

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій
шляхом інтеграції сонячної енергетики

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2Б-24м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та
цивільна інженерія»

Є. В. Мусієнко

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник д.п.н., проф. В. М. Бойчук

(науковий ступінь, вчене звання,

ініціали та прізвище)

«12» 12 2025 р.

(підпис)

Опониент к.т.н. доц. Панкевич О. Д.

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

(підпис, ініціали та прізвище)

«12» 12 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

к.т.н., доц. В. В. Швець

(ініціали та прізвище)

«12» грудня 2025 р.

Факультет: будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра: будівництва, міського господарства та архітектури

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

25 Вересня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Мусієнка Євгена Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оптимізація енергоефективності будівельних огороджувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики»

керівник роботи Бойчук В. М., д.п.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом вищого навчального закладу від "24" вересня 2025 року №313.

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Фрагмент ситуаційного плану, карта місцевості, нормативна література

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1 Альтернативна енергетика: сучасне поняття, засоби та їх застосування в будівельній сфері. Сучасне поняття альтернативної енергетики. Альтернативна енергетика у сучасній паливно-енергетичній промисловості. Основні види засобів альтернативної енергетики. Засоби альтернативної енергетики у структурі будівель. Висновок до розділу 1

2 Засоби альтернативної енергетики як фактор архітектурного формоутворення: вплив і практичний досвід. Вплив засобів альтернативної енергетики на архітектурне формоутворення. Архітектурний досвід використання засобів альтернативної енергетики як формотворчий фактор. Висновок до розділу 2

3 Архітектура будівель із сонячними енергетичними системами: класифікація та принципи формування. Класифікація будівель із використанням засобів сонячної енергетики. Основні принципи та особливості архітектурного формоутворення будівель з поліфункціональним використанням засобів сонячної енергії. Висновок до розділу 3

4 Технічна частина. Архітектурно-будівельні рішення. Загальні дані. Характеристика земельної ділянки та опис організації рельєфу. Загальна характеристика проєктованої будівлі. Об'ємно-планувальні рішення. Основні габаритні розміри будинку. Техніко-економічні показники будинку. Типи офісів і приміщень. Загальний опис архітектурних рішень. Розрахунок і проєктування

розрахунок. Інженерне обладнання. Організаційно-технологічні рішення. Розрахунок і проєктування адміністративно-побутових сіткового графіка виконання робіт. Розрахунок площі тимчасових відкритих і закритих складів для тимчасових будівель і споруд. Розрахунок площі тимчасових відкритих і закритих складів для зберігання будівельних конструкцій, матеріалів і деталей. Розрахунок та проєктування мереж

АНОТАЦІЯ

УДК 711.4

Мусієнко Є. В., Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2025. 95 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 30 назв; рис.:2; табл. 14.

Магістерська кваліфікаційна робота досліджує методи вдосконалення торгово-офісних будівель шляхом інтеграції альтернативних джерел енергії. У роботі розглядаються сучасні тенденції використання відновлюваних ресурсів, таких як сонячна, вітрова та геотермальна енергія, в архітектурному проектуванні та експлуатації будівель. Основне увага приділена зниженню енергоспоживання, впливу на довкілля та підвищенню економічної ефективності.

У першому розділі розкрито основне поняття альтернативної енергетики, а також її роль у сучасній будівельній галузі.

Другий розділ зосереджено на аналізі впливу засобів альтернативної енергетики на архітектурне формування будівель.

Третій розділ включає класифікацію будівель із сонячними енергетичними системами та описує принципи їх проектування.

У четвертому розділі розглядаються технічні аспекти інтеграції енергоефективних рішень, включаючи теплотехнічні розрахунки, планування енергомереж та архітектурно-будівельні рішення.

П'ятий розділ містить економічне обґрунтування запропонованих заходів, зокрема розрахунок рентної здатності та оцінку витрат на реалізацію проектів.

Ключові слова: альтернативна енергетика, енергоефективність, торгово-офісні будівлі, сонячні системи, екологічність, економічна доцільність, архітектурне формоутворення, інженерні рішення.

ANNOTATION

Musienko E. V., Optimization of energy efficiency of building enclosing structures through integration of solar energy. Master's qualification work in specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2025. 95 p.

In Ukrainian. Bibliography: 30 titles; Fig.: 2; Table. 14.

The master's qualification work explores methods for improving commercial and office buildings through the integration of alternative energy sources. The work examines current trends in the use of renewable resources, such as solar, wind and geothermal energy, in architectural design and operation of buildings. The main attention is paid to reducing energy consumption, environmental impact and increasing economic efficiency.

The first section reveals the basic concept of alternative energy, as well as its role in the modern construction industry.

The second section focuses on the analysis of the impact of alternative energy sources on the architectural formation of buildings.

The third section includes the classification of buildings with solar energy systems and describes the principles of their design.

The fourth section considers the technical aspects of integrating energy-efficient solutions, including thermal calculations, energy network planning and architectural and construction solutions.

The fifth section contains the economic justification of the proposed measures, in particular the calculation of rental capacity and the assessment of project implementation costs.

Keywords: alternative energy, energy efficiency, commercial and office buildings, solar systems, environmental friendliness, economic feasibility, architectural formation, engineering solutions

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА: СУЧАСНЕ ПОНЯТТЯ, ЗАСОБИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ СФЕРІ	7
1.1 Сучасне поняття альтернативної енергетики	7
1.2 Альтернативна енергетика у сучасній паливно-енергетичній промисловості	10
1.3 Основні види засобів альтернативної енергетики	13
1.4 Засоби альтернативної енергетики у структурі будівель	19
Висновок до розділу 1	25
РОЗДІЛ 2 ЗАСОБИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК ФАКТОР АРХІТЕКТУРНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ: ВПЛИВ І ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД	26
2.1 Вплив засобів альтернативної енергетики на архітектурне формоутворення	26
2.2 Архітектурний досвід використання засобів альтернативної енергетики як формотворчий фактор	30
Висновок до розділу 2	36
РОЗДІЛ 3 АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ ІЗ СОНЯЧНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ: КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ	39
3.1 Класифікація будівель із використанням засобів сонячної енергетики	39
3.2 Основні принципи та особливості архітектурного формоутворення будівель з поліфункціональним використанням засобів сонячної енергії	42
Висновок до розділу 3	45
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	47
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	47
4.1.1 Загальні дані	47
4.1.2 Характеристика земельної ділянки та опис організації рельєфу	48

	3
4.1.3 Загальна характеристика проектованої будівлі	50
4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення	51
4.1.5 Основні габаритні розміри будинку	53
4.1.6 Техніко-економічні показники будинку	53
4.1.7 Типи офісів і приміщень	54
4.1.8 Загальний опис архітектурних рішень	55
4.1.9 Зовнішні стіни та теплотехнічний розрахунок	57
4.1.10 Інженерне обладнання	59
4.2 Організаційно-технологічні рішення	60
4.2.1 Розрахунок і проектування сіткового графіка виконання робіт	60
4.2.2 Розрахунок і проектування адміністративно-побутових тимчасових будівель і споруд	61
4.2.3 Розрахунок площі тимчасових відкритих і закритих складів для зберігання будівельних конструкцій, матеріалів і деталей	64
4.2.4 Розрахунок та проектування мереж тимчасового водозабезпечення будівництва	67
4.2.5 Розрахунок і проектування мереж тимчасового електропостачання	70
Висновок до розділу 4	73
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	75
5.1 Кошторисна документація	75
5.2 Техніко-економічні показники проекту	89
Висновок до розділу 5	89
ВИСНОВКИ	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	92
ДОДАТКИ	96
Додаток А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	97
Додаток Б – Картка визначник для побудови сіткової моделі будівництва об'єкту	98
Додаток В – Відомість графічної частини	100

ВСТУП

Актуальність теми: В умовах глобального переходу до концепції сталого розвитку, декарбонізації економіки та посилення кліматичних викликів питання енергоефективності будівель набуває стратегічного значення. Торгово-офісні будівлі, як об'єкти з високим рівнем енергоспоживання, формують істотну частку навантаження на енергетичну інфраструктуру міст та є джерелами значних викидів парникових газів. Використання традиційних джерел енергії в їх експлуатації зумовлює підвищені експлуатаційні витрати, залежність від зовнішніх енергоресурсів і негативний вплив на довкілля.

У цьому контексті інтеграція альтернативних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), зокрема сонячної, вітрової та геотермальної енергії, у процеси проектування, реконструкції та експлуатації торгово-офісних будівель є актуальним напрямом сучасного будівництва. Застосування таких технологій дозволяє не лише знизити енергоспоживання з традиційних мереж, а й підвищити рівень енергонезалежності будівель, оптимізувати експлуатаційні витрати та забезпечити відповідність сучасним екологічним стандартам і вимогам енергоефективності.

Крім того, впровадження альтернативних джерел енергії у торгово-офісних будівлях сприяє формуванню комфортного внутрішнього мікроклімату, підвищенню якості робочого середовища та привабливості об'єктів для користувачів і інвесторів. Це особливо важливо для умов України, де актуальними є питання енергетичної безпеки, оптимізації витрат на енергозабезпечення та адаптації будівель до кліматичних змін.

Метою дослідження є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення торгово-офісних будівель шляхом інтеграції альтернативних джерел енергії з метою забезпечення підвищення енергоефективності, екологічної безпеки та економічної доцільності їх експлуатації.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачається вирішення таких основних завдань:

- проаналізувати сучасні тенденції та світовий і вітчизняний досвід застосування альтернативних джерел енергії у будівництві та реконструкції будівель;
- дослідити енергоефективні інженерні та архітектурно-технологічні рішення для торгово-офісних будівель із використанням сонячних фотоелектричних систем, малих вітроустановок і геотермальних теплових насосів;
- виконати оцінку та розрахунок основних техніко-економічних показників упровадження відновлюваних джерел енергії для будівель різного функціонального та просторового масштабу;
- розробити рекомендації щодо інтеграції альтернативних джерел енергії у проектування та модернізацію торгово-офісних будівель з урахуванням кліматичних, містобудівних та нормативних умов України.

Об'єкт дослідження – торгово-офісні будівлі, що функціонують у сучасному міському середовищі.

Предмет дослідження – методи, технології та інженерно-планувальні рішення впровадження альтернативних джерел енергії у процеси проектування, будівництва та експлуатації торгово-офісних будівель.

Наукова новизна роботи: Наукова новизна дослідження полягає у формуванні комплексного підходу до проектування та модернізації торгово-офісних будівель з урахуванням системного використання альтернативних джерел енергії. Запропоновані підходи дозволяють поєднати архітектурні, конструктивні та інженерні рішення з принципами сталого розвитку, зменшити залежність будівель від традиційних енергетичних ресурсів та підвищити їх енергетичну ефективність у довгостроковій перспективі.

Практичне значення результатів: Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання при розробленні проектних рішень, програм енергоефективної модернізації та стратегій сталого урбаністичного розвитку. Матеріали дослідження можуть бути впроваджені у

проектну практику архітектурних та інженерних організацій, а також використані в освітньому процесі при підготовці фахівців у галузі архітектури, містобудування, дизайну та планування територій.

Основні положення роботи можуть бути використані у навчальних дисциплінах, що орієнтовані на формування компетентностей з енергоефективного та екологічно відповідального проектування будівель.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській дипломній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі: [1] – обробка результатів зібраної інформації та виведення напрямів, які націлені на удосконалення розвитку міст.

Публікації:

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 теза конференцій.

1. Мусієнко Є. В., Швець В. В. Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики // Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. «Енергоефективність в галузях економіки України – 2025» (м. Вінниця, 19–21 листопада 2025 р.). Вінниця, 2025. Електрон. текст. дані. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/viewFile/26450/2179> 6 (дата звернення: 25.11.2025).

РОЗДІЛ 1

АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА: СУЧАСНЕ ПОНЯТТЯ, ЗАСОБИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ СФЕРІ

1.1 Сучасне поняття альтернативної енергетики

Поняття альтернативної енергетики не має єдиного усталеного визначення, що зумовлено значною різноманітністю та постійним розширенням напрямів розвитку сучасної енергетичної галузі. У наукових дослідженнях і практичній діяльності виникає необхідність чіткого окреслення цього поняття з метою його коректного використання в межах конкретного дослідження та проблемного поля реальної проектної або експлуатаційної діяльності.

У загальному розумінні під альтернативною енергетикою доцільно розглядати сукупність нетрадиційних підходів до виробництва енергії, які відрізняються від домінуючих на певному історичному етапі технологій генерації, перетворення та розподілу енергетичних ресурсів. У сучасних умовах цей термін зазвичай застосовується для позначення галузей енергетики, що не належать до класичних або традиційних напрямів, таких як теплова, ядерна та велика гідроенергетика.

Традиційна енергетика в нинішній структурі паливно-енергетичного комплексу включає теплову енергетику на основі спалювання викопного палива, атомну енергетику та гідроенергетику великих річок. При цьому гідроенергетику прийнято поділяти на велику та малу, а також виділяти окремо гідроенергетику океану. Варто зазначити, що межі між великою і малою гідроенергетикою є умовними та можуть істотно відрізнитися в різних країнах залежно від установленної потужності енергетичних об'єктів і загального рівня розвитку енергосистеми.

Ядерна енергетика, окрім традиційного атомного напрямку, включає також термоядерну енергетику, яка характеризується принципово новими, нетрадиційними підходами до отримання енергії. Проте, незважаючи на

інноваційний характер, термоядерна енергетика не відноситься до альтернативної енергетики, оскільки базується на інших фізичних принципах та не інтегрується в концепцію альтернативних енергетичних ресурсів [1].

Рівень традиційності теплової енергетики безпосередньо визначається типом енергетичного ресурсу, що використовується у процесі виробництва теплової або електричної енергії. До традиційних видів енергетики відносять теплові електростанції, що функціонують на основі спалювання викопних видів палива, зокрема вугілля, природного газу та нафтопродуктів. Натомість теплові енергетичні установки, у яких як паливо застосовуються водень або біомаса, у науковій та технічній літературі зазвичай класифікують як складову альтернативної енергетики. При цьому принциповим є чітке розмежування понять альтернативних видів палива та альтернативних енергетичних ресурсів. Зокрема, використання нафтопродуктів у якості палива, незалежно від технологій їх видобутку, переробки або транспортування, не може розглядатися як альтернативний енергетичний напрям [2].

У сучасних наукових підходах до альтернативної енергетики зараховують такі галузі, як вітроенергетика, геліоенергетика (сонячна енергетика), альтернативна гідроенергетика (енергія малих річок, водоспадів, морських та океанічних процесів, зокрема приливів, хвиль, температурних і сольових градієнтів), а також геотермальна, воднева та біоенергетика [3]. Водночас слід зазначити, що не кожен технічний пристрій, який використовує енергію природних процесів, може бути віднесений до альтернативної енергетики. Під енергетикою у вузькому науково-технічному розумінні слід розуміти активні виробничі процеси, що забезпечують цілеспрямоване перетворення первинної енергії у теплову або електричну форму за допомогою спеціалізованих енергогенеруючих установок. У цьому контексті такі пристрої, як водопідйомні колеса, класичні вітряки або пасивні сонячні системи нагріву води, не належать до засобів альтернативної енергетики.

Окрему категорію становлять енергетичні технології, які не можуть бути однозначно віднесені ані до традиційної, ані до альтернативної енергетики. Це

зумовлено тим, що значна частина таких розробок перебуває на експериментальній або теоретичній стадії та ще не інтегрована у структуру національних або світових паливно-енергетичних комплексів. До подібних напрямів можна віднести, зокрема, космічну енергетику або установки, що ґрунтуються на використанні ефекту пам'яті форми деяких металів [4].

У більшості технологічних циклів альтернативної енергетики використовуються відновлювані джерела енергії, однак ці поняття не є тотожними. Так, гідроенергетика великих річок традиційно не включається до альтернативної енергетики, тоді як окремі геотермальні електростанції можуть експлуатувати обмежені або невідновлювані теплові ресурси земної кори. Таким чином, встановлення прямої відповідності між альтернативною енергетикою та використанням відновлюваних джерел енергії є методологічно складним завданням, оскільки йдеться про різні за змістом і функціональним призначенням категорії, межі між якими залишаються розмитими [5].

Поняття «відновлюване джерело енергії» має відносний та умовний характер. У загальному випадку до цієї групи відносять енергетичні ресурси, темпи споживання яких не перевищують темпів їх природного відновлення або використання яких не призводить до порушення енергетичного та екологічного балансу довкілля. Водночас рівень відновлюваності будь-якого енергетичного процесу може бути поставлений під сумнів залежно від масштабів та контексту його реалізації. Саме тому даний термін найчастіше застосовується як протиставлення поняттю «невідновлюване джерело енергії», під яким розуміють ресурси, що за сучасних обсягів споживання можуть суттєво скорочуватися або повністю вичерпуватися в перспективі [6].

У цьому контексті ступінь відновлюваності енергії, отриманої в результаті ядерних або хімічних реакцій, значною мірою залежить від умов аналізу. Натомість сонячне випромінювання, гравітаційна взаємодія Сонця, Землі та Місяця, а також тепла енергія надр Землі традиційно відносяться до відновлюваних джерел, оскільки істотні зміни їх енергетичного потенціалу не прогнозуються в найближчому майбутньому.

Узагальнюючи, можна зазначити, що всі основні відновлювані джерела енергії є похідними трьох фундаментальних явищ: енергії Сонця, енергії планетарного руху та енергії Землі. Саме ці процеси формують більшість відомих на сьогодні відновлюваних енергетичних ресурсів. Попри значні відмінності у валових енергетичних потенціалах різних джерел, сучасна практика засвідчує, що сонячна та вітрова енергетика є найбільш затребуваними та перспективними напрямками розвитку альтернативної енергетики. Водночас аналіз потенціалів відновлюваних ресурсів свідчить про значні можливості подальшого розвитку енергетичних установок, що їх використовують, і, зокрема, засобів альтернативної енергетики в цілому.

1.2 Альтернативна енергетика у сучасній паливно-енергетичній промисловості

Сучасний паливно-енергетичний комплекс, основу якого становить використання продуктів газової, нафтової та вугільної промисловості, за оцінками провідних міжнародних експертів перебуває у кризовому стані. Незважаючи на значні обсяги застосування атомної та гідроенергетики, у глобальному масштабі ці галузі займають другорядні позиції у структурі світового енергобалансу. Поточна ситуація зумовлена сукупністю системних недоліків, характерних для кожного з традиційних напрямів енергетики, серед яких ключовими є вичерпність основних енергетичних ресурсів, зростання вартості їх видобутку та загострення екологічних проблем за сучасних темпів енергоспоживання [2–6].

Існуюча модель функціонування паливно-енергетичного комплексу стала однією з основних причин формування глобальної сировинної та енергетичної кризи. Аналіз сучасних запасів і обсягів видобутку горючих корисних копалин свідчить про невідповідність між зростаючим світовим енергоспоживанням і можливостями традиційної ресурсної бази. При цьому спостерігається стійка тенденція до підвищення вартості розробки нових родовищ, що пов'язано з

ускладненню умов видобутку та необхідністю застосування більш дорогих технологій. Окрім економічних факторів, традиційна енергетика супроводжується значними екологічними ризиками, зокрема викидами парникових газів, деградацією природних екосистем, проблемами утилізації відпрацьованого палива та накопиченням техногенних відходів.

У сформованих умовах глобальної енергетичної нестабільності світова спільнота активізує пошук ефективних шляхів подолання енергетичних проблем, які за своїм масштабом та наслідками набули фундаментального значення для сталого розвитку людства. Одним із пріоритетних напрямів, спрямованих на зменшення залежності від викопних енергоресурсів і подолання системної кризи паливно-енергетичного комплексу, є інтенсивний розвиток альтернативної енергетики. Її роль і значущість зростають у міру загострення енергетичних, кліматичних та екологічних викликів, що зумовлює поступове, але стійке зміцнення позицій альтернативних джерел енергії у структурі світового енергетичного балансу.

Об'єктивним підтвердженням цієї тенденції слугують статистичні та аналітичні дані Міжнародного енергетичного агентства (IEA), а також матеріали мережевої організації з питань відновлюваної енергії REN21 [7]. Відповідно до щорічного звіту REN21 щодо загального стану відновлюваних джерел енергії, сумарна встановлена потужність енергогенеруючих установок на основі відновлюваних ресурсів (без урахування великих гідроелектростанцій, тобто фактично альтернативних енергоустановок) у 2010 році досягла приблизно 312 тис. МВт, тоді як у 2009 році цей показник становив близько 250 тис. МВт, а у 2000 році — лише 200 тис. МВт. Важливо зазначити, що позитивна динаміка розвитку характерна практично для всіх ключових напрямів альтернативної енергетики, що підтверджується узагальненими статистичними даними, наведеними у щорічних аналітичних звітах REN21.

Стрімке нарощування встановлених потужностей альтернативної енергетики супроводжується зростанням її інвестиційної привабливості. За оцінками Світового банку та Міжнародного енергетичного агентства, сукупний

обсяг інвестицій у сектор відновлюваних джерел енергії у 2010 році сягнув приблизно 211 млрд доларів США, що майже у десять разів перевищує аналогічний показник 2000 року. Аналіз динаміки інвестицій за період 2004–2010 років, представлений у звітах REN21, свідчить про стабільний і довгостроковий інтерес міжнародних фінансових інституцій та приватного капіталу до розвитку альтернативних енергетичних технологій. Зростання обсягів інвестування сприяє введенню нових генеруючих потужностей, вдосконаленню технологій та поступовому зниженню собівартості виробленої енергії для кінцевих споживачів. Разом із тим альтернативна енергетика на сучасному етапі все ще залишається капіталомісткою галуззю, а тарифні показники для окремих її напрямів перевищують відповідні показники традиційної енергетики, що також відображено у щорічних аналітичних матеріалах REN21 [6–9].

Розвиток альтернативної енергетики у світі має нерівномірний характер і значною мірою залежить від природно-кліматичних умов, структури національного паливно-енергетичного комплексу та загального рівня економічного розвитку держави. Провідні позиції у цій сфері посідають Китай, США, Німеччина, Іспанія, Індія та Японія. У галузі вітроенергетики високі показники розвитку демонструють також Італія, Франція, Велика Британія, Португалія та Данія, тоді як у сфері сонячної енергетики суттєвого прогресу досягли Туреччина, Бразилія та Чехія.

В Україні розвиток альтернативної енергетики відбувається значно повільніше порівняно з провідними країнами світу. При цьому національний технічний потенціал вітрової енергії оцінюється на рівні понад 50–60 тис. млрд кВт·год, а економічний потенціал – близько 260–300 млрд кВт·год на рік. Однак зазначені передумови реалізуються лише частково. Сумарна встановлена потужність вітроелектростанцій в Україні становить близько 15 МВт, тоді як аналогічні показники у 2021 році склали понад 35 тис. МВт у США та більше 25 тис. МВт у Німеччині й Китаї. Найбільш розвиненим напрямом альтернативної енергетики в Україні є геотермальна енергетика, сумарна

потужність якої станом на 2021 рік оцінюється приблизно у 80 МВт з річним виробленням близько 450 млн кВт·год. Для порівняння, у США ці показники становлять відповідно 3086 МВт та близько 16 000 млн кВт·год.

Незважаючи на низку обмежень, серед яких високі капітальні витрати, тарифні бар'єри, специфічні вимоги до розміщення та експлуатації обладнання, альтернативна енергетика демонструє стабільне зростання та розглядається як один із ключових інструментів розв'язання глобальних енергетичних проблем. Вона поступово витісняє традиційну енергетику у світовому енергетичному балансі. За даними Міжнародного енергетичного агентства, у період 2020–2022 років близько 53 % нових введених енергетичних потужностей припало на установки, що працюють на викопному паливі, тоді як 47 % — на об'єкти, що використовують відновлювані енергетичні ресурси [10].

Відповідно до прогнозів, наведених у річних звітах організації REN21, частка відновлюваних джерел енергії у країнах Європейського Союзу до 2025 року може зрости майже вдвічі та досягти близько 20 % від загального обсягу кінцевого енергоспоживання. Таким чином, попит на альтернативну енергетику продовжує неухильно зростати, а за збереження поточних тенденцій розвитку паливно-енергетичного комплексу вона в середньостроковій перспективі зможе не лише ефективно конкурувати з традиційними видами енергетики, а й зайняти провідні позиції у світовій енергетичній системі.

1.3 Основні види засобів альтернативної енергетики

Попри те, що альтернативна енергетика як повноцінна галузь промисловості все ще перебуває на етапі становлення, її сучасний комплекс представлений широким спектром енергогенеруючих установок різного призначення, масштабу та принципу дії. Основною причиною такого різноманіття є, по-перше, значний перелік доступних первинних енергетичних ресурсів (сонячне випромінювання, вітер, енергія води, тепло надр, біомаса тощо), а по-друге — різні підходи до їх перетворення у вторинні види енергії

(електричну або теплову), а також варіативність умов експлуатації і вимог споживачів.

Енергоефективність кожного напрямку альтернативної енергетики визначається специфічними параметрами природного середовища та технічними характеристиками установки. Зокрема:

- для прямого сонячного опромінення ключовими параметрами є інсоляція (опроміненість) і кут падіння променів;
- для розсіяного випромінювання визначальним чинником виступає хмарність;
- для біопалива — якість ґрунтів, інсоляція, водозабезпечення, властивості сировини, а також виробничі витрати;
- для вітрових потоків — швидкість вітру і висота над поверхнею;
- для поверхневих хвиль — амплітуда хвилі та період коливань;
- для гідроенергії — напір і об'ємна витрата води;
- для приливної енергії — висота припливу, площа басейну, довжина та глибина естуарію;
- для океанічної теплової енергії — різниця температур води на поверхні та на глибині [8–11].

Відповідно, конструктивно-технологічні рішення енергоустановок мають забезпечувати найбільш повне використання фактичних природних умов конкретної локації з досягненням максимально можливої ефективності перетворення енергії. З огляду на стрімкий розвиток галузі, побудова вичерпної класифікації всіх підвидів установок є складним завданням; однак можливо виділити найбільш розвинені та практично значущі напрями інженерних розробок.

1. Вітроенергетика як найпоширеніший напрям альтернативної енергетики. Серед усіх напрямів альтернативної енергетики найбільшого поширення набрала вітроенергетика. Зазначається, що у 2020 році сумарна потужність вітрових електростанцій становила 198 тис. МВт. На відміну від ряду

інших напрямів, принцип перетворення енергії в різних типах вітроустановок загалом подібний; ключові конструктивні відмінності здебільшого визначаються орієнтацією осі обертання вітроприймального пристрою (горизонтальна або вертикальна).

За типом робочого органа (лопатеї/ротора) умовно виділяють чотири основні типи вітроустановок: крильчатого, роторно-карусельного, роторно-барabanного та типу Савоніуса. Інші модифікації здебільшого спрямовані на підвищення ККД базових схем (наприклад, використання аеродинамічних рішень на кшталт «вітрової дамби») [12].

Порівняння вітродвигунів із горизонтальною та вертикальною віссю обертання свідчить, що за близьких габаритів і однакових швидкостей вітру їхня продуктивність може бути співмірною. Однак у промислових масштабах найчастіше застосовується трипелюсткова (трилопатева) установка з горизонтальною віссю, як така, що є технологічно відпрацьованою та відповідає більшості вимог до надійності й ефективності [13]. Саме цей тип складає основу лінійок провідних виробників (у тексті наведено приклади: Vestas, GE Wind, Sinovel, Enercon тощо). Водночас для специфічних умов (переважно у малій вітроенергетиці або при інтеграції у структуру будівлі) застосовують альтернативні компоновки та типи ротора.

За розташуванням вітрові електростанції поділяють на наземні, прибережні та офшорні (включно з плавучими). У наведеному матеріалі підкреслено, що офшорний сегмент є одним із найпоширеніших за рахунок високого вітропотенціалу та стабільніших режимів вітру.

2. Мала гідроенергетика та підходи до класифікації малих ГЕС. Друге місце за сумарною встановленою потужністю в альтернативному енергокомплексі займає мала гідроенергетика. За даними, наведеними в тексті, на початок 2020 року встановлена потужність цього напрямку становила близько 60 ГВт. До нього належать малі ГЕС та мікро-ГЕС, які відрізняються потужністю та умовами застосування.

Універсального міжнародного визначення «малої електростанції» не існує: у багатьох країнах як орієнтир часто використовується межа до 5 МВт, однак на практиці вона варіює залежно від масштабу національного гідроенергетичного комплексу. У тексті наведено приклади різних підходів: для Латвії та Швеції — до 2 МВт, для Греції, Ірландії та Португалії — до 10 МВт, для США — до 30 МВт, для України — до 30 МВт [14–16]. Окремо виділяють мікро-ГЕС із встановленою потужністю до 0,1 МВт.

Класифікація малих ГЕС лише за типом (річкові/водоспадні) може бути недостатньо однозначною через розмитість меж. Більш прикладною є класифікація за схемою створення напору, де виокремлюють:

- греблеві,
- дериваційні,
- змішані (плотинно-дериваційні),
- на готовому напірному фронті (перепади каналів, системи водопостачання, водоскидні споруди тощо).

Інвестиційно привабливішими, як правило, є рішення з використанням готового напірного фронту, що мінімізує обсяги будівельних робіт та капітальні витрати. Натомість створення нового напірного фронту часто супроводжується великими матеріаломісткими роботами, ризиками затоплення територій і значними інвестиціями, що може знижувати економічну доцільність. Разом із тим мала гідроенергетика зберігає істотну роль: у тексті наведено, що у Швеції функціонує близько 1350 малих ГЕС, які забезпечують приблизно 10% потреб країни в енергії, а у Китаї — близько 83 тис. малих ГЕС [17].

3. Біоенергетика як найбільш варіативний сегмент за типами установок. Біоенергетика (біопаливна енергетика) вирізняється надзвичайно широкою номенклатурою технічних рішень, що зумовлено різноманіттям видів біомаси та технологій її перетворення. Установки поділяють на три основні групи за характером одержання енергії: термохімічні, біохімічні та агрохімічні.

До термохімічних належать установки прямого спалювання для отримання тепла, а також комплекси з використанням піролізу та споріднених

процесів. Біохімічні рішення передбачають переробку біомаси шляхом спиртової ферментації, анаеробного зброджування або біофотолізу. Агрохімічні технології пов'язують із екстракцією палив [15]. Для біоенергетики характерні складні виробничі цикли та значний обсяг допоміжного обладнання (зокрема метантенки, газгольдери, інфраструктура вирощування/заготівлі сировини — поля, лісівництво, елементи аквакультури тощо).

4. Геотермальна енергетика та низькопотенційні системи теплопостачання. Геотермальна енергетика у глобальному енергетичному балансі не є домінуючою, однак у низці регіонів із відповідними геологічними умовами вона стає одним з найбільш вигідних джерел енергії. Як приклад у тексті зазначено, що на Філіппінах геотермальні електростанції забезпечують близько третини потреб країни в електроенергії [10–14]. Геотермальні установки можуть генерувати електричну, теплову енергію або працювати у комбінованому режимі.

Економічна доцільність виробництва електроенергії залежить від температурного потенціалу родовища. У тексті підкреслено, що виробництво електроенергії є виправданим за температури ресурсу понад певний поріг; за нижчих температур доцільніше орієнтуватися на теплопостачання або застосовувати альтернативні робочі рідини замість води. Геотермальні електростанції класифікують за типом родовища: суха пара, гаряча вода, нагріті сухі породи. Родовища гарячої води додатково поділяють на низькотемпературні, середньотемпературні та перегрітої води/вологої пари. Через унікальність геологічних і гідрогеологічних умов більшість геотермальних проєктів важко уніфікувати, а типові рішення застосовуються обмежено.

Окремо виділяються системи теплових насосів і низькопотенційні ґрунтові/гідротермальні колектори, що використовуються переважно не в промисловому, а у будівельному секторі — для тепло- і холодопостачання. Такі системи, як правило, виконуються у вигляді контурів труб/каналів із рідинним або повітряним теплоносієм, розміщених у ґрунті, та доповнюються інженерним обладнанням у господарських приміщеннях будівлі [17].

5. Сонячна енергетика: фотоелектричний і тепловий напрями. Сонячна енергетика відіграє одну з ключових ролей у розвитку альтернативної енергетики завдяки широким можливостям масштабування та різноманіттю технологій. Два базові напрями — фотоелектричний і сонячний тепловий — у 2020 році, за наведеними даними, досягли встановленої потужності відповідно близько 40 тис. МВт та 185 тис. МВт.

Технології перетворення сонячної енергії охоплюють: генерацію на фотоелементах, перетворення через теплові машини (парові установки, двигуни Стірлінга), геліотермальні, термоповітряні рішення та інші системи. Найбільші обсяги вироблення в практиці забезпечують саме фотоелектричні модулі, що можуть застосовуватися як у приватному секторі, так і в промислових СЕС великої потужності.

Фотоелектричні модулі поділяють на монокристалічні, полікристалічні та тонкоплівкові. У тексті наведено приклади виробників (First Solar, Sharp, Q-Cells та ін., включно з великим сегментом китайських компаній). Серед сонячних теплових установок (колекторів) виокремлюють вакуумні, плоскі та концентраторні; концентроване тепло може застосовуватися як у побутових системах ГВП, так і у промисловості [17].

6. Воднева енергетика: виробництво та споживання водню. Воднева енергетика визначається як перспективний напрям, що поки не має масового промислового розгортання. Засоби водневої енергетики доцільно розділяти на виробничі та споживчі. Серед поширених способів одержання водню зазначено: парову конверсію природного газу/метану, газифікацію вугілля, електроліз води, а також отримання водню з біомаси та (в окремих підходах) із використанням ядерних технологій.

Серед споживчих рішень зростає роль автономних енергетичних установок малої потужності (кілька кВт), здатних забезпечувати теплопостачання, гаряче водопостачання та електропостачання. У тексті наголошено на домінуванні протон-обмінних і твердо-оксидних технологій паливних елементів. Такі системи вже мають позитивні приклади застосування,

що підтверджує перспективність напрямку, зокрема для приватного та сільського господарства й окремих сегментів паливної промисловості.

7. Енергетичний потенціал океану: приливна, хвильова та інші технології. Світовий океан розглядається як високопотенційне джерело енергії, однак сумарна встановлена потужність діючих океанічних установок у світі, за наведеними даними, становить близько 0,3 ГВт. Серед напрямів, що досліджуються та апробуються, виділяють використання енергії припливів, поверхневих хвиль, океанічних течій, температурного градієнта та градієнта солоності вод [18].

Найбільш практично реалізованою є припливна енергетика. Припливні електростанції вже працюють у енергосистемах у вигляді станцій греблевого типу (приклади на кшталт об'єктів у Канаді та Франції, наведені в тексті) та у форматі підводних турбін (приклад Норвегії). Серед хвильових установок окремі рішення демонстрували комерційний інтерес (наприклад, Limpet 500 потужністю 500 кВт, що використовує пневматичний принцип перетворення енергії хвиль). Водночас більшість океанічних технологій залишається переважно на стадії пілотних або експериментальних проєктів, що корелює з невисокою сумарною потужністю 0,3 ГВт [19]. Перспективність напрямку пов'язується з подальшим удосконаленням конструкцій (наприклад, хвильові перетворювачі на кшталт Pelamis) та забезпеченням інвестиційної підтримки.

1.4 Засоби альтернативної енергетики у структурі будівель

Засоби альтернативної енергетики загалом характеризуються сприятливими екологічними показниками та значно нижчим рівнем техногенного впливу на довкілля порівняно з об'єктами традиційної енергетики. На відміну від теплових електростанцій, які становлять основу сучасного енергетичного комплексу та класифікуються як об'єкти підвищеної небезпеки (через масштаби виробництва, концентрацію енергії, потенційні аварійні сценарії, викиди і відходи), значна частина альтернативних енергоустановок

може експлуатуватися у безпосередній близькості до місць постійного перебування людей, за умови дотримання вимог безпеки та інженерного супроводу.

1. Передумови доцільності розміщення енергоустановок у будівлях. Завдяки поєднанню таких характеристик, як автономність, можливість використання мобільного палива, відсутність жорсткої залежності від природних умов конкретної ділянки (для частини технологій), відсутність несприятливих викидів і, в окремих випадках, відносна простота виробничого циклу, деякі засоби альтернативної енергетики доцільно інтегрувати безпосередньо у структуру цивільних та промислових будівель, функціональне призначення яких не пов'язане з енергогенерацією. Водночас енергогенеруючі споруди у промислових масштабах, як правило, потребують спеціальних приміщень (а інколи — окремих будівель) для розміщення обладнання та персоналу; однак такі об'єкти мають допоміжний характер щодо основного призначення енерговиробничого комплексу.

Ключовим чинником можливості постійного перебування людей поблизу енергоустановки виступає характер її взаємодії з ділянкою розміщення та ступінь залежності виробничого процесу від природних умов.

2. Класифікація енергогенеруючих засобів за залежністю від умов ділянки. Узагальнено енергогенеруючі засоби доцільно поділяти на дві великі групи:

А) Установки з виробничим процесом, який не залежить від природних умов ділянки, тобто установки, що використовують мобільне паливо і не потребують специфічних природних передумов (наприклад, спеціальних вітрових режимів, водойми для охолодження чи скидання вод тощо). До цієї групи в контексті альтернативної енергетики відносять, зокрема, установки на водневому паливі, а в окремих випадках — малі біопаливні установки; у тексті також згадуються малі атомні реактори як приклад систем із «мобільним паливом», однак їх інтеграція у будівлі має принципово інший рівень ризиків і регуляторних обмежень.

Б) Установки, виробничий процес яких передбачає спеціальні природні особливості ділянки, або ж висуває підвищені вимоги до довкілля та інфраструктури. До цієї групи відносять великі ТЕС, АЕС та більшість біопаливних станцій, оскільки їхні виробничі цикли є складними, пов'язаними з транспортом і зберіганням сировини/відходів та потребують специфічних умов (зокрема наявності водойми, близькості ресурсної бази, відповідних кліматичних параметрів тощо).

3. Класифікація установок, що використовують природну енергію ділянки. Енергогенеруючі засоби, які використовують природні ресурси місцевості, поділяються на:

1) Установки, що використовують ресурси з широкою областю поширення, характерні майже для всієї поверхні Землі. До цієї підгрупи належать насамперед сонячні та вітрові установки. Сонячне випромінювання і вітрові потоки доступні практично всюди; відмінність полягає у їхній інтенсивності та стабільності, що визначає економічну доцільність і енергоефективність конкретного рішення. Тобто питання розміщення тут переважно є питанням ефективності, а не принципової можливості.

2) Установки, що використовують ресурси з рідкісною областю поширення, характерні лише для окремих районів [20]. До них належать гідроелектростанції (великі та малі, прив'язані до річок і гідрологічних умов), геотермальні установки (залежні від природних колекторів та геотермальних районів), а також установки з використанням енергії океану (припливи, хвилі, температурні/сольові градієнти), для яких критичними є морфологія узбережжя, висота припливів, глибини, режим хвилювання та кліматичні фактори.

З огляду на наведене, найкращі передумови для інтеграції у структуру будівлі мають:

- установки з мобільним паливом, виробничий процес яких не залежить від довкілля;
- сонячні та (за певних умов) малі вітрові системи, що використовують ресурси з широкою областю поширення.

4. Типологія будівель за характером взаємодії з енергоустановками. За характером інтеграції засобів альтернативної енергетики будівлі доцільно поділяти на дві групи:

I. Будівлі з установками, розміщеними в матеріально-конструктивній структурі будівлі. У межах цієї групи виділяють:

Будівлі з периферійними (додатковими) енергоустановками, де енергогенерація виконує роль інженерного доповнення та не змінює об'ємно-планувальні рішення (наприклад, дахові ФЕМ-модулі, фасадні елементи, невеликі енергоблоки тощо).

Технічні будівлі у складі виробничих об'єктів, які мають підлегле функціональне призначення і повністю орієнтовані на роботу енергоустановки.

Будівлі, у яких енергоустановка формує матеріально-конструктивну структуру, тобто утворюється функціонально-конструктивний синтез «будівля — енергогенерація», коли енергоустановка фактично стає структурним елементом об'єкта.

II. Будівлі з установками, розміщеними поза матеріально-конструктивною структурою. Тут виділяють:

об'єкти, що споживають енергію, яка транспортується мережами від віддаленого вузла генерації;

будівлі з окремо розташованими енергоустановками поблизу (локальна генерація на ділянці), які не впливають на планувальну структуру, проте разом із будівлею формують єдиний функціональний комплекс [21].

5. Обмеження та несприятливі фактори при інтеграції енергоустановок у будівлю. Енергоустановки у структурі будівлі можуть вирішувати низку завдань енергопостачання, однак це можливе лише за виконання інженерних вимог і врахування експлуатаційних ризиків. Несприятливі фактори, що ускладнюють інтеграцію, доцільно поділяти на три групи:

Фактори постійної дії: шум, вібрації (вітрові та гідроустановки), іонізуюче випромінювання (для ядерних технологій), тривала дія низькочастотних коливань тощо.

Фактори тимчасової (циклічної) дії: викиди під час технологічних операцій, транспортування сировини й відходів, періодичні обслуговування та ремонти.

Потенційні (аварійні) фактори: пожежо- та вибухонебезпечність, ймовірність важкої аварії, відмови обладнання з критичними наслідками.

Окремо виділяються технічні обмеження: складність виробничого циклу (потреба у персоналі та допоміжному обладнанні), невідповідність природно-кліматичних умов вимогам експлуатації, а також надмірні площі, необхідні для реалізації виробничого процесу.

6. Порівняльна придатність окремих технологій до інтеграції у будівлі. Біопаливні установки зазвичай мають складні технологічні цикли та значну інфраструктуру (метантенки, газгольдери, факельні системи тощо). Їм властиві пожежо- й вибухонебезпечні процеси, а також можливі викиди, складна логістика сировини і відходів, що робить їх малопридатними для безпосереднього розміщення в зоні постійного перебування людей [12].

Водневі системи (передусім споживчі, стаціонарні) зазвичай простіші за виробничі станції отримання водню. У цілому вони не створюють принципово нерозв'язних суперечностей із повсякденним функціонуванням будівлі. Водночас залежно від потужності та технології можливі ризики аварійних сценаріїв, пожежонебезпечних температур та необхідність організації логістики палива/відходів. У тексті підкреслено, що водневі установки мають позитивні приклади експлуатації в структурі будівлі [14].

Малі річкові ГЕС жорстко прив'язані до русла річки або безпосередньої близькості до нього, що обмежує можливості інтеграції в будівельні об'єкти. Додатковими негативними чинниками можуть виступати шум та потенційна небезпека, пов'язана з напірними режимами.

Океанічна енергетика (припливна, хвильова тощо) потребує специфічних природних умов (узбережжя, відповідної берегової лінії, висоти припливів, режиму хвилювання). Це ускладнює не лише інтеграцію в структуру будівлі, але

й масове поширення загалом; крім того, процеси супроводжуються високими рівнями шуму та потенційними аварійними ризиками через великі маси води.

Вітроенергетика загалом є екологічно чистою, але при інтеграції у будівлю може створювати дискомфорт через шум і вібрації, що залежать від потужності і габаритів установки. Зазначено, що аеродинамічний шум приватної вітроустановки не повинен перевищувати 40 дБ, тоді як для великих установок рівень аеродинамічного шуму може перевищувати 40 дБ і в окремих випадках порівнюється з шумом реактивного двигуна [15]. Також наведено, що вітрогенератор потужністю близько 1 МВт може спричиняти відчутні коливання ґрунту в радіусі приблизно 60 м, а рекомендована відстань до житлових будинків становить не менше 300 м. Додаткові ризики пов'язані зі шквальними вітрами (руйнування лопатей), обмерзанням і можливим розльотом уламків, радіоперешкодами тощо. Водночас малі установки за умови технічних заходів можуть застосовуватися безпосередньо в структурі будівлі.

Сонячна енергетика характеризується мінімальним несприятливим впливом на людину: установки є безшумними, нетоксичними, не потребують транспортування сировини та не формують відходів у процесі генерації. Потенційні ризики переважно пов'язані з пожежонебезпечними температурами у концентраційних системах, несправностями електрообладнання та блискавкозахистом, однак ці ризики є керованими та вирішуються інженерними заходами. Саме тому геліоустановки широко інтегруються в сучасні будівлі як елемент інженерних систем та архітектурного рішення.

Засоби альтернативної енергетики формують новий підхід до організації енергетичних об'єктів: значна частина таких установок (сонячні, окремі типи вітрових і водневих систем) за дотримання вимог безпеки може бути розміщена у безпосередній близькості до людини та інтегрована у структуру будівлі. Локальна генерація дозволяє зменшувати мережеві втрати, підвищувати керованість енергоспоживання та знижувати залежність від зовнішніх мереж. При розміщенні енергоустановки безпосередньо в будівлі або поруч із нею зменшується потреба у протяжних лініях електропередачі, що потенційно

скорочує аварійність і витрати на будівництво та утримання інфраструктури. У підсумку можливість інтеграції окремих засобів альтернативної енергетики в будівлю робить цей напрям не лише перспективним для енергозабезпечення, але й важливим компонентом сучасного архітектурного проектування [21].

Висновок до розділу 1

У першому розділі виконано аналітичний огляд методів комплексної оцінки перспектив розвитку міських територій із акцентом на потенціал і роль альтернативної енергетики в системі сталого міського розвитку. Проведений аналіз засвідчив, що застосування альтернативних джерел енергії має вагомні передумови для розв'язання актуальних енергетичних та екологічних проблем: забезпечує зниження залежності від традиційних паливно-енергетичних ресурсів, сприяє скороченню викидів парникових газів і підвищує загальний рівень енергоефективності будівель та міської інфраструктури.

Окрему увагу зосереджено на різноманітті технічних засобів альтернативної енергетики, зокрема вітрових, сонячних і геотермальних установках, а також малих гідроелектростанціях. Для зазначених технологій узагальнено ключові переваги, обмеження та умови доцільного застосування з урахуванням місцевих природно-кліматичних і містобудівних чинників. Установлено, що одним із пріоритетних напрямів розвитку є інтеграція енергогенеруючих систем у структуру будівель і міського середовища, що підвищує енергонезалежність об'єктів, зменшує мережеві втрати та може формувати нові архітектурно-планувальні рішення.

Отримані результати підтверджують доцільність і необхідність подальших досліджень, спрямованих на обґрунтування інженерно-технічних рішень інтеграції відновлюваних джерел енергії у міське середовище. Реалізація таких підходів створює передумови для підвищення рівня сталості розвитку територій, покращення якості міського простору та забезпечення комфортних умов проживання населення.

РОЗДІЛ 2

ЗАСОБИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК ФАКТОР АРХІТЕКТУРНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ: ВПЛИВ І ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД

2.1 Вплив засобів альтернативної енергетики на архітектурне формоутворення

У світовій архітектурній практиці процес формоутворення більшості будівель історично формувався незалежно від систем енергопостачання. Традиційно інженерне обладнання, призначене для приймання, розподілу та перетворення електричної і теплової енергії, інтегрується у внутрішню матеріально-конструктивну структуру будівлі та виконує допоміжні, обслуговуючі функції, не здійснюючи визначального впливу на об'ємно-просторову організацію та архітектурно-художній образ споруди. У цьому контексті системи енергозабезпечення розглядаються як складові інженерної інфраструктури, що підпорядковуються загальній архітектурній концепції, а не формують її.

Розвинені паливно-енергетичні комплекси економічно стабільних країн протягом тривалого часу забезпечували можливість централізованого енергопостачання будівель шляхом їх безпосереднього підключення до міських або регіональних мереж. Така модель енергозабезпечення дозволяла мінімізувати потребу у розміщенні автономних енергогенеруючих установок на об'єкті, що, у свою чергу, сприяло збереженню традиційних підходів до архітектурного проєктування та не вимагало врахування енергетичних систем як формоутворюючих чинників.

Разом із тим будівництво та утримання ліній теплопостачання й електропередач пов'язані зі значними фінансовими витратами. Для окремих будівель і населених пунктів підключення до єдиної енергетичної мережі виявляється економічно недоцільним або технічно неможливим унаслідок

значної віддаленості, складних природно-кліматичних умов чи важкодоступності території [15]. Крім того, енергетичні системи більшості країн досі базуються на використанні газових, нафтових і вугільних ресурсів, а енергія, що транспортується мережами, фактично є продуктом переробки викопного палива, недоліки якого були розглянуті в попередніх розділах.

У зв'язку з переосмисленням принципів енергопостачання та енергоспоживання, що у XXI столітті набули кризового характеру, зростає інтерес до переведення окремих технологічних процесів або будівель у цілому на автономне енергозабезпечення із застосуванням нетрадиційних енергетичних систем. У сучасній теорії та практиці проектування дедалі частіше висловлюється ідея, згідно з якою будівлі мають поступово трансформуватися з пасивних споживачів енергії на активні енергогенеруючі об'єкти – своєрідні «міні-електростанції», що спочатку забезпечують власні потреби, а в подальшому можуть передавати надлишки енергії в загальну мережу.

Прагнення до підвищення екологічної безпеки та енергоефективності будівель, на які припадає понад третину світового кінцевого енергоспоживання, зумовило зміну ролі інженерного обладнання в архітектурі. В окремих випадках саме комплекс заходів з енергозбереження, зниження викидів та оптимізації енергетичних процесів стає вихідною точкою проектування. За таких умов інженерно-технічні чинники починають відігравати першочергову роль, істотно впливаючи на матеріально-конструктивну структуру будівель. Особливе значення в енергоефективній та екологічно орієнтованій архітектурі набувають альтернативні джерела енергії, які в окремих випадках виступають як формоутворюючі фактори та визначають зовнішній образ і просторову організацію будівлі [13].

Порівняно з традиційними видами енерговиробництва альтернативні джерела енергії характеризуються значно меншим рівнем несприятливого впливу на людину та соціальне середовище, що дозволяє розміщувати їх у безпосередній близькості до об'єктів енергоспоживання. Водночас існують і масштабні промислові комплекси альтернативної енергетики, які забезпечують

енергією значні території або працюють на загальну енергомережу. Такі об'єкти, як правило, мають дистанційний характер щодо споживачів і не впливають на архітектурний образ будівель, які вони обслуговують. Більшість геотермальних і біопаливних станцій через складність виробничих циклів не можуть бути інтегровані в структуру будівель; вони функціонують як окремі інженерні комплекси, пов'язані з об'єктами споживання лише функціонально, але не формоутворююче.

Засіб альтернативної енергетики доцільно вважати формоутворюючим у тому випадку, коли він підпорядковує собі матеріально-конструктивну структуру будівлі або впливає не лише на інженерно-технічні, а й на об'ємно-планувальні та просторові рішення. Перші спроби впровадження альтернативних енергосистем у будівлі мали переважно утилітарний характер і були спрямовані на підвищення ефективності існуючого енергозабезпечення. У таких випадках енергоустановки виконували роль периферійного інженерного обладнання й практично не впливали на архітектурно-художні характеристики споруд [14].

Подальший розвиток альтернативної енергетики та досягнення промислового рівня енерговиробництва зумовили зміну підходів до її використання в архітектурі. Нетрадиційні енергогенеруючі установки почали розглядатися не лише як допоміжні елементи, а як повноцінні складові будівлі, що активно впливають на процес проектування. Оскільки ефективність сонячних і вітрових установок значною мірою залежить від орієнтації, геометрії та просторової організації об'єкта, оптимізація енерговиробництва часто призводить до формування нової архітектурної форми. У сучасній практиці з'явився новий тип споруд — будівлі-електростанції, в яких енергетична функція стає одним із ключових чинників формоутворення.

Водночас класичні електростанції залишаються переважно інженерними об'єктами, що не передбачають постійного перебування людей і, як правило, не формують соціально значимого внутрішнього простору. Їхній зовнішній вигляд визначається інженерними розрахунками й підпорядковується логіці

виробничого процесу. Навіть у випадках, коли до складу енергетичних комплексів входять будівлі для персоналу, вони мають допоміжний, периферійний характер і не формують самостійного архітектурного образу [16]. У таких ситуаціях мова йде не про синтез архітектури та енергетики, а про ієрархічне підпорядкування архітектурних елементів енерговиробничій функції.

Альтернативні джерела енергії набувають формоутворюючого значення тоді, коли, формуючи огорожувальну оболонку або просторову структуру будівлі, вони визначають організацію як зовнішнього, так і внутрішнього простору. Просте розміщення сонячних панелей або вітрогенераторів на даху зазвичай не впливає на внутрішній простір і лише частково змінює силует будівлі. Натомість справжній формоутворюючий ефект виникає за умови взаємопроникнення енергетичної установки та матеріально-конструктивної системи будівлі, коли з цього синтезу формується цілісне об'ємно-просторове рішення.

Як інженерно-технічний чинник альтернативна енергетика неминуче впливає на конструктивну структуру будівлі, проте цього впливу недостатньо, щоб автоматично вважати її формоутворюючою [17]. Для повноцінної архітектурної інтеграції енергетичний елемент має визначати характер огорожувального простору, структуру основних приміщень і взаємозв'язок внутрішніх та зовнішніх просторів.

Аналіз архітектурних об'єктів останніх десятиліть свідчить про наявність значної кількості прикладів, у яких альтернативні джерела енергії істотно вплинули на об'ємно-планувальні, просторові та художні рішення. У деяких випадках цей вплив не є очевидним і потребує детального аналізу процесу проектування. Водночас заперечувати роль альтернативної енергетики у формуванні сучасної архітектури було б некоректно, особливо з огляду на її ключове значення для розвитку екологічно орієнтованого та енергоефективного будівництва. Для підтвердження зазначених положень доцільним є подальший аналіз світового архітектурного досвіду інтеграції альтернативних джерел енергії в архітектурне формоутворення.

2.2 Архітектурний досвід використання засобів альтернативної енергетики як формотворчий фактор

Перші приклади використання в архітектурі енергогенеруючих пристроїв, що залучали природні ресурси, які сьогодні класифікуються як складові альтернативної енергетики, належать до аграрно-ремісничого етапу розвитку людського суспільства. Упродовж тривалого історичного періоду енергія вітру, течії річок та тепла енергія біомаси, отримана шляхом згорання органічної сировини, широко застосовувалися у виробничій діяльності, зокрема в ремісничому та мануфактурному виробництві. Надалі, в період індустріалізації та після промислової революції, зазначені природні ресурси почали активніше інтегруватися в промислові технологічні процеси, поступово ускладнюючись з технічної та організаційної точки зору.

Водночас аналіз архітектурних та інженерних об'єктів доіндустріального періоду виходить за межі проблемного поля даного дослідження, оскільки предметом роботи є альтернативна енергетика, що розглядається як сукупність методів виробництва, транспортування та споживання енергії, нетрадиційних відносно домінуючої енергетичної моделі. З позицій методології термін «альтернативний» є коректним виключно за умови наявності сформованої та усталеної «традиційної» системи, з якою можливе змістовне порівняння.

Формування енергетики як самостійної та структурно цілісної галузі промисловості відносять до індустріального етапу розвитку суспільства, що розпочався у 1910-х роках. Саме в цей період остаточно склався традиційний напрям енергетичної промисловості, основу якого становлять нафтові, газові та вугільні ресурси [18]. Починаючи з середини ХХ століття, у зв'язку з виявленням системних техніко-економічних, ресурсних та екологічних обмежень традиційної енергетики, відбувається поступове становлення альтернативного напрямку, який на початковому етапі орієнтувався переважно на нетрадиційні види сировини, а згодом був доповнений концепціями сталого розвитку, екологічної безпеки та зниження антропогенного навантаження на довкілля.

Таким чином, аналіз архітектурних об'єктів із інтегрованими засобами альтернативної енергетики є доцільним насамперед щодо будівель, реалізованих після 1910-х років, при цьому основний масив відповідних прикладів припадає на постіндустріальний період, тобто другу половину ХХ та початок ХХІ століття.

1. Загальні підходи до інтеграції: автономні станції та будівельні енергосистеми. Попри те, що однією з ключових переваг альтернативної енергетики є можливість локального застосування у складі будівель, значна частина її технологій реалізується у вигляді автономних інженерних установок або окремих енергетичних станцій. Для тих випадків, коли енергогенерація розміщується у будівлі, характер її взаємодії з архітектурою визначається сукупністю чинників, насамперед типом енергоресурсу, вимогами до ділянки та специфікою виробничого циклу. Історичний досвід використання різних напрямів альтернативної енергетики в архітектурно-будівельній індустрії є нерівномірним: для одних технологій накопичено значну кількість реалізованих рішень, тоді як для інших — практичні приклади поодинокі або відсутні [20].

2. Енергетика океану та приливні електростанції: промислове застосування без архітектурного формоутворення. Енергетика океану на сучасному етапі розвитку не посідає стабільного та системного місця ані у світовій енергетичній промисловості, ані в архітектурно-будівельній практиці. Попри значний теоретичний потенціал, лише окремі напрями океанічної енергетики змогли наблизитися до рівня промислового впровадження. Фактично єдиним напрямом, що досяг промислових масштабів генерації електроенергії, залишаються приливні електростанції, тоді як установки, що використовують градієнт солоності води, енергію морських хвиль або температурний градієнт океанських вод, переважно перебувають на стадії експериментальних або дослідно-промислових розробок.

Розробка хвильових перетворювачів ведеться з початку ХХ століття, а перша установка з використанням температурного градієнта океану була побудована французьким інженером Ж. Клодом ще у 1928 році. Незважаючи на значну кількість апробованих прототипів і дослідних зразків, більшість

технологій океанічної енергетики не отримали широкого практичного застосування через технічну складність, високі капітальні витрати та складні умови експлуатації.

На відміну від них, приливні електростанції зарекомендували себе як відносно надійні та стабільні джерела енергії. Станом на початок 2021 року у світовому енергетичному комплексі експлуатувалося лише шість таких електростанцій із сумарною встановленою потужністю понад 500 МВт. У конструктивному відношенні ці об'єкти, як правило, реалізуються у вигляді дамб, що перекривають морські затоки або губи, або як групи підводних інженерних споруд, зокрема у випадку приливної електростанції Хаммерфест у Норвегії.

З позицій архітектурної типології приливні електростанції є чисто інженерними спорудами, зовнішній вигляд і просторове вирішення яких визначаються виключно технічними розрахунками, гідродинамічними режимами та умовами експлуатації. Надводні елементи таких об'єктів, як правило, обмежуються машинними залами, агрегатними секціями та пунктами керування автоматикою. Ці приміщення мають утилітарний характер, не формують повноцінного архітектурного образу та повністю підпорядковуються виробничій логіці енергогенеруючого процесу.

Показовим прикладом є пункт керування автоматикою приливної електростанції «Аннаполіс», який виконано у вигляді двоповерхової споруди зі збірного залізобетонного каркасу з облицюванням металевими профільованими листами [21]. Аналогічний підхід реалізовано і на приливній електростанції «Ля Ранс» у Франції, де пункт керування вирішено як легку двоповерхову будівлю з металевого каркасу зі склінням. У підсумку існуючі приливні електростанції не відповідають поняттю «будівля» в контексті сучасної архітектурної типології та розглядаються виключно як інженерні об'єкти, позбавлені архітектурно-формотворчого потенціалу.

3. Мала гідроенергетика: інженерна домінанта та обмежена архітектурна інтеграція. Подібна ситуація спостерігається і у сфері малої гідроенергетики.

Незважаючи на те, що сукупна встановлена потужність гідроелектростанцій у світі істотно перевищує потужності приливних систем, роль малих і мікро-гідроелектростанцій як елементів архітектурного формоутворення залишається вкрай обмеженою. У переважній більшості випадків такі об'єкти зберігають статус інженерних споруд, не інтегрованих у повноцінну архітектурну композицію.

Історично використання енергії малих річок і водяних потоків було характерним для доіндустріального виробництва, зокрема у млинах та ремісничих будівлях. У сучасних умовах мала гідроенергетика розглядається як складова нетрадиційної або альтернативної енергетики, однак її архітектурний потенціал реалізується вкрай рідко.

За статистичними даними, на території України функціонує кілька сотень малих гідроелектростанцій; у Швеції їх налічується близько 1350, що забезпечує приблизно 10 % загальних енергетичних потреб країни; у Китаї кількість малих ГЕС сягає близько 83 тисяч. Незважаючи на такі масштаби впровадження, більшість зазначених об'єктів являють собою інженерні комплекси, що складаються з гребель, дериваційних каналів, машинних залів та допоміжних технічних споруд.

У випадках, коли малі або мікро-ГЕС інтегруються у структуру будівель, їх вплив зазвичай обмежується внутрішніми планувальними рішеннями або технічною частиною об'єкта і майже не відображається на зовнішньому архітектурному образі. Таким чином, мала гідроенергетика, попри її значну роль у сучасному енергетичному балансі окремих країн, у переважній більшості випадків не виступає формотворчим фактором в архітектурі.

Переважаюча більшість малих і мікро-ГЕС — це інженерні комплекси, що включають греблі та технічні споруди. Будівлі на таких об'єктах здебільшого призначені для машинного залу й агрегатної секції. Дериваційні ГЕС завдяки конструктивним особливостям у принципі можуть розміщуватися в структурі цивільної будівлі (певна кількість прикладів наведена для Китаю), але навіть у цих випадках вплив установки здебільшого проявляється у внутрішніх технічних

та планувальних рішеннях, не будучи визначальним для зовнішнього образу [5]. Архітектурні прийоми майже не можуть суттєво підвищити ефективність таких установок: інтеграція зводиться до виділення технічних приміщень та забезпечення експлуатаційних умов. Окремо зазначаються гідротермальні колектори в агропромислових будівлях: вони можуть впливати на геометрію елементів оболонки (наприклад, через ухили для циркуляції), однак такі системи не належать до енергогенеруючих засобів промислового масштабу.

4. Біоенергетика: перспективність наряду та відсутність реалізованих формоутворюючих рішень. Біопаливні установки практично не застосовуються у структурі будівель через складний виробничий цикл і необхідність значної кількості допоміжних споруд та обладнання. Біореактори, метантенки, газгольдери й елементи зберігання/підготовки сировини зазвичай мають великі габарити, що зумовлює формат інженерних комплексів, а не інтегрованих будівельних систем. Саме тому приклади використання біопаливних установок як чинників архітектурного формоутворення в реалізованій практиці фактично відсутні.

Разом з тим біоенергетичні технології активно використовуються у футуристичних концепціях. Наведені проєкти (з вертикальними фермерськими системами, «енергетичними садами», отриманням метану/біоводню, поєднанням соціальних і виробничих функцій тощо) демонструють потенціал архітектурного осмислення біоенергетики [3–8]. Окремі концепції (зокрема рішення 202 collaborative з біоводнем, водоростями та автономними циклами) досягають високого рівня інтеграції інженерного обладнання в планувально-просторову структуру, фактично підпорядковуючи архітектуру біологічному циклу [5–9]. Водночас більшість таких робіт залишаються на рівні проєктних візій і не можуть бути повною мірою віднесені до реального архітектурно-будівельного досвіду.

5. Воднева енергетика: периферійний характер у будівлях. Компактні водневі установки (мобільні та стаціонарні) вже застосовуються у побутовому секторі. Проте вони, як правило, не вимагають спеціального формоутворення

будівлі для підвищення енергоефективності, а тому належать переважно до периферійних інженерних пристроїв, що не визначають архітектурний образ.

6. Геотермальна енергетика: домінування промислових станцій і локальні рішення в будівлях. Інтеграція геотермальної енергетики у структуру будівель також є відносно рідкісною. Основна переробка теплової енергії надр здійснюється на геотермальних станціях – складних промислових комплексах. Разом із тим поширені будівельні рішення з використанням тепла ґрунту для підвищення енергоефективності, насамперед теплові насоси та теплообмінники, які виконують у вигляді систем труб/каналів із рідинним або повітряним теплоносієм. Таке обладнання здебільшого розміщують під землею, а технічні вузли – у господарських приміщеннях, без вираженого впливу на архітектурно-художній образ.

Окремий напрям – використання ґрунтового масиву або насипу як геотермального колектора, що може суттєво впливати на об'ємно-планувальні рішення і виступати формоутворюючим фактором. Наведено приклад «Центру для екологічних заходів» у національному заповіднику Литовельська Поморавія (Чехія), де частина будівлі «втоплена» у пагорб, а комплекс енергозабезпечення включає сонячні панелі, біопаливну піч та геотермальні батареї, розміщені у ґрунтовому масиві. Також описано практику застосування озелених насипів-колекторів у житлових та офісних будинках (Кассель, Нью-Делі), що підсилює інтеграцію будівлі з ландшафтом та реалізує принципи органічної архітектури.

Окремим прикладом синтезу геотермальної енергетики та архітектури є громадський центр «Перлан» у Рейк'явіку, створений на основі шести цистерн геотермального заводу, накритих куполом із громадськими функціями. Тут виробнича основа (резервуари геотермальної води) стала ключовим чинником організації зовнішнього та внутрішнього просторів, забезпечивши поєднання інженерної та цивільної функцій у межах одного об'єкта [15,17].

7. Сонячна і вітрова енергетика як провідні формоутворюючі напрями. Найбільш придатними для інтеграції у структуру будівель є засоби сонячної та вітрової енергетики. Це обумовлено тим, що саме ці напрями є найбільш

розвиненими у нетрадиційній енергетичній промисловості та мають широкий спектр перевірених практикою рішень. Для них характерні: компактність, відносна простота виробничого процесу, експлуатаційна безпечність і відсутність несприятливих викидів, необхідності транспортування сировини/відходів і ризиків важких аварій, притаманних багатьом іншим технологіям.

Ключова особливість сонячних і вітрових систем полягає в тому, що форма будівлі безпосередньо впливає на ефективність їх роботи. Саме цей чинник змушує архітекторів застосовувати планувально-просторові та об'ємно-композиційні рішення, спрямовані на підвищення результативності енергосистеми (орієнтація, геометрія, аеродинаміка, робота огорожувальної оболонки тощо). У сучасному архітектурно-будівельному досвіді накопичено значну кількість прикладів синтезу архітектури із сонячною та вітровою енергетикою; частина таких об'єктів уже реалізована і демонструє формування нової тенденції — будівлі-електростанції. Переважна кількість прикладів належить до ХХІ століття та відображає орієнтацію архітектури на екологізацію та «гуманізацію» енергетики.

З огляду на домінування сонячної та вітрової енергетики у процесах архітектурного формоутворення порівняно з іншими напрямками альтернативної енергетики, для встановлення принципів і закономірностей такого синтезу доцільним є окремий, більш деталізований аналіз світового досвіду їх застосування в архітектурно-будівельній індустрії.

Висновок до розділу 2

У другому розділі роботи здійснено системний аналіз перспективних підходів до комплексної оцінки розвитку міських територій, у межах якого особливу увагу зосереджено на використанні засобів альтернативної енергетики як одного з ключових інструментів сучасного архітектурного та містобудівного проектування. Розглянуто методологічні засади інтеграції відновлюваних

джерел енергії у структуру міського середовища та визначено їх роль у формуванні просторових, функціональних і техніко-економічних характеристик забудови.

У ході дослідження проаналізовано вплив впровадження альтернативних енергетичних технологій на процеси архітектурного формоутворення, організацію внутрішніх і зовнішніх функціональних зв'язків об'єктів, а також на показники енергоефективності будівель і міських утворень у цілому. Особливу увагу приділено особливостям реалізації зазначених рішень в умовах сучасного міського середовища, яке характеризується високою щільністю забудови, складними інженерними мережами та підвищеними вимогами до екологічної безпеки і сталого розвитку.

Проведений аналіз засвідчив, що впровадження енергоефективних рішень на основі сонячних панелей, вітрогенераторів та інших інноваційних технологій забезпечує не лише оптимізацію енергоспоживання, а й формує передумови для появи нових архітектурних образів і просторових концепцій. Зокрема, встановлено, що у випадках, коли енергогенеруючі системи інтегруються в огорожувальні конструкції або стають складовою матеріально-конструктивною структури будівлі, вони можуть виступати як формоутворюючі чинники, визначаючи композицію фасадів, силует і орієнтацію споруди.

Окремо підкреслено роль автономного енергозабезпечення, яке набуває статусу ключового елементу сучасного проектування, особливо для віддалених територій або зон із обмеженими можливостями підключення до централізованих мереж. Такий підхід сприяє підвищенню енергетичної стійкості об'єктів і зменшенню мережових втрат, а також забезпечує більшу керованість і прогнозованість експлуатаційних витрат.

У результаті встановлено, що застосування альтернативних джерел енергії має значний потенціал для зниження енерговитрат, мінімізації екологічного навантаження та досягнення цілей сталого розвитку міських територій. Водночас визначено низку стримувальних чинників, серед яких ключовими є технічні обмеження інтеграції, економічні бар'єри (капітальні

витрати, термін окупності, доступність фінансування) та потреба у нормативно-організаційній підтримці впровадження.

Отримані результати підтверджують доцільність системного включення альтернативної енергетики до комплексних стратегій розвитку міських територій і практики архітектурного проектування як важливої складової підвищення енергоефективності, екологічності та конкурентоспроможності міського середовища.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ (АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ ІЗ СОНЯЧНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ: КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ)

3.1 Класифікація будівель із використанням засобів сонячної енергетики

Сонячна енергія займає провідне місце серед інших енергетичних ресурсів, що застосовуються в енергоактивних будівлях, завдяки поєднанню високого природного потенціалу, технологічної зрілості та можливості безпосередньої інтеграції в архітектурно-конструктивну структуру споруд. Сонячні будівлі формуються на основі спеціально розроблених конструктивних рішень, цілеспрямовано оптимізованої форми та орієнтації елементів огорожувальних конструкцій, що забезпечує максимально ефективне використання сонячного випромінювання. Водночас такі об'єкти акумулюють передові науково-технічні досягнення різних напрямів геліоенергетики та роблять вагомий внесок у розвиток сучасної енергетичної промисловості.

Протягом останнього століття наукові й інженерні дослідження в галузі геліоенергетики дозволили вирішити низку принципових технічних завдань, пов'язаних з перетворенням, накопиченням і розподілом сонячної енергії. На сьогодні ця галузь пропонує широкий спектр технологічних підходів до отримання теплової та електричної енергії, що підтверджується стрімким зростанням установлених потужностей і впровадженням нових розробок у промислову та цивільну сферу [14]. Відповідно, сформувалося значне різноманіття засобів сонячної енергетики, у тому числі тих, що застосовуються в структурі геліоенергоактивних будівель. Для систематизації цього різноманіття доцільним є впровадження типологічної класифікації, яка дозволяє більш ґрунтовно аналізувати закономірності архітектурного формоутворення таких об'єктів.

Під час класифікації архітектурного формоутворення із використанням засобів сонячної енергетики важливо чітко окреслити межі проблемного поля дослідження. Сонячне випромінювання з давніх часів було одним із ключових чинників, що визначали підхід до проектування будівель і формували їхній зовнішній вигляд. У традиційній архітектурі сонячна енергія використовувалася переважно для поліпшення теплофізичних характеристик будівель без застосування спеціальних енергоперетворювальних пристроїв. Однак у межах даного дослідження доцільно зосередитися виключно на активних сонячних системах, тобто на будівлях, у яких сонячне випромінювання безпосередньо трансформується в теплову або електричну енергію за допомогою спеціалізованого обладнання [15]. Пасивні методи використання сонячної енергії — теплиці, орієнтація світлопрозорих прорізів, особливі типи скління та інші історично сформовані прийоми — виходять за межі проблемного поля цієї роботи.

З позицій архітектурного формоутворення геліоенергоактивні будівлі доцільно розглядати як гібрид архітектурного об'єкта та енергетичної установки. У кожному конкретному випадку використання засобів сонячної енергетики як формоутворюючого чинника ґрунтується на композиційно-функціональних принципах відповідних типів сонячних електростанцій. Виходячи з цього, можна виокремити кілька типів геліоенергоактивних будівель, у яких сонячна установка визначає характер архітектурного рішення.

Для будівель із фотоелектричними елементами характерні два основні композиційні прийоми. У першому випадку сонячні батареї розміщуються в одній площині з оптимальним кутом нахилу до горизонту, утворюючи єдиний домінуючий композиційний елемент. Такий підхід є типовим для невеликих сонячних електростанцій і малих енергоактивних будівель. Прикладом реалізації цього принципу є замський літній будинок у федеральній землі Баден-Вюртемберг (Німеччина), де площина фотоелектричних панелей фактично визначає образ будівлі.

Другий композиційний прийом характерний для великих промислових або громадських сонячних електростанцій, інтегрованих у будівельні об'єкти. У цьому випадку численні сонячні панелі монтуються на просторову несучу підконструкцію, формуючи або масив із жорстко впорядкованою структурою (наприклад, урядова будівля в Ітоман-Сіті, Японія), або регулярну, динамічну структуру, орієнтовану на добовий і сезонний рух Сонця (як на стадіоні Всесвітніх ігор у місті Гаосюн на острові Тайвань). Зазначені принципи є справедливими не лише для фотоелектричних модулів, але й для плоских та вакуумних сонячних колекторів, які в окремих випадках виконують аналогічну формоутворюючу роль.

Композиційно-функціональні рішення будівель, у яких застосовуються колектори-концентратори, формуються у прямій відповідності до принципів схем сонячних електростанцій, що використовують концентроване сонячне випромінювання. Так, архітектурно-просторова організація лабораторного корпусу в Одейло (Франція) відтворює функціональну модель геліоенергетичної установки з параболічним відбивачем. Хмарочос, розроблений за проектом Метью Лейсі, є архітектурною інтерпретацією принципу параболоциліндричної сонячної електростанції, реалізованого у вертикальній просторовій конфігурації. Водночас сонячні електростанції баштового типу стали прототипами для низки концептуальних і реалізованих проєктів промислових та цивільних геліокомплексів, у яких центральна вежа-приймач виступає домінуючим елементом, що визначає загальну просторову організацію та композиційну ієрархію об'єкта [17].

Отже, виявляється стійкий структурний і концептуальний взаємозв'язок між принциповими схемами основних типів сонячних електростанцій та композиційно-функціональними моделями геліоенергоактивних будівель. Запропонована типологічна класифікація таких об'єктів створює підґрунтя для більш об'єктивного аналізу сучасних тенденцій архітектурного формоутворення з використанням засобів сонячної енергетики, а також сприяє глибшому

розумінню природи базових композиційних принципів, що лежать в основі формування енергоактивної архітектури.

3.2 Основні принципи та особливості архітектурного формоутворення будівель з поліфункціональним використанням засобів сонячної енергії

Попри стрімке поширення та зростаючу популярність технологій сонячної енергетики, їхні показники енергоефективності на сучасному етапі розвитку залишаються недостатніми для повного забезпечення енергетичних потреб основних експлуатаційних процесів будівель. Формування умов, необхідних для постійного перебування людини та реалізації її соціальної й професійної діяльності, вимагає системного та комплексного підходу, оскільки просте насичення будівлі інженерно-технічними системами у більшості випадків не забезпечує необхідного рівня енергетичної автономності й комфорту та потребує застосування спеціальних архітектурно-планувальних рішень.

Зокрема, один квадратний метр поверхні сучасних фотоелектричних модулів за оптимальних умов експлуатації здатен у середньому виробляти близько 0,1 кВт·год електричної енергії. У разі відсутності достатньої інсоляції або за несприятливих кліматичних умов ефективність таких систем істотно знижується, що унеможливорює їх використання як єдиного джерела енергопостачання будівлі. Саме тому в процесі проєктування геліоенергоактивних об'єктів архітектори прагнуть уникати компромісних рішень, пов'язаних зі зниженням рівня комфорту внутрішнього середовища, зокрема вимушеної відмови від систем кондиціонування повітря або інших інженерних засобів регулювання мікроклімату [15].

З метою підвищення загальної ефективності енергетичних систем сонячні установки дедалі частіше розглядаються не лише як інженерне обладнання, а як поліфункціональні елементи архітектурної структури будівлі, що інтегруються в огорожувальні та несучі конструкції або самостійно виконують конструктивні, захисні чи експлуатаційні функції, паралельно здійснюючи генерацію енергії. У

такому контексті енергоефективність засобів сонячної енергетики безпосередньо зумовлюється об'ємно-композиційним рішенням огорожувального простору будівлі, а функція енергопостачання набуває статусу одного з ключових формотворчих чинників архітектури.

Композиційні принципи формування геліоенергоактивних будівель визначаються їх функціональним призначенням, типом перетворення сонячного випромінювання, а також географічними та природно-кліматичними характеристиками ділянки забудови. Для умов північної півкулі характерною є орієнтація приймальних поверхонь у південному напрямку з оптимальним кутом нахилу, що забезпечує максимальне використання потенціалу сонячної радіації. Додатковий вплив на архітектурне формоутворення чинять фактори затінення, наявність щільної навколишньої забудови та морфологія міського середовища, які визначають доцільність вибору типу сонячних установок і рівень енергетичної активності об'єкта.

У випадках, коли забезпечення необхідного обсягу енерговиробництва в межах матеріально-конструктивної структури будівлі є неможливим, застосовуються зовнішні або допоміжні енергогенеруючі пристрої, що включаються в загальний процес архітектурного формоутворення. До основних таких прийомів належать:

- часткове винесення сонячного колектора за конструктивні габарити будівлі або використання автономних колекторів, енергетично пов'язаних з об'єктом;
- розміщення додаткових приймальних поверхонь на допоміжних спорудах (гаражах, навісах, альтанках, технічних будівлях) або інтеграція їх у конструктивні елементи цих об'єктів;
- використання будівель або окремих елементів, що функціонують у режимі стеження за Сонцем;
- застосування трансформованих огорожувальних конструкцій, спрямованих на підвищення енергоактивності оболонки будівлі;

- впровадження внутрішніх і зовнішніх світловідбивальних елементів для концентрації сонячної енергії;
- інтеграція сонячних установок у захисні та затінювальні архітектурні елементи;
- комбінування та мультиплікація наведених прийомів у межах єдиної архітектурно-енергетичної концепції.

Для будівель із плоскими сонячними колекторами та фотоелектричними батареями основні архітектурні рішення спрямовані на формування достатньої приймальної поверхні та її орієнтацію максимально перпендикулярно сонячним променям. Оптимальний кут нахилу зазвичай відповідає географічній широті місцевості з корекцією $\pm 10\text{--}15^\circ$ залежно від сезону. За відсутності можливості регулювання кута втрати енергоефективності, зумовлені відхиленням від оптимального значення, є значно меншими порівняно з впливом похмурої погоди або нічного часу [13].

У багатьох випадках розміщення сонячних установок на покрівлі або фасаді не впливає на геометричну форму будівлі, і вони виконують роль периферійних інженерних елементів. Проте в низці об'єктів сонячні батареї використовуються як облицювальний матеріал, формуючи художній образ будівлі, що продемонстровано в музеї води та життя в Хеметі (США), дозвільному комплексі «Ксікуй» у Пекіні, бібліотеці Помпеу Фабра в Матаро (Іспанія), офісі компанії Tobias Grau в Реллінгені (Німеччина).

Особливо виразним архітектурним елементом є так званий «сонячний дах», у якому масивна приймальна поверхня стає домінантним композиційним чинником будівлі [12]. Значна площа такого елемента частково компенсує неможливість постійної переорієнтації до Сонця. Альтернативним підходом є формування впорядкованих масивів колекторів або фотоелементів, розташованих у регулярній чи динамічній структурі, з можливістю стеження за сонцем або виконання функцій затінення. Одним із різновидів такого прийому є інтеграція сонячних установок у покриття шедового типу [10].

Використання сонячних концентраторів зумовлює інший підхід до архітектурного формоутворення. Принципові схеми будівель із параболічними, параболоциліндричними та баштовими концентраторами запозичені з відповідних типів сонячних електростанцій. Основним композиційним елементом у таких об'єктах виступає сам концентратор, площа та форма якого безпосередньо визначають енергоефективність системи [5–10]. Практичні реалізації геліоенергоактивних будівель із концентраторами залишаються поодинокими й переважно належать до експериментальних або концептуальних розробок.

Отже, особливості формоутворення геліоенергоактивних будівель визначаються необхідністю моделювання оптимальної архітектурної форми, що забезпечує максимальну ефективність роботи сонячних установок з урахуванням прямого, розсіяного та відбитого сонячного випромінювання. Вирішення завдань інсоляції та природної освітленості є фундаментальним етапом архітектурного проектування. Сучасні програмні засоби моделювання, зокрема Autodesk Project Vasari та CFDesign, дозволяють виконувати комплексний аналіз інсоляції та опромінення будівель уже на ранніх стадіях проектування.

Для поглибленого розуміння зазначених принципів доцільно звернутися до аналізу світового архітектурного досвіду, який наочно ілюструє закономірності синтезу архітектури та сонячної енергетики.

Висновок до розділу 3

У третьому розділі виконано аналіз практичних аспектів упровадження альтернативних джерел енергії у процесі проектування та експлуатації міських територій. Основну увагу зосереджено на техніко-економічних показниках енергоефективності й екологічної доцільності, а також на адаптації інноваційних енергетичних рішень до специфічних умов міського середовища (щільність забудови, обмеженість площ, затінення, підвищені вимоги до безпеки та експлуатаційної надійності).

Проведений аналіз засвідчив, що застосування альтернативної енергетики — зокрема сонячних, вітрових, геотермальних і біоенергетичних установок — є перспективним напрямом модернізації міської інфраструктури та підвищення енергетичної незалежності об'єктів забудови. На основі узагальнення практичних підходів сформовано рекомендації щодо інтеграції зазначених технологій у будівельні об'єкти з урахуванням кліматичних, технічних та економічних умов, характерних для України.

Окремо підкреслено потенціал використання локальних енергогенеруючих установок, що забезпечують часткову або повну автономність будівель, знижують питомі витрати енергоресурсів, мінімізують втрати під час транспортування енергії та підсилюють стійкість міських систем до зовнішніх ризиків. Такий підхід відповідає принципам сталого розвитку, оскільки поєднує підвищення енергоефективності з екологічною безпечністю та довгостроковою економічною доцільністю експлуатації.

Водночас виявлено ключові бар'єри, що стримують широке впровадження альтернативних енергетичних рішень у міському середовищі, а саме: висока початкова вартість обладнання та монтажу, обмеженість або фрагментарність нормативно-правового регулювання, а також технічна складність реалізації окремих систем (інтеграція з існуючими мережами, потреба у кваліфікованому сервісі, вимоги до акумулювання та керування навантаженням).

Отримані результати підтверджують, що комплексна інтеграція альтернативних джерел енергії є важливим практичним кроком до формування енергоефективного, екологічно безпечного та економічно обґрунтованого міського середовища, а також створює передумови для подальшого розвитку сучасних підходів у містобудівному плануванні та архітектурному проєктуванні.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Загальні дані

Проект будівництва багатофункціонального торгово-офісного центру розроблено відповідно до чинних на території України будівельних, технологічних, екологічних, санітарно-гігієнічних та протипожежних норм і правил. Усі проєктні рішення прийнято з урахуванням функціонального призначення приміщень, вимог до забезпечення нормативного мікроклімату, природної та штучної освітленості, а також експлуатаційної безпеки об'єкта згідно з діючими державними будівельними нормами та стандартами.

За відносну відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги приміщень першого поверху існуючої будівлі, що відповідає абсолютній відмітці 261,32 м за генеральним планом. Дане рішення забезпечує узгодження нового будівництва з існуючою забудовою та інженерною інфраструктурою території.

Будівельний майданчик відповідно до вимог нормативного документа [22] розташований у межах I кліматичного району, що визначає загальні параметри температурного режиму, вологості та сезонних кліматичних впливів.

Згідно з природно-кліматичним районуванням, наведеним у [23], територія будівництва належить:

- до V району за нормативним значенням ваги снігового покриву;
- до II району за значенням вітрового тиску;
- до II району за значенням товщини стінки ожеледиці та вітрового тиску при ожеледиці.

Основні природно-кліматичні характеристики району будівництва становлять:

- нормативне снігове навантаження – 1600 Па;

- нормативне вітрове навантаження – 430 Па [23];
- розрахункова температура зовнішнього повітря у зимовий період – 21 °С;
- тривалість опалювального періоду – 189 діб;
- рівень залягання ґрунтових вод – близько 1,8 м від поверхні землі;
- рельєф ділянки – відносно рівнинний, з незначним ухилом у південно-західному напрямку.

Зазначені кліматичні та інженерно-геологічні умови враховано при прийнятті конструктивних рішень, виборі типів огорожувальних конструкцій, розрахунку несучих елементів будівлі, а також при проектуванні систем опалення, вентиляції, водовідведення та заходів із забезпечення надійної експлуатації об'єкта впродовж усього терміну служби.

4.1.2 Характеристика земельної ділянки та опис організації рельєфу

Розміщення багатофункціонального торгово-офісного центру передбачено відповідно до креслення генерального плану. Планувальні рішення забезпечують зручне транспортне сполучення, технологічне обслуговування об'єкта та виконання вимог пожежної безпеки.

Для під'їзду та протипожежного обслуговування будівлі використовується система запроєктованих автомобільних доріг з асфальтобетонним покриттям, розташованих у межах та по периметру земельної ділянки, а саме:

- магістральна дорога шириною 14,0 м;
- міська дорога шириною 7,0 м;
- під'їзні дороги шириною 5,0 м.

Вздовж проїзної частини передбачено влаштування тротуару шириною 2,0 м, що відповідає вимогам чинних нормативних документів [22] та забезпечує безпечний рух пішоходів.

Під час розроблення генерального плану виконано комплексний благоустрій території, який включає організацію транспортних і пішохідних зв'язків, упорядкування покриттів, озеленення та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних і протипожежних відстаней між елементами забудови.

Основні техніко-економічні показники генерального плану наведено в таблиці 4.1, яка відображає параметри забудови, площі покриттів, озеленення та інші характеристики використання території.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники по генплану

Площа забудови	1950 м ²
Площа земельної території	2338 м ²
Трирівнева підземна автостоянка загальною площею	4304 м ² (146 автомобіля)
Торгова площа	2922 м ²
Офісна площа	1984 м ²



Рисунок 4.1 – Схема генерального плану

4.1.3 Загальна характеристика проектованої будівлі

Будівля запроектована як багатофункціональний торгово-офісний центр класу А / А+. Висота поверхів становить 3,9 м та 4,2 м, що відповідає вимогам до сучасних офісних будівель підвищеного класу комфортності.

У складі об'єкта передбачено розміщення розвиненої інфраструктури громадського та ділового призначення, зокрема: банкоматів, кафе, ресторану, конференц-залів, а також підземного охоронюваного паркінгу на 146 машиномісць з платним режимом експлуатації.

Будівля оснащена комплексом сучасних інженерних мереж та систем безпеки, а саме:

- система відеоспостереження;
- цілодобовий пункт охорони;
- охоронна сигналізація;
- система приточно-витяжної вентиляції та кондиціонування повітря;
- автоматична система пожежогасіння;
- система димовидалення;
- пожежна сигналізація;
- внутрішній пожежний водопровід (пожежні крани);
- централізовані системи водопостачання та каналізації.

У торгово-офісному центрі запроектовано офісні приміщення класу «А», що відповідають сучасним вимогам до ергономіки, інсоляції та інженерного забезпечення.

Оздоблення приміщень:

підлога – керамограніт;

стеля – підвісна типу Armstrong;

висота приміщень – 3,9 м;

стіни:

підземний паркінг – штукатурка, керамічна плитка;

кафе, конференц-зали, офісні приміщення, торгові площі – шпалери, плитка.

Техніко-економічна характеристика будівлі:

- кількість поверхів – 10;
- загальна площа будівлі – 14 400 м²;
- офісна площа – 1 984 м²;
- підземний паркінг – 146 машиномісць;
- наявність кафе та громадських приміщень;
- висота поверхів – 3,9 / 4,2 м;
- кількість ліфтів – 4.

4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення

Запроєктований торгово-офісний центр являє собою сучасний багатофункціональний діловий комплекс класу «А», до складу якого входять офісні приміщення, торгові площі, музейний простір та вбудований трирівневий підземний паркінг. Концепція об'єкта спрямована на формування сучасного громадсько-ділового осередку, що відповідає актуальним вимогам до комфорту, функціональності та архітектурної виразності.

Архітектурно-художнє рішення будівлі базується на застосуванні суцільного та фрагментованого світлопрозорого скління фасадів із використанням сучасних енергоефективних матеріалів і технологій. Таке рішення забезпечує високий рівень природної освітленості внутрішніх приміщень, формує виразний сучасний образ будівлі та підкреслює її статус ділового центру класу «А».

Будівля має 10 поверхів, при цьому офісна частина розміщується з 2-го по 6-й поверхи включно. Перший поверх передбачає розміщення громадських і торгових приміщень з активною взаємодією з міським середовищем. У цокольному та підземних поверхах (-1, -2, -3) запроєктовано вбудований паркінг,

а також ресторан на 60 посадкових місць, що забезпечує додатковий сервіс для працівників і відвідувачів центру [22].

Для забезпечення зручності та безпеки користування об'єктом передбачено три основні входи:

- два головні входи на першому поверсі з боку вулиці Соборної;
- один додатковий вхід на першому рівні паркінгу з південного фасаду.

Організація транспортного руху виконана з урахуванням функціонального зонування ділянки: в'їзд на паркінг рівня –1 здійснюється з боку вул. Соборної, виїзд — на вулицю Кропивницького, що дозволяє мінімізувати перехрещення транспортних і пішохідних потоків та підвищує безпеку експлуатації.

Планувальні рішення поверхів розроблені відповідно до сучасних нормативних вимог і стандартів для офісних будівель класу «А» та передбачають раціональне зонування приміщень, зручні комунікаційні зв'язки, а також інтеграцію сучасних інженерних систем. Застосування ефективних систем вентиляції, кондиціонування, освітлення та безпеки забезпечує високий рівень комфорту як в основних функціональних приміщеннях, так і в зонах загального користування.

В архітектурно-художньому аспекті будівля вирішена як сучасна точкова висотна споруда, що формує виразний акцент у міській забудові. У проєкті використано новітні будівельні технології та матеріали, що відповідають принципам енергоефективності, довговічності та експлуатаційної надійності.

Тектонічна схема будівлі запроєктована у вигляді стійко-балочної конструктивної системи, яка забезпечує просторову жорсткість споруди, можливість гнучкого планування внутрішніх приміщень та адаптацію будівлі до змін функціонального призначення в процесі експлуатації.

4.1.5 Основні габаритні розміри будинку

Запроєктований торгово-офісний центр являє собою багатофункціональний комплекс, що складається з двох будівельних об'ємів, які відрізняються за площею, геометрією та поверховістю. Такий підхід забезпечує функціональну диференціацію об'єкта та дозволяє раціонально організувати внутрішні простори відповідно до їх призначення.

Перша частина комплексу представлена чотириповерховою фасадною будівлею, що формує фронт забудови та активну взаємодію з прилеглим міським простором. Друга частина комплексу включає чотири підземні та шість надземних поверхів і є основним функціональним ядром об'єкта, у якому розміщуються офісні та торгові приміщення [24].

У плані будівля має неправильну геометричну форму, що обумовлено містобудівними умовами ділянки та функціональним зонуванням комплексу. Граничні розміри будівлі в осях становлять орієнтовно $64,4 \times 43,1$ м.

Максимальна кількість надземних поверхів у складі комплексу становить 6. Запроєктована висота поверхів прийнята 3,9 м та 4,2 м, що відповідає вимогам до торгових і офісних приміщень класу «А» та забезпечує комфортні умови експлуатації.

Висота нульової відмітки першого поверху становить 0,2 м від рівня планувальної поверхні землі. За нульову відмітку ($\pm 0,000$) прийнято рівень чистої підлоги першого поверху будівлі.

Мінімальні рекомендовані габаритні розміри земельної ділянки під забудову становлять $68,0 \times 46,0$ м, що забезпечує можливість раціонального розміщення будівлі, організації під'їздів, пішохідних зон та необхідного благоустрою території.

4.1.6 Техніко-економічні показники будинку

Площа забудови будинку близько $1950,0 \text{ м}^2$.

Площа будівель без урахування підвалу і балконів близько $10100,0 \text{ кв.м.}$

Площа будівлі з урахуванням підвалу близько $14400,0 \text{ кв.м.}$

Площа підвалу будівлі близько 4300,0 м².

Загальна площа офісів близько 1980,0 м².

Загальна торгова площа близько 3000,0 м².

Будівельний об'єм близько 30000 м³.

4.1.7 Типи офісів і приміщень

Приміщення будівлі складної конфігурації в плані передбачається використовувати для розміщення торгових об'єктів, кафе, ресторанів та інших закладів громадського призначення. Проектними рішеннями допускається можливість трансформації та коригування планувальних рішень поверхів залежно від функціональних потреб орендарів і вимог експлуатації.

Планувальні рішення офісних приміщень, торгових залів та підземних (мінусових) поверхів наведені на відповідних поверхових планах. Планування виконано з урахуванням сучасних вимог до організації громадських і адміністративних просторів, а також забезпечення зручних шляхів руху відвідувачів і персоналу.

На кожному поверсі будівлі запроєктовано окремі санітарно-гігієнічні приміщення для чоловіків та жінок, відповідно до діючих санітарних і будівельних норм. Окремий технічний поверх проектом не передбачений, що обумовлено компактною організацією інженерного обладнання в межах основних поверхів будівлі.

В об'ємно-просторовій структурі будівлі передбачено атриумні простори, запроєктовані на п'ятому та шостому поверхах, які забезпечують додаткове природне освітлення, візуальну відкритість внутрішніх просторів та формують виразне архітектурне середовище [22].

На підземних (мінусових) поверхах розміщуються кафе та підземний паркінг, що дозволяє ефективно використати підземний простір та розвантажити наземну територію ділянки. Для забезпечення зручної та безпечної експлуатації запроєктовано два входи/виходи до підвальних приміщень з боку південного фасаду, а також два входи з першого поверху будівлі.

Центральний головний вхід до торгово-офісного центру запроектований зі сторони головного фасаду, що забезпечує зручну орієнтацію відвідувачів та формує чітку композиційну вісь громадського простору.

Відповідно до вимог пожежної безпеки, у будівлі запроектовані евакуаційні та пожежні входи-виходи, які забезпечують нормативні шляхи евакуації та доступ пожежно-рятувальних підрозділів.

4.1.8 Загальний опис архітектурних рішень

Вертикальний зв'язок між поверхами торгово-офісного центру забезпечується за допомогою сходових клітин та ліфтових груп. Проектом передбачено 5 сходових клітин та 4 пасажирські ліфти, що забезпечує нормативні умови евакуації, зручність пересування відвідувачів і персоналу, а також відповідає вимогам доступності та пожежної безпеки. Сміттєпровід у будівлі не передбачений, що відповідає сучасним санітарним та експлуатаційним вимогам до громадських будівель.

У складі будівлі запроектовано підвальний поверх, який використовується для розміщення інженерних комунікацій, господарських і складських приміщень. Санітарні вузли у підвалі не передбачені, що відповідає функціональному призначенню даного рівня.

Вихід на покрівлю будівлі запроектований через сходові клітини з кожного поверху, що забезпечує можливість технічного обслуговування та доступ до інженерного обладнання. Вентиляція санітарних вузлів прийнята природна припливно-витяжна, при цьому циркуляція повітря здійснюється через вертикальні вентиляційні канали, влаштовані у товщі стін з виведенням на дах. Загальна кількість вентиляційних каналів у будівлі становить 4 одиниці.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечується спільною роботою фундаментів, несучих елементів каркаса, стін і міжповерхових перекриттів, що утворюють єдину жорстку просторову систему.

Будівля запроектована за монолітно-каркасною конструктивною схемою. Зовнішні стіни передбачено виконувати з бетонних блоків товщиною 400 мм з

зовнішнім утепленням мінераловатними плитами товщиною 100 мм та подальшим опорядженням полімер-піщаною штукатуркою. Перекриття запроєктовані як монолітні залізобетонні, з можливістю використання збірних залізобетонних плит у окремих ділянках. Внутрішні стіни виконуються з цегли та залізобетону, перегородки — з цегли або гіпсокартонних систем.

Конструкція вхідної групи зі сторони вул. Соборної частково передбачає застосування збірних залізобетонних елементів. На плитний ростверк фундаменту монтуються колони, по яких улаштовуються балки, на які укладаються та анкеруються залізобетонні плити перекриття. Сукупність зазначених елементів формує жорстку просторову конструктивну систему будівлі.

Водовідведення дощових і талих вод здійснюється за допомогою чотирьох внутрішніх водостічних труб, що відповідає вимогам до плоских покрівель.

Основні конструктивні рішення будівлі:

Фундаменти – плитний ростверк на залізобетонних палях;

Зовнішні стіни – бетонні блоки з утеплювачем;

Внутрішні стіни – цегляні та залізобетонні;

Перегородки – цегляні та гіпсокартонні;

Перекрытия – монолітні залізобетонні;

Підлоги – асфальтобетонні, плиткові, з керамограніту;

Покрівля – плоска суміщена, неопалювана, з можливістю часткової експлуатації [24].

Розрахункове навантаження на міжповерхові перекрытия, з урахуванням власної ваги підлогових конструкцій та перегородок, прийнято $0,5 \text{ т/м}^2$ (без урахування власної ваги перекрытия).

У третьому розділі пояснювальної записки виконано розрахунок залізобетонної колони типового перерізу $400 \times 400 \text{ мм}$, що підтверджує несучу здатність і надійність прийнятих конструктивних рішень.

4.1.9 Зовнішні стіни та теплотехнічний розрахунок

Стіни будівлі призначені для огороження і захисту від дії навколишнього середовища і передають навантаження від конструкцій перекриттів і покриттів – до фундаментів [25].

Стіни будівлі виконані з бетонних блоків утеплених листами мінеральної вати.

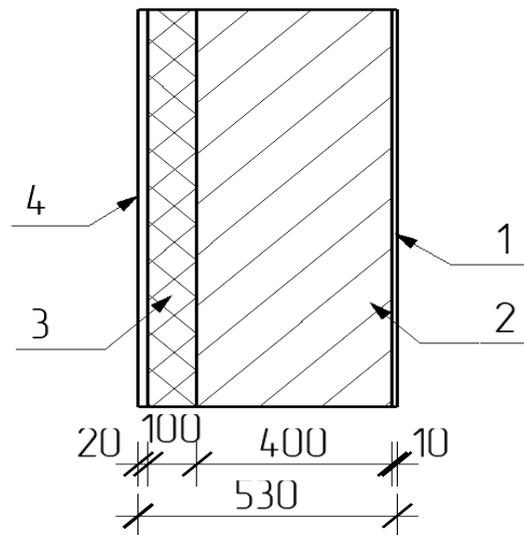


Рисунок 4.2 – Стіна з утеплювачем, де: 1 – полімер-піщана штукатурка; 2 – бетонний блок; 3 – листи з жорсткої мінеральної вати; 4 полімер-піщана штукатурка.

Для правильного відбору товщини зовнішніх стін було проведено теплотехнічний розрахунок.

Місце будівництва – м. Вінниця. Конструкція зовнішньої стіни кладка бетонних блоків з утепленням мінеральною ватою.

Необхідно розрахувати товщину утеплювача двошарової цегляної стіни.

Згідно карти температурних зон України м. Вінниця відноситься до I температурної зони. Нормоване значення опору теплопередачі [24] для даної зони $R^u = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{с}/\text{Вт}$.

Опір теплопередач всієї огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \dots \dots \dots (4.1)$$

де α_B, α_3 – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції з внутрішнім та зовнішнім повітрям ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$)

Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} має бути не меншим від мінімального допустимого значення опору $R_{q \min}$:

$$R_{\Sigma} \geq R_{q \min} \dots \dots \dots (4.2)$$

Теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни вказані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни

№ шару	Найменування матеріалів шару	Густина $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщина шару, $\delta, \text{м}$	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$	Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}$
1	Штукатурка	1700	0,02	0,87	0,023
2	Мінеральна вата	150	0,1	0,032	3,125
3	Блоки бетонні	1800	0,4	0,65	0,37
4	Штукатурка	1700	0,01	0,81	0,012

Визначимо товщину утеплювача δ_3 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі [26]:

$$\delta_3 = \left(4,0 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,37 + 0,012 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,032 = 0,087 \approx 0,1 \text{ м}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_3 = 0,1 \text{ м}$

$$\text{Тоді його термічний опір дорівнюватиме: } R_3 = \frac{0,1}{0,032} = 4,125 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}$$

Конструкцію вважаємо термічно однорідною, тоді опір теплопередачі конструкції R_{Σ} розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = (0,11 + 0,023 + 0,37 + 0,012 + 4,125 + 0,04) = 4,68 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \dots \quad (4.3)$$

Оскільки $R_{\Sigma} \geq R_{q \min}$ то умова виконується.

4.1.10 Інженерне обладнання

У торгово-офісному центрі передбачено комплекс сучасних інженерних систем, що забезпечують нормативні умови експлуатації, комфорт та безпеку перебування відвідувачів і персоналу.

Водопостачання та каналізація будівлі здійснюються від централізованих міських мереж. Водопостачання та водовідведення виконуються відповідно до укладених договорів із відповідними експлуатуючими організаціями.

Теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання передбачено від дахової газової котельні встановленою тепловою потужністю 1,386 МВт, що відповідає 1,192 Гкал/год. Прийняте рішення забезпечує автономність теплопостачання будівлі та підвищує енергоефективність експлуатації.

Система опалення запроектована комбінованого типу:

- у приміщеннях із панорамним склінням передбачено встановлення внутрішньопідлогових конвекторів, що забезпечують рівномірний тепловий режим та запобігають утворенню холодних зон;
- в інших приміщеннях передбачено радіаторне опалення.

Електропостачання будівлі забезпечується в обсязі 749,6 кВА та віднесене до II категорії надійності електропостачання, що відповідає вимогам для громадських і адміністративних будівель.

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату та комфортного перебування людей проектом передбачена система вентиляції та кондиціонування повітря, яка забезпечує необхідний повітрообмін у всіх функціональних зонах будівлі.

4.2 Організаційно-технологічні рішення

4.2.1 Розрахунок і проектування сіткового графіка виконання робіт

Залежно від специфіки об'єктів будівництва, їх об'ємно-планувальних та конструктивних особливостей, доцільно застосовувати різні методи організації потокового будівельного виробництва [27]. Вибір конкретного методу зумовлюється складністю об'єкта, кількістю однотипних елементів, рівнем механізації робіт, а також вимогами до строків виконання будівництва.

Метод роздільних потоків застосовується під час зведення об'єктів, що відрізняються між собою за об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями. У цьому випадку будівництво здійснюється окремими спеціалізованими потоками, які можуть мати різні часові параметри — ритм, крок і тривалість виконання робіт. Надалі ці потоки об'єднуються в об'єктні потоки, а на завершальному етапі — в єдиний потік комплексу об'єктів. При цьому включення до потоку всіх будівельних процесів не є обов'язковим: допускається організація потокового виконання лише найбільш трудомістких та відповідальних процесів, що визначають загальну тривалість будівництва.

Потоково-лінійний метод використовується для організації будівництва лінійно протяжних споруд, таких як автомобільні дороги, канали, трубопроводи, інженерні мережі тощо. Сутність методу полягає у поділі споруди на так звані умовні захватки, що виділяються за довжиною. Робітничі бригади, оснащені необхідними будівельними машинами, механізмами та обладнанням, послідовно переміщуються вздовж траси, виконуючи роботи у визначеній технологічній послідовності з однаковою або близькою швидкістю, що забезпечує безперервність і ритмічність виробничого процесу.

Для розроблення сіткового графіка виконання будівельно-монтажних робіт складається таблиця вихідних даних, у якій наводяться результати розрахунку тривалостей окремих будівельних процесів, їх послідовність та взаємозв'язок [28]. Сіткове планування дозволяє визначити критичний шлях, оптимізувати строки будівництва та ефективно координувати роботу виконавців.

Вихідними даними для розрахунку кількісних і якісних параметрів будівельних потоків є результати кошторисних розрахунків за повний комплекс робіт з будівництва об'єкта, що наведені у Додатку Б. Зазначені дані використовуються для визначення трудомісткості робіт, складу ланок і бригад, потреби в будівельних машинах та механізмах, а також для обґрунтування організаційно-технологічних рішень.

4.2.2 Розрахунок і проектування адміністративно-побутових тимчасових будівель і споруд

Тимчасові будівлі та споруди, що розміщуються на будівельному майданчику, залежно від їх функціонального призначення, поділяються на три основні групи [28]:

1. Адміністративні будівлі і споруди, до складу яких входять:

- приміщення виконроба або майстра;
- диспетчерські пункти;
- прохідні;
- тимчасові трансформаторні підстанції та інші службові приміщення,

необхідні для управління та контролю будівельного процесу.

2. Господарсько-побутові будівлі і споруди, призначені для забезпечення санітарно-побутових умов праці робітників, зокрема:

- гардеробні з умивальниками;
- приміщення для приймання їжі (їдальні, буфети);
- душові;
- приміщення для сушіння спецодягу та взуття;
- кімнати для відпочинку та обігріву робітників;
- санітарні вузли (туалети).

3. Складські будівлі і споруди, що використовуються для зберігання будівельних матеріалів, конструкцій, виробів, інструменту та інвентарю.

Тимчасові будівлі і споруди є необхідними як для забезпечення нормальних умов праці персоналу, так і для раціональної організації будівельного виробництва в цілому. Їх правильне розміщення та обґрунтований вибір типів сприяють підвищенню продуктивності праці, зниженню втрат робочого часу та покращенню умов безпеки на будівельному майданчику.

Площі тимчасових будівель і споруд визначаються шляхом розрахунку відповідно до встановлених нормативних вимог та вихідних даних виробничих потреб будівництва. Основними вихідними параметрами є чисельність працюючих, тривалість виконання робіт, характер будівельних процесів та умови експлуатації майданчика.

Адміністративні та господарсько-побутові будівлі розраховуються і проектується залежно від загальної чисельності працівників, які одночасно перебувають на будівельному об'єкті у найбільш численну зміну. Порядок визначення необхідних площ, а також алгоритм і формули відповідних розрахунків наведено в наступних підрозділах пояснювальної записки.

1. Визначаємо загальну кількість робітників, працюючих на об'єкті, за формулою:

$$N_{\text{заг}} = 0,89 * (N_p + N_{\text{тп}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{сл}}) = 0,89(40 + 4,48 + 2,8 + 1,12) = 50,196 \gg 50$$

де, 0,89 - коефіцієнт виходу на роботу:

- максимальна кількість робітників за графіком руху робочих кадрів, чол.;

- кількість інженерно-технічних працівників, яка приймається в кількості 8% від , чол. = 4,48

- кількість молодшого обслуговуючого персоналу, яка приймається у кількості 2,5 % від , чол. = 1,12

- кількість службовців, яка приймається у розмірі 5% від , чол. = 2,8

За отриманими даними розраховуємо площі тимчасових будівель і споруд.

Контора будівельної ділянки (виконробська з диспетчерською) розраховуються, виходячи із кількості інженерно-технічних працівників та

молодшого обслуговуючого персоналу з розрахунку 4 м² площі на одного працівника.

Площу гардеробних з умивальниками розраховуємо, виходячи з максимальної кількості робітників, з розрахунку 0.7 м² на одного працюючого.

$$S_2 = N_{\max} \cdot 0,7 = 33,6 \text{ м}^2$$

Площа душових приміщень визначається з розрахунку 0.4 м² на одного працюючого від суми максимальної кількості робітників (за графіком руху робочих кадрів) та кількості службовців.

$$S_3 = 0,4 \cdot (N_p + N_{\text{сл}}) = 27,43 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для прийому їжі розраховується при 0,1 м² на одного працюючого для загальної кількості працюючих на об'єкті.

$$S_4 = N_{\text{заг}} \cdot 0,1 = 5 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для сушіння одягу приймається з розрахунку 0,1 м² на одного працівника від загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті.

$$S_5 = N_{\text{заг}} \cdot 0,1 = 5 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для відпочинку та обігріву робітників приймається з розрахунку 1,0 м² на одного працівника від загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті.

$$S_6 = N_{\text{заг}} \cdot 1,0 = 50 \text{ м}^2$$

Туалети приймаємо з розрахунку 0,1 м² на одного працівника від загальної кількості робітників, що працюють на об'єкті, але не менше 2-х відділень окремо для кожної статі і не менше 2,16 м² площі.

$$S_7 = N_{\text{заг}} \cdot 0,1 = 5 \text{ м}^2$$

Проектування тимчасових будівель і споруд проводиться у відповідності із каталогами уніфікованих типових проектів інвентарних будівель і споруд, а також з урахуванням величин розрахованих площ [27].

Розрахунки і проектування тимчасових будівель і споруд приведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок і проектування тимчасових будівель і споруд.

Позначення на буденплані	Назва	Кількість працівників	Площа на одного, м2	Розрахована площа, м2	Прийнята площа, м2	Кількість вагончиків, шт.	Розміри у плані, м	Тип будівлі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Контора виконавця робіт	8	4	32	36	1	9x2,7	пересувний
2	Гардеробна з умивальниками	48	0,7	33,6	58	2	11,1x3	пересувний
3	Душові	48	0,54	25,92	32,4	2	8,5x3,1	пересувний
4	Приміщення для сушіння одягу	48	0,1	4,8	5	1	7,8x2,6	пересувний
5	Приміщення для відпочинку та обігріву робітників	48	0,1	5	6	2	9x2,7	пересувний
6	Приміщення для прийому їжі	48	1,0	50	60	2	9x2,7	пересувний
7	Туалет	48	0,1	5	6	1	6x3	контейнерний
8	Прохідна	-	6-9	-	6	-	2x3	Збірнощитова

4.2.3 Розрахунок площі тимчасових відкритих і закритих складів для зберігання будівельних конструкцій, матеріалів і деталей

Тимчасові склади закритого типу призначаються для зберігання будівельних матеріалів і виробів, експлуатаційні властивості яких погіршуються під впливом атмосферних чинників або внаслідок корозійних процесів. До цієї групи належать цемент, вапно, гіпс, сухі будівельні суміші, незахищені металеві конструкції та вироби, санітарно-технічне обладнання, електротехнічні матеріали та інші елементи, що потребують контрольованих умов зберігання. Габаритні розміри та типологія закритих складських приміщень визначаються з урахуванням способів складування матеріалів, їх фізико-механічних характеристик, термінів зберігання (придатності), а також відповідно до чинних

нормативних каталогів індустріальних уніфікованих серій тимчасових інвентарних будівель і споруд.

Тимчасові склади відкритого типу використовуються для зберігання матеріалів і конструкцій, які не потребують захисту від впливу атмосферних опадів та температурних коливань. До них відносять бетонні й залізобетонні вироби та конструкції, цеглу, керамічні труби, природні й штучні насипні будівельні матеріали, сировину для приготування розчинів і бетонних сумішей, а також великогабаритні металеві елементи з антикорозійним захисним покриттям.

Розміщення відкритих складських майданчиків, як правило, здійснюється в зоні дії вантажопідіймальних машин і механізмів з урахуванням трас внутрішньомайданчикових транспортних шляхів, що забезпечує раціональну організацію вантажно-розвантажувальних операцій, скорочення внутрішніх переміщень матеріалів та дотримання вимог безпеки праці.

Проектування тимчасових відкритих і закритих складів виконується з урахуванням таких основних чинників:

- архітектурно-конструктивних особливостей будівель і споруд, що зводяться;
- обсягів, структури та номенклатури будівельно-монтажних робіт;
- календарних графіків виконання будівельних процесів;
- потреби в будівельних матеріалах і конструкціях у періоди їх максимального одночасного використання.

Для визначення площ складських приміщень необхідно розрахувати добові витрати матеріалів у періоди найбільш інтенсивного виконання робіт. Обсяги складських запасів обґрунтовуються залежно від виду транспорту, яким здійснюється постачання матеріалів, відстані перевезення та періодичності поставок. Площа складу визначається на основі нормативів зберігання матеріалів на 1 м² складської площі та прийнятого обсягу запасів, після чого встановлюються габаритні розміри складського приміщення або майданчика.

Розрахунок добових витрат матеріалів на будівельному об'єкті здійснюється за індивідуальними вихідними даними, виходячи з максимальної чисельності працюючих у зміну, яка становить 48 осіб. Відповідно до умов завдання прийнято, що один робітник протягом робочого дня в середньому:

- використовує близько 600 шт. цегли;
- виконує монтаж приблизно $0,5 \text{ м}^3$ залізобетонних конструкцій (сходові марші, сходові площадки, перемички, санітарно-технічні кабінки тощо);
- встановлює орієнтовно 10 м^2 елементів заповнення віконних і дверних прорізів.

Отримані розрахункові показники використовуються для визначення необхідних обсягів складських запасів, оптимізації логістики матеріалів та розрахунку площ тимчасових складських приміщень і майданчиків будівельного майданчика.

Розрахуємо добові витрати матеріалів по об'єкту:

- Цегла керамічна $600 \times 48 = 28800$ (шт).
- Збірні залізобетонні конструкції $0,5 \times 48 = 1624$ (м^3).
- Елементи заповнення віконних та двірних отворів $10 \times 48 = 480$ (м^2).

Розрахунок витрат, запасів площі складу і проектування його розмірів наведено в табличній формі табл. (4.4):

Тимчасовий закритий склад проектуємо згідно з каталогом інвентарних будівель і споруд. В курсовому проекті для закритого складу приймаємо вагончик контейнерного типу з розмірами в плані: 19×10 .

Таблиця 4.4 – Розрахунок витрат, запасів, площі складу і проектування його розмірів

№	Найменування матеріалів і конструкцій	Одиниця виміру	Добові витрати на об'єкти	Прийнятий запас діб.	Розрахункові витрати	Норма зберігання на 1м ²	Розрахована площа, м ²	Коефіцієнт на проходи	Прийнята площа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Цегла керамічна	тис. шт	28,8	3	86,4	0,6	51,84	1,5	77,76	19x10
2	Збірні залізобетонні конструкції	м ²	24	3	72	0,5	36	1,5	54	19x10
3	Елементи заповнення віконних і двірних отворів	м ²	480	3	1440	44	33	1,5	49,5	19x10

4.2.4 Розрахунок та проектування мереж тимчасового водозабезпечення будівництва

Тимчасове водопостачання будівельного майданчика призначене для забезпечення безперебійної роботи виробничих будівельних процесів, функціонування будівельних машин і механізмів, задоволення санітарно-гігієнічних та господарсько-побутових потреб працівників, а також для цілей пожежогасіння у разі виникнення осередків займання. Наявність надійної та стабільної системи тимчасового водозабезпечення є однією з ключових умов дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та ефективної організації будівельного виробництва.

Проектування та розрахунок мережі тимчасового водопостачання будівельного майданчика передбачає виконання комплексу інженерних заходів, основними з яких є [29]:

- визначення секундних витрат води для різних груп споживачів будівельного майданчика з урахуванням коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання;

- ідентифікація технологічних і виробничих споживачів води, а також розрахунок потреб у воді для господарсько-побутових і санітарних потреб працюючих;
- виконання гідравлічного розрахунку тимчасової водопровідної мережі з визначенням необхідних діаметрів трубопроводів і проєктування системи відповідно до вимог чинних нормативних документів та ДЕСТ.

Залежно від наявних джерел водопостачання мережі тимчасового водозабезпечення будівельного майданчика можуть проєктуватися за такими основними схемами:

Підключення до існуючих централізованих водопровідних мереж населеного пункту або промислових підприємств у районі забудови. Підключення виконується через колодязі магістральних водопроводів із влаштуванням тимчасового водопровідного колодязя на території будівельного майданчика. При цьому місце розташування та конструктивні рішення такого колодязя повинні враховувати можливість його подальшої експлуатації після завершення будівництва та введення об'єкта в дію.

Використання води з природних джерел (річок, ставків, водосховищ). Вода з природних водойм може застосовуватися для виробничих потреб за умови відповідності її фізико-хімічного та мінерального складу технологічним вимогам будівельних процесів. Для санітарно-гігієнічних і господарсько-побутових потреб, залежно від ступеня забруднення, передбачається попереднє очищення та, за необхідності, знезараження води.

Влаштування артезіанських свердловин, спеціально призначених для потреб будівництва. Даний варіант застосовується у випадках відсутності централізованих мереж водопостачання або за умови їх недостатньої пропускну здатності.

Для другого та третього варіантів організації тимчасового водопостачання з метою забезпечення необхідного тиску в мережі передбачається встановлення водонапірних башт або резервуарів із насосними

установками, від яких здійснюється живлення тимчасових водопровідних мереж будівельного майданчика.

Розрахунок потреб у воді для тимчасового водопостачання виконується на основі комплексного аналізу:

- календарного графіка виконання будівельно-монтажних робіт;
- графіка руху робочих кадрів;
- графіка використання будівельних машин і механізмів.

Для розрахункових цілей приймається максимальна витрата води за зміну з урахуванням одночасного водоспоживання на виробничі процеси, господарсько-побутові потреби та пожежогасіння відповідно до вимог чинних нормативних документів [28].

Сумарні витрати води на потреби будівництва з урахуванням усіх категорій споживачів та коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок тимчасового водозабезпечення:

Назва споживача	Одиниця виміру	Кількість	Норма витрат за зміну, л	Коеф нерівномірності водоспож.	Загальні потреби води, л
1. Виробничі потреби					
Поливання цегли	тис. шт.	54	150	1,5	12150
Штукатурка поверхонь	м2	274	8	1,5	3288
Фарбування водним розчином	м2	306	1	1,5	459
2. Господарсько-побутові потреби					
Миття в душі	чол.	48	35	1	1680
Миття рук і приготування їжі	чол.	48	15	3	2025
3. Потреби води на пожежогасіння					
Витрати води на пожежогасіння при площі буд майданчика(356x448)	га	16			20л/с

Розрахунок секундних витрат води за зміну:

Виробничі витрати води:

$$B_{вир} = \frac{\sum B_{вир} \cdot \kappa}{t \cdot 3600} = \frac{15897}{8 \cdot 3600} = 0,55 \text{ л/с}$$

Господарсько-побутові потреби витрати води:

$$B_{\text{досп}} = \frac{\sum B_{\text{досп}} \cdot K}{t \cdot 3600} = \frac{3705}{8 \cdot 3600} = 0,13 \text{ л/с}$$

Потреби води на пожежогасіння:

$$B_{\text{пож}} = 20 \text{ л/с}$$

Розрахункові сумарні секундні витрати води:

$$q_p = B_{\text{вир}} + B_{\text{досп}} + B_{\text{пож}} = 20,68 \text{ л/с}$$

Розрахунковий діаметр труб тимчасового водопроводу для водозабезпечення потреб будівництва:

$$\alpha = \sqrt{\frac{4q_p \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20,68 \cdot 1000}{\pi \cdot 2}} = 115 \text{ мм}$$

Отже діаметр труб тимчасового водопроводу має складати неменше 115 мм, тому варто застосувати 2 сталеві зварні труби діаметром 50 та 70 мм.

4.2.5 Розрахунок і проектування мереж тимчасового електропостачання

Тимчасове електрозабезпечення будівельного майданчика призначене для забезпечення електричною енергією будівельних машин і механізмів, реалізації технологічних процесів, функціонування систем зовнішнього та внутрішнього освітлення, а також для живлення тимчасових адміністративно-побутових будівель і споруд. Надійна організація електропостачання є необхідною умовою безпечного, безперервного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт.

Залежно від місцевих умов забудови та наявності інженерної інфраструктури тимчасові електричні мережі будівельного майданчика можуть підключатися до існуючих трансформаторних підстанцій або забезпечуватися за рахунок пересувних автономних джерел електроживлення (дизельних чи бензинових електростанцій).

На будівельному майданчику передбачається встановлення ввідного електролічильника та головного розподільного пристрою, від якого прокладаються тимчасові електричні мережі двох основних типів:

силова електромережа напругою 380 В, призначена для живлення вантажопідіймальних машин, зварювальних апаратів, екскаваторів, штукатурних станцій, бетононасосів та іншого технологічного обладнання;

освітлювальна електромережа напругою 220 В, яка забезпечує освітлення внутрішньомайданчикових автомобільних доріг, складських майданчиків, робочих зон у другу та третю зміни, проходів, проїздів, а також тимчасових будівель і споруд [27].

З метою коректного визначення потреб у електричній енергії всі електроспоживачі будівельного майданчика систематизуються та поділяються на чотири основні групи:

- силові електроспоживачі – вантажопідіймальні машини, штукатурні станції, вібратори, машини для подачі мастик і бітуму, зварювальне обладнання та інші будівельні механізми;
- технологічні електроспоживачі – установки для електропрогрівання ґрунту, покрівельних конструкцій, бетонних елементів та інші спеціальні технологічні процеси;
- споживачі зовнішнього освітлення – системи охоронного освітлення території будівельного майданчика, монтажньо-технологічне освітлення фронтів робіт і зон виконання будівельно-монтажних операцій;
- споживачі внутрішнього освітлення – адміністративно-побутові тимчасові будівлі та споруди, закриті складські приміщення, а також виробничі зони, у яких роботи виконуються у другу та третю зміни.

Проектування системи тимчасового електрозабезпечення передбачає визначення максимальної сумарної потужності електроспоживання будівельного майданчика з урахуванням коефіцієнтів одночасності роботи електрообладнання, режимів експлуатації та тривалості навантаження. На підставі отриманих розрахункових значень здійснюється вибір параметрів тимчасової трансформаторної підстанції або автономного джерела електроживлення.

Розрахунок електроспоживання виконується для періоду максимального навантаження, який відповідає найбільш інтенсивній фазі будівельних робіт і характеризується максимальною кількістю одночасно задіяних машин, механізмів і робітників.

Сумарна встановлена та розрахункова потужність електроспоживачів будівельного майданчика визначена на основі наведених розрахунків і подана в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Сумарна потужність енергоспоживачів будівельного майданчика

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Встановл. потужн. одиниця, кВт	Коеф. попит у	Розрах. потужн. кВт
1. Силові споживачі					
Штукатурна станція	шт.	1	38	0,6	22,8
Зварювальний апарат	шт.	1	12	0,35	4,2
Вібратор	шт.	1	4,4	0,1	0,44
Кран баштовий	шт	1	105,8	0,7	74,1
Всього по розділу 1:					101,54
2. Освітлення					
Охоронне освітлення	шт.	34	1,5	1,0	51
Виробниче освітлення	шт.	4	1,0	1,0	4
Внутрішнє освітлення	100м2	2,094	1,2	0,8	2,51
Всього по розділу 2:					159,51

Сумарна розрахункова потужність електроспоживачів на будівельному майданчику:

$$P = \frac{1,1}{\cos\phi} (P_{сл} + P_{тех} + P_{осв}) = \frac{1,1}{0,75} (159,5) = 181$$

де, 1,1-коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі;

$P_{сл}$ - силова потужність машини, кВт;

$P_{тех}$, $P_{осв}$. – потужності, що споживаються відповідно, на технологічні потреби, освітлення, кВт;

$\cos \varphi_1$, - коефіцієнт потужності, що залежать від характеру, кількості та завантаження споживачів енергії.

Отже, приймаємо трансформаторну підстанцію ТМ180/10 потужністю 180 кВт .

Висновок до розділу 4

У четвертому розділі виконано технічний аналіз проектних рішень щодо проектування та будівництва багатофункціонального торгово-офісного центру. Розглянуто основні архітектурно-планувальні, конструктивні та інженерні рішення, а також техніко-економічні показники об'єкта.

До основних показників проекту належать:

- площа забудови – 1 950 м²;
- загальна площа будівлі – 14 400 м², у тому числі:
- офісні приміщення – 1 984 м²;
- торгові площі – 2 922 м²;
- підземний паркінг – 4 304 м², що забезпечує 146 машиномісць;
- будівельний об'єм – близько 30 000 м³.

Архітектурні рішення передбачають застосування сучасних матеріалів і технологій, зокрема суцільного фасадного скління, що сприяє покращенню природного освітлення та формуванню сучасного архітектурного образу будівлі. Проектом забезпечено високий рівень енергоефективності, зокрема за рахунок використання дахової газової котельні потужністю 1,386 МВт та сучасних систем опалення, вентиляції й кондиціонування повітря.

Під час проектування враховано природно-кліматичні умови району будівництва, а саме:

- нормативне снігове навантаження – 1 600 Па;
- нормативне вітрове навантаження – 430 Па;
- тривалість опалювального періоду – 189 діб.

Окрему увагу приділено розрахунку енергозабезпечення будівельного майданчика. Загальна розрахункова потужність електроспоживання склала 180 кВт, що забезпечується трансформаторною підстанцією ТМ-180/10, підбраною з урахуванням періоду максимального навантаження.

Отримані результати підтверджують, що прийняті архітектурно-конструктивні та інженерно-технічні рішення є обґрунтованими та ефективними. Їх реалізація забезпечує підвищення функціональності об'єкта, рівня енергоефективності та екологічної безпеки, а також формує комфортне та сучасне середовище для відвідувачів і користувачів торгово-офісного центру.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Кошторисна документація

В даному розділі визначаємо кошторисну вартість будівництва торгово-офісної будівлі.

Для визначення кошторисної вартості складаємо інвесторську кошторисну документацію [30]:

- локальний кошторис на загально будівельні роботи (таблиця 5.1),
- на внутрішні санітарно-технічні роботи (таблиця 5.2),
- внутрішні електромонтажні (таблиця 5.3),
- на монтаж технологічного устаткування (таблиця 5.4),
- на придбання технологічного устаткування (таблиця 5.5),
- об'єктний кошторис(таблиця 5.6),
- зведений кошторисні розрахунки (ЗКР) (таблиці 5.7).

Локальні кошториси (таблиця 5.1 – 5.5) підраховуємо за укрупненими кошторисними нормами на основі об'єму будівлі (разом з підземною частиною) – 16169,47 м³.

Заробітна плата 7 –го розряду робіт -117,88 грн/люд-год для розрахунку заробітної плати робочих, що виконують загально виробничі витрати. Кошторисний прибуток приймаємо 18,11 грн/люд-год, адміністративні витрати 5,06 грн/люд-год, ризик усіх учасників інвестиційного процесу – 2,5% від суми глав 1-12 ЗКР, витрати, які враховують інфляційні процеси, приймаємо 32,2 % від суми глав 1-12 ЗКР.

Для розрахунку кошторисного прибутку в ЗКР необхідно визначити загальну кошторисну трудомісткість по будівельному об'єкту, яка складається з таких трудовитрат:

нормативно-розрахункова кошторисна трудомісткість в прямих витратах – Т ПВ (визначається за локальними кошторисами) – 98,983 тис. люд-год,
 розрахункова кошторисна трудомісткість в загальновиробничих витратах (ЗВВ) (визначається за локальними кошторисами) 10,832 люд-год;
 розрахункова кошторисна трудомісткість в засобах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель та споруд:

$$T_{\text{Тимч}} = 0,015 \times T \text{ ПВ} = 1,485 \text{ тис. люд-год}, \quad (5.1)$$

де 0,015- усереднений показник розрахункової трудомісткості робіт на зведення та розбирання тимчасових будівель.

розрахункова кошторисна трудомісткість в додаткових затратах при виконанні БМР в зимовий період.

$$T_{\text{зим}} = 0,166 \times T \text{ ПВ} = 16,431 \text{ тис. люд-год}, \quad (5.2)$$

де 0,166- усереднений показник розрахункової трудомісткості робіт в зимовий період.

Всього $T = 127,731$ тис. люд-год,

Кошторисний прибуток $\Pi = 18,11 \times 127,731 = 2313,2$ тис. грн.

Загальна площа приміщень становить 4570 м².

Прибуток від продажу із розрахунку, що 1 м² житлової площі коштує 40 тис. грн :

$\Pi = 40 \times 4570 = 182784$ тис. грн..

Строк окупності – 1 рік

Таблиця 5.1 – Локальний кошторис № 1

на загальнобудівельні роботи

Кошторисна вартість – 28201,959 тис. грн.

Основна зарплата – 10486,025 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 54,104 тис.люд.-год.

Складений в цінах 2025 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл. машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Загальнобудівельні роботи	м ³	19169,47	1289,1	198,12			3797856	2,31	44281
					412,25	99,12	24711366	7902615	1900078	0,21	4026
		Всього:							3797856		44281
							24711366	7902615	1900078		4026
					в т. ч. вартість матеріалів		13 010 896				
					всього зарплата		9 802 693				
					Разом ЗВВ по кошторису		3 490 592				
					Нормативна трудомісткість в ЗВВ		5797				
					Нормативна зарплата в ЗВВ		683332				
					Обов'язкові платежі та внески		2 445 923				
					Решта статей ЗВВ		361337				
					Кошторисна вартість		28 201 959				
					Нормативна трудомісткість		54104				
					Кошторисна зарплата		10 486 025				

Таблиця 5.2

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-02
на внутрішні санітарно-технічні роботи

Кошторисна вартість 1768,863 тис. грн.
Кошторисна заробітна плата –569,647 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість – 4,581 люд.-год.

Складений в цінах 2025 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл. машин	тих, що обслуговують машини, люд.-год	
											Основн ЗП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Влаштування опалення	100 м ³	191,69	10958,4	559,14	2100667	278969	107184	23,8	4562
					1455,28	130,3			24978	1,17	224
2	УКН	Влаштування вентиляції	100 м ³	191,69	4260,6	645,02	816735	273663	123647	11,9	2281
					1427,6	126,62			24272	0,57	109
3	УКН	Влаштування водопроводу	100 м ³	191,69	8365,42	761,42	1603607	253765	145960	10,26	1967
					1323,8	131,2			25150	0,48	92
4	УКН	Влаштування каналізації,	100 м ³	191,69	7298,76	474,9	1399134	275139	91036	58,3	11176
					1435,3	128,9			24709	3,1	594
5	УКН	Влаштування газопостачання	100 м ³	191,69	20835,46	778,25	3994048	2117324	149186	28,1	5387
					11045,29	106,45			20406	0,77	148

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього:					9914190	3198862	<u>617014</u>		<u>25373</u>
									119516		1167
		в тому числі вартість матеріалів						6098315			
		всього зарплата						3318377			
		Разом ЗВВ по кошторису						1410051			
		Нормативна трудомісткість в ЗВВ						2787			
		Нормативна зарплата в ЗВВ						328498			
		Обов'язкові платежі та внески						850654			
		Решта статей ЗВВ						230899			
		Кошторисна вартість						11324241			
		Нормативна трудомісткість						29327			
		Кошторисна зарплата						3646875			

Таблиця 5.3

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-03
на внутрішні електромонтажні роботи

Кошторисна вартість – 8365,993 тис. грн.

Основна зарплата – 663,247 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 20,818 тис. люд.-год.

Складений в цінах 2025 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд.-год	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Влаштування електро-освітлення	100 м ³	191,7	12293,34	549,84	2356568	326537	105401	76,84	14730
					1703,42	58,55			11224	2,96	567
2	УКН	Електросил обладн.: а) вартість обладнання	100 м ³	191,7	9370		1796180				
3	УКН	б) влаштування обладнання	100 м ³	191,7	19281,6	86,69	3696181	103945	16618	16	3067
					542,24	23,73			4549	2,6	498

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Всього:						<u>122019</u>		<u>17797</u>
							7848929	430481	15773		1180
			в т. ч. вартість матеріалів					7296428			
			всього зарплата					446254			
			Разом ЗВВ по кошторису					517064			
			Нормативна трудомісткість в ЗВВ					1841			
			Нормативна зарплата в ЗВВ					216993			
			Обов'язкові платежі та внески					154706			
			Решта статей ЗВВ					145366			
			Кошторисна вартість					8365993			
			Нормативна трудомісткість					20818			
			Кошторисна зарплата					663247			

Таблиця 5.4

Житловий будинок
(назва будови)Локальний кошторис № 02-01-04
на монтаж технологічного устаткування

Кошторисна вартість – 10860,885 тис.грн.

Основна зарплата – 284,724 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 5566 люд.-год.

Складений в цінах 2025 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Монтаж технологічного устаткування	1000 м ³	19,169	558924,92	1283,85			24611	258,7	4959
		Всього:			11917,55	429,45	10714296	228453	8232	10,4	199
							10714296	228453	8232		199
					в т. ч. вартість матеріалів		10461232				
					всього зарплата		236685				
					Разом ЗВВ по кошторису		146590				
					Нормативна трудомісткість в ЗВВ		408				
					Нормативна зарплата в ЗВВ		48039				
					Обов'язкові платежі та внески		66413				
					Решта статей ЗВВ		32137				
					Кошторисна вартість		10860885				
					Нормативна трудомісткість		5566				
					Кошторисна зарплата		284724				

Склав _____
Перевірив _____

Таблиця 5.5

Житловий будинок
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-05
на придбання технологічного устаткування

Складений в цінах 2025 р.

Кошторисна вартість –10186,07 тис. грн.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат,	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УКН	Технологічне устаткування	1000 м ³	19,169	501703,32	9617388
	Разом					9617388
	Запасні частини 1%					96174
	Разом					9713562
	Витрати на тару, упаковку та реквізити 0,5%					48568
	Разом					9762129
	Транспортні витрати 3 %					292864
	Разом					10054993
	Заготівельно-складські витрати 0,9%					90495
	Разом					10145488
	Комплектація 0,4%					40582
	Всього по кошторису					10186070

Склав _____ Перевірив _____

Таблиця 5.7

Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок в сумі 87084,32 тис.грн.

В тому числі зворотні суми 81,74 тис. грн.

„ „ 2025 р.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва

Складений в цінах 2025 р.

№ п/п	Номер кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			
			буд. робіт	устаткування меблів та інвентарю	Інших витрат,	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
1		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
		Відведення земельної ділянки				
		Всього по главі 1	51,89		78,89	130,78

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
2		Глава 2				
		Основні об'єкти будівництва				
		Котедж №1				
		Всього по главі 2	56956,90	11982,25		68939,15
3		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
		Всього по главі 4	65,21	11,23	52,13	128,57
5		Глава 5 Об'єкти транспортного господарства і зв'язку Будівництво автомобільних шляхів				
4		Всього по главі 5	84,23			84,23
5		Глава 6 Зовнішні мережі (споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання і газифікації)				
		Зовнішня мережа водопостачання				
		Зовнішня мережа каналізації				
		Всього по главі 6	147,25	25,48	41,25	213,98
6		Глава 7				
		Благоустрій території				
		Всього по главі 7	54,87	84,12	5,4	144,39
		Всього по главах 1-7	57360,35	12103,08	177,67	69641,10

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
7		Глава 8				
		Тимчасові будівлі та споруди				
		Всього по главі 8	544,92			544,92
		Всього по главах 1-8	57905,27	12103,08	177,67	70186,02
8		Глава 9 Інші роботи і витрати				
		Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період				
		Всього по главі 9	364,80			364,80
		Всього по главах 1-9	58270,08	12103,08	177,67	70550,82
9		Глава 10				
		Утримання дирекції підприємства будівництва та авторського нагляду				
		Утримання дирекції і технічного надзору			1058,26	1058,26
		Утримання служб замовника			705,51	705,51
		Всього по главі 10			1763,77	1763,77
11		Глава 12				
		Проектно вишукувальні роботи			1763,77	1763,77
		Експертиза проектно-вишукувальних робіт			264,57	264,57
		Всього по главі 12			2028,34	2028,34

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
		Всього по главах 1-12	58270,08	12103,08	3969,78	74342,93
12		Кошторисний прибуток	2313,20	-	-	2313,20
13		Кошти на покриття ризику усіх учасників будівництва	1456,75	302,58		1759,33
14		Засоби на покриття адміністративних витрат будівельно монтажної організації			646,32	646,32
		Кошти на покриття додаткових витрат пов'язаних з інфляційними процесами	6642,79	1379,75		8022,54
		Всього по ЗКР	68682,82	13785,41	4616,09	87084,32
		Зворотні суми				81,74

5.2 Техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Техніко-економічні показники проекту

Назва показника	Одиниця виміру	Розрахунок	
		Розрахунок	Показник
Площа забудови,	м ²	S заб	860
Будівельний об'єм,	м ³	V	19169,47
Загальна площа	м ²		4570
Кошторисна вартість		Зв.коштр.	87084,32
а) будівництва	тис.грн.	Об'єктн.	68939,15
б) об'єкта	тис.грн.	кошт.	28201,96
в) БМР (С _{БМР})	тис.грн.	Лок.кошт	
Кошторисна вартість загальнобудівельних робіт на 1 м ² будівлі	грн.	С _{БМР} / S	15086
Витрати праці	тис. люд-год	T	109,81
Середньо змінний виробіток на одного робітника	Тис.грн./ люд-год	С _{БМР} / T	521,26
Витрати праці на 1 м ³ будівлі	люд-год	T / V	5,72
Прибуток буд. організації	тис. грн.		2313,2
Рівень рентабельність	%		8,52
Строк окупності	роки		1

Висновок до розділу 5

В даному розділі складена кошторисна документація для визначення кошторисної вартості котеджу. Складені локальні кошториси, об'єктний кошторис, зведений кошторисний розрахунок, прораховані техніко-економічні показники. Кошторисна вартість будівництва за зведеним кошторисним розрахунком становить 87084,32 тис. грн. На основі підрахованого прибутку від продажу – 182784 тис. грн. визначений строк окупності – 1 рік.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи, спрямованої на вдосконалення торгово-офісних будівель шляхом використання альтернативних джерел енергії, досягнуто комплексних результатів, які підтверджують доцільність та ефективність впровадження сучасних енергетичних технологій у будівництво.

1. Аналіз теоретичних та практичних аспектів використання відновлених джерел енергії показав, що інтеграція альтернативної енергетики в будівельну галузь стає невід'ємною частиною сучасного сталого розвитку. Основними перевагами таких джерел є екологічність, невичерпність і здатність зменшувати вплив традиційної енергетики на довкілля. Використання сонячної, вітрової та геотермальної енергії дозволяє забезпечити енергонезалежність будівель, зменшити викиди парникових газів і зменшити енергоспоживання.

2. Дослідження архітектурних рішень підтвердило, що інтеграція енергетичних систем у структуру торгово-офісних будівель дозволяє не тільки досягти енергоефективності, але й підвищити їхню естетичну привабливість. Рекомендації зосереджені на створених будівлях із гармонійним з'єднанням енергетичних систем, таких як фасади з фотоелектричними панелями або дахи з зеленими покриттями, які сприяють регулюванню температурного режиму та енергозбереження.

3. Економічний аналіз показав, що впровадження альтернативних джерел енергії є не тільки екологічно обґрунтованим, але й економічно вигідним. Інвестиції в системи відновлюваної енергетики окупуваються за рахунок скорочення експлуатаційних витрат. Розрахунки підтвердили рентабельність таких проектів для торгово-офісних будівель різного масштабу, зокрема за рахунок використання локальних джерел енергії, що

скорочує залежність від зовнішніх постачальників.

4. Розроблено низку практичних рекомендацій щодо вибору та проектування енергетичних систем для торгово-офісних будівель. також, проаналізовано можливості використання сонячних панелей для максимального захоплення енергії, розташування вітротурбіни для ефективного використання вітрових потоків, а також впровадження геотермальних систем для опалення та охолодження. Запропоновані рішення враховують кліматичні особливості різних регіонів України, що робить їх універсальними для широкого застосування.

5. Результати дослідження мають важливе значення для будівельної галузі України. Вони можуть бути використані при проектуванні нових будівель, модернізації існуючих споруд, а також для розробки урбаністичних стратегій сталого розвитку. коротко, ці рекомендації можуть бути впроваджені в навчальний процес для підготовки фахівців у галузі архітектури, урбаністики та енергетики, сприяючи розвитку компетенцій у сфері проектування енергоефективних будівель.

Поставлені завдання дослідження виконано в повному обсязі. Запропоновані технічні, архітектурні та економічні рішення дозволяють забезпечити вдосконалення торгово-офісних будівель із врахуванням сучасних вимог до енергоефективності, екологічності та економічної доцільності. Робота сприяє подальшому розвитку сталого будівництва, створенню комфортних умов для користувачів та впровадженню інновацій у будівельну сферу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мусієнко Є. В., Швець В. В. Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики // Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. «Енергоефективність в галузях економіки України – 2025» (м. Вінниця, 19–21 листопада 2025 р.). Вінниця, 2025. Електрон. текст. дані. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/viewFile/26450/21796> (дата звернення: 25.11.2025).
2. Simon H. The Architecture of Parking. New York : Thames & Hudson, 2007. 192 p.
3. Townsend A. Taming the Autonomous Vehicle: A Primer for Cities. New York : Bloomberg Philanthropies, 2017. 88 p.
4. Acconci Studio. Vito Acconci [Електронний ресурс]. Brooklyn, USA. Режим доступу: <https://vimeo.com/23859879> (дата звернення: 20.11.2025).
5. Calligeros M. Cool change scheduled for sizzling city square [Електронний ресурс] // The Sydney Morning Herald. 16 Nov. 2010. Режим доступу: <https://www.smh.com.au/queensland/cool-change-planned-for-sizzling-city-square-20101115-17urp> (дата звернення: 17.11.2025).
6. Центр міської історії Центрально-Східної Європи. Підзамче: місця і простори. Маргінальна сучасність [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.lvivcenter.org/uk/lia/researches/pidzamche/spaces-places/20-century-pidzamche> (дата звернення: 21.11.2025).
7. Cheonggyecheon Stream Restoration Project [Електронний ресурс]. Washington. Режим доступу: <https://landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration> (дата звернення: 21.11.2025).
8. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) [Електронний ресурс]. Львів, 2014. Режим доступу: <https://urban-project.lviv.ua> (дата

звернення: 21.11.2025).

9. Iranmanesh N. Pedestrianization: a great necessity in urban design to create a sustainable city in developing countries [Електронний ресурс] // 44th ISOCARP Congress. 2008. Режим доступу: https://www.isocarp.net/Data/case_studies/1130.pdf (дата звернення: 21.11.2025).

10. Kolhonen P. Realization of cityscape [Електронний ресурс] // Sauma. Design as Cultural Interface. University of Art and Design Helsinki. Режим доступу: <https://sauma.tandefelt.com/Kolhonen.htm> (дата звернення: 21.11.2025).

11. Malte F. How to be an ecological economist [Електронний ресурс] // Ecological Economics. 2008. – Vol. 66, No. 1. P. 1–7. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/222581454> (дата звернення: 28.11.2025).

12. Мисак Н. Формування ідентичності нецентральних районів Львова: роль локальної спільноти у проектуванні відкритих громадських просторів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.academia.edu/14126778> (дата звернення: 23.11.2025).

13. Міклін В. Місто як структуроутворювальна машина ознак у феноменологічній перспективі [Електронний ресурс] // Сучасні напрямки теоретичних і прикладних досліджень. 2015. Режим доступу: <http://www.sworld.education/index.php/ru/conference/march-2015> (дата звернення: 25.11.2025).

14. Мусієздов О. «Леви» та «лиси» або ще одне передбачення українського майбутнього [Електронний ресурс] // Україна модерна. 2016. Режим доступу: <http://uamoderna.com/blogy/oleksi-musiezdov/levy-ta-lysy> (дата звернення: 26.11.2025).

15. WOHA Architects. Goodwood Residence [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://woha.net/project/goodwood-residence/> (дата звернення: 12.12.2025).

16. Carter USA. The Place on Ponce [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.carterusa.com/projects/the-place-on-ponce> (дата звернення: 12.12.2025).
17. Corwin S., Kelly E. The future of mobility [Електронний ресурс]. Deloitte Insights. Режим доступу: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/transportation-technology.html> (дата звернення: 12.12.2025).
18. IGP AG. CarLoft Living Paul-Linke-Höfe, Berlin [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://igp-ag.com/en/projects/carloft-living-paul-linke-hoefe-berlin> (дата звернення: 12.12.2025).
19. Reignwood Group. Hamilton Scotts, Singapore [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.reignwood.com/en/group-industry/health-and-leisure-industries/real-estate/hamilton-scotts/> (дата звернення: 12.12.2025).
20. Shelden Architecture. Broadway Autopark Apartments [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://sheldenarchitecture.com/portfolio_item/broadway-parking-garage/ (дата звернення: 12.12.2025).
21. Continuing education: innovations in parking garages [Електронний ресурс] // Architectural Record. Режим доступу: <https://www.architecturalrecord.com/articles/13928-continuing-education-innovations-in-parking-garages> (дата звернення: 12.12.2025).
22. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 183 с.
23. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 123 с.
24. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с.

25. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.
26. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2013-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 52 с.
27. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 52 с.
28. Дудар І. Н., Прилипко Т. В., Потапова Т. Е. Довідник нормативно-технічних даних для виконання проектів комплексу робіт нульового циклу в будівництві : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2001. 133 с.
29. Дудар І. Н., Прилипко Т. В., Потапова Т. Е. Довідник нормативно-технічних даних для виконання проектів комплексу робіт зі зведення надземної частини будівель та споруд : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2006. 114 с.
30. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 97 с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота

(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)

Підрозділ

БМГА, ФБЦЕІ, гр. 2Б-24м

(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 4.53 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

✓ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту

• У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

• У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

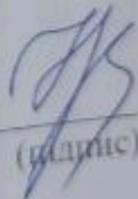
Бікс Ю.С., доцент кафедри БМГА

(прізвище, ініціали, посада)

Швець В.В., завідувач кафедри БМГА

(прізвище, ініціали, посада)

Особа, відповідальна за перевірку

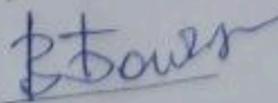

(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

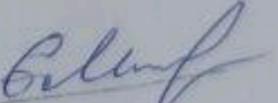
Керівник


(підпис)

Бойчук В.М., професор кафедри БМГА

(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач


(підпис)

Мусієнко С.В.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б – Картка визначник для побудови сіткової моделі будівництва об'єкту

№ з/п	Пункти локального кошторису	Код роботи	Найменування робіт	Об'єми робіт		Нормативні працевитрати		Планові працевитрати		Склад бригад	Кількість змін	Тривалість, днів
				Од. вим	К-ть	маш-змін	люд-змін	маш-змін	люд-змін			
1		1-2	Земляні роботи	1000 м ³	8,731	55,4	4,8	46	-	2	1	23
2	1	2-3	Заглиблення паль	м ³	67,2	36,9	41,8	-	42	3	1	14
3	2-5	3-4	Влаштування монолітних конструкцій фундаментів	100 м ³	1,13	16,1	187,7	-	168,0	6	2	14
4	6-12	4-5	Монтаж збірних конструкцій фундаментів	100 шт	3,51	103,3	122,04	-	120	6	2	10
5	13-20	5-6	Зведення каркасу, монтаж конструкцій сходової клітки, ліфових шахт на 1-6 поверхах			481,3	2383,4	-	1376	8	2	86
6	13-20	6-7	Теж на 7-10 поверхах			-	-	-	704	8	2	44
7	21-34	6-8	Мурування зовнішніх стін і внутрішніх перегородок. Монтаж перемичок	м ³	4301	758,7	3480,8	-	3000	12	2	125

Продовження дод. Б

8	35-39	8-9	Монтаж конструкцій блоків заповнення вікон і дверей	100м ²	16,994 5,958	23,04	281,2	-	256	8	1	32
9		8-10	I етап внутрішніх спецробіт	люд-дн.		-	366	-	312	8	1	39
10	45-48	8-11	Влаштування покрівлі	100 м ²	23,51	36,7	493,9	-	416	8	1	52
11	40-44	10-12	Влаштування конструкцій підлог	100 м ²	165,1	33,4	6071,6	-	5148	26	1	198
12	56	11-13	Влаштування зовнішнього оздоблення і утеплення	100 м ²	52,5	-	3149,6	-	2664	12	1	222
13	51-55,57	12-18	Внутрішнє оздоблення	100 м ²	329,9	109,1	5524,3	-	4704	24	1	196
14	58-59	13-14	Влаштування вимощення по периметру фасаду	100 м ²	2,12	0,8	16,3	-	16	4	1	4
15	49-50	14-15	Монтаж сонячних панелей	шт	638	1,3	255,3	-	248,0	8	1	31
16		15-16	Благоустрій території	люд-дн.		-	392	-	348	12	1	29
17		16-17	II етап внутрішніх спецробіт	люд-дн.		-	157	-	156	6	1	26
18		18-19	Здавання об'єкту в експлуатацію	люд-дн.		-	48	-	48	6	1	8

Додаток В – Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Мета, Задачі дослідження, Об'єкт дослідження, Предмет дослідження, Новизна роботи
Лист №2	Потенціали основних джерел енергії, Відновлювальні vs невідновлювальні джерела енергії, Класифікація галузей альтернативної енергетики, Фундаментальні явища, що впливають на енергетику
Лист №3	Потенціали основних джерел енергії, Стан сучасного паливно-енергетичного комплексу, Традиційні і нетрадиційні джерела енергії, Вплив зміни клімату на розвиток
Лист №4	Споживання енергії у світі, Актуальність альтернативної енергетики, Альтернативні джерела енергії як формотворчі фактори, Взаємодія інженерного обладнання з архітектурною
Лист №5	Історичний контекст використання альтернативних джерел, Формоутворення будівель та енергетичні системи, Негативні аспекти традиційних джерел енергії Приклад в будівництві
Лист №6	Типологічна класифікація геліоенергоактивних будівель Гнучкість в дизайні енергетичних рішень, Визначення меж проблемного поля
Лист №7	Виробництво енергії та її вплив на проектування, Вплив кліматичних умов на енергетичні системи, Паралелі між сонячними електростанціями, Лідуюча роль сонячної енергії
Лист №8	Генеральний план території, Ситуаційна схема, План благоустрою по вул.Соборній, Схема укладання тротуарної плитки
Лист №9	Візуалізація будівлі зі сторони вул.Соборної
Лист №10	Фасад в осях А-М, Фасад в осях 1-8, Фасад в осях М-А, Фасад в осях 8-1
Лист №11	План 2-го та 3-го рівнів паркінгу, План 1-го рівня паркінгу
Лист №12	План 1-го поверху, План 2-4го поверхів
Лист №13	План 5-го поверху, План 6-го поверху
Лист №14	Розріз 1-1, Розріз 2-2, Типи покриття та перекриття будівлі, Візуалізація будівлі зі сторони дворику
Лист №15	Сіткова модель виконання робіт будівництва, Графік руху робочих кадрів по об'єкту, Графік роботи основних машин і механізмів, Графік витрат будівельних матеріалів, Виробів і Конструкцій
Лист №16	Схема будівельного генерального плану, Вказівники з ОП та ТБ, Умовні позначення, Експлікація тимчасових будівель та споруд



► **Актуальність теми:** В умовах глобального переходу до концепції сталого розвитку, декарбонізації економіки та посилення кліматичних викликів питання енергоефективності будівель набуває стратегічного значення. Торгово-офісні будівлі, як об'єкти з високим рівнем енергоспоживання, формують істотну частку навантаження на енергетичну інфраструктуру міст та є джерелами значних викидів парникових газів. Використання традиційних джерел енергії в їх експлуатації зумовлює підвищені експлуатаційні витрати, залежність від зовнішніх енергоресурсів і негативний вплив на довкілля.

► **Метою дослідження** є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення торгово-офісних будівель шляхом інтеграції альтернативних джерел енергії з метою забезпечення підвищення енергоефективності, екологічної безпеки та економічної доцільності їх експлуатації.

► Для досягнення поставленої мети у роботі передбачається вирішення таких основних завдань:

► проаналізувати сучасні тенденції та світовий і вітчизняний досвід застосування альтернативних джерел енергії у будівництві та реконструкції будівель;

► дослідити енергоефективні інженерні та архітектурно-технологічні рішення для торгово-офісних будівель із використанням сонячних фотоелектричних систем, малих вітроустановок і геотермальних теплових насосів;

► виконати оцінку та розрахунок основних техніко-економічних показників упровадження відновлюваних джерел енергії для будівель різного функціонального та просторового масштабу;

► розробити рекомендації щодо інтеграції альтернативних джерел енергії у проектування та модернізацію торгово-офісних будівель з урахуванням кліматичних, містобудівних та нормативних умов України.

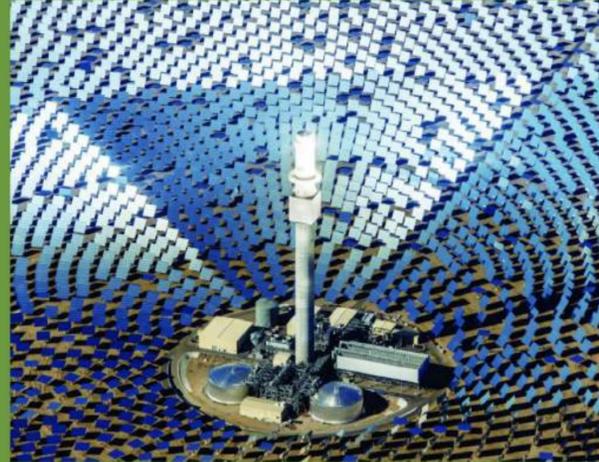
► **Об'єкт дослідження** – торгово-офісні будівлі, що функціонують у сучасному міському середовищі.

► **Предмет дослідження** – методи, технології та інженерно-планувальні рішення впровадження альтернативних джерел енергії у процеси проектування, будівництва та експлуатації торгово-офісних будівель.

► **Новизна роботи:** Новизна дослідження полягає у формуванні комплексного підходу до проектування та модернізації торгово-офісних будівель з урахуванням системного використання альтернативних джерел енергії. Запропоновані підходи дозволяють поєднати архітектурні, конструктивні та інженерні рішення з принципами сталого розвитку, зменшити залежність будівель від традиційних енергетичних ресурсів та підвищити їх енергетичну ефективність у довгостроковій перспективі.

Потенціали основних джерел енергії

Сонячна, вітрова, гідроенергія мають величезний потенціал для виробництва енергії, зокрема в світлі зростаючого попиту на відновлювальні ресурси. Ефективність кожного джерела варіюється в залежності від географічних і кліматичних умов.



Відновлювані vs. невідновлювані джерела енергії

Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова, забезпечують стійке виробництво енергії без вичерпання ресурсів. У той же час, невідновлювані джерела, такі як нафта і газ, потребують обережного підходу через ризики вичерпання.



Класифікація галузей альтернативної енергетики

Основні галузі альтернативної енергетики включають вітроенергетику, солярну енергетику, гідроенергетику, біоенергетику, а також геотермальну енергетику. Кожна з цих галузей має свої специфіки і потенціал для розвитку.



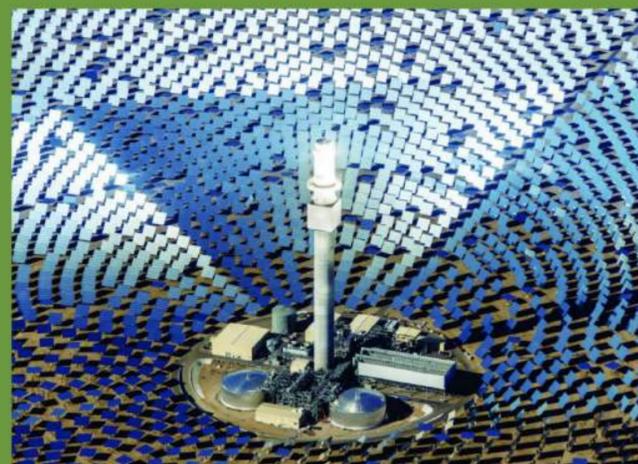
Фундаментальні явища, що впливають на енергетику

Основними явищами, що формують енергетичний сектор, є енергія сонця, рух Землі та геотермальна активність. Ці фактори визначають потенціал доступних джерел енергії в різних регіонах.



Потенціали основних джерел енергії

Сонячна, вітрова, гідроенергія мають величезний потенціал для виробництва енергії, зокрема в світлі зростаючого попиту на відновлювальні ресурси. Ефективність кожного джерела варіюється в залежності від географічних і кліматичних умов.



Стан сучасного паливно-енергетичного комплексу

Сучасний паливно-енергетичний комплекс базується на використанні традиційних ресурсів, таких як нафта, газ і вугілля. Дефіцит цих енергоресурсів разом із зростаючими екологічними проблемами ставлять під загрозу енергетичну стабільність багатьох країн.



Традиційні і нетрадиційні джерела енергії

Традиційні джерела енергії, як вугілля, нафта та газ, складають основу сучасної енергетики. Нетрадиційні джерела, такі як вітрова та сонячна енергія, стають все більш актуальними у зв'язку з глобальними екологічними проблемами.



Вплив зміни клімату на розвиток

Зміна клімату викликає необхідність переходу до відновлювальних джерел енергії в якості засобу зменшення негативного впливу на екосистеми. Багато країн адаптують свої енергетичні стратегії відповідно до кліматичних змін.



Споживання енергії у світі

Сучасне споживання енергії світового масштабу перевищує 600 EJ на рік, з традиційними викопними ресурсами, що займають більше 80% цього обсягу. Однак, зростаюча загроза зміни клімату стимулює пошуки альтернативних шляхів енергозабезпечення.



Актуальність альтернативної енергетики

Альтернативна енергетика є важливим елементом сучасного суспільства, оскільки вона допомагає знизити негативний вплив на довкілля та забезпечує енергетичну незалежність. Зростаючі потреби у відновлюваних джерелах енергії обумовлені і, нерегулярний характер викопних видів пального.



Взаємодія інженерного обладнання з архітектурою

Синергія між інженерним обладнанням та архітектурою є ключовою для створення енергоефективних будівель. Інженерні рішення, інтегровані в архітектурні проекти, можуть значно підвищити загальну ефективність та зменшити енергоспоживання.



Альтернативні джерела енергії як формотворчі фактори

Альтернативні джерела енергії, такі як сонячні панелі та вітрогенератори, можуть не тільки забезпечувати будівлі енергією, але й змінювати їхню архітектурну форму. Вони стають елементами дизайну, формуючи оригінальні візуальні рішення.



Історичний контекст використання альтернативних джерел

Використання альтернативних джерел енергії, таких як енергія вітру та біомаси, має довгу історію. З давніх часів ці ресурси використовувалися для виробництва енергії, проте сучасні технології дають можливість ефективніше інтегрувати їх у будівництво.



Формоутворення будівель та енергетичні системи

Формоутворення сучасних будівель все ще переважно залежить від традиційних систем енергопостачання. Разом з тим, зростаюча інтеграція альтернативних джерел енергії формує нові підходи до проектування та архітектури, зокрема, шляхом врахування енергетичних потреб на етапі формоутворення.



Негативні аспекти традиційних джерел енергії

Використання традиційних джерел енергії, таких як газ, нафта та вугілля, пов'язане з екологічними проблемами та негативними впливами на здоров'я людини. Це змушує шукати екологічно чисті альтернативи для забезпечення енергетичних потреб будівель.



Приклади в будівництві

Серед численних архітектурних об'єктів, що використовують альтернативні джерела енергії, можна виділити будівлі, облаштовані сонячними панелями та вітрогенераторами. Ці приклади свідчать про зростаючу інтеграцію нетрадиційних енергосистем у конструкцію будівель, що сприяє їх енергоефективності та екологічності.





Типологічна класифікація геліоенергоактивних будівель

Типологічна класифікація допомагає розрізнити різні види будівель з активними сонячними системами. Це забезпечує більш детальний аналіз їх конструктивних та архітектурних особливостей.



Композиційно-функціональний принцип геліоенергоактивних будівель

Геліоенергоактивні будівлі поєднують архітектуру і енергетичні технології. Основою є оптимізація форм облаштування для максимального використання сонячного випромінювання.



Гнучкість в дизайні енергетичних рішень

Гнучкість в дизайні енергетичних рішень дозволяє адаптувати будівлю до змінних умов. Використання різних технологічних рішень підвищує ефективність енергетичних систем.

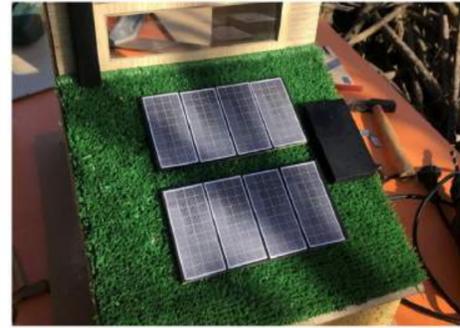


Визначення меж проблемного поля

Проблемне поле в архітектурному формоутворенні визначає межі дослідження і дизайну елементів, пов'язаних із використанням сонячної енергії. Це включає як активні, так і пасивні рішення для інтеграції сонячних технологій у структуру будівель.

Виробництво енергії та її вплив на проектування

Проектування сонячних будівель передбачає інтеграцію енергетичних систем у загальну архітектурну концепцію. Використання сонячної енергії впливає на форму та функціональність будівель.



Вплив кліматичних умов на енергетичні системи

Кліматичні умови мають значний вплив на ефективність роботи енергетичних систем у будівлях. Нормування сонячного випромінювання та температури є критично важливими для проектування.



Лідируюча роль сонячної енергії

Енергія сонця є найпотужнішим і відновлюваним джерелом енергії на Землі. Вона забезпечує енергією будівлі, знижуючи залежність від традиційних енергоресурсів і сприяючи екологічній стійкості.



Паралелі між сонячними електростанціями і формоутворенням

Існує явна паралель між дизайн-системами сонячних електростанцій і архітектурними формами будівель. Для оптимізації енергетичного потенціалу важливо враховувати сонячні характеристики при формоутворенні.

Генеральний план території



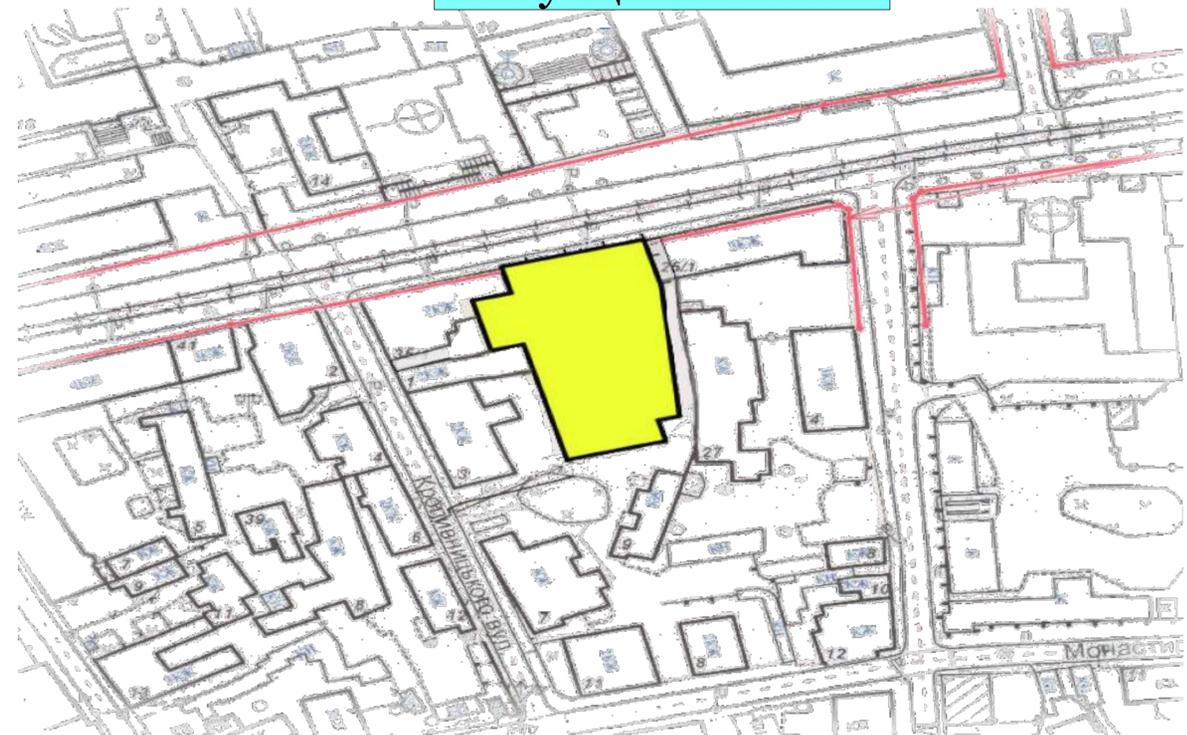
Експлікація будівель

№	Призначення території	Прим.
1	Будівля що проектується	Проект
2	Існуючі будівлі	Існ.

Умовні позначення

Позначки	Означення
	Будівлі що проектуються
	Існуючі будівлі
	Дороги/Тротуар
	Трав'яне покриття
	Межа забудови
	Зелені насадження

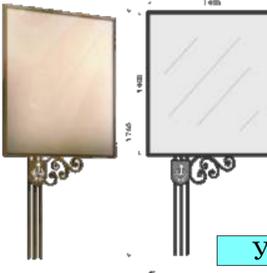
Ситуаційна схема



План благоустрою по вул. Соборній



Дошка оголошень



Урна

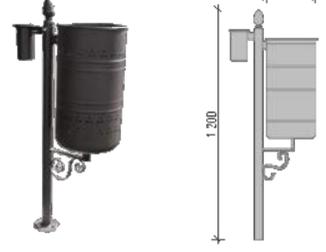
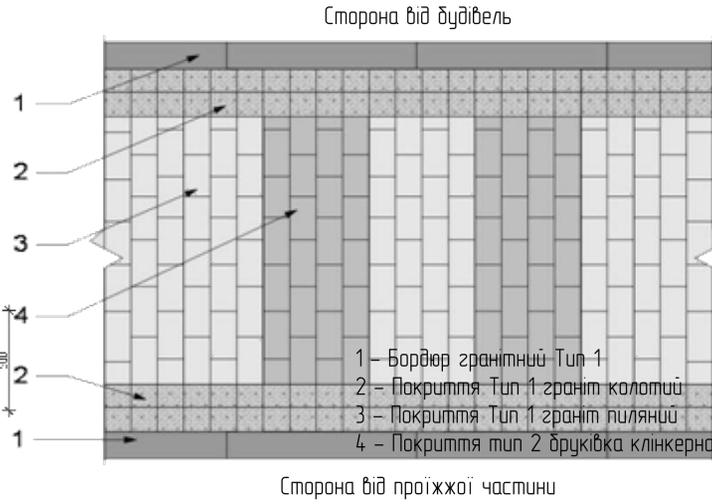


Схема укладки тротуарного покриття



08-11МКР.032-АБ						М. Вінниця		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис.	Дата.	Склад	Архив	Архив
Розробил	Мурко С. В.					п	8	16
Перевірив	Болчук В. М.							
Керівник	Болчук В. М.							
Нач. контролю	Маселько І. В.							
Опаний	Панкевич О. Д.							
Затвердив	Швець В. В.							
Оптимізація енергоефективності будівельних оздоровчих конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики						ВНТУ, зр. 26-24м		

Візуалізація будівлі зі сторони вул. Соборної



						08-11МКР.032-А5			
						м. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Лист	ХР	Фак	Підпис	Дата	Сторінка	Архив	Архів
Розробник					Муромо С. В.		1		
Перевірник					Байчук В. М.		9		16
Керівник					Байчук В. М.				
Нач. контролю					Масельська І. В.				
Виконав					Панкевич О. Д.				
Затвердив					Шевць В. В.				
Візуалізація будівлі зі сторони вул. Соборної							ВНТУ, гр. 26-24м		

Фасад в осях А-М



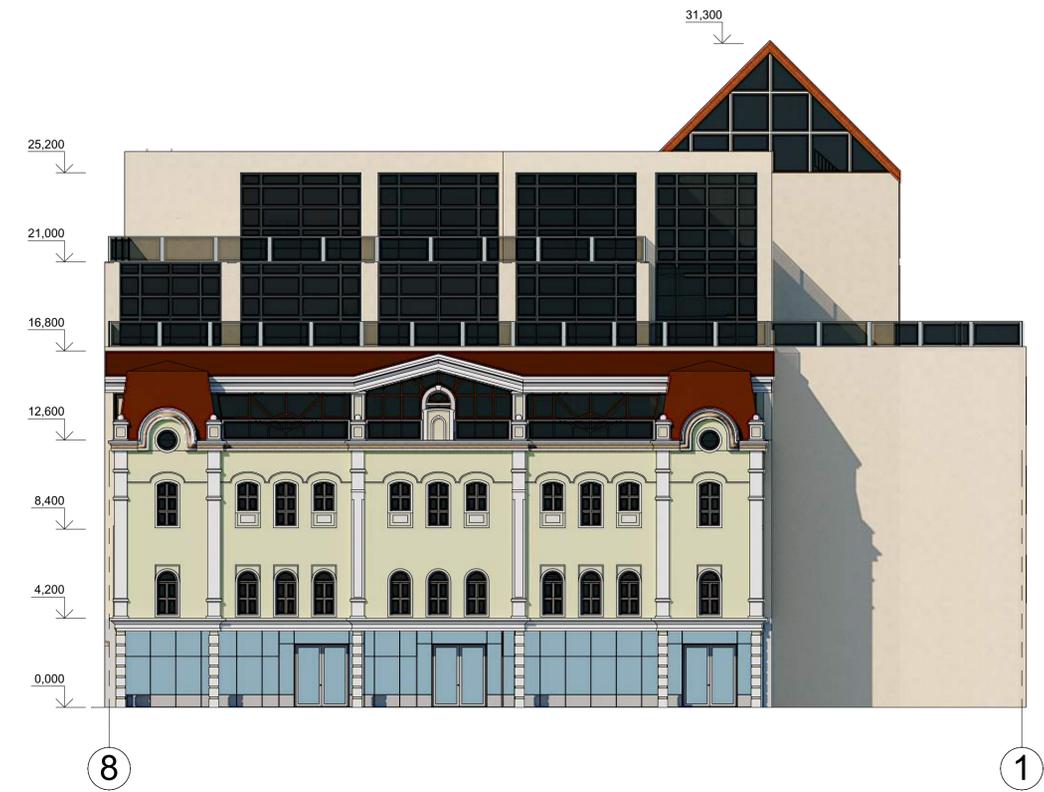
Фасад в осях 1-8



Фасад в осях М-А

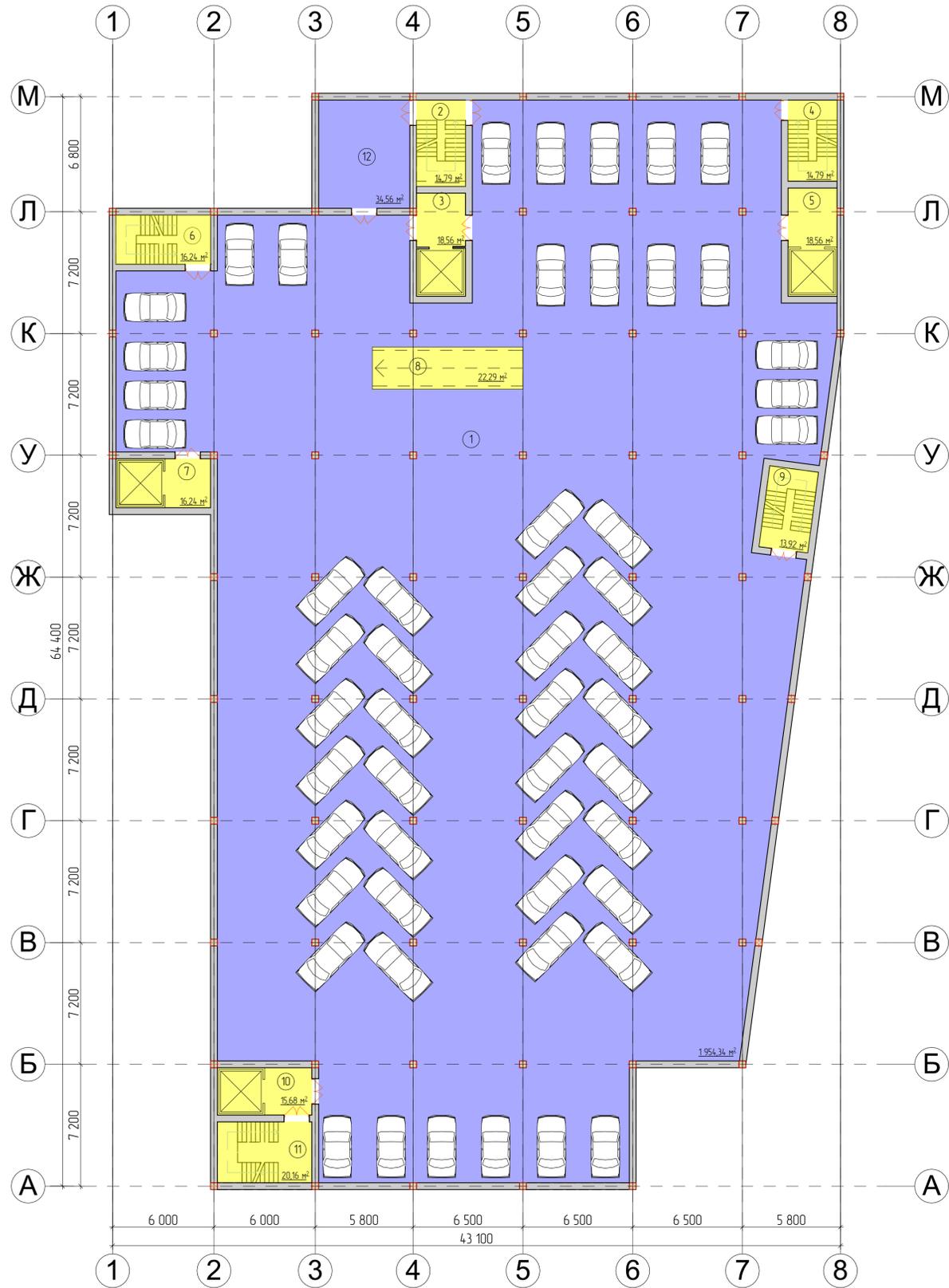


Фасад в осях 8-1



08-11МКР.032-АБ						м. Вінниця		
Эк	Колк	Лист	ХР Док	Підпис	Дата	Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики		
Розробник	Мурко С. В.					Сторінка	Аркеш	Аркешів
Перевірив	Байчук В. М.					п	10	16
Керівник	Байчук В. М.					Фасад в осях А-М, Фасад в осях М-А, Фасад в осях 1-8, Фасад в осях 8-1.		
Начк контроль	Маселько І. В.					ВНТУ, гр. 26-24м		
Власник	Панкевич О. Д.							
Замовник	Швець В. В.							

План 2-го та 3-го рівнів паркінгу



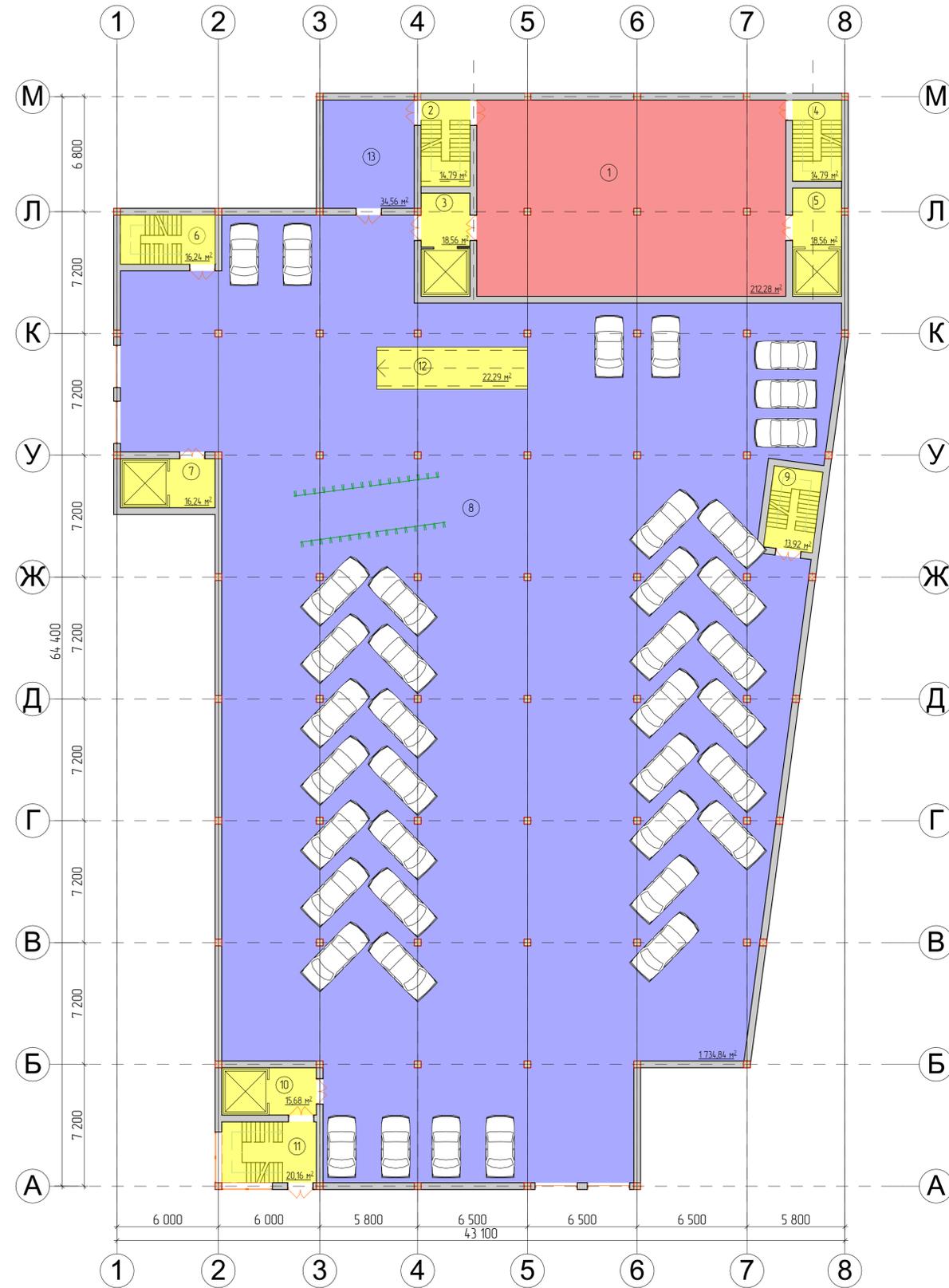
Експлікація приміщень

№ прм.	Найменування	Площа м²	Прим.
1	Паркінг	1954,34	
2	Сходава клітина	14,79	
3	Ліфтовий хол	18,56	
4	Сходава клітина	14,79	
5	Ліфтовий хол	18,56	
6	Сходава клітина	16,24	
7	Ліфтовий хол	16,24	
8	Пандус між рівнями паркінгу	22,29	
9	Сходава клітина	13,92	
10	Ліфтовий хол	15,68	
11	Сходава клітина	20,16	
12	Підсобне приміщення	34,56	

Кольорова схема приміщень

Штрихкод	Група приміщень	Площа м²	Прим.
■	Приміщення сполучення	174,15	
■	Господарські приміщення	1988,90	

План 1-го рівня паркінгу



Експлікація приміщень

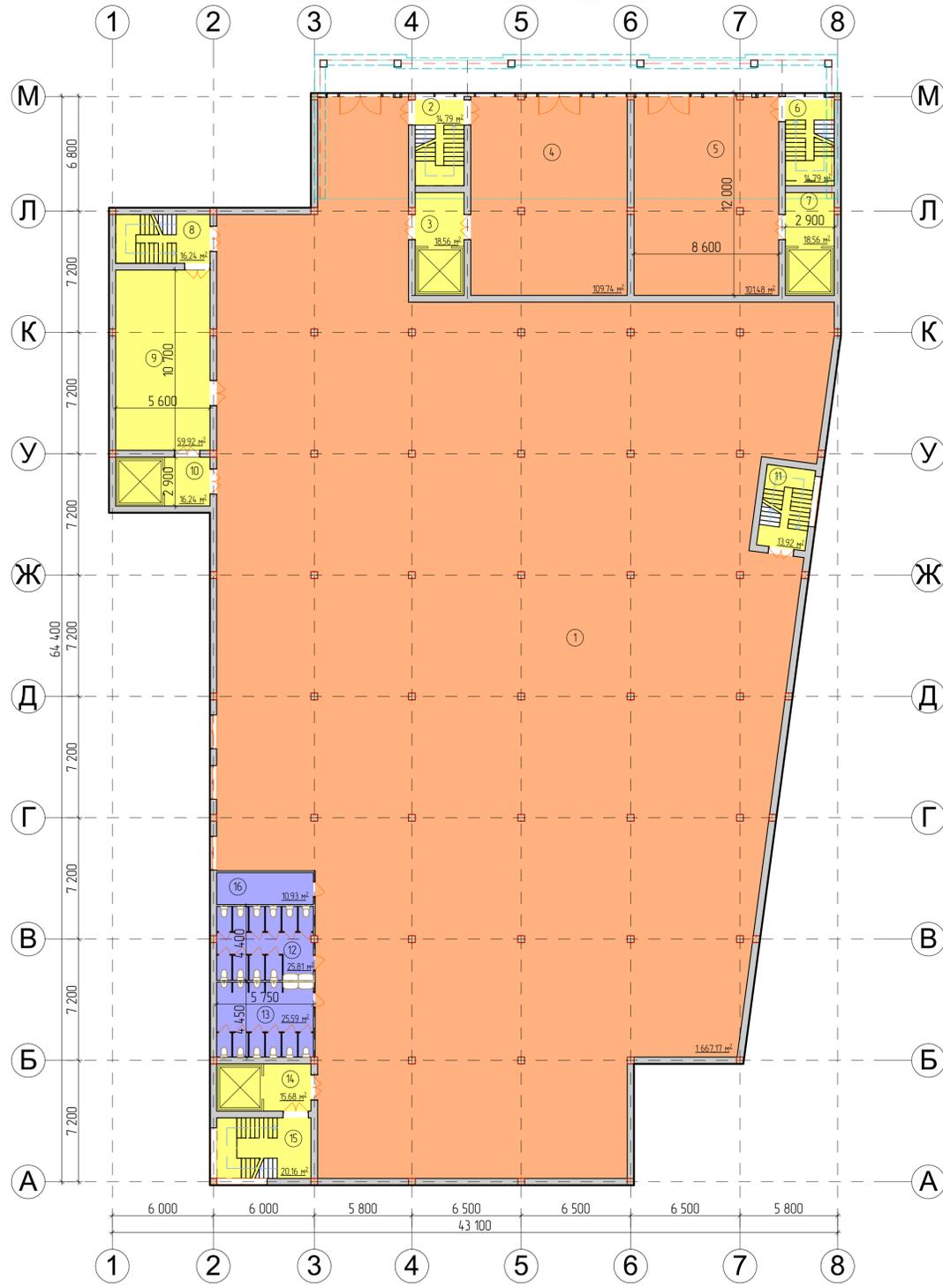
№ прм.	Найменування	Площа м²	Прим.
1	Кафе	212,28	
2	Сходава клітина	14,79	
3	Ліфтовий хол	18,56	
4	Сходава клітина	14,79	
5	Ліфтовий хол	18,56	
6	Сходава клітина	16,24	
7	Ліфтовий хол	16,24	
8	Паркінг	1734,84	
9	Сходава клітина	13,92	
10	Ліфтовий хол	15,68	
11	Сходава клітина	20,16	
12	Пандус між рівнями паркінгу	22,29	
13	Підсобне приміщення	34,56	

Кольорова схема приміщень

Штрихкод	Група приміщень	Площа м²	Прим.
■	Приміщення сполучення	170,93	
■	Господарські приміщення	1769,4	
■	Приміщення для прийому гі	212,28	

						08-11МКР.032-АБ		
						М. Вінниця		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Оптимізація енергоефективності будівельних оздоровчих/фізкультурних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики		
Розробил	Мурко С. В.					Сторінка	Архив	Архив
Перевірив	Байчук В. М.					п	11	16
Керувач	Байчук В. М.					План 2-го та 3-го рівнів рибної паркінгу, План 1-го рівня паркінгу.		
Нач. контролю	Масельська І. В.					ВНТУ, зр. 26-24м		
Виконав	Панкевич О. Д.							
Затвердив	Шевць В. В.							

План 1-го поверху



Експлікація приміщень

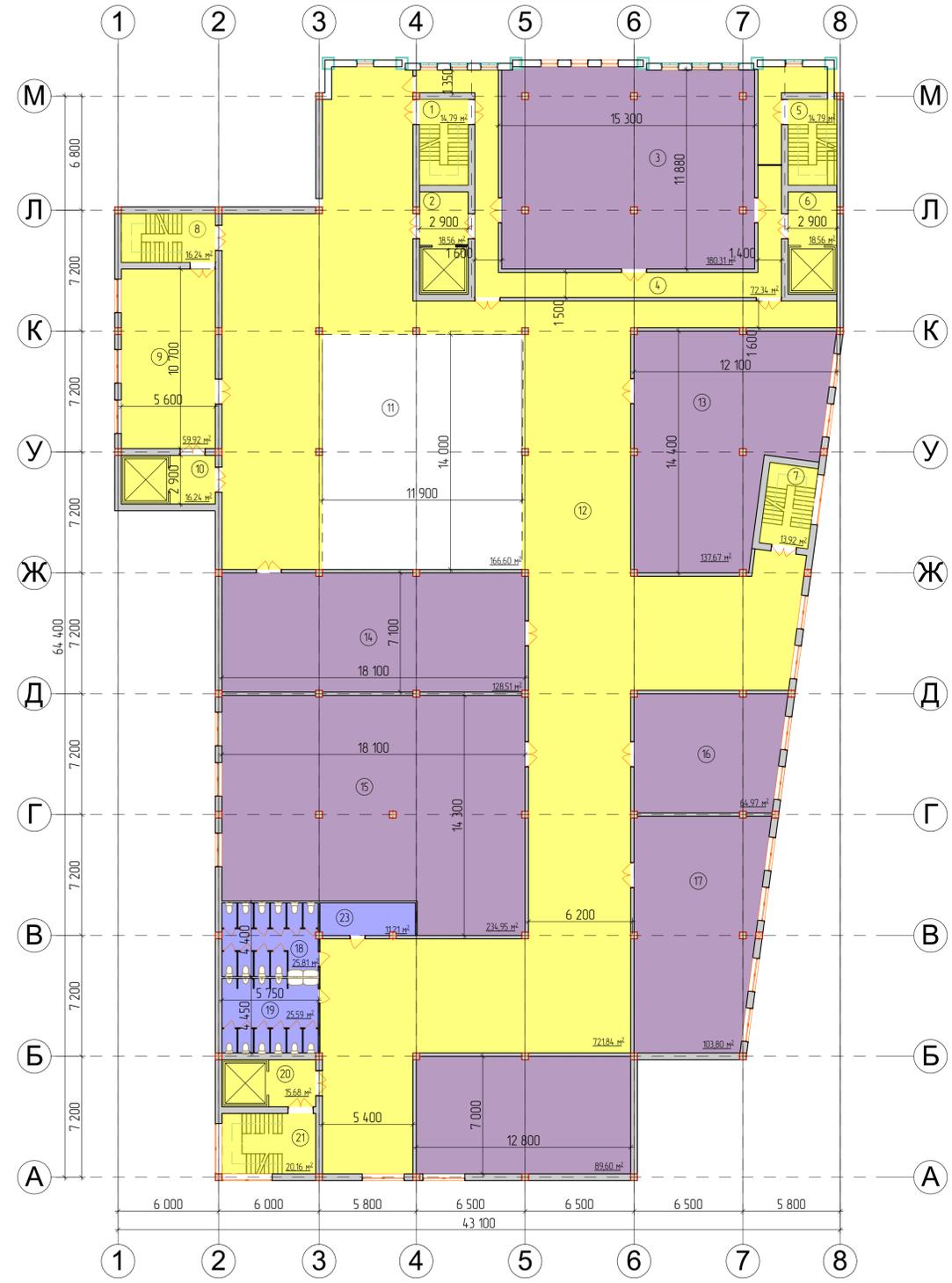
№ прим.	Найменування	Площа м ²	Прим.
1	Бутки	1667,17	
2	Сходава клітина	14,79	
3	Ліфтовий хол	18,56	
4	Бутік	109,74	
5	Бутік	101,48	
6	Сходава клітина	14,79	
7	Ліфтовий хол	18,56	
8	Сходава клітина	16,24	
9	Хол	59,92	
10	Ліфтовий хол	16,24	
11	Сходава клітина	13,92	
12	Туалет жіночий	25,81	

13	Туалет чоловічий	25,59	
14	Ліфтовий хол	15,68	
15	Сходава клітина	20,16	
16	Підсавне приміщення	10,93	

Кольорова схема приміщень

Штриховка	Група приміщень	Площа м ²	Прим.
(Blue)	Приміщення сполучення	14,4,66	
(Yellow)	Господарські приміщення	62,33	
(Orange)	Торгові приміщення	1667,17	

План 2-4го поверхів



Експлікація приміщень

№ прим.	Найменування	Площа м ²	Прим.
1	Сходава клітина	14,79	
2	Ліфтовий хол	18,56	
3	Офісне приміщення	180,31	
4	Коридор	72,34	
5	Сходава клітина	14,79	
6	Ліфтовий хол	18,56	
7	Сходава клітина	13,92	
8	Сходава клітина	16,94	
9	Хол	59,92	
10	Ліфтовий хол	16,24	
11	Атриум	166,60	
12	Коридор	712,84	

Експлікація приміщень

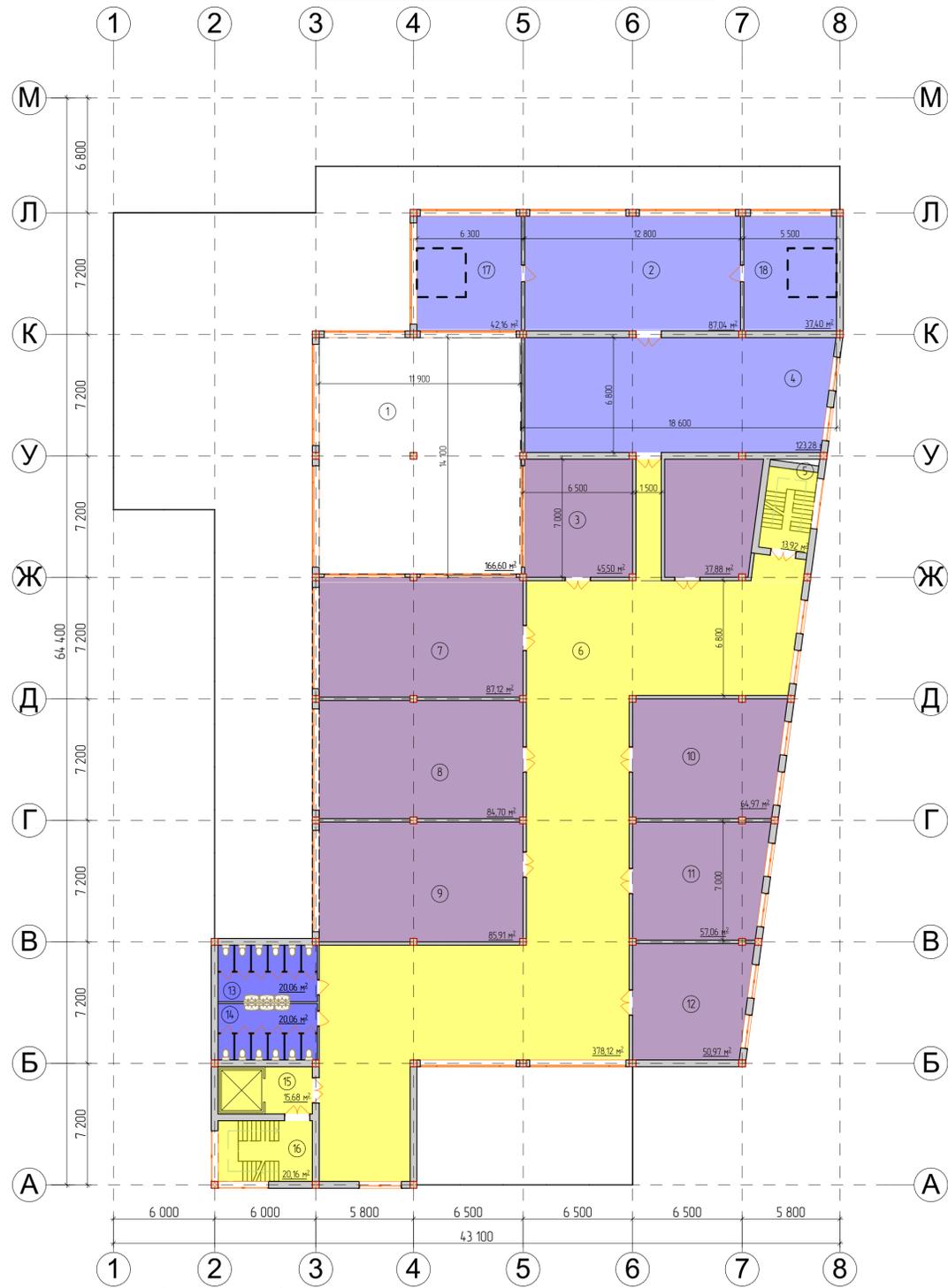
13	Офісне приміщення	137,67	
14	Офісне приміщення	128,51	
15	Офісне приміщення	234,95	
16	Офісне приміщення	64,97	
17	Офісне приміщення	103,80	
18	Туалет жіночий	25,81	
19	Туалет чоловічий	25,59	
20	Ліфтовий хол	15,68	
21	Сходава клітина	20,16	
22	Офісне приміщення	89,60	
23	Господарське приміщення	11,21	

Кольорова схема приміщень

Штриховка	Група приміщень	Площа м ²	Прим.
(Blue)	Приміщення сполучення	99,4,74	
(Yellow)	Господарські приміщення	62,61	
(Purple)	Офісні приміщення	939,81	

						08-11МКР.032-АБ		
						М. ВІННИЦЯ		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис.	Дата.	Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики		
Розробив	Мурко С. В.					Стор.	Архив.	Архив.
Перевірив	Байчук В. М.					п	12	16
Керував	Байчук В. М.					План 1-го поверху, План 2-4го поверху		
Нач. контролю	Мавська І. В.					ВНТУ, зр. 26-24м		
Виконав	Панкевич О. Д.							
Затвердив	Швець В. В.							

План 5-го поверху



Експлікація приміщень

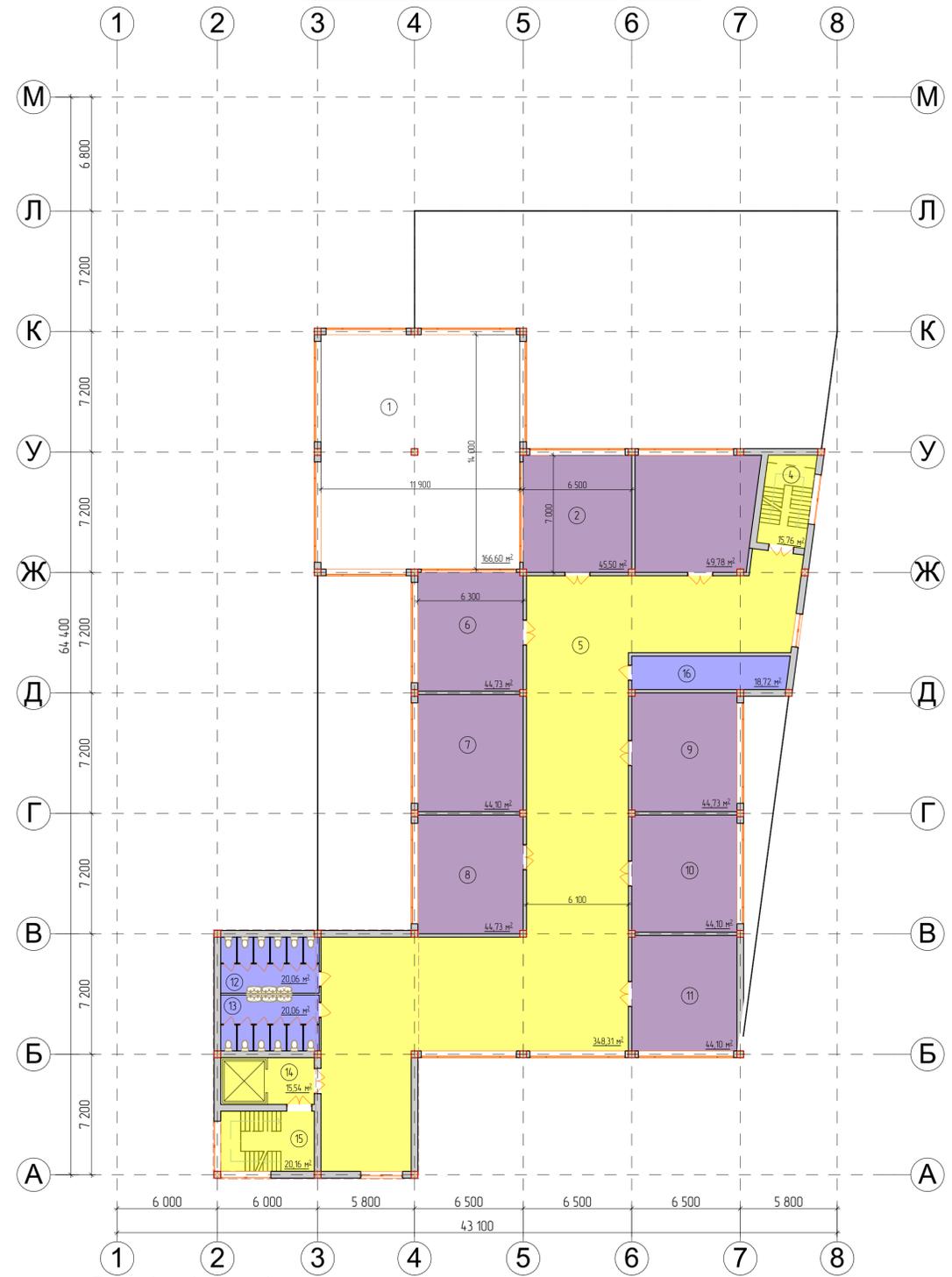
№ прим.	Найменування	Площа м ²	Прим.
1	Атриум	166,60	
2	Технічне приміщення	87,04	
3	Офісне приміщення	92,30	
4	Підсобне приміщення	33,42	
5	Сходава клітина	15,72	
6	Коридор	462,48	
7	Офісне приміщення	87,12	
8	Офісне приміщення	84,70	
9	Офісне приміщення	85,91	
10	Офісне приміщення	64,97	
11	Офісне приміщення	57,03	
12	Офісне приміщення	50,97	
13	Туалет жіночий	20,06	

14	Туалет чоловічий	20,06	
15	Ліфтовий хол	15,54	
16	Сходава клітина	20,16	
17	Машинне відділення ліфту	42,16	
18	Машинне відділення ліфту	42,16	

Кольорова схема приміщень

Штрих-хавка	Група приміщень	Площа м ²	Прим.
■	Приміщення сполучення	513,90	
■	Господарські приміщення	204,78	
■	Офісні приміщення	523,00	

План 6-го поверху



Експлікація приміщень

№ прим.	Найменування	Площа м ²	Прим.
1	Атриум	166,60	
2	Офісне приміщення	45,50	
3	Офісне приміщення	49,78	
4	Сходава клітина	15,76	
5	Коридор	348,31	
6	Офісне приміщення	44,73	
7	Офісне приміщення	44,10	
8	Офісне приміщення	44,73	
9	Офісне приміщення	44,73	
10	Офісне приміщення	44,10	
11	Офісне приміщення	44,10	
12	Туалет жіночий	20,06	
13	Туалет чоловічий	20,06	

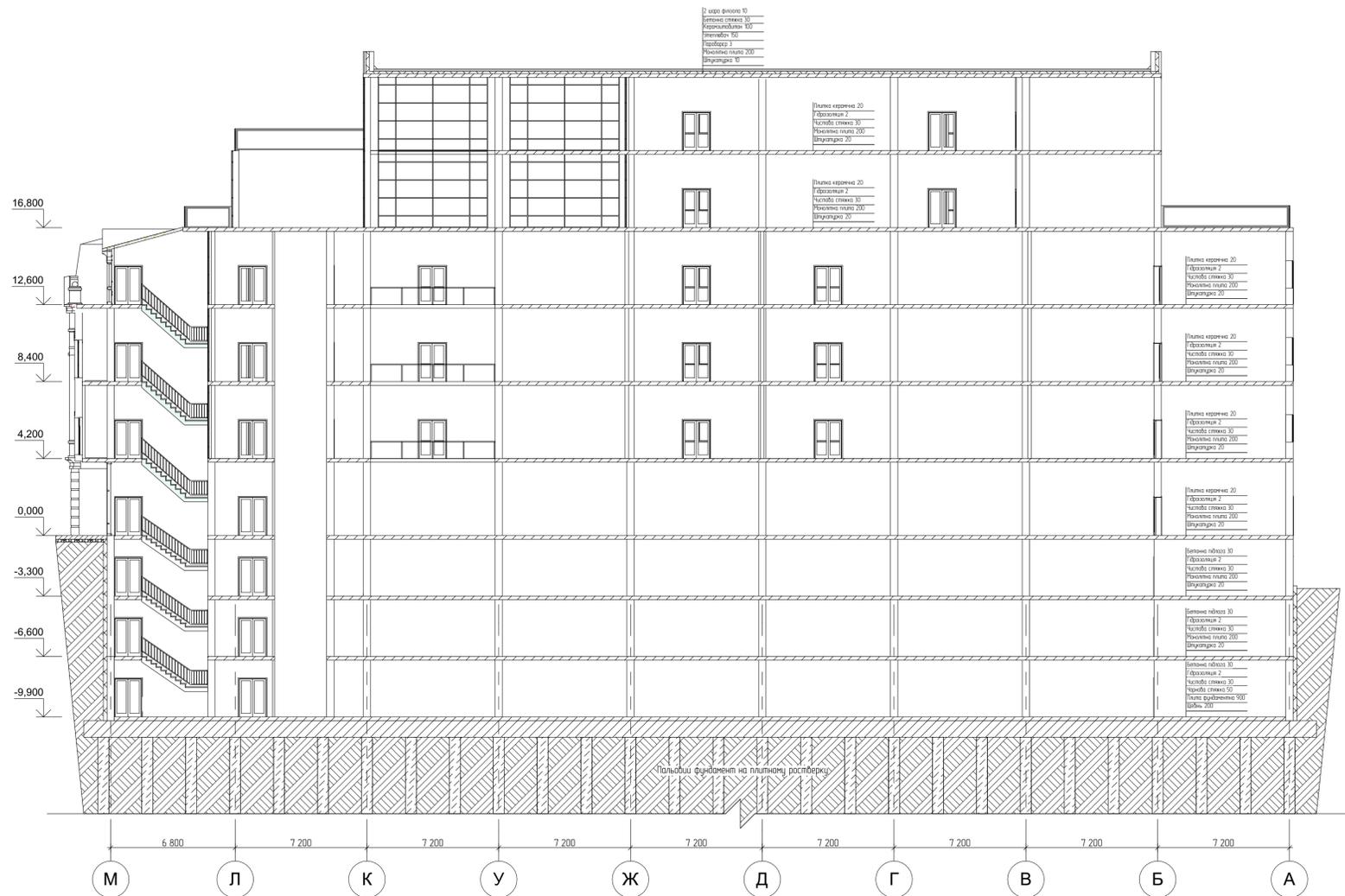
14	Ліфтовий хол	15,54	
15	Сходава клітина	20,16	
16	Господарське приміщення	28,72	

Кольорова схема приміщень

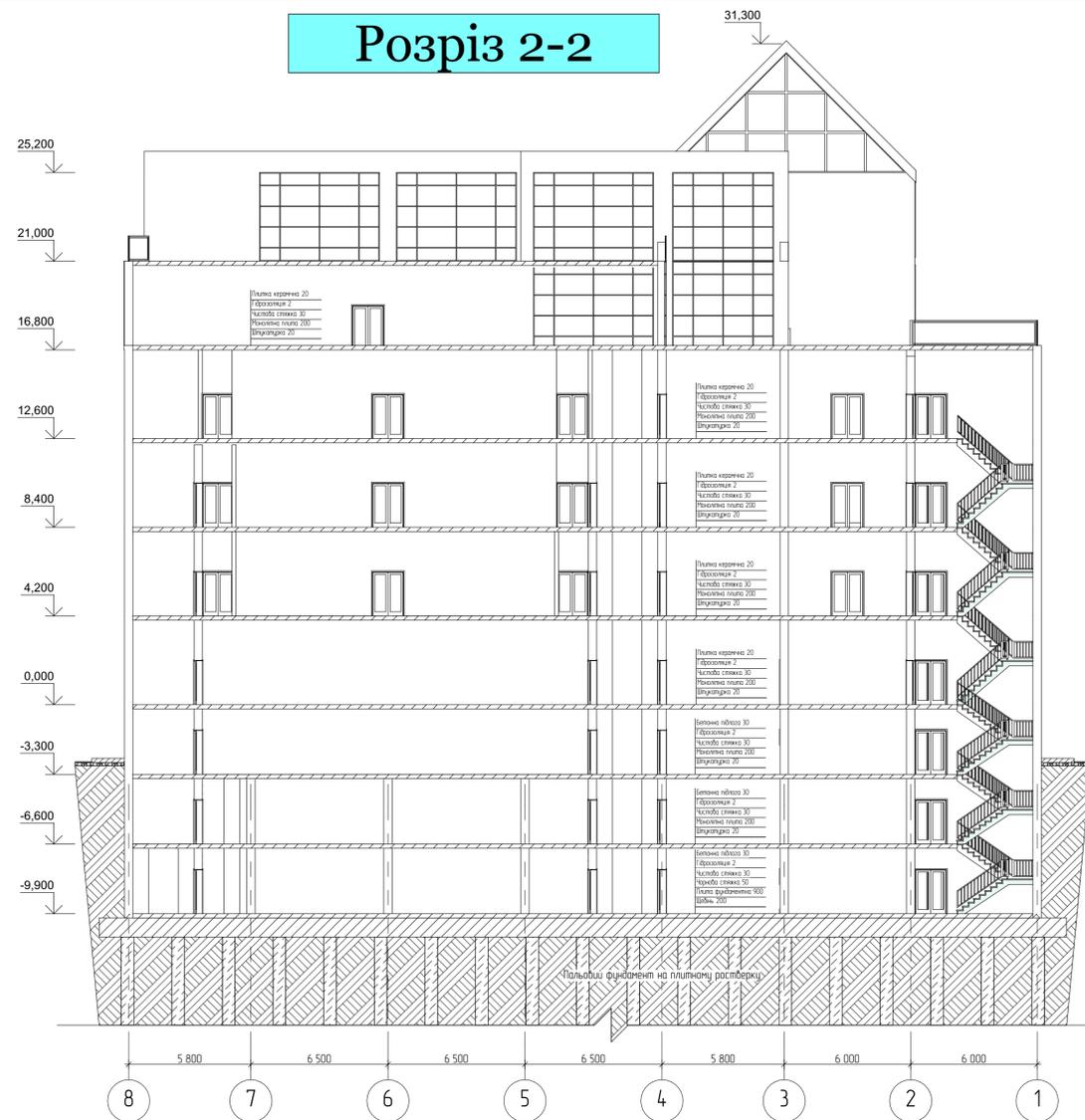
Штрих-хавка	Група приміщень	Площа м ²	Прим.
■	Приміщення сполучення	399,77	
■	Господарські приміщення	68,84	
■	Офісні приміщення	361,77	

08-11МКР.032-АБ						
м. Вінниця						
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	
Розробник	Мурко С. В.					Оптимізація енергоефективності будівельних оздоровчих конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики
Перевірив	Байчук В. М.					
Керівник	Байчук В. М.					
Нач. контролю	Мадарська І. В.					
Виконав	Панкевич О. Д.					
Затвердив	Швець В. В.					
План 5-го поверху, План 6-го поверху						ВНТУ, зр. 26-24м

Розріз 1-1

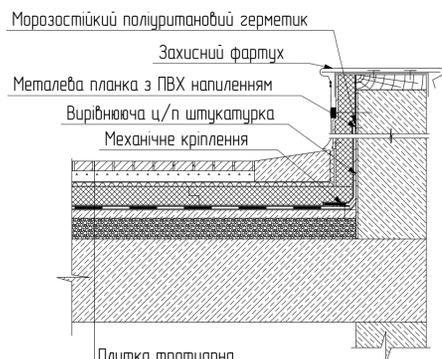


Розріз 2-2



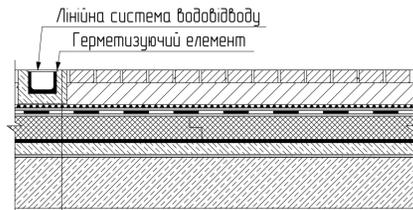
Типи покриття та перекриття будівлі

Парапет інверсійної експлуатуємої покрівлі



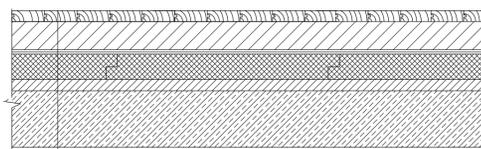
- Плитка тротуарна
- Суміш ц/п
- Термічний геотекстиль
- Дренажна геомембрана
- Теплоізоляція із екструдованого пінополістиролу
- Шар роздільного геотекстилю
- Гідроізоляція з ПВХ мембрани
- Захисний шар геотекстилю
- Стяжка з легкого бетону
- Парабар'єр
- З/Б плита покриття
- Штукатурка

Влаштування експлуатуємої покрівлі



- Плитка тротуарна
- Шар крупнозернистого піску
- Термічний геотекстиль
- Дренажна геомембрана
- Теплоізоляція із екструдованого пінополістиролу
- Шар роздільного геотекстилю
- Гідроізоляція з ПВХ мембрани
- Захисний шар геотекстилю
- Стяжка з легкого бетону
- Парабар'єр
- З/Б плита покриття
- Штукатурка

Влаштування теплоізоляції перекриття над холодними приміщеннями



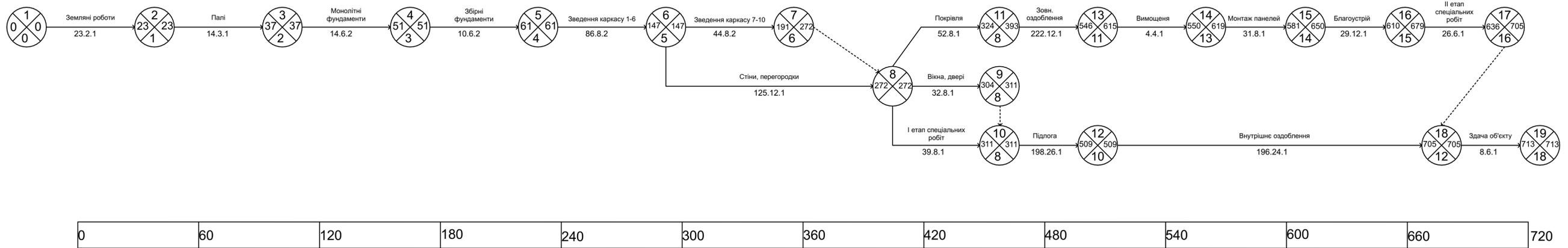
- Фінішне покриття підлоги
- Стяжка з ц/п розчину
- Парабар'єр
- Теплоізоляція із екструдованого пінополістиролу
- Вирівнювач ц/п стяжка
- З/Б плита перекриття
- Штукатурка

Візуалізація будівлі зі сторони дворику

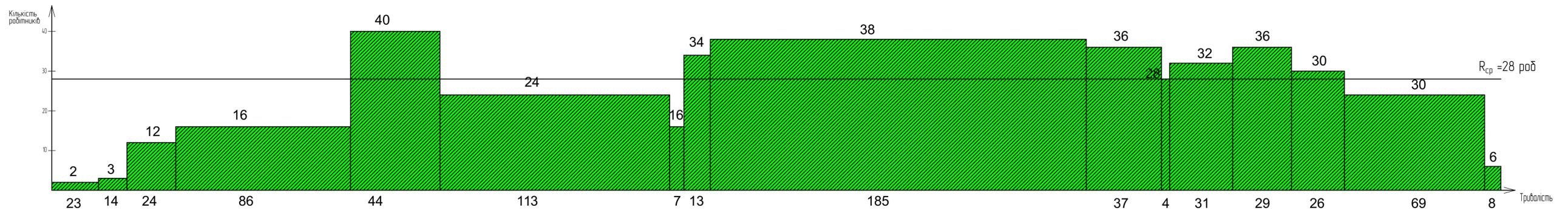


						08-11МКР.032-АБ			
						М. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Лист	ХР	Вак.	Підпис.	Листа	п	1%	16
Розробив	Мурко С. В.						Оптимізація енергоефективності будівельних оздоровчих конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики		
Перевірив	Байчук В. М.								
Керувач	Байчук В. М.								
Нач. контролю	Маселько І. В.						Розріз 1-1, Розріз 2-2. Типи покриття та перекриття будівлі. Візуалізація будівлі зі сторони дворику.		
Виконав	Панкевич О. Д.								
Затвердив	Шевць В. В.								
						ВНТУ, зр. 26-24м			

СІТКОВА МОДЕЛЬ ВИКОНАННЯ РОБІТ БУДІВНИЦТВА



ГРАФІК РУХУ РОБОЧИХ КАДРІВ ПО ОБ'ЄКТУ



ГРАФІК РОБОТИ ОСНОВНИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

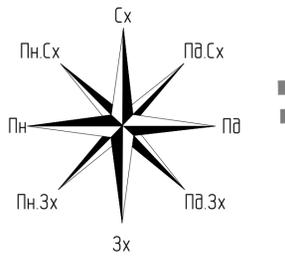
Назва	Початок	Кінець
Бульдозер, скрепер	1	23
Кран КС3762	24	61
Бетононасос, вірошуль-набач	24	61
Монт. кран КБ-674А	62	304
Збор. апарат, перфратори, електронструмент	24	1705
Підомники, вантажні ліфти	273	1705
Монтажна лямпа	325	1546
Штукатурна станція	312	1705

ГРАФІК ВИТРАТ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ВИРОБІВ І КОНСТРУКЦІЙ

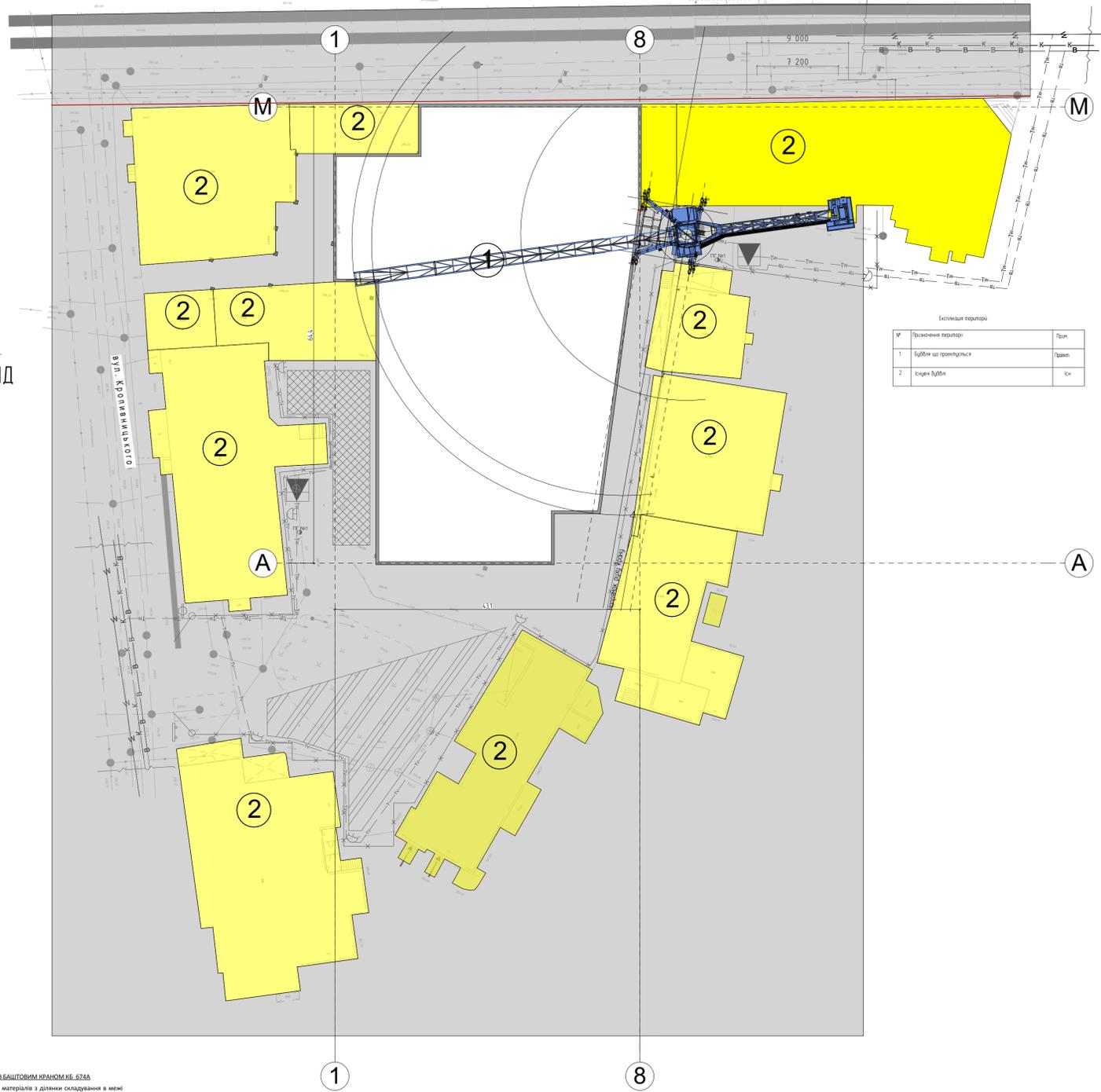
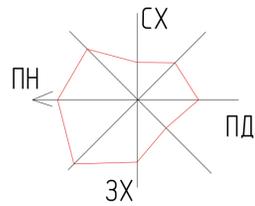
Назва	Початок	Кінець
Палі	24	37
Шти опалубки, арматура, цемент, пісок і бетон	38	61
Ручонна зброя, цемент, пісок і бетон, розчин, гіпс, штукатурні плити	38	61
Шти опалубки, арматура, колони, перегородки, перемички, бетон	62	304
Скляні марші, скляні площадки, ліфтові шти	62	304
Висони і збери вікна, цемент, пісок, суміш, утеплювач	273	304
Утеплювач суміш Ceresit, сітка арматурна	325	1546
Цемент, пісок, розчин, суміш Ceresit, реверсії, з'єднання	312	1705

08-11МКР.032-П05					
М. ВІННИЦЯ					
Зм.	Кільк.	Лист	ХР. Док.	Підпис	Дата
Розробив	Муромо С. В.				
Перевірив	Байчук В. М.				
Керівник	Байчук В. М.				
Нач. контролю	Маселько І. В.				
Опозит	Панкевич О. Д.				
Затвердив	Швець В. В.				
Оптимізація енергоефективності будівельних оздоблювальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики			Сторінка	Аркеш	Аркешів
Сеткава модель виконання робіт будівництва, графік руху робочих кадрів по об'єкту, графік роботи основних машин і механізмів, графік витрат будівельних матеріалів, виробів і конструкцій			п	15	16
ВНТУ, зр. 25-24м					

СХЕМА БУДІВЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ



Роза вітрів



№	Позначення перепарти	Тип
1	Будівля що зводиться	Проект
2	Корпус будівлі	Ст.

Вказівки з ОП та ТБ

- Будівельні майданчики, ділянки робіт, робочі місця мають бути підготовлені для безпечно виконання робіт.
- Під час виконання робіт на будівельному майданчику роботодавець повинен забезпечити працівників санітарно-побутовими приміщеннями (гардеробними, душовими, умивальними, сушильними для одягу і взуття, приміщеннями для обігрівання, для вживання їжі та відпочинку, для особистої гігієни жінок, туалетами тощо), питною водою і медичним обслуговуванням згідно з чинними нормативами і колективним договором (угодою).
- Санітарно-побутові приміщення і обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт.
- На будівельних об'єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, ноші, фіксуючі шини та інші засоби надання першої долікарської допомоги. За чисельності працюючих на об'єкті більше ніж 300 осіб генпідрядник повинен організувати роботу медпункту (з постійним медперсоналом).
- Приміщення (установки) для вживання питної води мають бути облаштовані на відстані не більше ніж 75 м по горизонталі і не більше ніж 10 м по вертикалі від робочих місць.
- Виробничі та санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку, проходи для людей, робочі місця на будівельних майданчиках слід розташовувати за межами небезпечних зон.
- Якщо виробничі та санітарно-побутові приміщення розміщені в небезпечних зонах, необхідно розробити графіки безпечно перебування людей у цих приміщеннях.
- Пройзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях повинні мати вибій і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватись від сміття, снігу, не захарчуватись матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими.
- Територіально відокремлені приміщення, площадки, ділянки робіт слід забезпечити телефонним чи радіозв'язком.
- Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць
- Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ГОСТ 23407.
- Конструкції захисних огорож повинні задовольняти таким вимогам:
 - огорожі, що прилягають до місць проходів людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.
 - Робочі місця і проходи до них, розташовані на висоті більше ніж 1,3 м і на відстані менше ніж 2,0 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними огорожами, конструкції яких визначаються в ПВР.
 - Огорожі слід доставити на об'єкт будівництва до початку виконання робіт та негайно установити після утворення зазначеного перепаду по висоті, а демонтувати безпосередньо перед улаштуванням проектних огорожувальних конструкцій.
- Якщо неможливо установити огорожу, у випадках, визначених у ПВР, для виконання певних видів робіт (наприклад, верхолазія, монтаж конструкцій, обладнання, опалювальних систем тощо) відповідно до ПВР необхідно виконувати із застосуванням запобіжних канатів, страховальних канатів. Місця кріплення запобіжних канатів повинні бути визначені у ПВР. Відповідальність за наявність і своєчасність установлення огорож у місцях загального користування несе генпідрядник, за його відсутності - субпідрядник (підрядник). Генпідрядник разом із субпідрядником (підрядником) несуть відповідальність за наявність огорож на ділянці субпідрядника (підрядника), якщо інше не визначено договором між ними. Виконання робіт без дотримання вимог цього пункту не допускається.
- Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:
 - ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у просвіті - не менше ніж 1,8 м;
 - драбини або сходинки, що передбачені для підняття чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнати пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнати дуговою огорожею.
 - Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.
 - Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м:
 - 2,5 - над робочими місцями; 3,5 - над проходами; 6,0 - над проїздами.
 - Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаліверного України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей.
 - Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється.
 - Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.
 - Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо-вибухозахищеному виконанні.
 - Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможливилася пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.
 - Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, призначені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА або кожного робочого живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою не більше ніж 25 В.
 - Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.
 - Штепсельні розетки і вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В, повинні мати таку конструкцію, що унеможливило б вмикання у розетки вилки напругою більше ніж 25 В.
 - Струмовідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкової дотику до них.
 - Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

	Будівля, що зводиться.		Постійна мережа водопроводу
	Відкриті склади		Постійна мережа каналізації
	Територія відведена на тимчасові будівлі		Щит для підключення
	Місця розвантаження, роз'їздів		Напрямок руху автотранспорту, крана
	Тимчасова трансформаторна підстанція		Стоянка крана
	Тимчасові ЛЕП 380В		Пожарний гідрант
	Тимчасові ЛЕП 220В		Обмежувач повороту стріли крана
	Постійна ЛЕП		Тимчасові огорожі що зносяться
	Тимчасова мережа водопроводу		Схема руху транспорту по будівельному майданчику
	Тимчасова мережа каналізації		Знак обмеження швидкості на майданчику

- УМОВИ ТА ВКАЗІВКИ ЩОДО БЕЗПЕЧНОГО ПІДЙОМАННЯ (ОПУСКАННЯ) ВАНТАЖІВ БАШТОВИМ КРАНОМ КБ 674А**
- На даному листі розроблено схеми і умови переміщення краном конструкцій і матеріалів з ділянки складування в межах споруджуваного поєву.
 - Схеми і умови розроблено на період спорудження надземної частини будівлі.
 - У зв'язку зі змістом будівельного майданчика необхідно виконувати наступні вимоги:
 - розвантаження конструкцій з матеріалів з автомобільного транспорту з подальшим їх розміщенням в межах ділянки складування виконувати згідно спеціальних умов, що розроблені на листі.
 - межі ділянок складування визначити з дотриманням розмірів та відстаней, передбачених на будівельному генеральному плані;
 - визначені межі ділянок складування фіксувати на території будівельного майданчика шляхом розміщення ясно видимих старшому стрілянню орієнтирів (ряди цегли, ряди перемок тощо);
 - Підйомання вантажів з ділянки складування, та смогості з бетоном чи розчином з прямика, з подальшою подорожчю їх в межах споруджуваної будівлі виконувати з дотриманням наступних вимог:
 - підняти конструкції з ділянки складування проводити розташуванням крану на стійці 2 (підйомання конструкцій та матеріалів);
 - підняти смогості з розчином чи бетоном з прямика (поз. 8 на будівельному) проводити з;
 - вантаж в межах ділянки складування та ділянки безпечно переміщення вантажів підйомання на висоту до 4,0м від поверхні землі;
 - підняти вантаж згідно вищеперерахованих вимог, шляхом зміни розташування крану, положення вантажного візка та повороту стріли крану розміщувати в межах ділянок підйомання (опускання) вантажів (згідно наведених схем);
 - після розміщення вантажу в межах ділянки підйомання вантаж підймати на необхідну висоту та вводити в межі споруджуваного поєву.
 - опускання вантажів в межі споруджуваного поєву виконувати при висоті вантажного візка стріли в межах 5,6-30,0;
 - при падінні вантажів кранів зі споруджуваної будівлі в межі ділянки складування 1 вимки п.8а-8в в зворотньому порядку;
 - Ділянка підйомання конструкцій та матеріалів при розташуванні крану на крановій стійці 1 обмежується сер торо 10 град., та вислотою вантажного візка стріли крану 26,0-30,0 м Ділянка підйомання конструкцій та матеріалів при розташуванні крану на крановій стійці 2 обмежується сер торо 20 град., та вислотою вантажного візка стріли крану 16,0-30,0 м.

- При подні баштовим краном КБ 674А вантажів в межах споруджуваної будівлі дотримуватись наступних вимог:
 - подняти вантажів в межі споруджуваного поєву виконувати унікальні розкручування конструкцій та матеріалів;
 - введення в межі споруджуваного поєву вантажів в подальшому переміщати в центральних частках споруджуваного поєву при висоті вантажного візка стріли крану в межах до 16,0;
 - переміщення вантажів баштовим краном в межах споруджуваного поєву виконувати на висоті 1,0 м від раніше змонтованих конструкцій.
- Для виконання вивесення вантажів за периметр зовнішніх стін необхідно дотримувати наступні вимоги:
 - після підведення краном вантажу на відстань не менше 7,0 м від місця його владання або наближенні до зовнішніх стін, переміщення вантаж у приутигнені і розмістити на висоті не більше 0,5 м від раніше владаних конструкцій, відкрити вкладання;
 - вантаж з допомогою монтажного відкривач розвернути в стін, в якій відповідало проекту положенню;
 - подальше переміщення вантажу до місця владання виконувати на малій швидкості (повільне підведення);
 - при вкладанні вантажів за зовнішнім периметром стін (балконні плити) передбачити їх невнесення на відстань більше 0,5м від проектного положення;
 - при вкладанні конструкцій на зовнішньому периметрі стін не допускати їх вивесення за периметр зовнішніх стін;
 - при монтажі конструкцій над віконними проемами зовнішніх стін допускати можливість їх вільного розвертання при умові дотримання їх вивесення відносно місць передбачених робочим проектом, на відстань не більше 0,5 м.
- Після розвантаження конструкцій і матеріалів, їх складування і подні в межах споруджуваної будівлі кранівник зобов'язаний виконувати команди старшого стріляння 1.
- Після введення вантажу в межі споруджуваного поєву кранівник зобов'язаний виконувати команди старшого стріляння 2.
- Для виконання помилки при визначенні ділянок підйомання, орієнтири повинні відраєнтис доне від одного.

ЕКСПЛІКАЦІЯ ТИМЧАСОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Площа м ²	Розміри в плані	Тип будівлі	Примітки
1	Будівля що зводиться	м ²	412,68	18,1x22,8		
2	Викоробська	м ²	20	5x4	Пересувна	
3	Гардеробні з умивальниками	м ²	30	6x5	Пересувна	
4	Душові	м ²	25	5x5	Пересувна	
5	Приміщення для прийому їжі	м ²	40	8x5	Пересувна	
6	Приміщення для сушіння одягу	м ²	12	4x3	Пересувна	
7	Приміщення для відпочинку	м ²	6	3x2	Пересувна	
8	Туалет	м ²	4,7	2,75x1,7	Збірна	
9	Відкритий склад	м ²	84	8,4x10		

08-11МКР.032-П05					
М. ВІННИЦЯ					
Зк	Кльк	Лист	ХР Док	Підпр	Лист
Розробл	Мурко С. В.				
Перевірл	Болчук В. М.				
Керфак	Болчук В. М.				
Нач контроль	Масельська І. В.				
Опозит	Панкевич О. Д.				
Затвердл	Швець В. В.				

Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики

Склад	Аркш	Аркшів
п	%	%

Схеми будівельного генерального плану, вказівки з ОП та ТБ, умовні позначення, експлікація тимчасових будівель на споруд

ВНТУ, зр. 26-24м

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
здобувача Мусієнка Є. В.

«Оптимізація енергоефективності будівельних огороджувальних конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики»

Актуальність теми магістерського дослідження пояснюється, необхідністю реалізації заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності в житловому будівництві. Як відомо, житловий фонд країни та будівельний сектор один з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів країни, а тому напрямки зниження енергетичного споживання важливий аспект енергетичної незалежності країни. Упродовж останніх років Вінниця демонструє динамічний розвиток житлової інфраструктури, зростає кількість населення, активізується попит на сучасне, зручне та доступне житло.

У магістерській кваліфікаційній роботі наведено напрямки підвищення енергоефективності житлових будівель в умовах енергетичної нестабільності та відсутності централізованого теплопостачання. Проаналізовано сучасні архітектурно-конструктивні та інженерні рішення, що сприяють зниженню теплових втрат, зокрема впровадження теплоізоляційних систем, огороджувальних конструкцій, автоматизованого управління мікрокліматом. Проведено огляд світового й вітчизняного досвіду реалізації енергоефективного житла.

МКР відповідає усім методичним вимогам щодо оформлення.

МКР виконана вчасно і в повному обсязі.

МКР може бути реалізована в будівельній практиці.

В МКР наявні наступні недоліки:

1. Варто було б детальніше пропрацювати розділ з описом генерального плану, нанести на кресленні розміри та усі умовні позначення

2. У технічній частині варто було б більш детально розглянути архітектурні рішення запроєктованих будівель, а також порівняння різних технологій влаштування сонячних панелей.

Проте вказані недоліки не знижують високий науковий та практичний зміст роботи, магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» 75.

Здобувач Мусієнко Є. В. заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПП «Промислове та цивільне будівництво».

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**
д.п.н, професор,

Бойчук В. М.

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА
магістерської кваліфікаційної роботи
здобувача Мусієнка С. В.

на тему «**Оптимізація енергоефективності будівельних огорожувальних
конструкцій шляхом інтеграції сонячної енергетики**»

Магістерська кваліфікаційна робота, що подана на опонування, виконана на кафедрі будівництва, міського господарства та архітектури виконана в повному обсязі та у відповідності нормативним вимогам. Тема роботи актуальна і пояснюється тим, що в умовах постійного зростання вартості енергоносіїв, нестабільного енергетичного ринку, а також посилення екологічних вимог, питання енергоефективності набувають пріоритетного значення. Метою роботи є розробка та обґрунтування раціональних архітектурно-конструктивних і інженерних рішень для підвищення енергоефективності малоповерхових житлових будівель в умовах відсутності централізованого теплопостачання та енергетичної нестабільності.

Магістерська кваліфікаційна робота досліджує методи вдосконалення торгово-офісних будівель шляхом інтеграції альтернативних джерел енергії. У роботі розглядаються сучасні тенденції використання відновлюваних ресурсів, таких як сонячна, вітрова та геотермальна енергія, в архітектурному проектуванні та експлуатації будівель. Особлива увага направлена на зниження рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів, впливу на довкілля та підвищенню економічної ефективності. У першому розділі розкрито основне поняття альтернативної енергетики, а також її роль у сучасній будівельній галузі. Другий розділ зосереджено на аналізі впливу засобів альтернативної енергетики на архітектурне формування будівель. Третій розділ включає класифікацію будівель із сонячними енергетичними системами та описує принципи їх проектування. У четвертому розділі розглядаються технічні аспекти інтеграції енергоефективних рішень, включаючи теплотехнічні розрахунки, планування енергомереж та архітектурно-будівельні рішення. П'ятий розділ присвячений розробці кошторисної документації та економічній оцінці інвестиційних рішень.

В МКР наявні наступні недоліки:

1. У четвертому розділі було б доцільніше навести технологічні рішення встановлення сонячних елементів.

2. На листі проекту організації будівництва лінії роботи крану виходять на дорогу, що є порушенням.

МКР виконана на достатньому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С», 75.

Здобувач Мусієнко С. В. заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПП «Промислове та цивільне будівництво».

Рецензент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри ІСБ



Ольга ПАНКЕВИЧ