційну діяльність та роботи із відновлення та ремонту, веде до підвищення конкурентної пропозиції порту. Від цього у вигаді є не лише один термінал або порт – оптимізація коштів та строків логістики веде до розвитку галузей економіки та економічного зростання держави.

8. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ЕКСТРЕНОМУ ГАЛЬМУВАННІ АВТОМОБІЛЯ

Шевченко С.І., к.т.н., Полупан Є.В., к.т.н., Черкашин І.А., студ. магістр
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Автомобільний транспорт відносяться до джерел підвищеної небезпеки, не дотримання встановлених правил, призводить до серйозних аварій, матеріальних збитків, а іноді і людських жертв. Одним з відповідальних вузлів автомобіля є гальмівна система та безпосереднє гальмо, оскільки їй за короткі терміни необхідно перетворювати кінетичну енергію в теплову, без втрат своєї працездатності та стабільності. В даний час застосовувані гальмівні пристрої та гальма, мають ще недоліки, про що свідчать дані їх відмов та нестабільної роботи. Аналіз статистичних даних відмов вузлів автомобілів в наслідок чого були зафіксовані ДТП, причиною яких були гальмівні пристрої, показує, що із загальної кількості дефектів, на гальмівні пристрої доводиться понад 75% на легковому транспорті, та 35% на вантажному транспорті (рис. 1) [1].

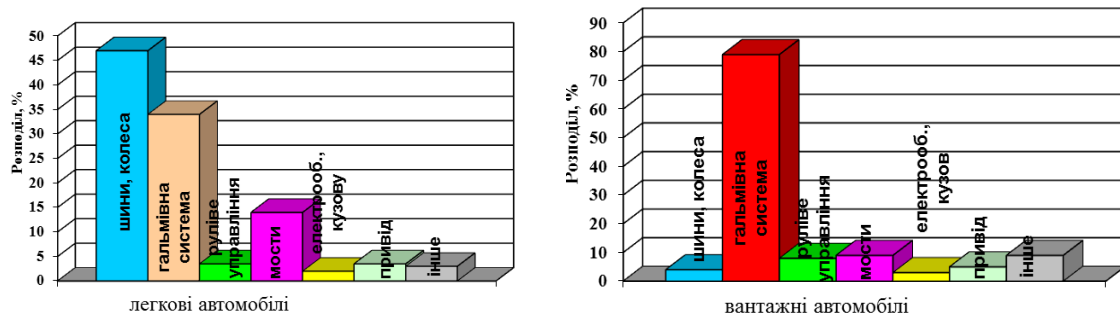


Рисунок 1. Діаграми співвідношення дефектів, що є причиною ДТП на автомобільному транспорті.

Особливо гостро питання поліпшення ефективності та надійності гальмівних пристроїв та гальм виникають нині у зв'язку зі збільшенням швидкостей автомобілів, про що свідчить велика кількість публікацій та зростання кількості патентів, присвячених даним питанням. Однак експлуатація автомобілів свідчить про недостатній рівень надійності гальмівних систем та гальмівних пристроїв. Особливо велика кількість недоліків спостерігається при екстреному гальмуванні автомобілів не обладнаними системою ABS. Так при експлуатації автомобілів, при екстреному гальмуванні спостерігаються значні динамічні навантаження, що призводять до втрати стійкості та керованості автомобіля, і як наслідок зниження рівня безпеки.

Зазначені вище недоліки гальмівних пристроїв викликані неможливістю забезпечення гальмівного моменту необхідної величини, мають місце з наступних причин: вимоги, що пред'являються до них, суперечливі, оскільки вони виконують дві функції: гальмування механізму і його блокування. Виконати обидві функції досить складно, оскільки перша функція перебуває у суперечності з тим, що не можна підвищувати гальмівний момент понад допустиме значення (надто високі сили інерції), виконання другої функції не дозволяє приймати гальмівний момент менше, ніж встановлено нормами значення; непостійна величина гальмівного моменту внаслідок впливу експлуатаційних та інших факторів. Розсіювання величини

гальмівного моменту може бути викликане нестабільністю температурного режиму пари тертя, внаслідок випадкового потрапляння на поверхні тертя вологи.

Особливий інтерес представляє питання впливу вихідних параметрів колодкових гальмівних пристроїв із самопідсиленням на динамічні властивості механізмів, оскільки вони менш вивчені, а їх характеристики дозволяють забезпечувати гальмівний момент необхідної величини за певними законами, що є метою даного дослідження. У процесі спрацювання колодкових гальмівних пристроїв із самопідсиленням, зусилля N притискання гальмівних колодок до гальмівного барабану і відповідно гальмівний момент M_T зростає від нуля до максимального значення, характер зміни та час зростання гальмівного моменту t_n були розглянуті раніше [2] і залежить від його конструктивних характеристик. Основні випадки визначення максимальних динамічних навантажень за деяких характерів зростання розглянуті в роботі [2]. Інтерес представляє визначення динамічних навантажень при зміні гальмівного зусилля по параболічній залежності (1), так як даний характер залежності найближчий до роботи колодкових гальмівних пристроїв із самопідсиленням.

$$M_T = M_{T \max} \frac{t^2}{t_n^2} \quad (1)$$

На основі аналізу конструкцій, величини моментів інерції рухомих мас і жорсткості основних пружних елементів можна скласти загальну розрахункову схему, яка відображає більшість функціональних характеристик. Розрахункова схема спрощена до двомасової однозв'язкової моделі з урахуванням жорсткості $C_1 = \sum C_1$ та моментів інерції $J_1 = \sum J_1$. На рис. 2 представлена загальна розрахункова схема як пружної динамічної системи для визначення динамічних навантажень, які виникають у процесі екстреного гальмування.



Рисунок 2. Двомасова однозв'язкова динамічна модель

Для отримання найбільш предметного уявлення впливу часу t_n і характеру зростання гальмівного зусилля на динамічні навантаження в пружному елементі розглядається рух системи, коли зовнішні опори відсутні або вже подолані без урахування впливу зазорів. Як показує аналіз, такі рішення дають хорошу точність при розрахунку динамічних навантажень у механізмах приводу.

Для аналітичного визначення максимальних динамічних навантажень, які виникають в пружному елементі системи для випадку зростання гальмівного зусилля від 0 до $M_{T \max}$ за залежністю (1) скористаємося диференціальним рівнянням у вигляді:

$$\ddot{M}_{\max}^D + p^2 \cdot M^D = \frac{c}{J_1} \cdot M_T \quad (2)$$

Якщо ввести співвідношення:

$$\lambda = \frac{t_n}{T}, \quad (3)$$

де $T = \frac{2\pi}{p} = 2\pi \sqrt{\frac{J_1 \cdot J_2}{c \cdot (J_1 + J_2)}}$ - період вільних коливань пружної системи.

Тоді вирішуючи рівняння (2) з урахуванням (3), напишемо:

$$M^D = M_{T_{\max}} \cdot \frac{-2J_1J_2 + ct^2J_1 + ct^2J_2 + 2J_2 \cos\left(\sqrt{\frac{c(J_1 + J_2)}{J_1J_2}} \cdot t\right) \cdot J_1}{4 \cdot (J_1\lambda^2\pi^2 \cdot (J_1 + J_2))}. \quad (4)$$

Після перетворень рівняння (4) отримаємо формулу, яка визначає динамічні навантаження в проміжку часу $t < t_n$, яка запишеться у вигляді:

$$M^D = \frac{J_2}{J_1 + J_2} \cdot M_{T_{\max}} \cdot \left(\frac{t^2}{T^2\lambda^2} + \frac{\cos(2\pi\lambda) - 1}{2\pi^2\lambda^2} \right). \quad (5)$$

Для випадку, $t = t_n$, $M_T = M_{T_{\max}} = const$, рішення диференціального рівняння подається у вигляді:

$$M_{\max}^D = \frac{J_2}{J_1 + J_2} \cdot M_{T_{\max}} \cdot \left(1 + \frac{\cos(2\pi\lambda) - 1}{2\pi^2\lambda^2} \right). \quad (6)$$

Динамічний коефіцієнт навантаження від пружних коливань, які визначаються як відношення максимального навантаження до середнього інерційного навантаження, виразиться формулою (7), а графічна залежність його представлена на рис.3.

$$K = \frac{M_{\max}^D}{\frac{J_2}{J_1 + J_2} \cdot M_{T_{\max}}} = 1 + \frac{\cos(2\pi\lambda) - 1}{2\pi^2\lambda^2}. \quad (7)$$

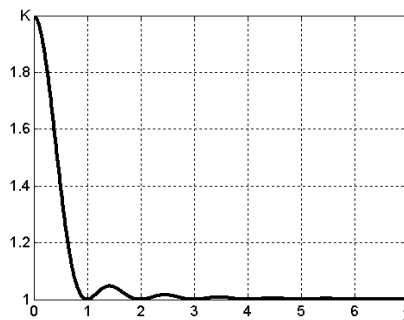


Рисунок 3. Залежність динамічного коефіцієнта

Висновок: з графічної залежності K від λ (рис. 3) згідно рівняння (7) випливає, що динамічний коефіцієнт є затухаючою періодичною функцією відношення часу зростання гальмівного зусилля до періоду вільних коливань пружної системи і може змінюватись від 1 (при $\lambda > 7$) до 2 (при $\lambda = 0$). Слід зазначити, що вже за $\lambda > 1,5$ значення динамічного коефіцієнта $K < 1,05$, і практично збільшення навантажень в пружному елементі немає.

Література

1. Статистика Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>

2. Шевченко С.І. Дослідження впливу зростання гальмівного моменту при гальмуванні транспортного засобу /Шевченко С.І., Полупан Є.В., Черкашин І.А. // Збірник наукових праць III-ї Міжнародної науковопрактичної конференції «Транспорт: наука та практика», Київ - Одеса, 16 травня 2024 р./ Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля – Київ, СНУ ім. В. Даля, 2024. - С. 161-166.

9. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ

Сліпцов Д.О., студ. магістр, Климаш А.О., к.т.н., доц., Ворох А.О., к.п.н., доц. Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Двигуни внутрішнього згоряння, які є основними споживачами нафти (понад 80%), є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища токсичними компонентами, що містяться у вихлопних газах. Беручи до уваги перераховані фактори, завдання з підвищення паливної економічності автомобілів стають особливо актуальними.

Паливна економічність автомобіля визначається безліччю факторів, як конструктивних, так і експлуатаційних [1]. Значний вплив на витрату палива мають експлуатаційні фактори. До найважливіших експлуатаційних чинників, що визначають ефективність використання пального в умовах транспортного процесу, відносять: організацію дорожнього руху; технічний стан рухомого складу та автомобільних доріг; майстерність водіїв; атмосферні умови; коефіцієнти використання вантажопідйомності та пробігу автомобіля та ін. [1].

Комплексно враховуючи ці фактори в процесі експлуатації автомобіля, можливо домогтися зниження витрати палива шляхом умілого керування автомобілем, зменшенням у розумних межах середньої швидкості руху, підтриманням сталої швидкості, вибору маршрутів з меншими сумарними опорами дороги [2]. Наприклад: рух на швидкостях, вищих або нижчих за економічно оптимальні, збільшує витрату палива на 10-20% відносно його економічного значення.

Ефективний спосіб покращити паливну економічність автомобіля - це приділити увагу своєму стилю водіння. Економічне водіння, яке включає плавне прискорення і гальмування, утримання сталої швидкості на магістральних ділянках, а також вчасне вимкнення двигуна під час тривалих зупинок, може значно знизити споживання пального та підвищити загальну ефективність автомобіля [3]. Такий підхід сприяє ефективному використанню пального.

Важливий резерв зниження витрат палива - вдосконалення організації дорожнього руху. Організація безупинкового руху на маршрутах, що забезпечують більш високі експлуатаційні швидкості, знижує витрату палива на 20...25% порівняно з витратою на завантажених магістралях. У міських умовах тривалість роботи автомобіля на несталих режимах досягає 67% [2].

На практиці висока паливна економічність автомобіля може бути досягнута за рахунок поліпшення робочих показників двигуна в діапазоні основних режимів експлуатації. Двигуни внутрішнього згоряння традиційних транспортних засобів практично 90% часу експлуатуються на несталих режимах роботи, крім цього, рух автотранспорту в міських зонах з обмеженими пропускними можливостями магістралей зумовлює використання тільки незначної частини потенційної потужності двигунів. Перелічені фактори є визначальними в зниженні ефективності роботи традиційних енергетичних установок автотранспортних засобів з точки зору витрачання палива та викидів шкідливих речовин [4].

До основного виду несталих режимів належить розгін двигуна. До інших різновидів цих режимів віднесено зниження частоти обертання як під час постійного або збільшуваного відкриття дросельної заслінки (подолання автомобілем підйому),

так і після її закриття [5]. Зниження економічності на несталих режимах багато в чому пояснюється збільшенням нерівномірності розподілу горючої суміші по циліндрах порівняно з усталеними режимами, що спричиняє коливання коефіцієнта надлишку повітря і погіршує умови згоряння робочої суміші.

У міських умовах руху автомобілів їхні двигуни з різних причин працюють поза економічною областю, часто за низької частоти обертання і часткових навантажень, для яких характерні підвищені питомі витрати палива. Економічна ж область роботи двигунів знаходиться між 45 і 75% від максимальної частоти обертання колінчастого вала, що впливає з аналізу універсальних характеристик двигуна [5].

Теоретичним шляхом і експериментально доведено, що досконаліший економічний метод керування рухом автомобілів це підтримання постійної швидкості руху [1]. У цьому випадку підвищується продуктивність автомобіля і знижується знос двигуна. Збільшення продуктивності пов'язане зі зростанням середньої технічної швидкості автомобіля, а зниження зносу зумовлене більш рівномірною роботою двигуна і стабільністю його теплового стану. За даними з літератури рух із постійною швидкістю дає економію палива 10-15%.

Також аналіз результатів низки експериментальних і теоретичних досліджень щодо довговічності двигунів в експлуатаційних умовах показує, що робочі режими значно впливають на зношування деталей [2, 4, 6]. Статистичні дані свідчать, що зі збільшенням часу роботи двигунів в умовах несталих динамічних факторів зростає кількість відмов, що призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування та ремонт.

Інтенсивність зношування деталей двигунів залежить не тільки від величини навантаження, а й від інтенсивності його зміни [6]. При цьому незалежно від типу двигунів за несталих навантажень порівняно з еквівалентними сталими режимами зношування гільз зростає більш ніж у 3 рази, верхніх компресійних кілець - у 2,9-3,6 рази, поршнів - у 2,2-2,6 рази, шатунних і корінних підшипників - у 2,9-3,7 рази.

Висновок: стабілізація швидкісного режиму руху - важливий спосіб підвищення економічності та екологічності роботи автомобілів. Це також ефективно для зниження зносу двигуна і трансмісії.

Література

1. Солтус А.П. Теорія автомобільних властивостей автомобіля: Навчальний посібник. – К.: Аристей, 2006. – 176 с.
2. Покращення паливних і екологічних показників спеціальних автомобілів системою стабілізації їх швидкісного режиму. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.02 / О.М. Березовський; Нац. трансп. унт. – К., 2002. – 18 с.
3. Електронне джерело. URL: <https://dnepr.express.ua/post/yak-pokrashiti-palivnu-ekonomichnist-dviguna-top-porad-dlya-avtomobilistiv>
4. Дмитриевский А.В., Шатров Е.В. Топливная экономичность бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение, 1985. - 208 с.
5. Рубец Д. А., Шухов О. К. Системы питания автомобильных карбюраторных двигателей. – М. Транспорт 1974г. – 288 с.
6. Канарчук, В.Е. Долговечность и износ двигателей при динамических режимах работы / В.Е. Канарчук. – Киев: Наукова думка, 1978. – 256 с.

10. ОЦІНКА ПОЗДОВЖНЬОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ПОТЯГА МЕТРОПОЛІТЕНУ ПРИ РУСІ ПО ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ ЛАМАНОГО ПРОФІЛЮ

Ягода Д.О., керівник ВЛ «УКРТРАНСАКАД», Горобець Є.В., к.т.н., ст. фахівець
 Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство
 «УКРТРАНСАКАД»

Українському метрополітену, як і українській залізниці, притаманне поступове старіння парку рухомого складу. Чимало ліній метрополітену було відкрито з початку 60-х до середини 90-х років минулого сторіччя. Призначений виробником строк служби в 50 років для вагонів, що перебувають в обігу на цих лініях, вже закінчився або добігає кінця. У зв'язку з цим постає задача оцінки їх технічного стану з метою продовження призначеного строку служби. Для цього необхідно знати навантаженість об'єкту дослідження, особливо пов'язану з його рухом через переломи профілю колії.

Розглянемо пару сполучених між собою вагонів (рисунок 1а), які синхронно прискорюються однаковими силами тяги T_i , або гальмуються однаковими силами B_i (рисунок 1б).

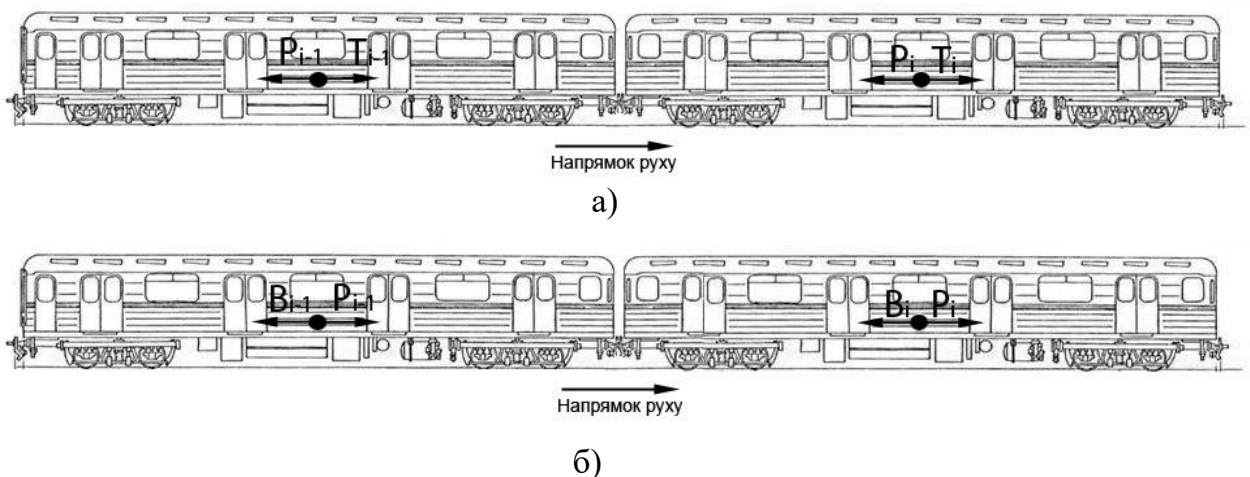


Рисунок 1 – Схема дії сил на вагони для різних режимів руху
 а) розгін; б) гальмування

Якщо сили розгону $T_i = T_{i-1}$ однакові, можна показати, що однакові всі інші додаткові силові фактори P_i . Тоді відстані, пройдені вагонами рівні, а їх різниця $(x_i - x_{i-1}) \equiv 0$.

$$x_i = \int_0^t \int_0^t \frac{1}{m_i} (T_i - P_i) dt dt = \int_0^t \int_0^t \frac{1}{m_{i-1}} (T_{i-1} - P_{i-1}) dt dt = x_{i-1} \quad (1)$$

Відповідно, дорівнює нулю і зусилля F_a в зчепленні $F_a = K_a \cdot (x_i - x_{i-1}) \equiv 0$. Те саме стосується й режиму гальмування.

$$x_i = \int_0^t \int_0^t \frac{1}{m_i} (P_i - B_i) dt dt = \int_0^t \int_0^t \frac{1}{m_{i-1}} (P_{i-1} - B_{i-1}) dt dt = x_{i-1} \quad (2)$$

Тому можна вважати, що на формування зусиль в міжвагонних з'єднаннях поїздів метрополітену виключно впливають сили від руху поїзда по переломах профілю

В якості першого наближення виконується розрахунок сил, в основі якого лежать принципи правил тягових розрахунків, наприклад, наведених в «Правилах тягових расчетов для поездной работы»:

1. Положення кожного вагона на ділянці колії характеризується положенням центру мас вагона.
2. Перехід вагона від одного до іншого елементів профілю здійснюється миттєво, при переході

Оцінку зверху зусилля в i -тому міжвагонному з'єднанні F_{ai}^+ , можна оцінити, як

$$F_{ai}^+ = m_g \cdot g \cdot [\sin(\alpha_{i-1}) - \sin(\alpha_i)]; \sigma_{Fai} = \frac{F_{ai}}{A_i} \quad (3)$$

де m_g - маса вагона; $\sin(\alpha_i)$ - синус кута нахилу i -ї ділянки профілю дільниці; $\sin(\alpha_{i-1})$ - те саме, для попередньої ділянки; g - прискорення вільного падіння; A_i - площа, на яку розподіляється поздовжня сила F_{ai}^+ (вираз (3)) міра напруження, пов'язана з впливом переломів колії на навантаженість чутливих до нього елементів конструкції, складає

$$D_{eG4} = 1,2473 \cdot 10^{+05}$$

Висновки:

1. Запропоновано основи спрощеної інженерної методики розрахунку поздовжніх сил в потязі метрополітену з урахуванням способу формування в ньому тягових зусиль.
2. Результати теоретичних досліджень поздовжнього навантаження поїздів метрополітену з системою розподіленої тяги якісно співпадають з результатами динамічних ходових випробувань і підтверджують припущення про те, що поздовжні сили потягів метрополітену виникають в основному при русі по переломах вертикального профілю колії.

11. BRT ЯК СТРУКТУРНИЙ ЕЛЕМЕНТ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Карбан С.В., асп., Осетрін М.М., к.т.н., проф.

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

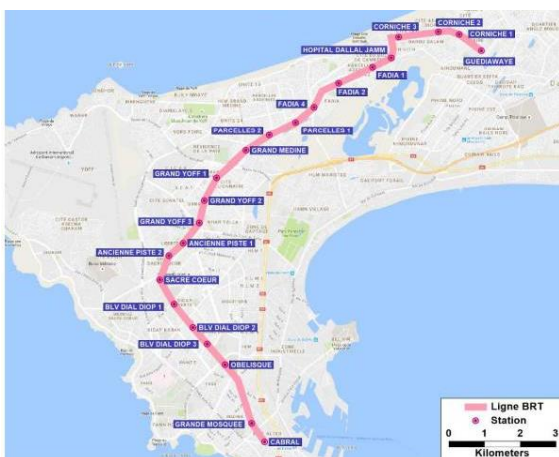
Стаття присвячена ролі Bus Rapid Transit (BRT) як структурного елементу міської транспортної системи. BRT є високоефективним способом оптимізації перевезень у великих містах завдяки спеціально виділеним смугам та інноваційним підходам до управління рухом. У роботі аналізуються переваги впровадження BRT для зменшення заторів, підвищення швидкості перевезень і зниження екологічного навантаження. Дослідження акцентує увагу на ключових інструментах та підходах до планування транспортних мереж, що забезпечують сталість і гнучкість транспортної інфраструктури.

1. Вступ

BRT є невід'ємною частиною сучасної транспортної системи міста, що дозволяє ефективно вирішувати проблеми мобільності у великих агломераціях. Зростаюча урбанізація та збільшення обсягів пасажиропотоку змушують транспортних інженерів шукати нові рішення для оптимізації перевезень. BRT, як частина громадського транспорту, інтегрує інноваційні технології для збільшення швидкості обслуговування пасажирів та підвищення пропускної здатності. Це досягається шляхом застосування виділених смуг для руху автобусів, адаптивного управління світлофорами та скорочення часу зупинок. Таким чином, система BRT сприяє розвантаженню дорожнього трафіку та знижує негативний вплив на навколишнє середовище.

2. Планування автобусної мережі BRT та використання «зелених хвиль»

Планування BRT передбачає оптимізацію маршрутів, частоти обслуговування та розташування зупинок. Одним із основних завдань є мінімізація часу поїздки, що потребує належного розміщення зупинок з урахуванням рівномірного покриття та доступності міських районів. Проєкт BRT у Дакарі (Сенегал) є прикладом успішного вирішення цих завдань, де для зручності пасажирів використовують єдиний коридор із чотирма різними типами маршрутів. Завдяки такому підходу вдалося знизити час подорожі на 50% та забезпечити перевезення до 300 тисяч пасажирів щодня, значно розвантаживши міську транспортну мережу.

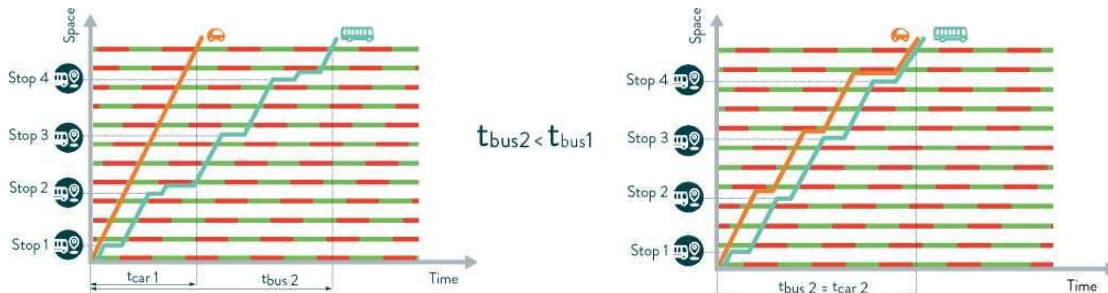


Проектна ініціатива в Дакарі (Сенегал), відзначена у звіті eBRT2030 (European Bus Rapid Transit of 2030), представляє сучасний підхід до оптимізації міського транспорту. Агломерація Дакар охоплює лише 0,3% території Сенегалу, але концентрує 24% його населення та 66% економічної активності. 70% автопарку країни (приблизно 324 000 транспортних засобів) функціонує саме тут. Зростання населення на 100 000 осіб щороку створює значний тиск на транспортну інфраструктуру.

Особливість BRT-системи у Дакарі – використання єдиного коридору для чотирьох типів автобусних маршрутів із різним пріоритетом зупинок:

- Зупинка на всіх станціях;
- Зупинка на визначених станціях;
- Зупинка на ключових станціях;
- Експрес-лінія без зупинок.

Напівекспресні та експрес-маршрути скорочують час у дорозі з 90 до 45 хвилин, обслуговуючи до 300 000 пасажирів на день.



У сценарії 2 автобус витрачає менше часу на поїздку на ту саму відстань, оскільки йому не потрібно зупинятися на червоне світло світлофора

Для ефективності BRT введено виділені смуги руху та «зелені хвилі» світлофорів, які пріоритизують автобуси на перехрестях, зменшуючи затримки. Це баланс між потребами громадського і приватного транспорту, що покращує якість обслуговування пасажирів, скорочує шкідливі викиди та збільшує пропускну здатність доріг.

Розвиток пріоритетних світлофорних сигналів у поєднанні з покращеним управлінням маршрутами забезпечує баланс між потребами громадського та приватного транспорту, підвищуючи загальну ефективність транспортної системи. Така система дозволяє не лише покращити якість обслуговування пасажирів, але й зменшити шкідливі викиди завдяки стабільному транспортному потоку, зниженню витрат на паливо та збільшенню пропускну здатності доріг.

3. Інноваційні підходи та інструменти для планування транспорту

Для досягнення максимальної ефективності BRT застосовуються сучасні аналітичні платформи, що дозволяють проводити моделювання маршрутів і пасажиропотоків. Інтерактивні платформи прогнозування та візуалізації, такі як карти ізохрон і сценарії «що-якщо», забезпечують можливість миттєвого аналізу змін у транспортній мережі та сприяють підвищенню адаптивності системи до демографічних коливань.

Наприклад, карти ізохрон дозволяють інженерам аналізувати доступність різних районів міста для забезпечення ефективного покриття та зручності пасажирів. Створення варіативних сценаріїв для маршрутів BRT допомагає оптимізувати розміщення зупинок та передбачати наслідки змін у пасажиропотоках. Використання цих інструментів сприяє формуванню злагоженого, адаптивного підходу до планування громадського транспорту.

4. Висновки

1. Підвищення транспортної ефективності: Впровадження системи BRT у міську інфраструктуру дозволяє значно збільшити пропускну здатність транспортних мереж та оптимізувати транспортні потоки. Виділені смуги та пріоритетні світлофори скорочують час у дорозі, що особливо важливо для густонаселених міських агломерацій.

2. Екологічна стійкість: BRT сприяє зменшенню заторів та стабілізації руху, що дозволяє знизити рівень шкідливих викидів. Це забезпечує стійке зниження впливу транспорту на екологічний стан міста, зменшуючи споживання пального та шкідливий вплив на навколишнє середовище.

3. Покращення якості обслуговування пасажирів: Завдяки швидкості та зручності пересування, BRT підвищує привабливість громадського транспорту для населення. Різні рівні маршрутів (із усіма зупинками, частковими зупинками та експрес-лініями) забезпечують широкий вибір для пасажирів, що відповідає їхнім потребам у швидкості й доступності.

Таким чином, система BRT є потужним інструментом для розвитку міської транспортної інфраструктури. Її впровадження дозволяє вирішувати одночасно транспортні, екологічні та соціальні виклики міських середовищ, сприяючи підвищенню загальної якості життя в містах.

Література

1. BUS NETWORK PLANNING FROM THE OPERATORS' PERSPECTIVE
OCTOBER | 2022. URL: <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/10/Report-Bus-Network-planing-Oct22-web-2.pdf>
2. План дій ЄС щодо нульового забруднення. URL: https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en
3. Швидкий транзитний автобус для покращення міської мобільності між Дакаром і Гедіавай. URL: <https://www.cetud.sn/index.php/projets/brt-dakar>

12. АКТУАЛЬНІСТЬ ОЦІНКИ СТАНУ ГЕОМЕТРІЇ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ

**Могила В.І., к.т.н., проф., Ковтанець М.В., к.т.н., доц., Плотніков В.Д., асп.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ**

Відповідно до Національної транспортної стратегії України до 2030 року [1, 2] мається на увазі збільшення вантажоперевезень та швидкості руху поїздів, а також якість перевезень. Для вирішення даних завдань необхідно забезпечити контроль та підтримання технічного стану залізничних шляхів, а також своєчасний їх ремонт.

У процесі експлуатації безстикової залізничної колії постійно виявляються різного роду відхилення його стану та положення в плані від встановлених норм, знижується поперечна стійкість. Поява несприятливих ділянок шляху викликано такими факторами як : викрадення батогів, зміна фізичних характеристик матеріалу земляного полотна, наявність невідбитих шпал, екстремальні умови експлуатації через температуру та вологість навколишнього повітря, стан рейкових скріплень, величина плеча баластової призми, рівень заповнення шпальних ящиків. Наявність даних факторів або їх поєднання може спричинити розлад шляху на короткому проміжку шляху у вигляді зсуву рейко-шпальних грат, або зміни поперечної стійкості колії. З іншого боку під час експлуатації на шлях з'являються величезні навантаження за рахунок збільшення довжини поїздів, підвищення осьових навантажень частоти та швидкості руху, що значно впливає на зростання інтенсивності втомних дефектів та ушкоджувальність конструкцій колії та споруд.

Експлуатація залізничної колії в таких умовах повинна проводитись під своєчасним контролем його технічного стану (моніторингом). Дані про стан шляху повинні бути повними та мати точну прив'язку виявлених дефектів та параметрів до координати шляху. Великі обсяги зібраної інформації необхідно правильно інтерпретувати та аналізувати, щоб виявити певні тенденції і надалі заздалегідь прогнозувати поведінку шляху, що у свою чергу дозволить планувати роботи з поточного змісту та ремонту шляху.

Основним видом технічного контролю колії є технічний огляд при обході. Це один з найбільш ефективних способів оцінки з огляду виявлення несправностей шляху, під час якого кваліфікований обхідник здатний виявити за допомогою візуального контролю або ручного інструменту ознаки, що сигналізують про проблему, що насувається. Однак у цього способу є дуже великий недолік – неможливість охопити ділянки шляхи великої протяжності та вести постійний контроль. Тому для оцінки стану шляху стали використовувати різні вимірювальні комплекси, які проводять вимір геометрії за різними параметрами. Технології визначення положення рейкових батогів у плані розроблявся з урахуванням досліджень динамічної стійкості безстикового шляху, виконаних за кордоном та на підставі експериментів багатьох вітчизняних та закордонних вчених. Сучасні як самохідні, і несамохідні вимірювальні системи здатні проводити моніторинг стану шляху при швидкості руху до 140 км/год, що дозволяє охопити величезну розгалужену мережу залізниць, не заважаючи при цьому процесу вантажоперевезень. В Україні зараз оцінка шляху проводиться відповідно до інструкції з оцінки стану рейкової колії шляховимірювальними засобами та заходами щодо забезпечення безпеки руху поїздів [3, 4].

Незалежно від типу шляховимірника контролюються основні параметри геометрії рейкової колії:

- ширина колії;
- положення рейкових ниток по рівнем;
- стан рейкових ниток у плані;
- просідання; поєднання відступів та послідовність цих відступів.

Залежно від амплітуди та довжини відступу, а також від встановленої швидкості руху поїздів, за кожену несправність колії, починаючи з II ступеня та більше, визначається балова оцінка. Якісна оцінка кілометрів визначається відповідно до їх балової оцінки. Наявність різних способів оцінки стану шляху показує, що інспектування шляху та оптимальна система контролю його поточного змісту та ремонту покликані підвищити рівень безпеки руху поїздів та покращити динамічну взаємодію рухомого складу та шляху (наприклад, знизити напругу останнього). Проте сучасні методи контролю стану шляху та практика контролю його поточного змісту не завжди співвідносяться з ходовими характеристиками рухомого складу. Точніше, сучасні методи вимірювання не завжди виявляють деякі особливості геометрії шляху, які можуть викликати небажані реакції рухомого складу, а з іншого боку, багато з виявлених звичайними методами дефектних місць шляху необов'язково викликають погіршення ходових характеристик рухомого складу.

Тому слід приділити увагу вдосконаленню способів оцінки стану колії, особливо на залізницях України, які проводять оцінку лише з геометрії рейкової колії.

Література

1. Національна транспортна стратегія України до 2030 року URL: <https://mtu.gov.ua/files/projects/str.html>
2. Як «Укрзалізниця» стала помічником економіки та громадян під час війни. Інформаційне агентство УНІАН. URL: <https://www.unian.ua/economics/transport/yak-ukrzaliznicya-stala-pomichnikom-ekonomiki-ta-gromadyan-pid-chas-viyni-novini-ukrajina-11836035.html> (дата звернення 10.10.23).
3. Укрзалізниця вдалося зберегти пальне та ділитися ним із військовими. Rail.insider. <https://www.railinsider.com.ua/uz-vdalosya-zberegty-palne-ta-dilytysya-nym-iz-vijskovymy/> (дата звернення 15.01.23).
4. Гринів Н.Т., Равліковська, А.А. Перебудова логістики в умовах воєнного стану в Україні. Академічні візії, № 13, 2022. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/84/74>

13. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ НА ПРИВІД ДОПОМІЖНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЛОКОМОТИВА

Могила В.І., к.т.н., проф., Ковтанець М.В., к.т.н., доц.,
Ковтанець Т.М., н.с., Плотніков В.Д., асп.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Необхідною умовою побудови ефективної системи автоведення автономного локомотива, поряд з достовірною інформацією про характеристики складу поїзда та профілю колії, є облік реального технічного стану та експлуатаційних характеристик його енергетичної установки та енергетичного ланцюга загалом у встановлених та перехідних режимах роботи при виконанні прогнозних тягових розрахунків та формуванні алгоритмів автоведення чи режимних карт управління локомотивом. До недавнього часу, ця умова була важко здійснена через відсутність оперативної інформації про поточний стан обладнання локомотива, його налаштування та регулювання. Крім того, на локомотиві відсутні обчислювальні потужності для виконання оперативних тягових розрахунків.

По результатам виконаного аналізу впливу витрат потужності на допоміжне устаткування тепловоза загалом ККД тепловоза, встановлено, що частку допоміжних навантажень на номінальній потужності припадає від 9,7 до 17,4%. Причому зі зростанням секційної потужності частка витрат енергії на допоміжні навантаження має тенденцію до збільшення [1].

Найбільші витрати потужності припадають на такі елементи допоміжного обладнання:

- вентилятори охолодження теплоносія дизеля;
- вентилятори електричних машин та апаратів;
- компресор;
- збудження тягових генераторів.

Доведено, що частка витрат енергії на допоміжні потреби впливає на ККД тепловоза, як і величина втрат енергії у передачі потужності. Наголошується, що той самий економічний ефект може бути досягнуто як за рахунок підвищення ККД передачі, так і за рахунок зниження витрат енергії на допоміжні потреби.

Виконаним аналізом змін витрат потужності на всі складові допоміжного обладнання встановлено, що для потужності яка відбирається на привод вентилятора охолодження теплоносіїв дизеля N_{ex} , зі зростанням секційної потужності тепловоза від 1000 до 3000 к.с. витрати потужності на охолодження теплоносіїв зростають від 4 до 5,5% від вільної ефективної потужності дизеля N_e .

Частка витрат потужності на збудження тягових електричних машин вважається практично незалежною від вільної ефективної потужності дизеля N_e і становить близько 1,5% її величини. Потужність, що витрачається на привід гальмівного компресора залежить від ваги поїзда і, отже, від потужності дизеля. Пропонується приймати потужність гальмівного компресора на рівні 2,1% від N_e для вантажних тепловозів та на рівні 1,5-1,7% для пасажирських. Потужність, що витрачається на охолодження тягових електричних машин N_{ee} найбільшою мірою залежить від частоти обертання колінчастого валу дизеля n_d і визначається за залежністю від $N_{ve} = k \cdot \eta_d^m$ ($m > 2$ – показник ступеня) [2]. Дана робота дозволяє зробити висновок

про суттєвий вплив потужності відібраної на привід допоміжних навантажень на ККД тепловоза в цілому та нелінійної залежності потужності, що відбирається на привід допоміжних навантажень від вільної ефективної потужності дизеля. Аналогічної картини слід очікувати і при часткових режимах навантаження дизеля.

Таких самих висновків приходять автор і в дослідженнях, присвяченій ефективності електрорухомого складу [3]. У роботі наводиться інформація про вплив незадовільного стану та неправильне налаштування допоміжного обладнання на загальний рівень енергоефективності електрорухомого складу.

У роботі [4] виконано аналіз впливу параметричних відмов допоміжного обладнання на тягово-енергетичні властивості локомотивів. Як показано в даних дослідженнях, зміна відбору потужності на допоміжне обладнання через зміну його технічного стану впливає на вибір режимів ведення поїзда, що забезпечують витримку заданого часу ходу та енергооптимальну траєкторію руху. Запропоновано шляхи зниження витрат енергії у існуючих приводах вентиляторів охолодження тепловозів.

Результати робіт, присвячених оцінці фактичного стану елементів силового ланцюга та допоміжного приводу локомотивів, свідчать про наявність суттєвого розкиду тягових та економічних характеристик автономних локомотивів в експлуатації.

Для вдосконалення режимів керування допоміжним приводом синхронних електродвигунів електрорухомого складу, запропонована система управління допоміжними машинами електровоза призначена для підвищення енергоефективності приводу при застосуванні нового алгоритму вибору оптимальної величини потокозчеплення ротора, що дозволяє знизити величину споживаного асинхронним двигуном енергії.

Приведені результати виконаного огляду показують, що, незважаючи на велику кількість робіт, присвячених пошуку енергооптимальних режимів ведення поїзда та підвищенню енергетичної ефективності сучасних локомотивів, питання визначення актуальних тягово-енергетичних характеристик та врахування їх при пошуку енергооптимальних режимів ведення в них практично не торкаються.

Таким чином, є проблемна ситуація, яка полягає в тому, що, з одного боку, розроблено, теоретично обґрунтовано та перевірено на практиці досить ефективні методи пошуку енергооптимальних режимів ведення поїзда, що дозволяють при паспортних характеристиках локомотивів досягти суттєвої економії енергоресурсів на потяг поїздів. З іншого боку, інформація про фактичний стан тягового рухомого складу, що реєструється мікропроцесорними системами управління та діагностики, практично не використовується, а розрахунок виконується за усередненими паспортними характеристиками, які не враховують фактичні тягово-енергетичні властивості локомотива [5, 6].

Література

1. Хоміч А.З. Паливна ефективність та допоміжні режими тепловозних дизелів / А.З. Хоміч: Транспорт, 1987. – 271 с.
2. Володін А.І. Паливна економічність силових установок тепловозів / О.І. Володін, Г.А. Фофанов: Транспорт, 1979. – 126 с.

3. Цукало П.В. Економія електроенергії на електрорухомому складі / П.В. Цукало: Транспорт, 1983. – 174 с.
4. Клименко, Ю.І. Вплив параметричних відмов обладнання тепловоза на його енергоефективність в експлуатації / Ю.І. Клименко, В.А. Пермінов, В.В. Грачов, Д.М. Курилкін, А.В. Фролов // Локомотив. – 2017. – №4. – С.40-43.
5. Могила В.І. Поетапне продовження життєвого циклу тягового рухомого складу / В.І. Могила, М.В. Ковтанець, М.В. Гупалов, Т.М. Ковтанець, М.М. Вакулік // Наукові вісті Далівського університету, № 21, 2021. Електронне наукове фахове видання. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-14>
6. Могила В.І. Вдосконалення енергетичних характеристик тепловоза шляхом оптимізації умов охолодження / В.І. Могила, М.В. Ковтанець, Т.М. Ковтанець // Наукові вісті Далівського університету, № 21, 2021. Електронне наукове фахове видання. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-15>

14. ДІАГНОСТУВАННЯ ПАЛИВОПОДАЮЧОЇ АПАРАТУРИ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛЕЙ

**Могила В.І., к.т.н., проф., Ковтанець М.В., к.т.н., доц.,
Ковтанець Т.М., н.с., Куртовий Д.В., асп.**

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Парк локомотивів АТ «Укрзалізниця» наразі дуже застарілий, як морально, так і фізично. Знос електровозів становить 94,4%, тепловозів – 98,3%, що потребує їх терміновій модернізації. Таким шляхом пішли більшість країн Східної Європи, але Україні, з огляду на вік нинішнього парку, швидше за все, доведеться купувати нову техніку. На жаль, контроль над заводом «Луганськтепловоз» загублений, а українські вагонобудівні заводи не випускають тепловози, тому вітчизняної альтернативи сучасним закордонним локомотивів зараз немає [1].

Згідно оперативних даних АТ «Укрзалізниця» станом на 1 січня 2022 року інвентарний парк локомотивів складає: магістральних вантажних тепловозів – 627,5 одиниць; маневрових тепловозів – 1247 одиниць.

Відомо, що від 15% до 20% позапланових ремонтів тепловозів, пов'язаних із несправностями дизеля, посідає паливоподаюча апаратура (ППА). Також в експлуатації знаходяться дизелі, що мають порушення регулювань та не виявлені дефекти, значна частка яких припадає на ППА, деякі з яких можуть бути усунені під час технічного обслуговування (ТО) локомотива. Порушення регулювань ППА викликають перевитрату палива, а без них усунення можуть призводити до виникнення надмірних термічних навантажень на деталі дизеля, що може викликати відмову дизеля з дорогим ремонтом та тривалим простоем локомотива [1, 2, 3].

У період експлуатації тепловозного дизеля стоїть завдання підтримки його техніко-економічних характеристик на необхідному рівні, тому завдання діагностування є елементом системного підходу до вирішення проблеми зниження сумарних витрат за експлуатацію тепловозів. Передбачені у експлуатації профілактичні та ремонтні заходи спрямовані на підтримку стану елементів конструкції на високому рівні. Для діагностування дизелів, що знаходяться в експлуатації, характерна необхідність виявлення несправностей швидкими, простими та недорогими засобами [4].

При діагностуванні тепловозного дизеля, як правило, немає можливості безпосередньо виміряти структурний параметр без розбирання двигуна, тому необхідно використовувати такі діагностичні критерії, які перебували б у тісному зв'язку зі структурним параметром і характеризували б його з прийнятною точністю. У той же час на операції пов'язані з розбиранням і збиранням окремих вузлів двигуна, потрібні значні витрати часу тому розвиток методів безрозбірної діагностики є актуальним завданням [5].

Для забезпечення паспортних характеристик дизеля ППА такої конструкції регулюється у два етапи: на стенді та після встановлення на двигун [2]. Так як можливі відмінності в умовах роботи (профіль кулачка, стан плунжерної пари, стан форсунки та ін.) на стенді для регулювання ППА та на двигуні. Регулювання ППА потрібне і в процесі експлуатації дизеля, у зв'язку зі зносом деталей та порушенням регулювань [3].

Проаналізуємо відомі методики та засоби діагностування та регулювання ППА. У практиці експлуатації дизельних двигунів відомий спосіб визначення геометричного кута початку подачі палива за допомогою моментоскопу. Застосування цього способу на двигунах з індивідуальними паливними насосами вимагає великих трудовитрат, пов'язаних із частковим розбиранням ППА. Цей спосіб дозволяє оцінювати кут випередження подачі палива (КВПП), але не технічний стан ППА, тому може застосовуватися обмежено [5].

Найбільш загальним та поширеним підходом до оцінки стану та регулювання ППА та дизеля в цілому є підхід, заснований на використанні параметрів, що характеризують внутрішньоциліндровий процес, таких як: середній індикаторний тиск; максимальний тиск згоряння та кут, при якому воно досягається; тиск початку згоряння та кут, при якому воно досягається; температура газів, що відпрацювали; витрати палива; індикаторний ККД та інші.

Діагностування та регулювання ППА за характеристиками тепловиділення. Теоретично з робочих процесів ДВЗ прийнято виділяти зовнішній і внутрішній баланс теплоти [3, 6, 7]. Зовнішній тепловий баланс відбиває розподіл теплоти за 1 годину роботи двигуна або за час витрачання 1 кг або 1 м³ палива. Внутрішній тепловий баланс відбиває розподіл теплоти, що підводиться з паливом в циліндр двигуна протягом одного робочого циклу, у загальному вигляді його можна записати співвідношенням:

$$Q = \Delta U + L_i + Q_w + Q_{вт} + Q_{нз} + Q_{дис};$$

де ΔU – теплота, витрачена на зміну внутрішньої енергії робочого тіла; L_i – теплота еквівалентна індикаторній роботі циліндра; Q_w – теплота, втрачена внаслідок теплообміну; $Q_{вт}$ – теплота, втрачена внаслідок витоків через нещільність циліндра; $Q_{нз}$ – теплота втрачена внаслідок неповного згоряння палива; $Q_{дис}$ – теплота витрачена на дисоціацію молекул.

Для отримання експериментальних характеристик тепловиділення при високій температурі та швидкості зміни термодинамічних параметрів у циліндрі двигуна, вимагається використання спеціальних приладів для вимірювання параметрів внутрішньоциліндрового процесу та визначення характеристик тепловиділення. Для визначення характеристик тепловиділення в умовах експлуатації можна застосувати декілька експериментальних методів [2, 6, 8].

Використання характеристик тепловиділення під час діагностування ППА.

Незважаючи на очевидний зв'язок між процесами паливоподачі та характеристиками тепловиділення, їх застосування мало поширене для діагностування та регулювання ППА. Але характеристики тепловиділення набули застосування в системах управління поршневіми ДВЗ [2, 3, 9]. Цю обставину можна пояснити тим, що розробники та виробники ДВЗ змушені вдосконалювати системи управління поршневих двигунів у зв'язку з нормами, що посилюються, і вимогами до екологічних і економічних показників поршневих двигунів.

Характеристики тепловиділення можуть бути використані в системах діагностування та регулювання ППА. Вони отримали обмежене застосування в системах керування дизелями, але не застосовуються у відомих діагностичних комплексах, включених до реєстру засобів вимірів, випробувального обладнання та методик вимірювань, що застосовуються у АТ «Укрзалізниця».

Проблема зміни режиму навантаження у процесі діагностування має теж важливе значіння. Під час виконання діагностичних випробувань тепловозного дизеля потрібно забезпечити ідентичність умов вимірювання діагностичних сигналів для всіх циліндрів двигуна. Ця умова виконується за рахунок одночасного вимірювання параметрів для всіх циліндрів чи групи циліндрів двигуна. При одночасному вимірі діагностичних сигналів у всіх циліндрах двигуна з'являється можливість порівняння та вироблення рекомендацій щодо регулювання кожного циліндра для забезпечення рівномірного завантаження всіх циліндрів двигуна. Водночас передбачає наявність первинних перетворювачів за кількістю циліндрів, що знижує надійність комплексу зі збільшенням його вартості [2].

Незначна помилка у фазі робочого процесу призводить до значних помилок у визначенні діагностичних параметрів двигуна, зокрема характеристики тепловиділення та середнього індикаторного тиску. При розрахунку цих параметрів використовується поточний об'єм циліндра, який залежить від положення кривошипа даного циліндра.

Помилки вибору констант при розрахунку характеристик тепловиділення впливають на достовірність результатів. При розрахунку тепловиділення за виразами показник адіабати $k=C_p/C_v$ істотно впливає на результати розрахунку характеристик тепловиділення [7]. Значення показника k залежить від хімічного складу робочого тіла та його температури, а для визначення середньої по циліндру температури двигуна, крім хімічного складу та тиску, необхідно знати масу заряду в циліндрі.

Облік та визначення точного показника k ускладнює процес розрахунку характеристик тепловиділення, при цьому оцінити підвищення точності розрахунку характеристик тепловиділення важко. У існуючих діагностичних комплексах проблема зміни режиму роботи дизеля під час діагностичного випробування вирішується шляхом одночасного виміру параметрів роботи у всіх циліндрах, що вимагає комплектування діагностичних комплексів кількістю датчиків відповідним кількості циліндрів діагностованого двигуна. Можливим вирішенням проблеми зміни навантажувального режиму у процесі діагностичного випробування, що вимагає перевірки, є вимір діаграм тиску [10].

Література

1. Аксенов И.М. Повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта // *Залізничний транспорт України*. – 2001. – №2.
2. Коссов Е.Е. Совершенствование режимов работы силовых энергетических систем тепловозов / Е.Е. Коссов, Е.Н. Шапран, В.В. Фурман // *Луганск, Изд-во Восточнoукраинского национального университета им. В. Даля*, 2006. – 280 с.
3. Хомич А.З. Паливна ефективність та допоміжні режими тепловозних дизелів / А.З. Хоміч // *Транспорт*, 1987. – 271 с.
4. Ваганов О.І. Інноваційні методи контролю та діагностування технічного стану дизелів тепловозів / О.І. Ваганов, І.В. Вищеревич, Т.А. Пазініч // *Залізничний транспорт України*. – 2021. – № 4. – С. 38-46. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2021_4_6.

5. Володин А.И. Как измерить угол опережения впрыскивания топлива / А.И. Володин, А.М. Сапелин // Электрическая и тепловозная тяга. – 1982. – №3. – С. 23-24.
6. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях / Н.Ф. Разлейцев // Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1980. – 169 с.
7. Mogila V. Modeling of the heat transfer process for steam condensation inside the tubes of diesel locomotive radiator sections / V. Mogila, M. Kovtanets, M. Morneva, O. Porkuian, D. Marchenko, T. Kovtanets / Proceedings of 26th International Scientific Conference. Transport Means 2022 (Part II), October 05-07, Kaunas, Lithuania. 2022. – P. 704-707.
8. Аккерман Р.И. Виброакустическое диагностирование топливной аппаратуры дизеля / Р.И. Аккерман, К.П. Далецкий, В.А. Дюк // Двигателестроение. – 1984. – №2. – С. 24-25.
9. Аллилуев В.А. Диагностирование топливной аппаратуры дизелей магнитоэлектрическим методом / В.А. Аллилуев, В.В. Мухин // Двигателестроение. – 1981. – №9. – С.24-25.
10. Mogila V. To the calculation of heat transfer during steam condensation in heat exchanger pipes of the diesel locomotive engine cooling system / V. Mogila, M. Kovtanets, M. Morneva, T. Kovtanets / Proceedings of 25th International Scientific Conference. Transport Means 2021 (Part III), October 06-08, Kaunas, Lithuania. 2021. – P. 1042-1046.

15. АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТЕПЛОВОЗІВ

**Могила В.І., к.т.н., проф., Ковтанець М.В., к.т.н., доц.,
Морнева М.О., к.т.н., доц., Тарасов Д.В., асп.**

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

У сучасних тепловозах використовують дизельний двигун внутрішнього згоряння, оснащений газотурбінним наддувом. Такий двигун завжди має нелінійне тепловиділення. Це відбувається за рахунок нелінійної зміни наповнення циліндрів повітряним зарядом щодо швидкості повороту колінчастого валу і збільшеною цикловою подачею палива на режимах близьких до номінального, порівняно з безнаддувним двигуном. Так як при низьких кутових швидкостях колінчастого валу дизеля масова витрата повітря має малу величину, то його вплив на тепловиділення не велике.

У гарячий контур системи охолодження тепловозів входить сорочка охолодження дизеля, водяний насос відцентрового типу з механічним приводом від дизельного двигуна, трубопроводи та секції радіатора, розташовані у холодильній камері. У холодний контур входять водомасляні теплообмінники (ВМТ), охолоджувач наддувного повітря (ОНП), водяний насос відцентрового типу з механічним приводом від дизельного двигуна, секції радіатора, розташовані в холодильній камері. Кожен контур має підживлювальні магістралі і випірні трубки, пов'язані з розширювальним баком закритого типу, який має перегородку, що розділяє порожнини гарячого і холодного контуру. Так як система не має прямого зв'язку з атмосферою, що дозволяє підвищити тиск у контурах і відповідно підвищує температуру кипіння води в контурах з 100°C до 130°C. Контур охолодження масла включає в себе канали ВМТ, канали масляної системи дизельного двигуна, масляний насос шестерного типу [1, 2].

Кількість вентиляторів у холодильній камері визначається серією локомотиву і може становити від 1 до 4. Привід вентиляторів так само визначається серією локомотива і може бути механічним з гідравлічною муфтою змінного наповнення, електричним за допомогою мотор-вентиляторів серії АМВ та гідростатичний.

Також на всіх тепловозах, що експлуатуються у АТ «Укрзалізниця», встановлено механічний привід водяного насоса, тобто продуктивність водного насоса лінійно залежить від частоти обертання колінчастого валу дизеля.

Для забезпечення надійної роботи дизеля необхідно уникнути перевищення максимально допустимої температури в гарячому і холодному контурах, що в свою чергу вимагає збігу характеристик тепла, що відводиться і підводиться, на номінальному режимі роботи дизеля. Для утримання температури теплоносія не вище заданих меж використовується зміна продуктивності вентиляторів холодильної камери. Так само на деяких режимах відбувається перепуск теплоносія з одного контуру в інший, наприклад, при низьких температурах навколишнього середовища відбувається підігрів холодного контуру водою з гарячого контуру для недопущення утворення льоду в охолоджувачі наддувного повітря [3].

Експлуатація локомотива на малому навантаженні та на режимі холостого ходу призводить до зниження температури в гарячому контурі системи охолодження. Згідно посібнику з експлуатації дизельного двигуна забороняється глушити його при

температурі води гарячого контуру вище 60°C , так як це призводить до припинення прокачування води по системі охолодження. При недотриманні цієї умови, після припинення циркуляції тепло від елементів дизеля передаватиметься теплоносію, що знаходиться в сорочці охолодження. При досягненні температури вище температури кипіння теплоносія відбудеться закипання його в сорочці охолодження.

У свою чергу, після зупинки дизеля повинна забезпечуватися циркуляція масла за рахунок маслопрокачувального агрегату, що веде до зменшення температури масла і збільшення різниці температур, яка може перевищити допустиму межу, між охолоджувальною рідиною в системі охолодження і маслом. Спільний вплив цих двох факторів призводить до пошкодження гумових ущільнень двигуна, термічної деформації клапанних кришок, площині привалки блоку, кавітації в сорочці охолодження і трубопроводах.

Основні переваги системи охолодження тепловозів у порівнянні з іншими системами охолодження транспортних двигунів полягають у [4]:

- відносна простота конструкції;
- два окремих контури забезпечують роботу дизеля та допоміжного обладнання в оптимальних температурних режимах;
- підвищення температури кипіння дозволяє збільшити температуру теплоносія у фронті радіаторів, збільшуючи градієнт температур у кожній секції;
- у системі відсутні теплові удари, пов'язані з різким перепадом температур теплоносія, що позитивно впливає на експлуатаційну надійність;
- використання гідростатичного, гідродинамічного, електричного приводу дозволяє при зміні продуктивності вентилятора ненаголошено включати вентилятор;
- здійснює безперервне регулювання температури.

Однак існують і недоліки системи охолодження тепловозів [4, 5]:

- неможливість окремого регулювання температури масла та наддувного повітря;
- при механічному приводі вентилятора холодильної камери зміна продуктивності вентилятора призводить до розриву потужності приводу цього вентилятора;
- при пуску та прогріві холодного двигуна, теплоносій завжди в повному обсязі послідовно проходить через секції радіаторів і навіть при закритих жалюзі температура не підвищується;
- розбіжність характеристик підведення та відведення тепла в системі охолодження в рекомендованому заводом виробником діапазоні температур на різних значеннях температури навколишнього середовища;
- не забезпечується прокачування теплоносія при зупиненому дизелі, що негативно позначається на локальній теплонапруженості та надійності;
- лінійна характеристика продуктивності насоса від частоти обертання колінчастого валу, що призводить до підвищеного відбору потужності системою охолодження та підвищеного охолодження на оборотах колінчастого валу близьких до холостого ходу.

Одним із шляхів підвищення ефективності системи охолодження тепловоза є суміщення характеристик тепла, що відводиться і підводиться, в системі охолодження у всьому розрахунковому температурному діапазоні за допомогою термостата і застосування в якості теплоносія суміші дистильованої води і етиленгліколя [3]. Однак, дане рішення не знайшло застосування на залізничному транспорті через можливість заподіяння шкоди навколишньому середовищу даною сумішшю у разі розгерметизації системи в експлуатації.

Другим рішенням для суміщення характеристик тепла, що відводиться і підводиться, у всьому розрахунковому температурному діапазоні є застосування індивідуального приводу водяних насосів. Така модернізація дозволяє забезпечувати сталість температури теплоносія для розрахункового температурного діапазону навколишнього середовища.

Третім рішенням може стати переведення течії теплоносія у імпульсний режим. Це може бути досягнуто шляхом застосування гідродинамічного водопідйомного пристрою, що використовує для свого приводу гідродинамічні сили самого рухомого потоку теплоносія. Основним елементом гідродинамічного водопідйомного пристрою є перетворювач потоку, від параметрів роботи якого залежить працездатність усієї установки.

Відомо, що ефективність поршневого дизельного двигуна істотно залежить від температури, за якої здійснюються такти роботи. У той же час зростання температури деталей двигуна призводить до зростання термічних напруг у деталях циліндропоршневої групи. Відповідно зростає значущість надійності та точності роботи системи охолодження, яка має суворо забезпечувати оптимальний температурний діапазон.

Тепловозний дизель має велику масу і як наслідок велику теплоємність, тому при зупинці дизеля і досягненні температурою теплоносія вище деякого значення, кількість теплоти яке буде передано в теплоносії, викликає його кипіння в сорочці охолодження дизеля.

Для охолодження дизеля, перед зупинкою, на тепловозі використовується підвищена продуктивність водяних насосів на малих позиціях контролера машиніста. Дане рішення негативно впливає на економічність та надійність двигуна внутрішнього згоряння. А також при використанні приводу водяних насосів від дизеля потрібно використовувати другий водяний насос у кожному контурі для можливості забезпечити передпусковий прогрів [5].

Література

1. Тепловоз 2ТЭ116У. Руководство эксплуатации 2ТЭ116.00.00.008-01 РЭЗ: в 4 ч. Луганск: Лугансктепловоз, 2008. – Ч.4. Техническое обслуживание и текущий ремонт. – 239 с.
2. Куликов Ю.А. Системы охлаждения силовых установок тепловозов / Ю.А. Куликов: Машиностроение, 1988. – 280 с.
3. Могила В.І. Вдосконалення енергетичних характеристик тепловоза шляхом оптимізації умов охолодження / В.І. Могила, М.В. Ковтанець, Т.М. Ковтанець // Наукові вісті Далівського університету, № 21, 2021. Електронне наукове фахове видання. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-15>

4. Mogila V. Modeling of the heat transfer process for steam condensation inside the tubes of diesel locomotive radiator sections / V. Mogila, M. Kovtanets, M. Morneva, O. Porkuian, D. Marchenko, T. Kovtanets / Proceedings of 26th International Scientific Conference. Transport Means 2022 (Part II), October 05-07, Kaunas, Lithuania. 2022. – P. 704-707.
5. Mogila V. To the calculation of heat transfer during steam condensation in heat exchanger pipes of the diesel locomotive engine cooling system / V. Mogila, M. Kovtanets, M. Morneva, T. Kovtanets / Proceedings of 25th International Scientific Conference. Transport Means 2021 (Part III), October 06-08, Kaunas, Lithuania. 2021. – P. 1042-1046.

16. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ ЗАЛІЗНИЦЬ

**Кузьменко С.В., к.т.н., доц., декан факультету транспорту і будівництва,
Ніконець А.О., асп.**

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Якість і конструктивне виконання теплової ізоляції роблять прямий вплив на техніко-економічні показники рухомого складу. Застосування теплоізоляційних матеріалів із покращуваними характеристиками дозволяє значно зменшити товщину теплоізоляції, скоротити енерговитрати на підтримку необхідних параметрів мікроклімату в кабіні машиніста або салоні вагону, збільшити пасажиромістність вагонів.

Особливістю роботи ізоляції на рухомому складі залізниць є необхідність збереження теплотехнічних властивостей в умовах безперервних коливань на ресорному підвішуванні, обумовлених високими швидкостями руху потягів і зіткненнями вагонів при маневрах, зміни температури, вологості повітря і сонячної радіації, конденсації водяної пари на поверхні і усередині окремих ізоляційних шарів.

До ізоляційних матеріалів, вживаних в конструкції огорож кузовів на підставі ГОСТ 12.2.056-81 та ДСТУ 4049-2001, пред'являються наступні основні вимоги:

- невеликий коефіцієнт теплопровідності (0,03...0,04 Вт/м·К);
- мала об'ємна вага (15...25 кг/м³);
- відсутність гігроскопічності і невелике вологопоглинання;
- хімічна інертність і неможливість горіння;
- довговічність і незмінність теплотехнічних властивостей при коливаннях і зіткненнях;
- відсутність запаху і несприйнятливості до запахів;
- невелика вартість.

На рухомому складі залізниць використовуються різноманітні теплоізоляційні матеріали, починаючи від рослинного походження (типу пробки) і закінчуючи синтетичними як органічною так і неорганічною структури. Розглянемо детальніше їх використання на локомотивах, дизель- і електропоїздах, пасажирських і ізотермічних вагонах.

На тепловозах 2ТЕ116 і М62 для ізоляції стін і стелі кабін машиніста використовують мати з скловолокна завтовшки 40 мм, обернутих в поліетиленову плівку, і пакети з відходів штапельного волокна завтовшки 30 мм, які розділені між собою фанерою завтовшки 5 мм. Пол ізолюється плитою з скловолокна завтовшки 100 мм. На тепловозі 2ТЭ121 застосовується аналогічна теплоізоляція, за винятком того, що її товщина збільшена на 10 мм. На тепловозах ТЭ114І і ТЭП150 використовується одношарова теплоізоляція у вигляді матів з скловолокна, які обернути в поліетиленову плівку, завтовшки 60 мм.

На тепловозах ТЕП60 і 2ТЕП60 в різних поєднаннях застосовувалася мінеральна пробка, скловолокно, капронова тканина ВТ-4, склохолст АТИМС, пінопласт поліуретановий ПХВ-1, пінопласт полістирол ПС-4, пінопласт перхлорвініловий еластичний ПХВ-Е, пінопласт полістирол ПСБ-С. На тепловозі ТЭП70 для

теплоізоляції кабіни машиніста використовуються тільки мати з капронової тканини ВТ-4.

На електровозах ВЛ60 і ВЛ80 для теплоізоляції кабіни машиніста використовується мати з штапельного волокна і плити пінополістиролу ПСБ-С завтовшки від 50 до 100 мм.

Для ізоляції кабіни машиніста тепловозів ЧС4, ЧС4^Т виробництва чеського заводу «Skoda» застосовують пенополиуретановые плити.

Пасажирські вагони, що знаходяться в експлуатації на залізницях України і інших пострадянських держав у використуваних теплоізоляційних матеріалах, присутня однакова тенденція. На вагонах, виготовлених в період з 1960 по 1970 р.р., використовували як теплоізолюючого матеріал міпору. У подальші роки при виробництві вагонів використовувався пінополістирол.

На електропоїздах ЕР2, ЕР2Р, ЕР9 і дизель-поїздах ДР-1, ДР-2 для теплоізоляції кузова вагону використовувалася міпора в поєднанні пінополістиролом. На швидкісному електропоїзді ЕР200 був застосований пінополіуретан.

В даний час в Україні при проведенні капітально-відновлювальних ремонтів для теплоізоляції кузова пасажирських вагонів використовують мати з скловолокна, обернутих у вологонепроникну плівку.

При виготовленні пасажирських вагонів США (Pullman Standart, North American Corporation), Німеччині (Waggonfabrik Talbot, Aachen, Farbenfabriken A.G. Bayer), Франції широко використовується пінополіуретанова теплоізоляція з безпосередньою заливкою на вагоні. Для цього на потокову лінію поступають вагони із заздалегідь зібраним кузовом і встановленою внутрішньою обшивкою. Для заливки піноізоляції передбачені спеціальні отвори, через які також здійснюється контроль за процесом заповнення пінною масою простору між обшивками. Процес здійснюється в закритому приміщенні, температура повітря в якому підтримується на рівні 65...90 °С.

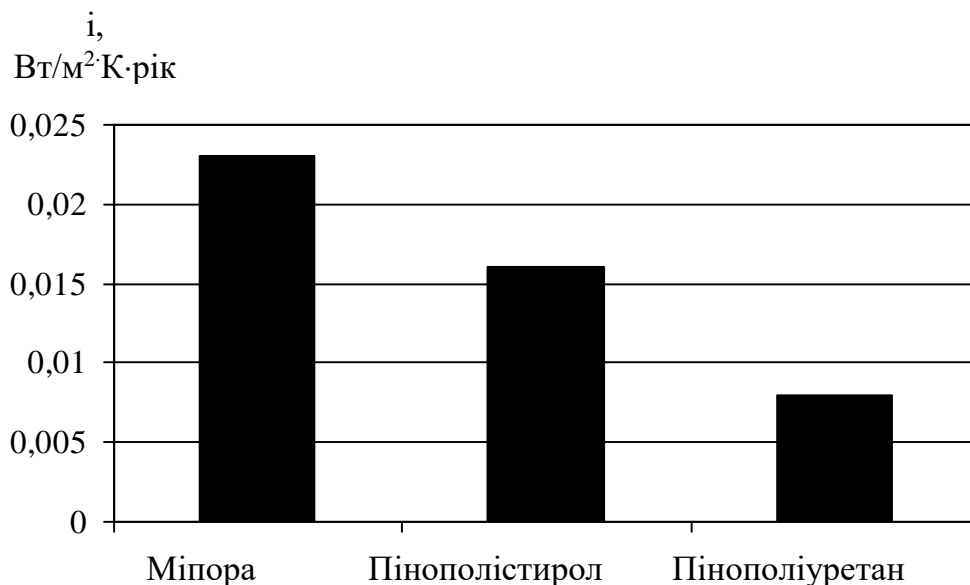


Рисунок 1. Темп зміни коефіцієнта теплопередачі огорожі вагонів з різними теплоізоляційними матеріалами

Дослідження показують, що серед вагонів з використанням міпори, пінополістирольних плит і заливної пінополіуретанової ізоляції мінімальний темп зростання коефіцієнта теплопередачі огорожень вагону $i=0,008$ Вт/(м²·К·рік) відповідає останньому матеріалу (рис.1).

Крім того, при використанні заливної теплоізоляції спостерігається мінімальне, відносно два інших варіантів, корозійне руйнування металевих елементів кузова вагону (при розтині внутрішньої обшивки через сім років експлуатації вагону).

Середні показники $i=0,016$ Вт/(м²·К·рік) мають вагони з використанням пінополістирольних плит. При розтині внутрішньої обшивки виявлені значні зазори в 20...50 мм між плитами і їх часткові руйнування, що і визначає більший темп зростання коефіцієнта теплопередачі.

Для пінополіуретанової і пінополістирольної теплоізоляції відмічено невелике водопоглинання (до 12 % від маси).

Найгірші показники $i=0,023$ Вт/(м²·К·рік) отримані на вагонах з теплоізоляцією з міпори. Ненадійність вологозахисного плівкового покриття є основним чинником, який приводить до насичення матеріалу вологою (до 200% від маси) і забезпечує збільшення теплопровідності матеріалу. Після 7-8 років експлуатації поверхня плити покривається сіткою з численних тріщин і надалі кришиться.

При експлуатації вагонів з теплоізоляцією у вигляді матів з скловолокна або штапельного волокна, захищених поліетиленовою плівкою, очевидно, виникають аналогічні проблеми. Старіння плівки і її руйнування приводить до розгерметизації пакету і можливості значного водопоглинання із збільшенням коефіцієнта теплопровідності. Крім того, вібрації і поштовхи рухомого складу приводять до ущільнення матеріалу і утворення порожнеч між зовнішньою і внутрішньою обшивкою кабіни або вагону.

Слід відзначити, що максимальний термін використання мінераловатних утеплювачів в промисловому і цивільному будівництві Німеччини не перевищує 10 років, після чого теплоізоляція повністю замінюється.

Проведений аналіз показує, що проблема теплоізоляції кабін і кузовів рухомого складу залізниць повною мірою не вирішена. Використовувані для цих цілей матеріали на даний момент не задовільняють численним і специфічним вимогам залізничної галузі.

Узагальнення представлених фактів показує, що теплоізоляційний матеріал для рухомого складу залізниць повинен мати закритопорісту (вспінену або екструдовану) структуру з можливістю заливки матеріалу безпосередньо на рухомому складі, що повинне забезпечувати мінімальні значення теплопровідності, водопоглинання і паропроникнення. Окрім цього, переважним є використання неорганічних матеріалів, які є негорючими, мають високі значення максимальних робочих температур, не виділяють токсичних речовин при своєму розкладанні або деструкції.

17. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Кузьменко С.В., к.т.н., доц., декан факультету транспорту і будівництва,
Мілов С.О., асп.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Київ

Сучасний стан розвитку технічного прогресу, у тому числі і локомотивобудування, визначає в якості домінуючих чинників енерго-ресурсозберігання. Одним з можливих варіантів підвищення техніко-економічної ефективності тягового рухомого складу є використання електродинамічного гальмування (ЕДТ), що забезпечує високу плавність руху потягу, значно менші подовжньо-динамічні сили, знижується вірогідність обриву автозчіпних пристроїв і сходу вагонів, скорочується час руху на спусках за рахунок того, що потримало вищої швидкості, досягається істотна економія гальмівних колодок.

На сучасних локомотивах використовують два види електродинамічного гальмування:

1. Реостатне, при якому уся електрична енергія, що поступає від двигунів, перетворюється на тепло в гальмівних резисторах, а тепло розсіюється в довкілля.

2. Рекуперативне, коли енергія гальмування передається іншим споживачам для здійснення корисної роботи або запасується в акумуляторах для наступного використання.

Для тепловозів, як автономних тягових одиниць, єдиним технічним рішенням є реостатне електродинамічне гальмування, що призводить до безповоротних втрат енергії, яка виробляється в ТЭД. На електровозах використовується як реостатне так і рекуперативне гальмування, що в останньому випадку дозволяє віддавати енергію, що виробляється, в контактну мережу. У таблиці 1 приведені дані об'ємів електроенергії, поверненої в тягову мережу Укрзалізниці за період з 2007 р. по 2014 р.

Таблиця 1. Об'єми електроенергії, поверненої в тягову мережу Укрзалізниці

Одиниці виміру	Роки							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
млн. кВт·год	52,15	53,86	43,74	43,02	65,1	79,3	94,94	103,3
% від загальних витрат по УЗ	0,94	0,97	0,79	0,77	1,16	1,37	1,55	1,68

До недоліків систем рекуперації енергії при електротязі являються відхилення від синусоїдальної характеристики і скачки напруги в контактній мережі, використання електричної енергії іншими електровозами тільки в межах дії тягової підстанції.

Аналіз можливості додаткового використання електроенергії, ЕДТ, що виробляється, показав, що за способом накопичення і використання отриманої енергії гальмування усі відомі технічні рішення можна розділити на:

– накопичувач з механічним акумулятором енергії, при якому енергія витрачається для розгону;

– накопичувач з електрохімічним акумулятором енергії, при якому енергія витрачається на допоміжні потреби транспортного засобу;

– накопичувач з тепловим акумулятором енергії, при якому енергія витрачається на допоміжні потреби транспортного засобу.

Перші два способи акумуляції енергії є досить складними для реалізації на рухомому складі. Застосування теплового акумулятора дозволяє перетворити гальмівну енергію на теплову з наступною її віддачею для прогрівання теплоносіїв перед запуском двигуна, прогрівання салону, для підтримки стабільного теплового стану теплоенергетичної установки і так далі

У таблиці 2 приведені основні конструкції теплових акумуляторів, їх достоїнства і недоліки, а також приведений ексергетичний коефіцієнт корисної дії.

Таблиця 2. Аналіз конструкцій теплових акумуляторів

Тепловий акумулятор	Переваги конструкції	Недоліки конструкції	Ексергетичний ККД
Котел утилізації	Простота конструкції, зручність експлуатації, невисока вартість	Відносно великі габаритні розміри	0,7–0,85
Парова турбіна	Невеликі габаритні розміри	Необхідність застосування дорогих сталей, складність конструкції	0,8–0,87
Газова турбіна	- // -	- // -	0,82–0,9
Двигун Стирлінга	- // -	Складність конструкції, висока вартість	0,8–0,84
Паровий акумулятор теплоти	Простота конструкції, велика потужність, низька вартість	Високі втрати теплоти при закачуванні теплоносія, великі габарити	0,8–0,97
Водяний акумулятор теплоти	Простота конструкції, низька вартість	- // -	0,7–0,91
Акумулятор теплоти з низько-температурним плавким матеріалом	Висока ефективність, невеликі габаритні розміри	Висока вартість теплоакumuлюючого матеріалу	0,7–0,95
Акумулятор теплоти з високо-температурним плавким матеріалом	- // -	Висока вартість теплоакumuлюючого матеріалу, складність конструкції	0,7–0,95

Найбільш простим з технічної точки зору і ефективним являється використання акумуляторів теплоти, які використовують теплоту фазового переходу першого роду.

Теплові акумулятори можна використовувати для підтримки необхідного температурного режиму енергетичної установки тепловозів в зимовий період, а також, що є найбільш ефективним, для створення комфортних параметрів мікроклімату салонів пасажирських вагонів в потягах далекого і приміського повідомлення. З огляду на те, що системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря в пасажирських вагонах мають енергоспоживання від 30 до 40 кВт на один вагон, їх застосування дозволяє якнайповніше використовувати потужність електродинамічного гальмування локомотиву.

Наукове електронне видання



**МАТЕРІАЛИ VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ
«РОЗВИТОК БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-
КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА
В СУЧАСНИХ УМОВАХ»**

31 жовтня 2024

Оригінал макет К.В. Соколенко