КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

_____Архітектурний_____
(факультет)
_____Дизайну_____
(назва випускової кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

на тему:
"Особливості дизайну інтер’єрів модульного житла, виконаного на 3D принтері”

Салюк Валерія Григорівна

Київ-2025

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

_____Архітектурний_____
(факультет)
_____Дизайну_____
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Юлія ТРЕТЯК
„___” _____2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

Особливості дизайну інтер’єрів модульного житла, виконаного на 3D принтері

Здобувач
Салюк Валерія Григорівна
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____Дизайн_____
(спеціальність)
_____Середовищний і промисловий дизайн
(освітня програма)
Група _____ДНм-24_____

Керівник_____Бець С. М._____
(прізвище та ініціали)
_____кандидат філософських наук_____
(вчене звання, науковий ступінь)
Рецензент_____
(прізвище та ініціали)
_____
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: __архітектурний_____
Випускова кафедра:____Дизайну_____
Ступінь вищої освіти: магістр
Спеціальність:_____022 «Дизайн»_____
Освітня програма:_____Середовищний і промисловий дизайн_____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Юлія ТРЕТЯК
„___” _____2025 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»
_____Салюк Валерія Григорівна_____
(прізвище, ім’я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: Особливості дизайну інтер’єрів модульного житла, виконаного на 3D принтері
затверджена наказом ректора КНУБА № 1753/19/25 від «16» 10 2025 року
2. Керівник роботи_____Бець Світлана Миколаївна, к. філос.н._____
(прізвище, ім’я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Термін подання здобувачем роботи до захисту_____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р. 1.Історичні та наукові засади дизайну інтерєрів модульного житла, побудованого засобом 3d-друку
Р. 2. Аналіз існуючих інтер’єрів модульного житла, побудованого за допомогою 3d-принтера
Р. 3. Закономірності дизайну інтер’єрів модульного житла побудованого за допомогою 3d-друку
Р. 4. Засоби та прийоми формування інтер’єрів житлового модульного будинку в м. Харків, район Північна Салтівка
Р. 5. Дизайн розробка елементу меблів
5. Графічний матеріал за розділами
Р. 1.Матеріали теоретичної частини наукової роботи
Р. 2.Матеріали теоретичної частини наукової роботи
Р. 3.Матеріали теоретичної частини наукової роботи

Р. 4.Вихідні дані, планування та візуалізації власної розробки інтер’єру
Р. 5.Креслення та розробки власного елементу меблювання

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	Підпис
Розділ 1.	Бець С.М.		
Розділ 2.	Бець С.М.		
Розділ 3.	Бець С.М.		
Розділ 4.	Бець С.М.		
Розділ 5	Бець С.М.		

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	03.10.25
Розділ 2.	17.10.25
Розділ 3.	31.10.25
Розділ 4.	21.11.25
Розділ 5.	05.12.25
Остаточне оформлення роботи	17.12.25
Направлення роботи на перевірку на плагіат	10-11.12.25
Попередній захист роботи на кафедрі	17.12.25
Захист роботи перед ЕК	23-24.12.2025

9. Дата видачі завдання _____15.09.2025_____

Керівник	_____	Бець С. М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Здобувач	_____	Салюк В. Г.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....7
РОЗДІЛ І. ІСТОРИЧНІ ТА НАУКОВІ ЗАСАДИ ДИЗАЙНУ ІНТЕРЄРІВ МОДУЛЬНОГО ЖИТЛА, ПОБУДОВАНОГО ЗАСОБОМ 3D-ДРУКУ.....14
1.1. Історія розвитку 3D друку в архітектурі та дизайні.....14
1.2. Огляд наукових джерел.....19
Висновки до розділу І……...29
РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ІНТЕР'ЄРІВ МОДУЛЬНОГО ЖИТЛА, ПОБУДОВАНОГО ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ПРИНТЕРА.....31
2.1 Дослідження світової та вітчизняної проектної практики дизайну модульних житлових будинків, виконаних на 3D-принтері.....31
2.2 Вивчення нормативної бази проектування житла та їх адаптація до 3D-друку будівель.....43
2.2.1 Міжнародні стандарти та норми щодо 3D-друку будівель.....46
Висновки до розділу ІІ.....51
РОЗДІЛ ІІІ. ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРІВ МОДУЛЬНОГО ЖИТЛА ПОБУДОВАНОГО ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ.....53
3.1 Дослідження функціонально-технологічних особливостей та процесів...53
3.2. Особливості дизайну та загальні принципи дослідження формування інтер'єрів приміщень побудований за допомогою 3D-принтеру ….....55
Висновки до розділу ІІІ.....61
РОЗДІЛ ІV. ЗАСОБИ ТА ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕР'ЄРІВ ЖИТЛОВОГО МОДУЛЬНОГО БУДИНКУ В М. ХАРКІВ, РАЙОН ПІВНІЧНА САЛТІВКА.....63
4.1 Вихідні дані та завдання на проектування та концепція інтер'єрного середовища.....63
4.2. Функціонально-планувальна та об'ємно-просторова організація простору.....67
4.3. Композиція та художній образ в дизайні модульного будинку.....70

Висновки до розділу IV.....75
РОЗДІЛ V. ДИЗАЙН РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТУ МЕБЛІВ 77
5.1. Концепція предметного рішення…….....77
5.2. Функціонально-конструктивне, ергономічне та художньо-естетичне рішення.....79
5.3. Конструктивні деталі та вузли.....82
Висновки до розділу V.....88
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....90
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 94
ДОДАТКИ.....100

ВСТУП

Дизайн у XX столітті став глобальним феноменом, що захоплює найрізноманітніші сфери: від архітектури та промислового дизайну до графіки. Мова дизайну стала універсальним комунікаційним та експресивним засобом, що дозволяв здійснити свій вибір у світі необмежених можливостей.

Сьогодні важко собі уявити будь-яку сферу, в якій би не працював дизайнер. Дизайнер полегшує людині роботу та побут, впливає на стиль її життя. Дизайн вирізняє орієнтація на передові технології та матеріали, найсучасніші технічні досягнення та віяння моди, високі споживчі якості виробів, розрахованих на різноманітні вибагливі смаки людей. Поняття "Дизайн" сьогодні асоціюється з найпрогресивнішими явищами та найсучаснішими технічними досягненнями, як от 3D-принтер. Дизайн інтер'єру характеризується рядом проектних задач виконання яких дозволяє створити комфортний простір як житловий так і громадський. Саме тому, враховуючи постійні небезпеки, які існують переважно в сучасному українському суспільстві, ефективне використання сучасних технологій є необхідним для допомоги людям у складних та стресових ситуаціях.

Актуальність теми: Тема житла у будь який час вважалась та вважається на сьогоднішній день актуальною. Перші укриття людини мали примітивний вигляд, але з часом, житло набуло кардинальних змін, та переродилося у такий собі культ створення комфорту навколо себе. Сучасні мегаполіси опановують світ все більше і більше. Таким чином вчені, програмісти та архітектори, замислились щодо створення такого проекту як модульне житло надруковане на 3D-принтері. Багато людей, що постраждали в наслідок різних атак противника хочуть мати власний окремий будинок, що замінить для них рідну домівку за короткий період часу та не займатиме велику площу, за яку потрібно платити велику суму.

Тож створення таких компактних будівель, може допомогти

українцям значно заощадити час, матеріали та бюджет людини, враховуючи відведену площу земельної ділянки.

Постановка проблематики: Сучасні тенденції розвитку архітектури та дизайну інтер'єрів тісно пов'язані з глобальними викликами — зростанням урбанізації, екологічними проблемами, необхідністю швидкого та економічно ефективного зведення житла. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є використання 3D-друку для створення модульних будівель. Такий підхід дозволяє значно скоротити час будівництва, зменшити витрати матеріалів та оптимізувати планувальні рішення.

Проте поява нової технології формує і нові виклики для дизайнерів інтер'єру. Традиційні методи організації простору, вибору матеріалів та естетичних рішень не завжди відповідають специфіці 3D-друкованого модульного житла. Зокрема, виникає проблема адаптації інтер'єрних концепцій до уніфікованих форм модулів, обмежень технології друку, екологічних вимог і запитів сучасного користувача.

Таким чином, актуальною є потреба у науковому та практичному дослідженні особливостей дизайну інтер'єрів у 3D-друкованих модульних житлових об'єктах. Це дозволить сформувати нові підходи до організації житлового середовища, які поєднують функціональність, естетику та інноваційність.

Метою дослідження: є визначення особливостей дизайну інтер'єрів модульного житла, надрукованого на 3D-принтері, дизайн яких повинен бути сучасним, актуальним і також використовувати в собі друковані елементи меблювання. Головним завданням буде облаштування приміщення для комфортного проживання людини при не великій площі.

Для досягнення мети, в роботі поставленні такі завдання:

Дослідити історію становлення та сучасні тенденції розвитку модульного

житла, особливо побудованого з використанням технологій 3D-друку. Визначити основні переваги та недоліки даного типу архітектури.

Проаналізувати світовий і вітчизняний досвід застосування технології 3D-друку у житловому будівництві. Порівняти приклади реалізованих проектів та визначити їх спільні риси і відмінності.

Вивчити особливості формування інтер'єру модульного житла, зокрема просторові, функціональні та ергономічні характеристики.

Визначити проблематику та обмеження сучасного дизайну інтер'єрів у модульному житлі, які пов'язані з конструктивними та технологічними особливостями 3D-друку.

Дослідити колористичні та матеріальні рішення, які застосовуються в інтер'єрах модульного житла, та оцінити їхню ефективність з точки зору довговічності, екологічності та естетики.

Визначити вплив дизайну інтер'єру на психологічне сприйняття простору мешканцем модульного житла.

Розробити вимоги до функціонального зонування інтер'єрів модульного житла з урахуванням компактності та трансформаційності простору.

Визначити критерії ергономічності інтер'єрних рішень у модульному житлі, включаючи оптимальні розміри меблів, ширину проходів та зручність організації побутових процесів.

Дослідити стан інноваційних інженерних систем, які можуть бути інтегровані у проекти 3D-друкованого житла (енергоефективність, вентиляція, освітлення, «розумні системи»).

Сформувати рекомендації щодо декоративно-колористичного рішення інтер'єру модульного житла з використанням сучасних технологій обробки та оздоблення поверхонь.

Обґрунтувати та розробити проектне рішення інтер'єру модульного житла, яке відповідає сучасним вимогам функціональності, естетики та ергономіки.

Пояснити дизайнерські та конструктивні особливості розробленого проектного рішення, визначивши його переваги порівняно з традиційними підходами.

Об'єкт дослідження: інтер'єри модульного житла, виготовленого за допомогою технології 3D-друку.

Предмет дослідження: особливості дизайну інтер'єрів модульного житла, надрукованого на 3D-принтері, з урахуванням специфічних властивостей матеріалів, технологічних можливостей 3D-друку, екологічних вимог та впливу на модульність і функціональність житлового простору.

Новизна роботи:

Вперше:

- Вивчено особливості формування інтер’єрів модульного житла, виготовленого за допомогою технології 3D-друку;
- Визначено критерії ергономічності та функціональності інтер’єрів у контексті просторових обмежень модульних об’єктів;
- Запропоновано проектне рішення інтер’єру модульного житла з урахуванням специфіки технології 3D-друку.

Удосконалено:

- Методику аналізу колористичних та матеріальних рішень у модульному житлі;
- Підходи до проектування трансформаційних та багатофункціональних зон у невеликому житловому просторі;
- Систему рекомендацій щодо інтеграції сучасних інженерних мереж та «розумних технологій» у дизайн інтер’єрів 3D-друкованого житла.

Отримала подальший розвиток:

- Систематизація знань про сучасні тенденції дизайну інтер’єрів у сфері модульного житла;
- Дослідження впливу дизайнерських рішень на психологічний комфорт

та якість життя мешканців 3D-друкованого житла;

– Розробка рекомендацій щодо декоративно-естетичного оформлення інтер'єрів із використанням новітніх матеріалів і технологій житла, виготовленого за допомогою технології 3D-друку;

Отримані результати можна використовувати у подальшій розробці інтер'єрів житлових приміщень з використанням різних сучасних технологій.

Обсяг та структура дослідження: Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків до кожного з них, загальних висновків, переліку використаних джерел та додатків.

Перший розділ присвячений аналізу передумов виникнення проблеми та досліджуваності особливостей дизайну інтер'єрів житла, побудованого за допомогою 3D-принтера. У ньому розглянуто огляд наукових джерел, історію розвитку проблеми та сучасний стан, а також ключові поняття й підходи, що застосовуються у дизайні відповідно до теми.

Другий розділ охоплює аналіз існуючих інтер'єрів житла, зведеного за допомогою 3D-друку. Тут досліджується світова та вітчизняна проектна практика, а також нормативна база, яка регулює процеси проектування та будівництва з використанням 3D-друку.

У третьому розділі розглянуто особливості формування інтер'єрів житла, побудованого на 3D-принтері. Досліджено функціонально-технологічні аспекти, процеси оздоблення приміщень, а також сформульовано загальні принципи організації простору.

Четвертий розділ присвячено засобам та прийомам формування інтер'єру. У ньому визначено вихідні дані та завдання на проектування, подано опис авторської частини проекту, що включає концепцію інтер'єру, функціонально-технологічні та об'ємно-просторові рішення, а також особливості оздоблення.

П'ятий розділ зосереджений на проектуванні елементу меблів для житла, побудованого за допомогою 3D-друку. У ньому висвітлено концепцію

формування предмету, функціональні, конструктивні, ергономічні та об’ємно-просторові рішення, колористичні й матеріальні підходи, а також деталі та вузли.

Повний обсяг роботи становить 94 сторінки, з них 13 сторінок займають ілюстративні матеріали, 2 сторінки — список використаних джерел. Основна частина містить 77 сторінок.

Апробація роботи:

1. Салюк В. Г., Гордієнко О.О. Сучасні тенденції розвитку дизайну інтер'єру. Матеріали IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві: до 150-річчя Олександра Вербицького». (21–23 травня 2025 року) НАОМА (науковий керівник - асист. каф. дизайну Гордієнко О. О.) див. Додаток №1

2. Салюк В. Г., Ландшафтний дизайн. Матеріали IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві: до 150-річчя Олександра Вербицького». (21–23 травня 2025 року) НАОМА. Див. Додаток №2

3. Салюк В. Г., Бець С. М., 3D-друк і модульна архітектура як інструменти відбудови історичного Києва. Матеріали міжнародний науково-технічний форум "архітектура, будівництво, дизайн : виробництво, інформатизація, менеджмент" (24–25.11.2025 р.), КНУБА (науковий керівник – доцент, к. філос. н. Бець С. М.) Див. Додаток №3

4. Салюк В. Г., Бець С. М., Особливості інтер'єрів мобільного житла, виконаного на 3D-принтері. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «буд-майстер-клас-2025» (26–28.11.2025 р.), КНУБА (науковий керівник – доцент, к. філос. н. Бець С. М.) Див. Додаток №4

РОЗДІЛ І. ІСТОРИЧНІ ТА НАУКОВІ ЗАСАДИ ДИЗАЙНУ ІНТЕРЄРІВ МОДУЛЬНОГО ЖИТЛА, ПОБУДОВАНОГО ЗАСОБОМ 3D-ДРУКУ

1.1. Історія розвитку 3D друку в архітектурі та дизайні

Перші спроби та експерименти: Вже на початку 2000-х років дослідники почали застосовувати 3D-друк у будівництві, використовуючи цементні суміші і спеціальні принтери. Одна з ранніх технологій — Contour Crafting — розроблена професором Бехроком Хошневісом [17], була спрямована на швидке будівництво житлових приміщень для надзвичайних ситуацій.

Інноваційні матеріали: У сучасному 3D-друці використовуються різноманітні матеріали, такі як бетонні суміші з добавками для швидкого висихання, геополімери, перероблені матеріали та композитні склади.

Наприклад, LafargeHolcim розробила спеціальний вид бетону для 3D-друку, що підвищує міцність і довговічність будівель. Використання 3D-друку в архітектурі відкриває можливості для реалізації унікальних форм і структур, які раніше було неможливо створити традиційними методами. Дизайнери отримують більше свободи у створенні адаптивних форм, що важливо для мобільного житла, яке часто потребує гнучкості.

Сучасний дизайн інтер'єрів мобільного житла переживає значні зміни, викликані розвитком новітніх технологій, зміною стилю життя людей і прагненням до максимальної функціональності та мобільності. Однією з ключових інноваційних технологій, яка впливає на дизайн мобільного житла, є 3D-друк. Відомо, що застосування 3D-друку в будівництві відкриває нові можливості для створення легких і компактних конструкцій, що водночас є міцними та стійкими до навколишнього середовища. Дослідники у цій галузі особливо підкреслюють важливість оптимізації простору в мобільному житлі, що є ключовим фактором для забезпечення комфорту на обмежених площах.

За останнє десятиріччя зросла увага до використання нових матеріалів, екологічності, адаптивності та мінімалізму в дизайні інтер'єрів мобільних житлових одиниць, виготовлених за допомогою 3D-принтерів. Окрім того, значна частина досліджень присвячена соціокультурним аспектам цього явища, підкреслюючи, як концепція мобільного житла відповідає на запити

сучасного суспільства. Вивчаючи доступну наукову літературу з цього питання, можна виділити кілька важливих тем, які формують основу для сучасних досліджень і практики у цій сфері [14].

Технологія 3D-друку в будівництві є революційною, оскільки вона дає змогу швидко і економічно створювати різноманітні конструкції з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Зокрема, 3D-друк стає все більш популярним у сфері мобільного житла, де важливими є такі аспекти, як вага конструкції, її міцність та енергоефективність. Дослідники підкреслюють, що за допомогою 3D-друку можна створити унікальні дизайнерські рішення для інтер’єрів, що відрізняються простотою форм, функціональністю і зручністю у використанні.

Згідно з оглядом наукових джерел, основними матеріалами для 3D-друку в мобільному житлі є бетон, термопластики та інші композитні матеріали, що забезпечують надійність конструкції та її тривалість. Дизайнери також активно використовують технологію 3D-друку для створення меблів та інших елементів інтер’єру, які адаптуються до обмеженого простору мобільного житла. Такий підхід дозволяє максимально ефективно використовувати доступний простір, забезпечуючи комфорт і зручність для мешканців [1].

Окрім технологічних переваг, 3D-друк відкриває нові горизонти у галузі естетики та функціональності інтер'єрів мобільного житла. Як зазначають дослідники, сучасні дизайнери інтер’єрів прагнуть створювати не лише красиві, а й максимально функціональні простори. Мінімалізм, адаптивність, легкість конструкцій і багатофункціональність меблів є основними характеристиками дизайну, створеного за допомогою 3D-друку. Завдяки таким рішенням інтер'єри стають не лише візуально привабливими, а й комфортними та практичними.

Сучасна архітектурна практика дедалі активніше звертається до технологій, які поєднують точність цифрового виробництва з принципами збереження культурної спадщини. Після масштабних руйнувань у містах

особливо актуальним постає питання пошуку ефективних способів реконструкції історичного міського середовища, де необхідно водночас відновити автентичний вигляд будівель і забезпечити відповідність сучасним будівельним нормам. У цьому контексті технології 3D-друку та модульного будівництва відкривають принципово нові можливості для архітекторів, реставраторів і дизайнерів.

3D-друк дає змогу точно відтворювати елементи історичних фасадів, декоративні деталі, скульптурні орнаменти та складні архітектурні форми, які раніше вимагали тривалої ручної праці. Використання цифрових моделей історичних об’єктів дозволяє архівувати архітектурну спадщину в тривимірному форматі та оперативно виготовляти необхідні елементи з бетону, гіпсу чи полімерів. Такий підхід не лише пришвидшує процес відбудови, а й підвищує точність реконструкції — адже кожен фрагмент створюється на основі цифрового аналізу збережених частин або архівних креслень.

Модульна архітектура, своєю чергою, пропонує новий тип мислення в умовах післявоєнного міста. Завдяки стандартизованим блокам, які можна швидко монтувати та демонтувати, з’являється можливість відновлювати житлові або громадські будівлі у стислий термін, з мінімальним втручанням у історичне середовище. Модульні конструкції дозволяють поєднувати сучасні матеріали з традиційною архітектурною мовою — наприклад, створюючи нові будинки в межах старої морфології кварталів, але з можливістю їхньої подальшої трансформації чи адаптації.

Поєднання технологій 3D-друку з модульною системою відкриває перспективу створення гібридних архітектурних рішень, у яких автентичність і технологічність не протистоять одна одній, а утворюють гармонійний синтез. Це дозволяє розглядати відбудову не лише як процес фізичного відновлення зруйнованих об’єктів, а як можливість переосмислення культурної ідентичності міста через нові форми матеріалізації.

Сучасні тенденції в дизайні інтер’єрів мобільного житла вказують на те,

що головна мета дизайнерів — це зручність, естетика та екологічність. Деякі наукові дослідження звертають увагу на важливість використання природних кольорів та матеріалів у дизайні інтер’єру мобільного житла, а також акцентують на значенні індивідуалізації простору для створення відчуття дому навіть у мобільних умовах. Крім того, у науковій літературі досліджуються підходи до оптимізації простору через ергономічне зонування і раціональне розташування функціональних зон, що є особливо важливим у контексті обмеженого простору мобільного житла [2].

Екологічні аспекти дизайну інтер'єрів мобільного житла, створеного за допомогою 3D-друку, є важливим напрямом наукових досліджень. Деякі науковці вказують, що, завдяки використанню екологічно чистих матеріалів та мінімізації відходів у процесі 3D-друку, цей метод будівництва є екологічно безпечним та енергоефективним. Наприклад, дослідження демонструють, що використання композитних матеріалів з переробленими компонентами дозволяє значно знизити екологічний слід мобільного житла.

Для кращого розуміння еволюції технології 3D-друку доцільно розглянути основні етапи її розвитку та напрями застосування в архітектурі, що узагальнено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Етапи розвитку та напрями застосування 3D-друку в архітектурі

Етап	Період	Основні досягнення	Ключові характеристики
Початкові експерименти	2000–2010	Технологія Contour Crafting (Б. Хошневіс); перші будівельні принтери	Фокус на швидкості будівництва, експериментальні цементні суміші
Інноваційні матеріали	2010–2018	Використання геополімерів, композитів, бетонів LafargeHolcim	Підвищення міцності, довговічності, точності друку
Інтеграція дизайну та 3D-друку	2018–2023	Реалізація унікальних форм, адаптивних конструкцій	Гнучкість, зменшення відходів, індивідуалізація форм
Мобільне житло та	2023–дотепер	3D-друк мобільних модулів, Tecla House,	Енергоефективність, мобільність, мінімальний

екологічність		соціальні рішення Delft Univ.	вплив на довкілля

Окрім того, енергоефективні матеріали, що застосовуються у 3D-друці, дозволяють досягти оптимального рівня теплоізоляції, що сприяє зниженню витрат на опалення та охолодження.

Також значна увага приділяється інтеграції сонячних панелей, систем рекуперації енергії, автономних енергетичних рішень у конструкцію мобільного житла. Це робить мобільне житло не лише екологічним, але й більш економічним у використанні. Інші дослідники звертають увагу на те, що застосування 3D-друку дозволяє будувати житло з мінімальним втручанням у навколишнє середовище, оскільки не потребує важкої техніки або великих обсягів будівельних матеріалів, що позитивно впливає на екосистему.

З огляду на всі вищезазначені аспекти, можна стверджувати, що дизайн інтер'єрів мобільного житла з використанням 3D-друку є перспективним напрямом у сучасній архітектурі та дизайні. Наукові джерела підкреслюють, що потенціал цієї технології для мобільного житла ще не до кінця розкритий, і майбутні дослідження можуть відкрити нові можливості для її розвитку. Вчені прогнозують подальший розвиток технологій 3D-друку, що дозволить створювати більш складні та багатофункціональні конструкції, а також інтегрувати сучасні рішення для оптимізації простору, енергоефективності та комфорту.

Таким чином, наукові джерела надають широке уявлення про переваги, виклики та можливості, які відкриваються перед дизайнерами інтер'єрів у сфері мобільного житла, створеного за допомогою 3D-друку.

1.2. Огляд наукових джерел

Сучасний дизайн інтер’єрів модульного житла, особливо з використанням технології 3D-друку, є відносно новою і динамічною галуззю,

що поєднує архітектуру, інженерію, матеріалознавство, ергономіку та екологію. Наукові дослідження у цьому напрямку охоплюють такі теми як конструктивні рішення, матеріали, просторове зонування, колористика, комфорт користувача, сталий розвиток, стандарти та норми.

Для систематизації наукових праць, присвячених використанню технології 3D-друку в дизайні мобільного житла, доцільно узагальнити основні напрями досліджень у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Наукові напрями досліджень у сфері 3D-друку та мобільного житла

№	Автор / Джерело	Основний фокус дослідження	Ключові результати / ідеї
1	Development of Variable Residential Buildings [32]	Комбіновані конструкції, 3D-друк стін	Модульність, адаптивність, відповідність нормам
2	Robotic Micro-house [31]	Генеративний дизайн, мікрожитло	Мінімізація відходів, компактність, енергоефективність
3	inhabit3D (Delft Univ.) [34]	Соціальне житло, стандартизовані модулі	Комбінування елементів, кастомізація
4	Ergonomics and Aesthetics [39]	Ергономіка апарт-готелів	Просторовий комфорт, адаптивність
5	Principles of Ergodesign [27]	Універсальний дизайн	Доступність, функціональність, просторове планування
6	3D Printing Home Designs (Canada) [30]	Енергоефективність, сталий розвиток	Зменшення матеріальних витрат і відходів
7	Tecla House (Італія) [28]	Еко-матеріали (глина, земля)	Натуральність, локальність, кліматична адаптація
8	Modular House (Україна) [33]	Соціальні потреби ВПО	Мобільність, швидкий монтаж, інженерна інтеграція

Робота «Development of Variable Residential Buildings with 3D-Printed Walls» досліджує можливості комбінованих конструкцій, де несучі елементи (колони, плити) виконані традиційно, а стіни — за технологією 3D друку.

Автори аналізують різні варіанти розмірів модулів (наприклад 3 × 6 м) з метою досягнення архітектурної різноманітності, кліматичних адаптацій і відповідності житловим нормам. Це дослідження важливе тим, що показує, як модулі можуть стандартизуватися для різних кліматичних і функціональних умов, а також для обмежень технології друку стін [35].

У дослідженні «Robotic Micro-house – Experience with 3D Concrete Printing for Housing Construction» презентується підхід до мікро-житла, що друкується бетонним 3D-принтером. Автори використовують генеративні алгоритми і робочі граматики (shape grammars), щоб розробляти форми, які можуть бути адаптовані під різні потреби, забезпечити мінімізацію відходів, зменшення вуглецевого сліду та ефективність конструкцій [41].

Також важливим є магістерський проєкт inhabit3D, Delft University of Technology, який фокусується на соціальному житлі, використовуючи метод Kit-of-Parts, де модулі/частини будівлі стандартизовані і можуть комбінуватися, забезпечуючи універсальність та кастомізацію. Саме це показує, як модульність і 3D друк можуть поєднуватися у соціальних або серійних рішеннях [42].

У наукових джерелах з України та світу можна знайти роботи, які звертають увагу на ергономіку інтер'єрів модульного чи тимчасового житла, зокрема дизайн апарт-готелів для внутрішньо переміщених осіб. У статті «Ergonomics and Aesthetics in the Design of Apart-Hotels: Creating an Adaptive Habitat for Internally Displaced Persons during a Full-Scale Invasion» аналізуються принципи, на які слід орієнтуватися: адаптивність, просторові пропорції, психологічний комфорт, економічна доцільність та естетика.

Сам феномен апарт-готелю розглядається як проміжний тип житла, здатний поєднувати гнучкість готельних сервісів і приватність квартирного середовища. У контексті повномасштабної війни ця модель стає особливо актуальною, адже вона дозволяє швидко реагувати на потреби людей, які були вимушені покинути власні домівки.

У роботі наголошується, що якість житла для ВПО не може зводитися

лише до мінімального забезпечення функціями. Простір має бути розроблений так, щоб зменшувати стрес, забезпечувати відчуття безпеки та створювати можливості для повсякденного життя, максимально наближеного до нормального. Саме тому автори акцентують на принципі адаптивності, який передбачає можливість змінювати внутрішню організацію приміщення без значних витрат часу і ресурсів. Модульні перегородки, трансформовані меблі та гнучкі сценарії використання окремих зон дозволяють адаптувати житло під різні типи сімей та індивідуальні потреби мешканців.

Особлива увага приділена ергономіці простору. У статті підкреслюється важливість правильних пропорцій, раціонального зонування і логічної організації побутових процесів. У невеликому за площею приміщенні кожен елемент має працювати на функційність, тому дослідники наголошують на необхідності продуманих проходів, компактних робочих зон, поєднання приватних і спільних функцій без втрати комфорту. Раціональне використання простору стає запорукою не лише комфортного проживання, але й економічної ефективності проєкту.

Важливим аспектом є також доступність і безпека. У статті зазначено, що апарт-готелі повинні враховувати потреби людей з інвалідністю та забезпечувати умови, які дозволяють їм безперешкодно користуватися житлом. Безпечні маршрути евакуації, прості та надійні інженерні рішення, контрольоване освітлення та матеріали, що відповідають нормам пожежної безпеки, розглядаються як обов’язкові компоненти сучасного адаптивного житла.

Завершуючи аналіз, автори роблять висновок, що апарт-готелі можуть стати ефективним інструментом розв’язання житлової кризи серед ВПО за умови, якщо їхній дизайн базується на поєднанні ергономічних, психологічних, естетичних та економічних принципів. Раціональні та адаптивні просторові рішення, підтримані продуманою естетикою і доступними технологіями, дозволяють створити житло, яке відповідає потребам людини навіть у складних умовах [19].

Також робота “Principles of Ergodesign in the Formation of Residential Interior for People with Disabilities” (Україна) акцентує на універсальному дизайні, параметрах, які впливають на доступність, простору й функціональність в інтер’єрах. У статті наголошується, що основою ергодизайну є чітке врахування параметрів, які впливають на доступність простору. Серед них важливими є розміри дверних прорізів, ширина проходів, висота меблів і обладнання, можливість безперешкодного пересування на візку, оптимальна організація зон користування сантехнікою, кухонним обладнанням і зберіганням речей. Автори підкреслюють, що навіть невеликі відхилення від ергономічних норм можуть створити суттєві бар’єри для людини з порушенням опорно-рухового апарату, тому проєктувальні рішення мають базуватися на точних антропометричних даних.

Окремо розглядається принцип універсального дизайну, який передбачає створення інтер’єрів, що однаково комфортні для людей з різним рівнем мобільності. У роботі пояснюється, що універсальний дизайн не є спеціальним чи адаптованим — це підхід, який закладає безбар’єрність у проєкт із самого початку. Автори наголошують на важливості інтуїтивності користування середовищем, застосуванні контрастних кольорів для орієнтації, безпечних матеріалів, адекватного освітлення та виключення небезпечних перепадів висот.

Дослідження також аналізує, як ергодизайн впливає на функціональність житлових приміщень. Автори вказують, що простір має бути організований так, щоб людина могла здійснювати всі повсякденні дії — приготування їжі, гігієнічні процедури, відпочинок, пересування — без зайвих перешкод і з мінімальним фізичним навантаженням. Особлива увага приділена гнучкості просторових рішень, можливості адаптації середовища з урахуванням прогресування хвороб або зміни потреб користувача. Це передбачає використання мобільних меблів, регульованих за висотою поверхонь, безпечних елементів підтримки та технологій, які полегшують побут.

Зрештою автори доходять висновку, що ергодизайн житлового інтер'єру для людей з інвалідністю має поєднувати точні ергономічні розрахунки, універсальні дизайнерські принципи й підхід, орієнтований на людський досвід. Такий синтез дозволяє створювати житлові простори, які не лише забезпечують доступність, а й сприяють соціальній інтеграції, незалежності та підвищенню якості життя. Дослідження підкреслює, що продуманий дизайн відіграє ключову роль у формуванні гідних умов проживання та усуненні бар'єрів, які можуть обмежувати повсякденну активність людей з порушеннями здоров'я.

Ці принципи важливі в контексті модульного житла, адже воно часто має обмежені розміри та потребує ретельного планування з урахуванням індивідуальних потреб [29]. В дослідженні "A Preliminary Study of 3D Printing Home Designs for Improving Efficiency and Sustainability of Indigenous Housing in Canada" аналізуються матеріали та технології 3D-друку з точки зору енергоефективності, збереження ресурсів, екологічності. У роботі наголошується, що 3D-друк здатен суттєво зменшити обсяг використаних матеріалів завдяки точності формування конструктивних елементів. На відміну від класичного будівництва, у якому значна частина ресурсів витрачається на опалубку, формотворчі конструкції та підгонку матеріалів, адитивні технології працюють за принципом послідовного нанесення матеріалу лише у тих місцях, де це необхідно. Такий підхід дозволяє мінімізувати кількість відходів і зменшити споживання ресурсів, що є критично важливим для регіонів з обмеженою логістикою постачання.

Автори підкреслюють, що одним із ключових переваг 3D-друку є підвищена енергоефективність майбутніх споруд. Завдяки можливості створювати монолітні стінові структури зі складним перетином, такі будинки можуть забезпечувати кращу теплоізоляцію, знижувати тепловтрати й відповідно скорочувати потребу в опаленні. Крім того, технологія дозволяє інтегрувати у конструкцію канали для комунікацій, вентиляції або додаткових інженерних рішень без додаткових витрат матеріалу. Усе це робить 3D-друк

не лише технічно вигідним, а й екологічно оптимізованим.

Окреме місце у дослідженні займає питання сталості та екологічності. Автори аналізують можливість застосування сумішей на основі вторинних матеріалів або локальних компонентів, що зменшує вуглецевий слід і робить виробництво більш адаптивним до умов певної території. У контексті будівництва житла для корінних народів така практичність відіграє ключову роль, оскільки дозволяє створювати будинки, які відповідають місцевим природним умовам і традиціям, не перевантажуючи екосистему.

Дослідження також звертає увагу на перспективи масового й серійного виробництва модульного житла за допомогою 3D-друку. Завдяки зменшенню кількості допоміжних конструкцій і відходів виробництво може бути масштабованим, а процеси зведення — значно пришвидшеними. Це створює потенціал для будівництва великої кількості житлових одиниць за відносно короткий час, що є важливою перевагою в умовах житлової кризи чи надзвичайних ситуацій. Автори підкреслюють, що саме для модульного або повторюваного житла технологія є найбільш ефективною, оскільки дозволяє швидко відтворювати однакові елементи з високою точністю та мінімальними витратами [30].

Проект «Tecla house» (Італія) демонструє використання природних матеріалів (глина, місцева земля), що здійснює сильний екологічний ефект, водночас визначаючи особливості матеріального та естетичного рішення інтер'єру, яке адаптоване під кліматичні умови та місцеві традиції. Є показовим прикладом того, як сучасні технології можуть поєднуватися з природними матеріалами, створюючи житлові рішення з мінімальним впливом на довкілля. У цьому проєкті застосовано 3D-друк із використанням глини та місцевої землі, що дозволило сформувати повністю біорозкладну й екологічно чисту конструкцію. Такий підхід не лише скорочує вуглецевий слід, а й зменшує залежність від традиційних будівельних матеріалів, транспортування яких зазвичай пов'язане з великими енергетичними витратами. Завдяки використанню того, що вже є в природному середовищі,

будинок стає частиною ландшафту і створюється практично без відходів.

У роботі над Tecla House важливою була ідея адаптації архітектурної форми та інтер'єрних рішень до місцевих кліматичних умов. Глиняні стіни, надруковані за допомогою адитивних технологій, мають природні теплоізоляційні властивості та здатність регулювати вологість, що створює стабільний мікроклімат всередині приміщення. Це дозволяє зменшити потребу в додатковому опаленні чи охолодженні і таким чином підвищує енергоефективність будівлі. Завдяки особливостям структури матеріалу інтер'єр набуває природних текстур, які підтримують відчуття органічності та зв'язку з навколишнім середовищем.

Естетичний аспект проєкту також відіграє ключову роль. Внутрішній простір Tecla House сформований таким чином, щоб підкреслити природне походження матеріалів: округлі форми, м'які переходи між поверхнями й характерна шарувата фактура, що виникає внаслідок 3D-друку, створюють унікальну візуальну мову інтер'єру. Таке середовище не лише відображає локальні традиції та ремісничі практики, а й створює нову естетику, яка поєднує інноваційність із природністю. Архітектура будинку демонструє синтез технологічного й органічного підходів, у якому кожен елемент виконує як функціональну, так і символічну роль.

Проєкт Tecla House показує, що застосування природних матеріалів у поєднанні з технологією 3D-друку може суттєво розширити можливості створення сталого, адаптивного та культурно чутливого житла. Це рішення переконливо демонструє, як сучасні технології можуть працювати в гармонії з природним середовищем і традиціями, формуючи нову модель екологічного дизайну, яка здатна вплинути на майбутні підходи до модульного й альтернативного будівництва [22].

У дослідженні «Parametric Design and Modular Construction of a Large Additive-Manufactured Hypar Shell Structure» представлено підхід, який демонструє новий рівень інтеграції технологій 3D-друку, параметричного моделювання та модульної збірки у формуванні архітектурних оболонок.

Автори аналізують, як цифрові інструменти дозволяють створювати складні геометричні форми, що раніше були економічно недоцільними або технологічно складними для реалізації традиційними методами. Завдяки параметричному проєктуванню кожен модуль у структурі може бути точно налаштований відповідно до функціональних та естетичних вимог, що робить конструкцію не лише привабливою візуально, але й оптимізованою за вагою, витратами матеріалу та стійкістю.

У роботі особлива увага приділяється оболонковим і фасадним елементам, які формують не лише зовнішнє сприйняття будівлі, але й впливають на інтер'єрний простір через світло, тінь і структуру поверхонь. Використання матеріалів на основі PLA та інших полімерів відкриває можливості для створення легких, міцних і водночас пластичних форм. Технологія 3D-друку дозволяє варіювати щільність і товщину матеріалу, створюючи унікальні текстури та поверхні з різним ступенем прозорості чи світлопроникності. Такі властивості матеріалу стають особливо цінними у дизайні інтер'єру, адже вони визначають характер освітлення, візуальні акценти та відчуття простору.

Параметричний підхід забезпечує можливість інтегрувати природне й штучне освітлення як активний елемент конструкції. Автори досліджують, як геометрія гіперболічно-параболоїдної оболонки може бути налаштована для формування оптимальних світлових сценаріїв: контроль інсоляції, створення м'яких розсіяних тіней, акцентування певних зон. Таким чином, фасад чи оболонка перестає бути лише зовнішньою огорожею та перетворюється на інструмент формування внутрішнього середовища. Це показує, що у великих адитивно виготовлених конструкціях межа між екстер'єром і інтер'єром стає умовною, а матеріал і геометрія починають визначати атмосферу та функціональність простору.

Дослідження підкреслює, що параметричне моделювання у поєднанні з технологією 3D-друку дозволяє використовувати матеріал не лише як конструктивний елемент, а й як засіб художнього вираження. Фактура,

модульність, світлопроникність і тонка пластика поверхні стають рівноцінними компонентами дизайнерського рішення. У контексті модульного або збірного будівництва такі підходи є надзвичайно важливими, оскільки вони демонструють, що навіть серійні елементи можуть мати високий рівень індивідуалізації та естетичної виразності.

Зрештою автори приходять до висновку, що матеріали, методи обробки й параметричні цифрові технології формують нове бачення інтер'єрного дизайну у 3D-друкованих конструкціях. Їхній вплив виходить за межі суто конструктивної ролі, стаючи основою для створення інноваційних середовищ, де естетика, функціональність і технологічна ефективність працюють як єдина система [43].

Хоча явні стандарти щодо дизайну 3D-друкованого модульного житла ще не закріплені в українському нормативному полі, роботи з модульного житла в Україні вже звертають увагу на критерії: енергоефективність, мобільність або тимчасовість (особливо у випадках внутрішньо переміщених осіб), доступність інженерних мереж і комфорт користувача. Наприклад, стаття «Modular House as a choice of mass individual construction in the conditions of forced internal large scale migration of the population» аналізує умови застосування модульних будинків в Україні з точки зору соціальних потреб, матеріалів і технологій. Вони зосереджуються на тому, як модульні будинки можуть стати ефективною відповіддю на житлові потреби населення, що переживає масштабну внутрішню міграцію. Автори аналізують соціальні передумови зростання попиту на швидкозбудоване житло та підкреслюють, що модульні будівлі дозволяють оперативно створювати безпечні й комфортні умови проживання для переміщених осіб. У роботі розглянуто матеріали й технології, які забезпечують швидке виготовлення та збирання модулів, а також їхню енергоефективність, довговічність і можливість подальшої адаптації. Дослідження показує, що модульне житло в українських умовах є не лише тимчасовим рішенням, але й перспективною моделлю сталого та доступного будівництва [36].

Також компанії, які виробляють модульні будинки в Україні (наприклад, Module House), зазначають, що дотримання норм стійкості, теплоізоляційних властивостей, пожежної безпеки та взаємодії з інженерними комунікаціями є критично важливими. Хоч технологія 3D-друку ще не є масово комерційно поширеною в Україні, існуючі нормативи (ДБН, стандарти утеплення, санітарні норми, доступності) повинні бути адаптовані для нових матеріалів і методів виробництва [38].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ І

Проведений огляд наукових джерел та аналіз сучасних підходів до проектування інтер'єрів модульного житла, виконаного за допомогою технології 3D-друку, дозволяє зробити низку узагальнень.

По-перше, встановлено, що розвиток модульного житла є відповіддю на зростаючий попит суспільства на мобільні, швидко реалізовані та економічні рішення в сфері житлового будівництва. Технологія 3D-друку значно розширює архітектурно-дизайнерські можливості, дозволяючи створювати не лише несучі конструкції, але й інтер'єрні елементи, адаптовані до конкретних потреб користувачів. Це відкриває новий рівень індивідуалізації та оптимізації простору, що особливо актуально у випадках малогабаритного чи тимчасового житла.

По-друге, однією з ключових характеристик сучасного дизайну інтер'єрів модульного житла є адаптивність. Завдяки використанню трансформаційних меблів і багатофункціональних рішень забезпечується максимальна ефективність використання кожного квадратного метра площі. При цьому створюється можливість швидкої перебудови простору залежно від потреб мешканця, що відповідає сучасним тенденціям мобільності та гнучкості.

По-третє, особливого значення набуває впровадження енергоефективних технологій та автоматизованих систем управління мікрокліматом. Сучасне модульне житло повинно не лише задовольняти базові потреби у комфорті, але й відповідати екологічним викликам. Використання «розумних» систем контролю температури та вологості дозволяє підтримувати оптимальні умови незалежно від кліматичної зони, у якій розташоване житло. Це робить модульні будинки придатними для широкого спектра умов експлуатації, включаючи надзвичайні ситуації чи використання як тимчасового соціального житла.

По-четверте, результати аналізу доводять зростаючу роль екологічності та мінімалізму як провідних принципів сучасного дизайну. Технологія 3D-

друку дозволяє використовувати низьковуглецеві та перероблювані матеріали, а також створювати інтер'єрні рішення з урахуванням принципів сталого розвитку. Використання природних кольорів і текстур, спрощених форм і чіткої організації простору сприяє формуванню психологічного комфорту мешканця та відповідає актуальним запитам суспільства на екологічно відповідні рішення.

П'ятим важливим аспектом є питання довговічності та міцності 3D-друкованих елементів. Використання композитних матеріалів, що поєднують легкість і стійкість до навантажень, дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики модульного житла. Це забезпечує можливість багаторазового монтажу і демонтажу без втрати функціональних властивостей, що робить таке житло придатним для тривалого використання, а також вигідним з економічної точки зору.

Крім того, важливо відзначити, що огляд літератури виявив прогалини у нормативно-правовій базі, пов'язаній з використанням 3D-друку в житловому будівництві. Наявні українські будівельні норми (ДБН, ДСТУ) ще не адаптовані до нових матеріалів і методів, тому питання стандартизації та сертифікації рішень залишаються актуальними. Саме тому подальші дослідження у цьому напрямку повинні бути спрямовані на розробку нових методик оцінки ергономічності, довговічності та безпеки 3D-друкованих інтер'єрів.

Таким чином, сучасний дизайн інтер'єрів модульного житла, створеного за допомогою технології 3D-друку, можна охарактеризувати як міждисциплінарний напрям, що об'єднує інноваційні будівельні технології, принципи ергономіки, екологічність, функціональність і естетику. Перспективність цього напряму визначається можливістю поєднання високого рівня комфорту з економічною доступністю та відповідальністю перед довкіллям. У майбутньому такі рішення мають усі шанси стати важливим елементом сталого розвитку міст та задовольнити соціальні потреби у швидкому і якісному житлі.

РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ІНТЕР'ЄРІВ ЖИТЛА ПОБУДОВАНОГО ЗА ДОПОМОГОЮ 3Д-ПРИНТЕРА

2.1 Дослідження світової та вітчизняної проектної практики дизайну модульних житлових будинків, виконаних на 3D-принтері

Закордонний досвід у створенні дизайну інтер'єрів модульного житла, виконаного на 3D-принтері, демонструє кілька інноваційних підходів і напрямків.

Архітектор Джеймс Брюс Гардінер (James Bruce Gardiner) [35] став піонером архітектурного дизайну для будівництва 3D друку з двома проектами. Перша вежа Freefab 2004 та друга Villa Roccia 2009–2010. FreeFAB Tower [41] базувались на оригінальній концепції поєднання гібридної форми побудови 3D друку з модульною конструкцією. Це був перший архітектурний проект будівлі, орієнтований на використання будівельної 3D - друку. Вплив технології можна побачити в різних проектах, включаючи [42] та офіс майбутнього [19]. Проект FreeFAB Tower також зображує перше комерційне комерційне використання багатоосевої роботизованої техніки в будівництві 3D - друку; використання таких машин у будівництві неухильно зростає в останні роки разом з проектами MX3D [29] та Branch Technology [30]. Villa Roccia 2009–2010 зробила цю піонерську роботу на крок далі, розробивши дизайн вілли в Порто-Ротондо, Сардинія, Італія, у співпраці з DShape (рис. 1, 2).





Рис. 1, 2. Інтер'єр вілли в Порто-Ротондо [22]

Дизайн вілли був зосереджений на розробці специфічного архітектурного образу під впливом скельних утворень на місці та уздовж узбережжя Сардинії, а також з урахуванням використання збірного процесу 3D - друку. Проект пройшов прототипування, але не пройшов до повного будівництва.

Франсіош Рош (Francios Roche) (R & Sie) розробив виставковий проект і монографію «Я чув про це» у 2005 році [43], в якій досліджував використання високопродуктивної самохідної змії, як автономного пристрою 3D - друку та генеративної системи дизайну для створення висотних житлових веж. Проект, хоча неможливо втілити в життя за допомогою 147 сучасних технологій, продемонстрував глибоке дослідження майбутнього проектування та будівництва.

Будинок у Техасі на вимогу Ліз Ламберт, перетворився на невеликий офісний готель 3D, надрукований 3D Printhuset (нині COBOD International) та розроблений архітекторкою Аною Гойдеа (Ana Goidea), увібрав в себе вигнуті стіни та брижі ефектів на їх поверхні, щоб продемонструвати свободу дизайну, яку дозволяє 3D - друк в горизонтальній площині (рис. 3, 4). Більшість готелів мають стандартні чотири стіни, і часто будуються однакові будинки знову і знову. Але з 3D-друком можна будувати з мінімальними обмеженнями – тільки криві, куполи та параболи. Це зовсім інший спосіб будівництва [36].



Рис. 3, 4. Інтер'єр готелю El Cosmico [36]

На сьогодні існує значний досвід друкування різноманітних за призначенням будівель: одноповерхових та з одним приміщенням; двоповерхових з декількома приміщеннями, в конструкції яких використовують арматурні елементи; з екологічних матеріалів та енергозаощаджувальних; багатоповерхових; різноманітної зовнішньої архітектури, яка враховує призначення будівлі, національні традиції та затратні показники.

Одним з таких прикладів є Нідерланди. Компанія Kamp C вперше надрукувала двоповерховий будинок, який слугує як житловий простір і як прототип екологічного мобільного житла (рис. 5, 6). У дизайні інтер'єру цього проєкту використані мінімалістичні рішення, які акцентують увагу на екологічності та енергоефективності. Інтер’єр побудований з урахуванням максимальної функціональності та легкості перебудови для майбутніх власників. Всередині споруди є передпокій, дві великі кімнати та кухонна зона. До того ж будинок має підігрів підлоги, тепловий насос та навіть сонячні панелі [38].





Рис. 5, 6. Інтер’єр двоповерхового будинку в Бельгії [38]

Наступною країною є США. Компанії ICON і Mighty Buildings активно використовують 3D-друк для швидкого створення доступного житла. Їхні проєкти демонструють, що сучасне мобільне житло може бути стильним і водночас доступним. Інтер'єри орієнтовані на комфорт і компактність,

включають модульні меблі і багато вбудованих рішень, які оптимізують простір (рис. 7, 8).





Рис. 7, 8. Інтер'єр будинку у комплексі Коачелла-Веллі [37]

У Франції розробили проєкт Yhnova у Нанті – це один з перших будинків, надрукованих на 3D-принтері, де враховувалися потреби мобільного житла. Інтер'єр орієнтований на простоту, функціональність і адаптивність до різних побутових потреб. Створені округлі стіни надають інтер'єру природного відчуття простору та комфорту, одночасно полегшуючи мобільність конструкції. Площа будинку становить 95 квадратних метрів й у ньому є чотири окремі спальні. Вартість зведення дому склала $207,000.

Бенуа Фурет вказує, що 3D-друк також дозволяє архітекторам бути креативнішими й більше працювати над формами будинків, які вони зводять. Наприклад, будинок у Нанті був побудований вигнутим, аби зберегти 100-річні дерева, які ростуть на ділянці (рис. 9), [44].



Рис. 9. Інтер'єр будинку в Нанті [44]

У Китаї компанія WinSun використовує методику швидкісного 3D-друку для будівництва модульного житла, зокрема мобільного. Вона створила серію житлових блоків з легких та міцних матеріалів. У дизайні інтер'єрів вони акцентують увагу на інноваційних матеріалах і мінімалістичному підході, що дозволяє легко адаптувати житло під різні кліматичні умови і потреби (рис. 10).

Китайські майстри цінують можливості фірми і на батьківщині – для внутрішнього ринку виготовляються автобусні зупинки, туалети, малі архітектурні форми та інша продукція не надто масштабна, але у великих обсягах. В асортименті продукції, крім будівельних конструкцій, широко представлена створена за допомогою 3Д друку меблі, дизайн та якість яких високо оцінив Ілон Маск. Мільярдер вирішив залучити китайського виробника до здійснення свого грандіозного транспортного проекту Hyperloop – WinSun довірили виготовлення стійок та сидінь для салону транспорту майбутнього [33].



Рис. 10. Інтер’єр двоповерхової вілли у місті Сучжоу[13]

Усі ці приклади показують, що 3D-друк дає широкі можливості для створення індивідуалізованих і водночас універсальних рішень для мобільного житла. Інтер’єри таких об'єктів часто мають риси мінімалізму, екологічності та практичності, а також використовують інноваційні матеріали

та модульні компоненти, що робить їх легко трансформованими та економічними.

В Україні інтерес до створення модульного житла за допомогою 3D-друку поступово зростає, хоча поки що значного поширення не отримав. Проте кілька проєктів і дослідницьких ініціатив показують, що технологія 3D-друку та підходи до дизайну модульного житла стають актуальними у сфері архітектури та будівництва. Деякі українські фірми співпрацюють із зарубіжними виробниками 3D-принтерів для будівництва та адаптують їхні технології до місцевих умов. Водночас, такі проєкти часто використовують досвід закордонних колег у дизайні інтер'єру, але з урахуванням особливостей клімату і стандартів України.

Перший 3D-надрукований будинок в Ірпені у 2024 році український стартап UTU побудував перший в Україні будинок, надрукований на 3D-принтері. Цей будинок, площею 130 квадратних метрів, був зведений всього за 58 годин роботи принтера, використовуючи спеціально розроблену бетонну суміш, яка дозволяє швидко створювати стійкі до ушкоджень стіни. Дизайн включає простору вітальню, три спальні і кухню-студію, а також безпечні вікна та енергоефективні технології, що забезпечують комфортне та захищене житло (рис. 11, 12). Він був переданий сім'ї загиблого українського солдата Ярослава Березова, чий дім був зруйнований під час окупації міста російськими силами.





Рис. 11, 12. Інтер'єр будинку у Ірпені [26]

У Львові реалізується унікальний для Європи та України проєкт — будівництво школи, створеної за допомогою технології 3D-друку. Ініціатива належить гуманітарному фонду Team4UA, а технічну частину забезпечує данська компанія COBOD у співпраці з 3DCP Group. Будівля площею близько 370 м² розрахована на приблизно сто учнів молодших класів і є першою в Європі школою, стіни якої надруковано на 3D-принтері. Бетонна суміш для друку майже повністю складається з місцевих матеріалів, що робить проєкт економічним, екологічним та технологічно ефективним. Архітектура школи передбачає створення повноцінного освітнього середовища з класами, вчительськими приміщеннями, санвузлами та облаштованими зонами для дітей (рис. 14, 15).

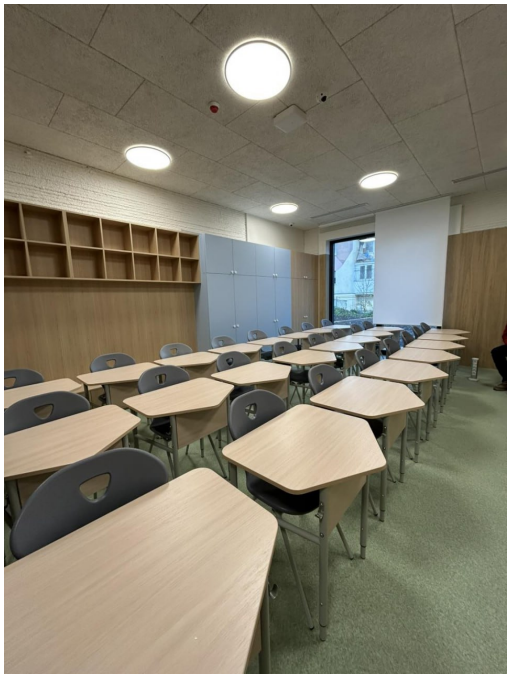
На сьогодні основні будівельні та внутрішні роботи завершено: надруковані стіни повністю готові, виконано оздоблення, встановлюються меблі. Будівля вже сформована як цілісний освітній простір. Незавершеним залишається лише благоустрій території довкола школи. Триває облаштування дитячих майданчиків, тераси, пішохідних зон і пандусів, які є обов’язковими для забезпечення доступності та безпеки. Ці зовнішні роботи потребують додаткового часу, однак вони не впливають на готовність самої будівлі (рис. 13).



Рис. 13. Зображення екстер’єру початкової школи у Львові [34]

Згідно з офіційними повідомленнями, школа буде повністю готова прийняти перших учнів після завершення благоустрою території, що заплановано до кінця 2025 року. Саме тоді очікується відкриття та запуск навчального процесу для перших першокласників. Цей проєкт демонструє не лише технічні можливості 3D-друку, а й здатність сучасних технологій оперативно відповідати на виклики війни, створюючи безпечні, сучасні та комфортні умови для освіти дітей, які особливо цього потребують.

Вартість будівництва нового корпусу – 800 тисяч доларів. Загалом школа мала б запрацювати вже з 1 січня 2024 року. Додатковий навчальний корпус загальноосвітньої школи №23, за попередніми розрахунками, стане найбільшим навчальним закладом у світі, побудованим за допомогою такого 3D-принтера.



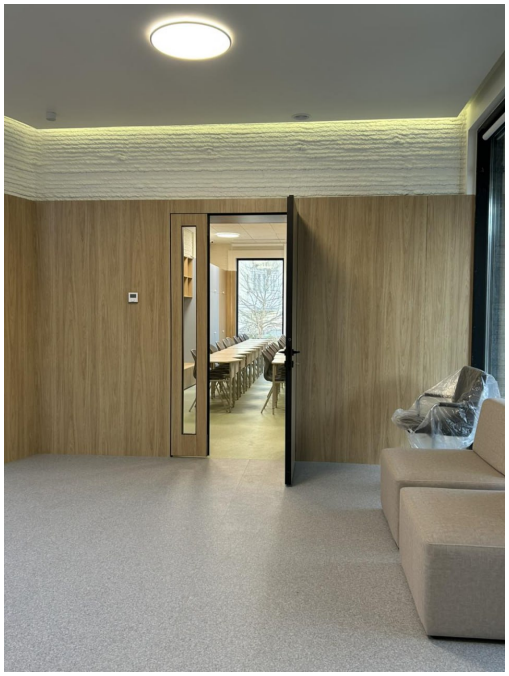


Рис. 14, 15. Зображення інтер'єру початкової школи [34]

Харківський проєкт тимчасового житла для переселенців – у 2023 році група архітекторів із Харкова розробила концепт мобільного житла з 3D-друку, який був представлений на кількох конференціях. Проєкт розроблений для забезпечення житлом переселенців із постраждалих регіонів.



Рис. 16. Екстер'єр відновлених будинків із архітектурними "латками", створеними завдяки 3D-друку [39]

Архітектори зауважують, що їхнє рішення дозволить не лише швидко відбудувати зруйновані росією будинки одного з найбільших за кількістю мешканців міст України, а й створити нові, комфортні умови для тих, хто повернеться додому (рис. 16). Кожен модуль матиме два рівні: дорослий і дитячий. До першого входять вітальня, кухня, ванні кімната та робоча зона, до другого — два спальні місця та два робочі, а також потаємна ігрова кімната. На цокольному поверсі передбачені контейнери для зберігання габаритних речей (сноуборди, коляски, самокати тощо). Загальна площа одного модуля — 31,3 м². Інтер'єр таких будинків спланований таким чином, щоб бути максимально функціональним і компактним, з можливістю швидкого перевезення та встановлення в різних умовах (рис. 17).



Рис. 17. Інтер'єри житлового модуля [39]

3D-друковані модулі для садового та дачного будівництва – кілька українських компаній, зокрема ті, що спеціалізуються на малогабаритних дачних будиночках, пропонують готові 3D-друковані модулі як частину садового або дачного інтер'єру (рис. 18). Наприклад, київська компанія PassivDom, яка спочатку займалася екологічними модульними будинками, вивчала можливості застосування 3D-друку для своїх енергоефективних конструкцій, хоча поки їхні рішення не були масово реалізовані.

PassivDom - це український стартап що спеціалізується на проектуванні та будівництві енергонезалежних модульних будинків. Ці будинки створюються за допомогою 3D друку. Засновником стартапу є Максим Гербут родом з Маріуполя. Нещодавно Максим увійшов у рейтинг інноваторів Центральної та Східної Європи за версією Google і Financial Times. Крім Самого Максима Гербурта проект створювався молодими фізиками, яким було цікаво створити новий революційний продукт в одній з найконсервативніших галузях, а саме в будівництві.



Рис. 18. Інтер'єри житлового модуля [32]

В автономному будинку живлення всіх енергетичних систем, включаючи опалення, підігрів води, систем комунікації, безпеки живляться виключно електрикою, яке виробляється сонячними батареями. Площа і потужність сонячних панелей розраховані з урахуванням невеликої сонячної інсоляції в зимовий час в українських широтах, причому розрахунки робилися на основі інсоляційній карті Норвегії, для того щоб забезпечити триразовий запас енергії, що генерується.

Цікавою особливістю автономного модульного будинку є власна розробка - спільне використання електромереж акумуляторів з тепловими акумуляторами. Фахівцями PassivDom були розроблені алгоритми перетворення тепла в електроенергію і навпаки. Для цього будинок оснастили величезним накопичувачем тепла вага якого становить 7 тонн.

У Київському національному університеті будівництва і архітектури також створено кілька прототипів модулів для мобільного житла з використанням технології 3D-друку, які можуть служити як тимчасове або компактне житло. Викладачі разом зі студентами також займаються дослідженнями екологічних матеріалів, що робить їх розробки більш стійкими та доступними. Ці модулі — це невеликі, автономні конструкції, які можна швидко збудувати та об'єднувати в більші комплекси (рис. 19). Вони розраховані на використання як тимчасове житло для людей, яким потрібно

швидко поселитися (наприклад, внутрішньо переміщені особи або люди після надзвичайних ситуацій), або як компактні квартири для обмежених умов проживання.



Рис. 19. Фото з лабораторії 3D-друку КНУБА [31]

Крім того, університетська команда досліджує екологічні матеріали, тобто суміші або складники для 3D-друку, які менш шкідливі для довкілля, енергозберігаючі та дешевші. Це робить їхні модулі більш стійкими (екологічно й експлуатаційно) та доступними для масового використання у майбутньому.

Насправді поки що ці модулі не застосовуються у повноцінному житловому будівництві — вони залишаються в рамках науково-дослідних проєктів і тестових експериментів. Але університетська команда бачить у них потенціал для масового виробництва та швидкого створення тимчасових або компактних житлових рішень.

Хоча масове виробництво таких будинків ще не розвинене, українські компанії та університети активно досліджують і просувають цю технологію для майбутніх можливостей. Попри обмежену кількість реалізованих проєктів, Україна має значний потенціал у розвитку мобільного житла з використанням 3D-друку, особливо в умовах потреби у швидкому і доступному житлі для переселенців та вразливих груп населення.

2.2 Вивчення нормативної бази проектування житла та їх адаптація до 3D-друку будівель

Проєктування житлових будівель в Україні базується на діючих державних будівельних нормах (ДБН) та стандартах (ДСТУ), які визначають загальні вимоги до архітектурних, конструктивних, інженерних, санітарно-гігієнічних, енергетичних і безпекових аспектів. Для теми модульного житла з 3D-друку особливо важливо розуміти, які з цих норм застосовні безпосередньо, які можуть потребувати адаптації, а які — доповнення.

Головним нормативним документом для проєктування житлових будинків є ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» (зі Зміною № 1). Ці норми поширюються на проєктування нових, реконструкцію та капітальний ремонт житлових будинків висотою до 73,5 м включно, а також передбачають застосування спеціальних положень для будівель висотою понад 73,5 м та до 100 м за умовами Додатка А.

ДБН В.2.2-15:2019 визначає нормативи щодо площі житлових приміщень, висоти стель, мінімальних габаритів коридорів, санітарних зон, планувальної організації квартир і житлових блоків, доступності для людей з обмеженими можливостями тощо. Зокрема, встановлено, що висота житлових приміщень повинна бути не менше 2,5 м (з урахуванням кліматичних умов — до 2,7 м), а мінімальна ширина коридорів — не менше 1,6 м при довжині коридору до 40 м.

У змінах до ДБН враховано нові архітектурні терміни — «тераса», «французький балкон», «веранда», також доповнено положення щодо кухонь-ніш, об’єднаних кухонь та засклених лоджій.

Крім цього, ДБН В.2.2-15 має посилання на інші норми, які обов’язково враховувати:

- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва» (загальні вимоги до захисту від пожеж)
- ДБН В.1.1-12 «Будівництво у сейсмічних районах» — для будівель, що

розташовані на сейсмічно активних територіях

- ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» — особливо важливий при проєктуванні оболонок модульного житла для забезпечення енергоефективності
- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід і каналізація», ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» — для внутрішніх інженерних систем.

Серед інших нормативів, які стосуються забудови територій і планування, важливим є ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», який регламентує щільність забудови, розміщення будівель, відступи, озеленення території, транспортні зв’язки, нормативи щодо інсоляції і світлопроникності.

Також при розробці генплану використовується ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень», який містить загальноприйняті норми для планування населених пунктів (вулиць, кварталів, інфраструктури).

Не можна оминути норматив ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення», який встановлює вимоги доступності середовища для осіб з обмеженою рухливістю (безбар’єрний доступ, пандуси, ширини дверних прорізів, санітарні модулі тощо).

Окрім ДБН, важливо враховувати стандарти ДСТУ, які можуть регулювати окремі аспекти конструкцій, матеріалів, безпеки, енергетики. Наприклад, ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Енергетичне обстеження будинків» визначає методи енергетичної паспортизації й оцінки енергоефективності будівель.

Також стандарти ДСТУ щодо систематизації термінології, як-от ДСТУ 1.1:2015 «Національна стандартизація. Стандартизація та суміжні види діяльності», забезпечують єдине розуміння термінів у проєктній документації.

Крім того, при проектуванні внутрішніх мереж, матеріалів тощо, застосовуються відповідні ДСТУ чи національні стандарти щодо труб,

сантехнічного обладнання, теплоізоляційних матеріалів, електрообладнання тощо.

Незважаючи на велику кількість чинних норм, при проєктуванні інтер'єру модульного житла, створеного технологією 3D-друку, виникає необхідність адаптувати існуючі нормативи:

- Обмеження щодо висоти приміщень і габаритів коридорів — у модульних рішеннях часто важливо зменшити внутрішні об'єми, але задовольнити норматив мінімальної висоти (2,5 м) та мінімальні ширини проходів.
- Енергетичні норми та теплоізоляція — модульні конструкції можуть мати тонші стінки, тому застосування нових теплоізоляційних матеріалів чи композитів має відповідати ДБН В.2.6-31.
- Пожежна безпека та вентиляція — інтеграція вентиляційних каналів, прокладання інженерних мереж всередині стін чи фасадів 3D-друку повинна бути узгоджена з ДБН В.1.1-7 і суміжними нормами.
- Доступність та інклюзивність — навіть у компактних модулях має бути забезпечено доступність (ширини дверей, переходи, санвузли) згідно з ДБН В.2.2-40.
- Конструктивні норми — оскільки 3D-друковані елементи можуть мати специфічні навантаження та механічні характеристики, необхідно порівняти їх із загальними вимогами ДБН В.1.1-12 (сейсміка), ДБН В.1.1-24 (геологічні процеси) та ін.
- Модульність і збирання-розбирання — існуючі норми частіше розраховані на постійні конструкції, тоді як модульне житло може передбачати повторне монтажне використання — це потребує розширення стандартів щодо знімних з'єднань, стиків, герметизації тощо.

2.2.1 Міжнародні стандарти та норми щодо 3D-друку будівель

Нормативна база, яка регулює процеси проектування та будівництва житла за допомогою 3D-друку, є важливим аспектом дослідження, оскільки технологія лише нещодавно стала застосовуватися для будівельних цілей. Зокрема, стандарти та вимоги до 3D-друкованого житла включають нормативи щодо матеріалів, технологічних процесів та екологічної стійкості, оскільки в таких конструкціях важливо дотримуватися вимог безпеки, функціональності та екологічності.

Один з ключових документів, що визначає основи проектування будівель із застосуванням 3D-друку, стосується використання композитних матеріалів, таких як бетон та пластики, які відповідають стандартам міцності та екологічної безпеки. Наприклад, стандарт ISO/ASTM 52900-15 стосується адитивного виробництва, забезпечуючи основні терміни та концепції, які мають застосовуватися в контексті будівельних 3D-принтів. Це дозволяє забезпечити однаковий рівень якості конструкцій у різних країнах [3].

Міжнародні стандарти щодо 3D-друку поступово розробляються для забезпечення єдиних вимог до 3D-друкованих будівель. Наприклад, стаття "3D-Printed Mortars with Marble Powder Towards Sustainable Construction" від M. Jesus, E. Ribeiro, B. Rangel та інших (2024) обговорює застосування стійких матеріалів і важливість адаптації стандартів для забезпечення екологічної безпеки 3D-друкованого житла. Згідно з дослідженням, використання таких матеріалів дозволяє зменшити вплив на навколишнє середовище, що є одним із пріоритетних завдань для мобільного житла, створеного за допомогою 3D-друку [3].

Окрім цього, публікація "Additive Energy: 3D Printing Thermally Performative Building Elements with Low Carbon Earthen Materials" від A. Curth (2024) обговорює стандарти термальної ефективності, які стають важливими у зв’язку із зростаючою необхідністю енергоефективності житла. Автори досліджують використання низьковуглецевих матеріалів, що забезпечують достатній рівень теплоізоляції і відповідають вимогам міжнародних

стандартів енергоефективності [11].

В умовах обмеженого простору мобільного житла ключовими аспектами є максимальна функціональність та естетичність інтер'єрів. Дослідження "Design and In-house Manufacturing Dynamics of a Modular RDE" (2024) від K. Shook, B. Delgado підкреслює значення модульності та ергономіки у обмеженому просторі. Автори зазначають, що мобільні чи компактні житлові модулі повинні передбачати максимально гнучке зонування, що дозволяє комбінувати навчальну, спальну та відпочинкову зони в єдиний простір за допомогою трансформованих меблів або мобільних перегородок, раціональне використання вертикального простору через полиці, підвісні системи зберігання та багатофункціональні настінні елементи, а також інтегровані системи зберігання, які мінімізують захаращення приміщення.

У випадку 3D-друкованого житла важливо правильно позначати матеріали у кресленнях. Оскільки стіни формуються шар за шаром екструзійного бетону, традиційні позначення цегли чи блоків недоречні, тому найбільш коректним є використання термінів «3D-друкований бетон», «Layered Concrete Structure» або «екструдований цементний композит». Таке позначення не лише відображає технологію виробництва, але й дає зрозуміти конструктивну суть елементів, що важливо для подальшого планування інтер’єру, монтажу комунікацій та інтеграції меблів. З огляду на ергономіку, дизайн інтер’єру у 3D-друкованих будинках може передбачати трансформовані простори, де спальна зона поєднується з навчальною або робочою, а транзитні зони залишаються відкритими, зберігаючи відчуття простору, що відповідає принципам функціональної модульності та максимального використання обмеженого простору [23].

Інше дослідження «An Additively Manufactured Orthomode Transducer for Satellite Communications Antenna Feed Systems» авторства X. Wen та співавторів розглядає технічні аспекти виготовлення деталей для 3D-друкованих інтер’єрів, які спрямовані на оптимізацію використання простору та підвищення функціональності. Такий підхід дозволяє ефективно економити

місце та забезпечує більший комфорт у невеликих приміщеннях мобільного житла [5].

Також з основних нормативних вимог до модульного житла є:

- Пожежна безпека: Модульне житло повинно відповідати стандартам пожежної безпеки, щоб мінімізувати ризики займання та забезпечити швидку евакуацію мешканців. Міжнародні норми, такі як NFPA 101 (Life Safety Code), регулюють вимоги до протипожежних систем, матеріалів з низькою займистістю та евакуаційних виходів [40].
- Екологічність: Українські нормативи, як і міжнародні стандарти на зразок LEED та BREEAM, вимагають використання екологічно чистих, перероблюваних матеріалів і обмеження шкідливих викидів. Такі вимоги сприяють розвитку будівель, які відповідають стандартам сталого розвитку та зменшують вплив на довкілля [40].
- Енергоефективність: Сучасні стандарти, такі як EN 16309 у Європі та ASHRAE 90.1 у США, визначають енергоефективність через мінімізацію тепловтрат і використання відновлюваних джерел енергії. В Україні діють відповідні стандарти, включно з вимогами до термоізоляційних характеристик, що дозволяє скоротити енергоспоживання мобільного житла [41].
- Міцність і довговічність: Матеріали, які використовуються для 3D-друку, повинні відповідати стандартам міцності. Наприклад, спеціальні бетонні суміші, що застосовуються у 3D-друці, повинні витримувати навантаження та стійкі до погодних умов. Європейський стандарт EN 206 визначає вимоги до бетонів, включаючи витривалість у жорстких кліматичних умовах.
- Зносостійкість: Матеріали для 3D-друку мобільного житла повинні мати високу стійкість до механічного зношування, враховуючи мобільність таких будівель. Для цього важливо дотримуватися стандартів на зразок ASTM C33, що встановлюють вимоги до бетонних сумішей [29].
- Екологічність: Нормативи, такі як ISO 14040, визначають вимоги до

екологічності матеріалів, враховуючи їх життєвий цикл. Це включає контроль над кількістю шкідливих речовин у складі матеріалу, а також можливість його переробки [42].

- Будівельні норми та допуски: Нормативна база для 3D-друкованих будівель часто стикається з труднощами через відсутність встановлених стандартів. У багатьох країнах існують лише загальні вимоги до конструкційної міцності, проте специфічних регуляцій для 3D-друкованого будівництва поки немає.
- Сертифікація матеріалів: Нові матеріали, які використовуються для 3D-друку, потребують сертифікації. У багатьох країнах цей процес затримується через брак прецедентів та тривалість перевірок, тому виникає потреба у створенні окремих стандартів для 3D-друкованих будівельних матеріалів.
- Обмеження в законодавстві: Багато країн мають суворі обмеження на використання нетрадиційних методів будівництва. Наприклад, у США будівельний кодекс IBC включає обмеження для 3D-друкованих будівель через відсутність гарантій довговічності таких конструкцій.

У Європі проводяться експериментальні проєкти з адаптації 3D-друкованих будівель до будівельного законодавства. Наприклад, у Нідерландах розроблено програму пілотних проєктів для тестування життєздатності 3D-друкованих будинків на практиці.

У США існують спеціальні програми для забезпечення мобільних 3D-друкованих будівель за короткі строки. Один із таких проєктів відомий під назвою ICON's Community First Village, який є першим 3D-друкованим житлом, сертифікованим відповідно до американських стандартів житлового будівництва.

Китай активно розвиває технології 3D-друку будинків, зокрема багатоповерхівок. Китайські стандарти були змінені для включення нових матеріалів і технологій, що сприяло швидкому розвитку таких проєктів, як WinSun.

В Україні бракує конкретних нормативів для 3D-друкованих будівель. Зважаючи на зростаючу популярність технології, необхідно розробити стандарти для контролю якості матеріалів та безпеки будівель, створених за допомогою 3D-друку.

В Україні нормативна база у сфері будівництва поступово адаптується до вимог сучасного будівництва з використанням інноваційних технологій. Деякі з документів, такі як ДБН В.2.6-31:2016 "Конструкції будинків і споруд. Вимоги до проектування", визначають базові принципи проектування і будівництва будівельних конструкцій. Однак, на даний момент не існує окремих стандартів для модульного житла або житла, створеного за допомогою 3D-друку, що вказує на потребу в розробці спеціалізованих регулятивних документів у цій сфері [43].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ ІІ

У результаті проведеного аналізу встановлено, що технологія 3D-друку в житловому будівництві є перспективним напрямом, який поступово змінює підходи до формування інтер'єрів. Було доведено, що основними характеристиками такого житла є компактність, адаптивність, багатофункціональність та орієнтація на потреби користувачів.

Виявлено, що у світовій практиці 3D-друковані інтер'єри мають виражену тенденцію до мінімалізму та ергономічності. Прикладами є реалізовані проекти компанії ICON у США, де житлові квартали обладнані багатофункціональними меблевими модулями та системами «розумного дому», а також проєкт TECLA від італійської компанії WASP, що відзначається використанням екологічних матеріалів та органічних форм у інтер'єрних рішеннях.

Вітчизняний досвід на сучасному етапі ще перебуває на стадії апробації, однак вже сформував власні пріоритети. Доведено, що українські проекти орієнтуються передусім на економічну ефективність, швидкість зведення та відповідність чинній нормативній базі. Інтер'єри таких об'єктів формуються з урахуванням мінімальних вимог ДБН щодо площі приміщень, висоти стель, ергономіки робочих зон та доступності. Встановлено, що на відміну від зарубіжних практик, які роблять акцент на експериментальних формах і матеріалах, вітчизняні рішення є більш стриманими, прагматичними та зорієнтованими на масове застосування.

Поглиблений аналіз підтвердив, що ергономіка та психологічний комфорт мешканців є визначальними критеріями сучасного дизайну. Використання мобільних перегородок, трансформованих меблів і автоматизованих систем управління мікрокліматом забезпечує можливість гнучкого переформатування простору відповідно до індивідуальних потреб. Це особливо важливо для модульного житла з обмеженою площею.

Особлива увага приділена питанню екологічності та сталого розвитку. Встановлено, що у зарубіжних проектах активно впроваджуються

низьковуглецеві матеріали, біополімери та композити з можливістю вторинної переробки, тоді як в Україні такі технології лише набувають поширення. Це підтверджує потребу у подальшій адаптації інновацій до вітчизняних умов.

Разом із тим, аналіз показав, що інтер'єрні рішення 3D-друкованого житла мають відповідати чинним будівельним нормам і стандартам. Було виявлено, що українська нормативна база (ДБН та ДСТУ) встановлює чіткі вимоги до параметрів житлових приміщень, пожежної безпеки, інклюзивності та енергоефективності. У світовій практиці спостерігаються спроби виходу за рамки традиційних норм, тоді як вітчизняні приклади поки що суворо спираються на нормативи. Це засвідчує актуальність завдання щодо оновлення й адаптації нормативної бази під потреби інноваційних технологій.

Таким чином, проведене дослідження підтвердило, що інтер'єри житла, створеного за допомогою 3D-друку, формуються на перетині функціональності, екологічності, ергономічності та нормативної відповідності. Було виявлено, що світові проекти задають вектор розвитку, демонструючи приклади високого рівня адаптивності та сталості, тоді як українська практика лише формує власний шлях, поєднуючи економічність із дотриманням державних норм.

Встановлено, що для подальшого розвитку інтер'єрів модульного житла необхідним є поєднання інноваційних технологій з жорсткими нормативними вимогами. Лише таке поєднання здатне забезпечити не лише комфорт та функціональність, але й довговічність, екологічність і безпеку майбутніх будівель.

Останнім часом усе очевиднішою стає необхідність адаптації існуючих будівельних норм до нових технологій, адже 3D-друковані об'єкти мають специфічні особливості конструкцій і матеріалів. Лише поєднання жорстких нормативних вимог із гнучкістю інноваційних рішень дозволить створити безпечне, комфортне та функціональне модульне житло майбутнього.

РОЗДІЛ ІІІ. ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИЗАЙНУ ІНТЕР’ЄРІВ МОДУЛЬНОГО ЖИТЛА ПОБУДОВАНОГО ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ

3.1 Дослідження функціонально-технологічних особливостей та процесів

Однією з основних характеристик модульного житла є необхідність оптимізації простору через ефективне зонування та функціональне планування. Відповідно до досліджень, таких як "What is the meaning of adaptability in the building industry" (R. Schmidt III, 2010), адаптивність простору дозволяє оптимально використовувати обмежену площу. Це досягається завдяки компактним зонам, що можуть легко трансформуватися для різних функцій, таких як приготування їжі, робота, відпочинок і зберігання. Така гнучкість є надзвичайно важливою для модульного житла, де кожен квадратний метр повинен бути задіяний для різних завдань протягом дня. Зонування дозволяє максимально використовувати простір і забезпечити комфорт, надаючи окремі зони для кожного типу діяльності [36].

Застосування технології 3D-друку в модульному житлі дозволяє створювати інтер'єрні елементи та меблі, які є не лише функціональними, а й адаптованими до конкретних потреб користувачів. Наприклад, меблі, створені за допомогою 3D-друку, можуть мати легкі, але водночас міцні конструкції, що дозволяє економити простір і забезпечує можливість легкого переміщення або складання елементів. Такий підхід особливо важливий для мобільного житла та невеликих приміщень, де кожен квадратний метр має значення.

Дослідження «Securing healthy circular material flows in the built environment» (B. Geldermans, 2020) демонструє, що технологія 3D-друку дозволяє досягати високої точності виготовлення деталей і меблів, адаптуючи їх форму та розмір до конкретних потреб простору. Це забезпечує не лише ергономічність і зручність у користуванні, але й оптимізує функціональність інтер’єру, дозволяючи створювати індивідуальні рішення, що максимально ефективно використовують наявний обсяг приміщення. Це дозволяє створювати унікальні модулі та меблі, які ідеально пасують до інтер'єру і можуть бути легко адаптовані до різних вимог мешканців [38].

Зокрема, 3D-друк відкриває можливості створення інтегрованих систем для зберігання та організації речей, таких як вбудовані шафи, розкладні столи та багатофункціональні конструкції. Ці елементи можуть мати спеціальні ніші для зберігання, щоб зменшити кількість відкритих полиць і зберегти простір візуально вільним та організованим.

Зважаючи на мобільний характер такого житла, важливо забезпечити оптимальні умови комфорту для мешканців у будь-яких кліматичних умовах. Інноваційні системи контролю мікроклімату, такі як автоматичні системи вентиляції та терморегуляції, сприяють підтримці сталого температурного режиму та мінімізації енергоспоживання. Дослідження "BHiveSense: An integrated information system architecture for sustainable remote monitoring" (J. Martins, 2023) підкреслює важливість використання сучасних сенсорних технологій, які дозволяють контролювати клімат у приміщеннях дистанційно. Це дозволяє мешканцям регулювати температурні умови в модульному житлі та забезпечувати комфорт, незалежно від зовнішніх факторів [37].

Крім того, інтеграція сонячних панелей і систем накопичення енергії дозволяє зробити мобільне житло більш автономним та екологічно дружнім. Застосування енергоефективних матеріалів і технологій зменшує витрати на обігрів та кондиціонування, що є суттєвою перевагою для мобільного житла.

В умовах обмеженої площі модульного житла особливо важливим є використання модульних меблів, які дозволяють швидко трансформувати інтер'єр відповідно до потреб мешканців. Дослідження «Design for 3D Printing: case study for a cold plastic deformation mould» (A. Curth, 2021) підкреслює значення гнучких і адаптивних меблів, здатних виконувати кілька функцій одночасно. До таких рішень належать, наприклад, розкладні ліжка, які вдень можуть служити диванами, або столи, що розкладаються лише під час використання. Використання подібних меблевих систем дозволяє ефективно економити простір і створювати комфортні умови для життя навіть у дуже компактних приміщеннях. Завдяки цьому інтер’єр залишається функціональним і зручним, а мешканці можуть легко адаптувати простір під

різні види діяльності, включаючи відпочинок, навчання чи роботу. Крім того, технологія 3D-друку дозволяє виготовляти такі меблі з легких і міцних матеріалів, забезпечуючи довговічність конструкцій при мінімальному навантаженні на простір [44].

Модульні меблі можуть також легко збиратися і розбиратися, що є перевагою для мобільного житла, оскільки вони забезпечують зручність транспортування та зміну конфігурації простору в залежності від ситуації. Ця адаптивність стає ключовою перевагою, що дозволяє зробити житло більш гнучким та комфортним.

Сучасний дизайн інтер'єру модульного житла, виконаного на 3D-принтері, також враховує естетичні вимоги та екологічну відповідальність. Дизайнери прагнуть до мінімалізму, що дозволяє візуально збільшити простір і зменшити кількість деталей. Екологічно безпечні матеріали, що використовуються в процесі 3D-друку, є важливим аспектом зниження впливу на навколишнє середовище та забезпечення здорового внутрішнього клімату. Такий підхід відповідає сучасним трендам у будівництві модульного житла, які враховують сталість та екологічність.

Застосування натуральних кольорів і текстур також сприяє створенню затишної атмосфери, що важливо для житла з обмеженим простором. Екологічність у виборі матеріалів і мінімізація відходів у процесі виробництва дозволяють значно знизити екологічний слід модульного житла.

3.2. Особливості дизайну та загальні принципи дослідження формування інтер’єрів приміщень побудований за допомогою 3D-принтеру

Сучасний розвиток технологій будівництва призвів до появи абсолютно нових підходів у сфері архітектури та дизайну інтер’єрів. Одним із найбільш перспективних напрямів сьогодні є використання 3D-друку для зведення житлових і громадських будівель. Ця технологія вже вийшла за межі експериментальних лабораторій і стала реальною альтернативою традиційним методам будівництва, що відкриває широкі можливості для формування

інтер’єрів нового покоління. Особливості внутрішнього простору таких будівель зумовлені як матеріальною базою, так і принципово новим способом створення архітектурних форм. Саме тому дослідження інтер’єрів приміщень, побудованих за допомогою 3D-принтера, потребує врахування особливих закономірностей їхнього проектування та естетичного наповнення.

На основі аналізу сучасних проектів та досліджень визначимо ключові принципи формування інтер’єрів модульного житла, надрукованого 3D-принтером, що представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Дизайнерські принципи формування інтер’єрів модульного житла, створеного за допомогою 3D-друку

Принцип	Зміст / реалізація	Приклади реалізації (проекти)	Результат для користувача
Людиноцентричність	Простори проектуються під антропометричні параметри користувачів	ICON (США) — меблі інтегровані в архітектуру	Ергономічність, зручність, персоналізація
Гнучкість простору	Мобільні перегородки, змінні конфігурації приміщень	Mighty Buildings (США) — адаптивні планування	Можливість трансформації простору
Екологічність	Місцеві природні матеріали, глиняні та волокнисті суміші	TECLA (Італія) — інтер’єри з глини	Натуральність, гармонія з довкіллям
Свобода формотворення	Відмова від прямолінійної геометрії, біонічні форми	Gaia House (WASP)	Органічна естетика, унікальний образ
Інтеграція технологій	IoT-системи, “розумний дім”, енергомоніторинг	ICON, Laszlo et al. (2025)	Автоматизація, енергоефективність, комфорт

Найважливішим принципом у формуванні інтер’єрів модульного житла

є людиноцентричність. 3D-друк дозволяє враховувати індивідуальні параметри користувачів і створювати простір, що відповідає антропометричним вимогам. Це означає, що інтер'єри можуть бути максимально ергономічними, пристосованими до способу життя конкретної людини чи сім'ї. Наприклад, у проектах компанії ICON у США внутрішні простори будинків формуються з урахуванням оптимального використання площі: меблі інтегруються в архітектурні елементи, зберігання організоване у вбудованих нішах, а зони плавно переходять одна в одну. Завдяки цьому створюється відчуття просторової гармонії, де кожна деталь виконує функцію, і немає зайвих елементів.

Ще однією важливою особливістю є гнучкість та можливість трансформації внутрішнього простору. Модульна система 3D-друку дозволяє формувати різні конфігурації житла, об'єднувати чи відокремлювати приміщення залежно від потреб мешканців. Такі будівлі можуть легко змінювати внутрішню структуру завдяки мобільним перегородкам або багатофункціональним стінам. У проектах компанії Mighty Buildings ця ідея доведена до досконалості: простір інтер'єру легко адаптується під різні сценарії — від компактного студійного планування до повноцінної багатокімнатної квартири. Це свідчить про те, що 3D-друковане житло є не статичним, а живим організмом, який може змінюватися разом із життям його мешканців.

Важливе місце у дизайні таких інтер'єрів займає екологічність. Оскільки 3D-друк у будівництві активно орієнтується на використання місцевих природних і перероблюваних матеріалів, інтер'єри також формуються у відповідності до цього принципу. Так, у проєкті TECLA від італійської компанії WASP інтер'єрні рішення реалізовані на основі глиняних сумішей, змішаних із натуральними волокнами. Фактурність стін, природні відтінки та тепла атмосфера простору створюють відчуття гармонії людини з природою. Таким чином, екологічність у 3D-друкованому інтер'єрі є не лише технологічним чи енергетичним аспектом, а й естетичною категорією, яка

визначає візуальний образ та психологічне сприйняття простору.

Особливості формотворення інтер'єрів у будівлях, надрукованих 3D-принтером, пов'язані з можливістю відмовитися від традиційної прямолінійної геометрії. Технологія дозволяє реалізовувати органічні, біонічні та криволінійні форми, які раніше були складними або занадто дорогими у виконанні. Завдяки цьому інтер'єри набувають нового характеру: стіни можуть бути хвилястими, стеля плавно перетікати в підлогу, а перегородки виконувати функцію декоративних скульптурних елементів.

Подібні рішення ми бачимо у Gaia House від WASP, де інтер'єр побудований на основі біонічних форм, що поєднують в собі функціональність і природну органіку. У результаті простір сприймається не лише як житлове середовище, а як цілісна художня композиція, створена з урахуванням законів природи.

Ще одним принципом, який формує характер інтер'єру, є інтеграція розумних технологій. На відміну від традиційного будівництва, де «розумний дім» встановлюється після завершення основних робіт, у 3D-друкованому житлі такі системи закладаються ще на етапі проектування і друку. Це дозволяє максимально гармонійно інтегрувати датчики, комунікації та системи управління у саму структуру приміщення. Сучасні проекти ICON або дослідження Laszlo та колег (2025) свідчать про те, що інтер'єри таких будинків проектуються відразу з урахуванням IoT-систем, що дає змогу забезпечити високий рівень енергоефективності та комфорту, не порушуючи естетичної цілісності простору.

Для оцінки переваг і відмінностей технології 3D-друку порівняно з традиційними методами будівництва наведемо аналітичну таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Порівняльна характеристика традиційного та 3D-друкованого модульного житла

Критерій	Традиційне модульне житло	3D-друковане модульне житло	Переваги нового підходу
Технологія виготовлення	Збірні панелі, каркасні елементи	Друк шарів із бетонів, геополімерів	Менше з'єднань, більша монолітність
Матеріали	Стандартні (бетон, метал, дерево)	Геополімери, глина, композити, PLA	Екологічність, енергоефективність
Формотворення	Переважно прямолінійна геометрія	Органічні, криволінійні форми	Нові художні можливості
Енергозбереження	Встановлюється додатково	Інтегрується у структуру під час друку	Краща теплоізоляція, автономність
Швидкість будівництва	2–4 тижні на блок	1–3 дні на об'єкт	Значне скорочення часу
Відходи виробництва	Високі (10–15 %)	Мінімальні (<2 %)	Екологічна сталість
Індивідуалізація	Обмежена серією	Висока, завдяки цифровому моделюванню	Персоналізація житла

Отже, особливості дизайну інтер'єрів модульного житла, зведеного за допомогою 3D-принтера, визначаються сукупністю кількох принципів: орієнтацією на людину та її комфорт, гнучкістю планувальних рішень, екологічністю матеріалів, свободою формотворення та технологічною інтеграцією. Усі ці характеристики взаємопов'язані й формують новий підхід до розуміння інтер'єру. Дослідження в цій галузі мають не лише теоретичне, але й практичне значення, оскільки дозволяють створювати житлові середовища, що відповідають викликам сучасності: від сталого розвитку до цифровізації повсякденного життя.

Таким чином, 3D-друк відкриває широкі перспективи для розвитку

інтер’єрного дизайну. Він змінює саму логіку формування простору: від прямолінійних та стандартизованих рішень ми переходимо до індивідуалізованих, органічних і високотехнологічних інтер’єрів. У майбутньому такі простори стануть ще більш персоналізованими, оскільки технологія дозволяє швидко та ефективно адаптувати архітектурні й інтер’єрні моделі під конкретні потреби користувача. Це створює передумови для формування абсолютно нової культури житла, в якій архітектура, дизайн та технології зливаються у єдине ціле.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ ІІІ

Проведене дослідження дозволяє зробити низку узагальнень щодо особливостей дизайну та закономірностей формування інтер'єрів модульного житла, зведеного за допомогою технології 3D-друку. Аналіз розглянутих матеріалів і прикладів продемонстрував, що ключовим фактором розвитку цього напряму є поєднання функціональної доцільності, гнучкості планування, технологічних інновацій та екологічної відповідальності. Усі ці складові взаємопов'язані та формують нову парадигму проєктування внутрішнього простору, яка принципово відрізняється від традиційних підходів.

Насамперед важливо підкреслити, що інтер'єри 3D-друкованого модульного житла орієнтовані на людиноцентричність та ергономіку. Вони формуються з урахуванням антропометричних параметрів, стилю життя та побутових потреб мешканців. Завдяки точності технології 3D-друку можливо створювати індивідуальні елементи інтер'єру, що ідеально вписуються у простір. Це стосується як базових архітектурних форм, так і вбудованих меблів чи систем зберігання. Такий підхід дозволяє уникнути перевантаженості та формує комфортні умови навіть на обмеженій площі.

Не менш важливою є адаптивність простору, яка виявляється у можливості трансформації функціональних зон та мобільності інтер'єрних елементів. Використання модульних меблів, багатофункціональних конструкцій і вбудованих рішень дає змогу максимально ефективно використовувати кожен квадратний метр. Це підтверджують як теоретичні дослідження (Schmidt III, 2010; Curth, 2021), так і практичні реалізації у проєктах провідних компаній. Гнучкість просторової організації є фундаментальною характеристикою мобільного житла, що відрізняє його від традиційних стаціонарних будівель.

Окрему увагу в дослідженні приділено ролі екологічності. Технологія 3D-друку дозволяє застосовувати натуральні або вторинні матеріали, мінімізувати відходи та формувати здорове внутрішнє середовище. Екологічна відповідальність проявляється не лише у виборі матеріалів, але й

у стилістичних рішеннях: мінімалізм, використання природних кольорів і фактур, створення максимально відкритого та світлого простору. Таким чином, естетика 3D-друкованих інтер'єрів безпосередньо пов'язана з концепцією сталого розвитку.

Іншою визначальною характеристикою є інтеграція технологічних систем. У 3D-друкованому модульному житлі «розумні» системи управління кліматом, енергоспоживанням і безпекою проектуються одночасно з архітектурною структурою. Це забезпечує високу енергоефективність, автономність та комфорт проживання. Використання сенсорних технологій і відновлюваних джерел енергії (сонячних панелей, систем накопичення) робить таке житло більш незалежним і стійким до зовнішніх умов.

З огляду на вищезазначене, можна стверджувати, що дизайн інтер'єрів модульного житла, створеного за допомогою 3D-принтера, базується на п'яти ключових засадах: ергономічності, адаптивності, екологічності, формотворчій свободі та технологічній інтеграції. Усі вони разом формують новий тип житлового простору, що поєднує індивідуальність, інноваційність та відповідальність перед довкіллям.

Таким чином, результати аналізу показують, що 3D-друк відкриває принципово нові перспективи у сфері інтер'єрного дизайну. Йдеться не лише про технічні переваги чи швидкість будівництва, а насамперед про нову якість життя, де простір стає максимально гнучким, адаптованим та дружнім до людини й довкілля. У майбутньому розвиток цього напряму дозволить ще глибше інтегрувати технології, матеріали та естетику в єдину систему, що зробить модульне житло на 3D-принтері одним із ключових форматів сучасного й перспективного будівництва.

РОЗДІЛ IV. ЗАСОБИ ТА ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕР'ЄРІВ ЖИТЛОВОГО МОДУЛЬНОГО БУДИНКУ В М. ХАРКІВ, РАЙОН ПІВНІЧНА САЛТІВКА

4.1 Вихідні дані та завдання на проектування та концепція інтер'єрного середовища

Для проєктування модульного житла було обрано будівлю, що зазнала руйнувань після обстрілів противника під час повномасштабного вторгнення в Україну у м. Харків, район Північна Салтівка (рис. 20).

Будівля розташована поруч із навчальним закладом – гімназія 172, на вул. Метробудівників, 28, та обраний модуль складає всього 31,3 м2, та складається з двох рівнів та розрахований на сім'ю з трьох людей: 1-ий поверх призначений для батьків та проведення спільного часу, 2-ий поверх відведений повністю для дитини. Багато людей, що постраждали в наслідок різних атак противка хочуть мати власний окремий будинок, що замінить для них рідну домівку за короткий період часу та не займатиме велику площу, за яку потрібно платити велику суму. Тож такий варіант може допомогти українцям значно заощадити час, матеріали та бюджет людини.

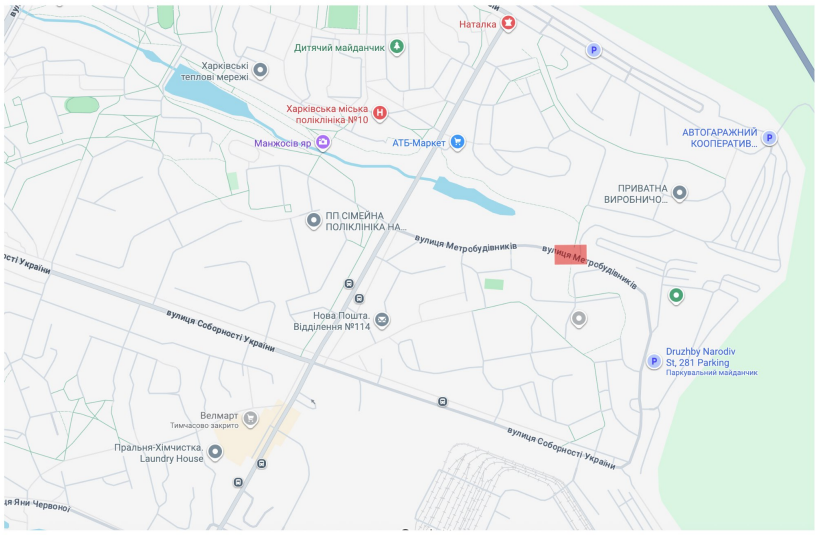


Рис. 20. Геолокація будівлі в м. Харків

Раніше Північна Салтівка була одним із найбільших житлових масивів Харкова з розвиненою інфраструктурою, зручним сполученням, численними житловими комплексами, магазинами, школами й дитячими садками. Багато мешканців цінували цей район за зручність — усе необхідне було поруч:

освітні заклади, торгові точки, транспорт, побутові сервіси, що робило життя комфортним і передбачуваним.

Однак з початком повномасштабної війни район опинився під постійними ударами: Північна Салтівка зазнала одних із найважчих обстрілів у Харкові, що призвело до масштабних руйнувань житлових будинків, соціальної інфраструктури та комунальних об'єктів. Внаслідок цього понад 70 % житлового фонду й інфраструктури були зруйновані або серйозно пошкоджені. Багато будинків визнано непридатними для проживання — деякі зруйновані настільки, що підлягають знесенню, проте інші поступово підлягають капітальному ремонту.

Тож зараз Північна Салтівка фактично перестала бути повноцінним житловим масивом — район став символом руйнувань і втрат. Його часто називають «районом-привидом». Через постійні обстріли, часті атаки з дронів і снарядів, велика частина населення змушена була евакуюватися.

Водночас, за останні кілька місяців почалися спроби відновлення: деякі багатоповерхівки проходять капітальний ремонт, пошкоджені будинки розбирають, відновлюють комунікації, ремонтуються фасади і дахи. Та, ні про повноцінне повернення колишнього життя, ні про безпечний масовий розселений стан поки що не йдеться — район досі залишається під ризиком нових атак, а значна частина інфраструктури зруйнована або непридатна для використання.

Висота одного поверху складає 2,8 м. Конструктивні елементи будівлі – це скруглені форми зовнішніх стін. Оскільки вихідні дані приміщення передбачають більшість просторів типу «open space» було вирішено провести перепланування з метою додати декілька перегородок для створення окремих зон закритого типу. Таким чином спочатку було створено демонтажний план а потім монтажний план. (рис. 21, 22) Демонтаж стін проводиться для комфортного користування всього можливого простору та для візуального розширення території. Також змінюється конструктив кухонної зони.

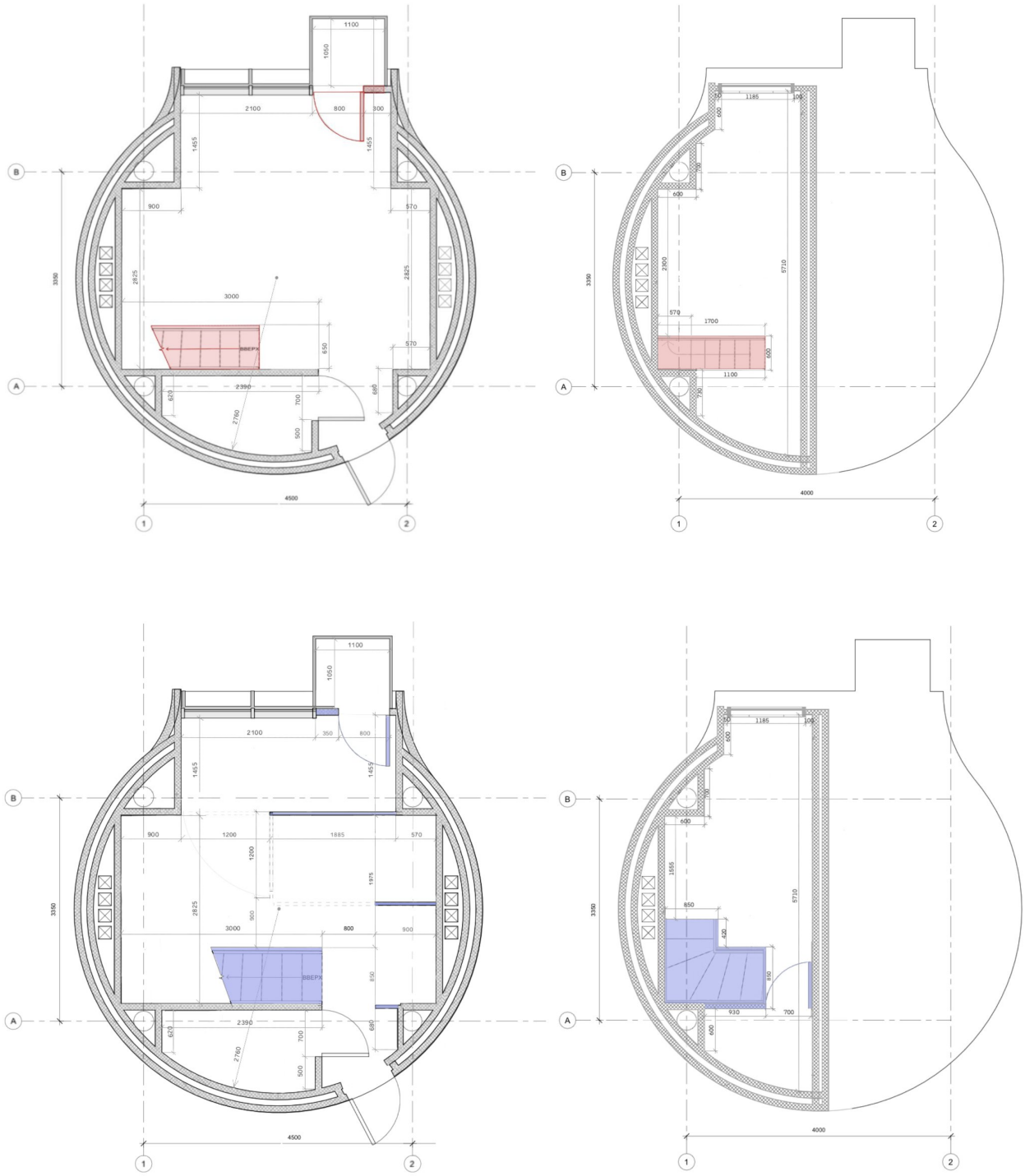


Рис. 21, 22. Демонтаж та монтаж у квартирі-модулі

У будівництві таких модулів, особливо в наші часи, є багато переваг, оскільки воно відіграє ключову роль у забезпеченні життєвих умов і безпеки людей навіть на короткий період часу. Проте ми також маємо думати про майбутні перспективи використання таких будівель. Тому я вирішила

створити модуль, що можна підлаштовувати відповідно до вимог суспільства протягом певного періоду часу, а далі використати в інших цілях як от апарт-готелі в Буковелі чи використати елементи для комплектації інших квартир. Отже основним завданням для мене буде розробити інтер'єр квартири-модуля загальною площею 31,3 м², розташованої у круглій двоповерховій будівлі, призначеної для проживання сім'ї з трьох осіб (з дитиною) у надзвичайних умовах, тобто створити такий простір, який поєднує функціональність, комфорт та психологічний захист для його мешканців.

Концепція середовища інтер'єру ґрунтується на сучасному підході до проектування модульних будинків із врахуванням екологічних матеріалів та психологічного комфорту. Основна ідея полягає у створенні простору, що одночасно захищає і заспокоює людей, які перебувають у ньому, забезпечуючи відчуття прихистку та безпеки.

Для цього було обрано теплу кольорову гаму, яка формує атмосферу спокою та затишку, відходячи від нудних та депресивних інтер'єрів радянського типу. Простір спроектовано так, щоб максимально використовувати кожен квадратний метр, забезпечуючи одночасно комфорт для спільного проведення часу на першому поверсі та приватність на другому.

Меблі та обладнання мають трансформаційний характер: розкладні дивани, компактні столики та модульні системи зберігання дозволяють змінювати функціональність приміщень відповідно до потреб родини. Кругла форма будівлі підтримує природну циркуляцію простору та дозволяє оптимально розташувати зони, створюючи відчуття захищеності.

Проєкт передбачає інтеграцію сучасних дизайнерських рішень і народних традицій, що забезпечує не лише функціональність, а й естетичне задоволення від перебування у приміщенні. Інтер'єр спрямований на підтримку психологічного стану мешканців, забезпечує затишок, зменшує рівень стресу і створює умови для безпечного та комфортного життя навіть у надзвичайних обставинах.

4.2. Функціонально-планувальна та об’ємно-просторова організація простору

Функціонально-естетичне формування інтер’єру квартири-модуля площею 31,3 м² у круглій двоповерховій будівлі базується на принципах максимальної ефективності використання простору, психологічного комфорту та естетичного впливу на мешканців. Завдяки 3D-друкованим стінам досягається висока точність конструкції, що дозволяє інтегрувати всі необхідні функціональні зони у компактний об’єм, зберігаючи відчуття простору та повітряності. Модуль розрахований на сім’ю з трьох осіб, де перший поверх відведено для батьків та спільного проведення часу, а другий поверх цілком належить дитині, забезпечуючи їй приватність, безпеку та комфорт.

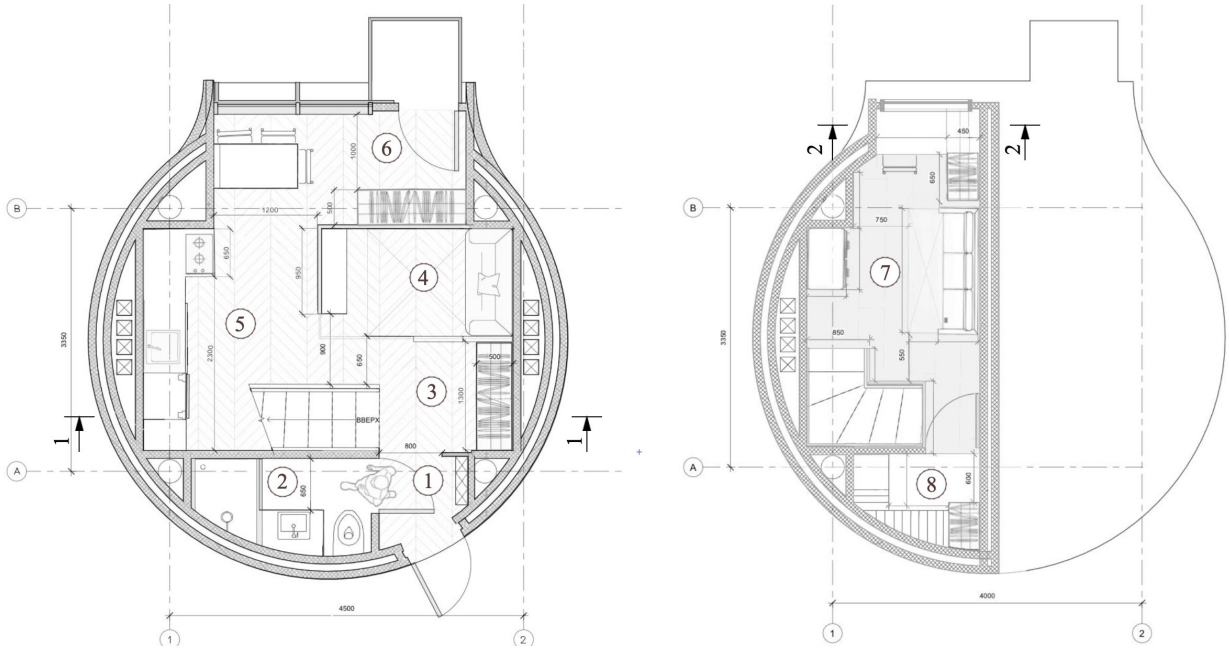


Рис. 23. Зонування та план приміщення

При вході в квартиру одразу з правого боку розташована зона зберігання, призначена для верхнього одягу та дрібних предметів. Тут передбачено модульні шафи і полиці, що дозволяють впорядкувати особисті речі та підтримувати порядок у квартирі, зменшуючи візуальний шум та створюючи перше відчуття організованого та захищеного простору.

Ліворуч розташований санвузол з душовою кабіною, спроектований таким чином, щоб ефективно використовувати площу та забезпечити зручність у користуванні без перевантаження коридорної зони. Компактність, ергономічність і логічна інтеграція сантехнічних приладів роблять санвузол максимально функціональним, водночас він має стриманий естетичний вигляд, що відповідає загальній концепції інтер'єру.

Далі по коридору розташована вітальня, центральним елементом якої є диван-трансформер. Цей меблевий елемент легко перетворюється на спальне місце, забезпечуючи додаткові спальні площі при необхідності. Для забезпечення приватності батьків і можливості відокремлення спальної зони від дитячої передбачена мобільна перегородка на роликах, яка рухається по рейках у підлозі та стелі. Вона може бути повністю захована за шафою, коли не використовується, що дозволяє зберігати відчуття відкритого простору та не порушує загальної функціональності кімнати.

Напроти вітальні розташована кухня, обладнана системами зберігання, що включають додаткові шухляди у сходах та спеціальні нішові місця для дрібних побутових предметів. Пральна машина інтегрована таким чином, щоб мінімізувати візуальний шум та зберегти чистоту ліній інтер'єру.

У зоні балкону організована обідня зона зі столом-трансформером, що дозволяє змінювати конфігурацію поверхні відповідно до кількості членів сім'ї або характеру прийому їжі, поєднуючи функціональність і зручність у невеликому просторі.

Сходи ведуть на другий поверх, де розташована дитяча кімната. Інтер'єр виконаний у стриманих тонах, що створює спокійну атмосферу, проте додаткові декоративні деталі роблять його цікавим та стимулюючим для

дитини. Диван у дитячій кімнаті також має трансформаційні функції і легко перетворюється на спальне місце. Робочий стіл обладнаний механізмом регулювання висоти, що дозволяє підлаштовувати його під зріст дитини, забезпечуючи ергономіку та комфорт під час навчання або творчих занять. Для зберігання передбачено консолі та шафи для сезонних речей, а також окрема комора для рідко використовуваних предметів. У кімнаті поруч облаштована м'яка зона для відпочинку та усамітнення, що дозволяє дитині чи навіть одному з батьків проводити час наодинці, читати або грати, створюючи баланс між приватністю і відкритістю простору.

В інтер'єрі широко використовуються натуральні матеріали, включно з деревиною та текстилем, що створює теплий і природний вигляд, а також предмети, надруковані на 3D-принтері, які інтегруються у меблеві модулі і системи зберігання. Трансформери-меблі і деталі обладнання дозволяють використовувати кожен метр максимально ефективно, забезпечуючи приховане зберігання дрібних речей та підтримуючи відчуття порядку.

Різноманітні підсвітки та точкові світильники дозволяють регулювати освітлення для створення різних сценаріїв використання простору, підкреслюючи функціональні зони та естетичні акценти.

Всі рішення у плануванні та оформленні інтер'єру спрямовані на створення гармонійного поєднання функціональності та естетики. Завдяки трансформаційним меблям, оптимальному використанню вертикального та горизонтального простору, застосуванню натуральних матеріалів та сучасних технологій 3D-друку, інтер'єр забезпечує комфортне та безпечне середовище, відчуття прихистку та психологічного спокою для всіх членів сім'ї.

Простір виглядає відкритим, повітряним і не перевантаженим деталями, що особливо важливо для маленької площі модуля, і одночасно відповідає естетичним та ергономічним вимогам сучасного дизайну житла.

4.3. Композиція та художній образ в дизайні модульного будинку

Композиція інтер'єру модульного будинку ґрунтується на гармонійному

поєднанні форми, кольору, матеріалів та світла, що забезпечує оптимальне функціональне використання обмеженого простору та психологічний комфорт мешканців. Кругла форма будівлі стала основою організації внутрішніх зон, що дозволяє плавно інтегрувати різні функціональні блоки та створює відчуття захищеності і єдності простору. Завдяки такій формі природна циркуляція мешканців проходить без зайвих перешкод, а планування кожної зони логічно випливає з геометрії будівлі, що дозволяє максимально ефективно використовувати кожен квадратний метр.

Вхідна зона та сан вузол організовані з урахуванням ергономіки та принципів мінімізації візуального шуму. Ці дві зони дуже компактно інтегрований у планування, що дозволяє одночасно забезпечити комфортне користування та візуальну легкість приміщення.

Центральною композиційною одиницею першого поверху є вітальня, де встановлено диван-трансформер, здатний перетворюватися на спальне місце. Меблі виконані у теплій кольоровій гамі, що заспокоює, створює відчуття затишку та прихистку. Важливим рішенням стало встановлення мобільної перегородки для додаткової приватності - розкладної напів прозорої конструкції, що дозволило створити відкритий та закритий простір за потреби із відчуттям легкості, що не порушує загальної композиції простору. Таке рішення дозволяє батькам відокремлювати власну спальну зону від дитячої під час ночі або створювати більш інтимну атмосферу у денний час, не порушуючи відкритості планування.

Кухонна зона органічно інтегрована напроти вітальні та включає модульні системи зберігання, додаткові шухляди в сходах і нішеве місце для пральної машини (рис. 24, 25). Таке розташування дозволяє приховати побутові предмети, мінімізувати візуальний шум і підтримувати чисті, чіткі лінії інтер’єру, одночасно створюючи комфортний та функціональний простір для готування. Також це додає відчуття злиття двох зон, коли готування плавно перетікає або відбувається паралельно з тими хто відпочиває на дивані та підтримує розмову з кухарем. Зона балкону функціонує як обідня і

оснащена трансформованим столом, який може змінювати свою конфігурацію залежно від потреби, наприклад для у робочого простору батьків чи звичайного проведення часу на балконі, спостерігаючи за життям зовні.



Рис. 24. Розгортка сходової частини та кухні з прихованим місцем для зберігання

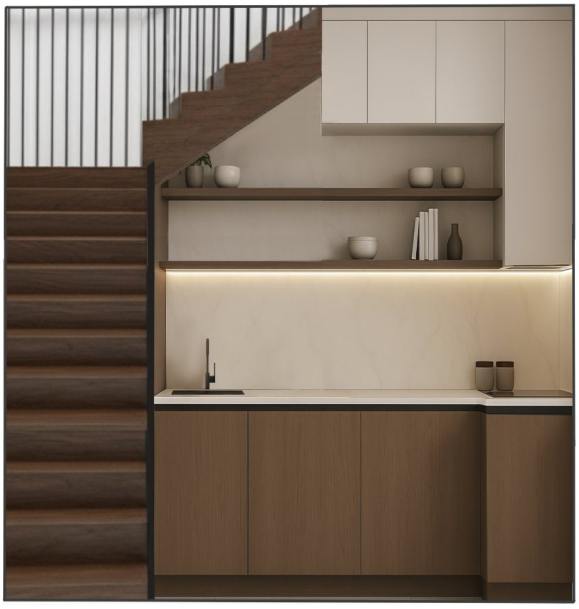


Рис. 25. Розгортка сходової частини та кухні з прихованим місцем для зберігання.

Другий поверх повністю відведений дитині. Кімната виконана в стриманих тонах, що створює спокійну атмосферу, проте деталі інтер’єру — яскраві акценти та інтерактивні елементи — стимулюють цікавість і розвиток (рис. 26, 27).



Рис. 26, 27. Розгортки дитячої кімнати

Особливу роль у формуванні художнього образу інтер'єру відіграє використання натуральних матеріалів та текстур, зокрема деревини, тканин і декоративних поверхонь, а також інтеграція предметів, надрукованих на 3D-принтері. Таке поєднання природності та технологічності створює унікальний візуальний стиль і підкреслює сучасний характер простору.

Освітлення також є ключовим елементом художнього образу. Використання точкових світильників, підсвіток у шафах, під меблями та на стелі дозволяє створювати різні сценарії освітлення, підкреслюючи об'єми, текстури і акцентуючи увагу на функціональних зонах (рис. 28, 29). Правильне поєднання теплого світла з кольоровою гамою матеріалів сприяє психологічному комфорту, створює відчуття затишку та прихистку, а також візуально розширює простір.

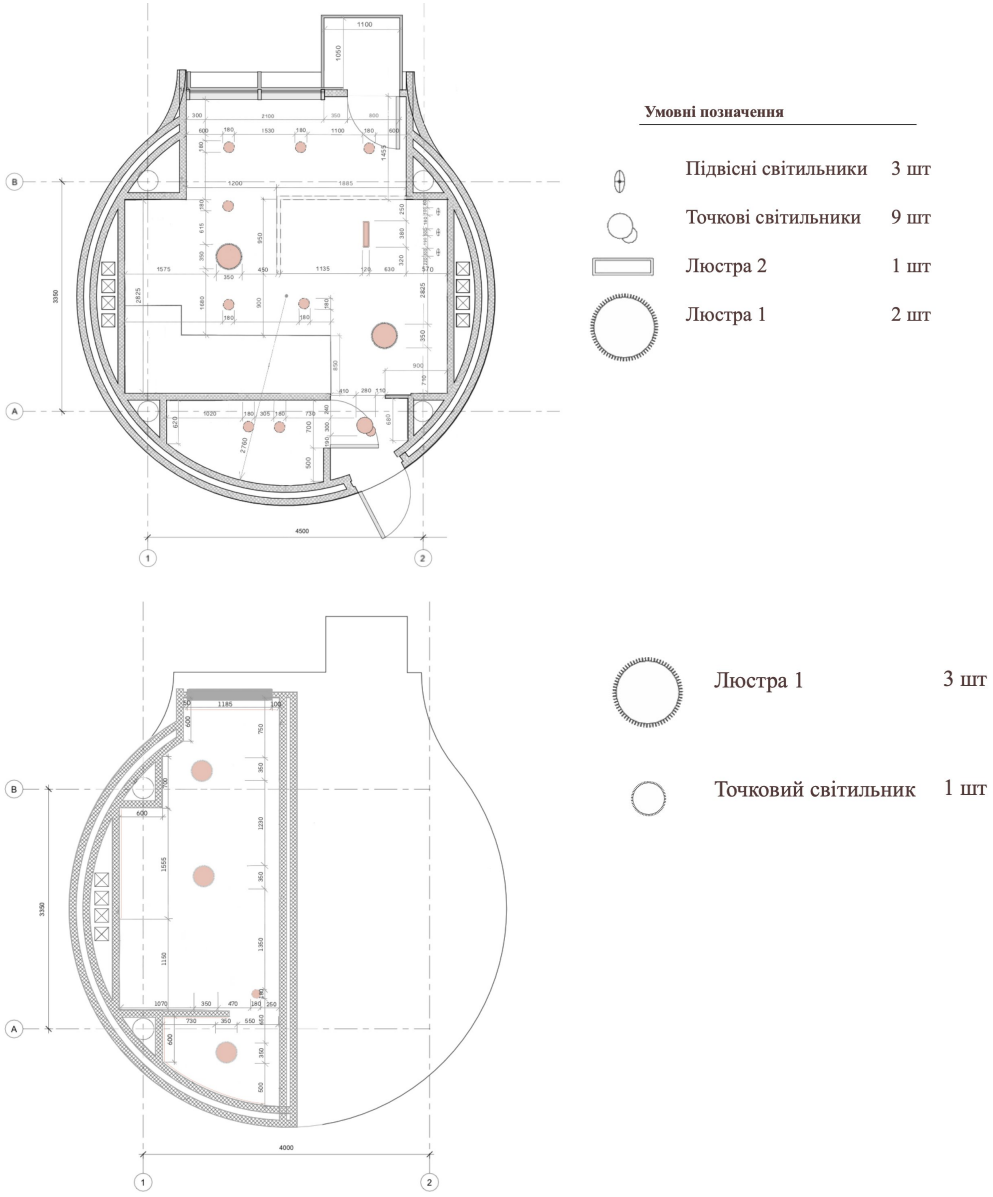


Рис. 28, 29. План освітлення 1-го та 2-го поверху

Інтер’єр модульного будинку побудований на принципі органічного поєднання простору, форми та світла. Вертикальні й горизонтальні площі використані максимально раціонально, при цьому кожен елемент зберігання прихований у структурі меблів або стінових модулів, що дозволяє уникнути візуального перевантаження та зберегти відчуття відкритості. Кожна функціональна зона плавно переходить у сусідню, забезпечуючи логіку переміщення та водночас зберігаючи приватність мешканців. Цілісність простору досягається за рахунок повторюваних матеріалів, кольорових акцентів і плавних ліній меблів, що повторюють обрис круглої будівлі.

Художній образ інтер’єру формує гармонійне поєднання сучасного

дизайну та природних матеріалів. Теплі дерев’яні фактури, м’які тканини та елементи, надруковані на 3D-принтері, створюють відчуття затишку і природності, при цьому легкі конструкції меблів і трансформери підтримують функціональність без шкоди для естетики. Використання різноманітного освітлення, включаючи точкові світильники, підсвітки у меблях і стельові елементи, дозволяє формувати динаміку простору: світло виділяє функціональні зони, підкреслює текстури та створює комфортні умови для проживання у будь-який час доби.

Колірна палітра інтер’єру вибрана так, щоб впливати на психологічний стан мешканців. Теплі та заспокійливі відтінки формують атмосферу прихистку та безпеки, м’яко контрастуючи з нейтральними тонами стін та меблів. Декоративні акценти, розташовані дозовано, оживлюють простір і підтримують інтерес без перевантаження, одночасно підкреслюючи унікальний характер модульного житла.

У композиційному плані простір організований як єдина система, де кожна деталь взаємопов’язана з іншими. Трансформаційні меблі, приховані системи зберігання та інтегровані технології дозволяють підтримувати порядок, створюють відчуття легкості та повітряності. Завдяки цьому інтер’єр модульного будинку поєднує естетичну привабливість, психологічний комфорт та ергономіку, формуючи гармонійне, функціональне та затишне середовище для всієї сім’ї.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ IV

У даному дослідженні було розглянуто комплексний підхід до проектування інтер'єру модульного будинку площею, із застосуванням сучасних технологій 3D-друку та використанням екологічних матеріалів.

Проведений аналіз та запропоновані рішення демонструють ефективність поєднання функціональності, ергономіки та естетики у компактному просторі, що дозволяє максимально адаптувати житло під потреби сім'ї з трьох осіб. Особлива увага була приділена функціонально-планувальним рішенням, які забезпечують раціональне зонування, трансформаційність меблів та зручність пересування по всьому модулі. Таке планування дозволяє ефективно використовувати обмежену площу і водночас підтримувати комфорт та приватність кожного мешканця.

Перший поверх спроектований з урахуванням потреб батьків та організації спільного проведення часу. Зони зберігання, кухня, вітальня та обідня площа інтегровані таким чином, щоб забезпечити логіку переміщення, приховане розташування побутових приладів і відчуття простору, яке не перевантажене дрібними предметами. Мобільна перегородка на роликах дозволяє відокремлювати спальну зону батьків у нічний час, зберігаючи при цьому цілісність композиції та плавність сприйняття простору вдень. Використання меблів-трансформерів, таких як дивани і столи зі змінною висотою та конфігурацією, забезпечує високу адаптивність простору під різні сценарії життя родини.

Другий поверх, відведений дитячій кімнаті, спроектований із врахуванням потреб розвитку та приватності дитини. Стримана кольорова гамма створює заспокійливу атмосферу, а яскраві деталі та інтерактивні елементи сприяють стимуляції творчості та інтелектуальної активності. Трансформаційні меблі та продумані системи зберігання дозволяють ефективно використовувати вертикальні та горизонтальні площі, звільняючи основний простір та підтримуючи відчуття легкості і повітряності.

Запропоновані рішення дозволили створити інтер’єр, який не лише відповідає вимогам компактного житла, а й підтримує психологічний комфорт усіх мешканців. Раціональне зонування, трансформаційні елементи, продумане освітлення та використання натуральних матеріалів забезпечують відчуття безпеки, затишку та прихистку, що особливо важливо у сучасних умовах обмеженого простору. Таким чином, розроблений модульний будинок демонструє ефективне поєднання сучасного дизайну, ергономіки та технологій, створюючи комфортне, функціональне та естетично привабливе середовище для життя сім’ї.

РОЗДІЛ V. ДИЗАЙН РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТУ МЕБЛІВ

5.1. Концепція предметного рішення

Для власної розробки обладнання у складі інтер'єру модульного будинку було обрано дитяче ліжко-трансформер, що поєднує у собі функції дивану, повноцінного спального місця та системи зберігання. Такий вибір продиктований особливостями проєктованого середовища — компактністю модульного житла, потребою в економії простору та необхідністю створення цілком сформованої дитячої зони на другому рівні. Рішення має забезпечити дитині зручність, безпеку, можливість самостійного використання меблів і психологічний комфорт, а батькам — оптимізацію побутових процесів і підтримання порядку у тісному приміщенні.

В основу конструкції покладена ідея багатофункціонального об'єкта, який трансформується залежно від потреб упродовж доби. У денний час ліжко виглядає як компактний диван із м'якими подушками та оббитою натуральною тканиною, що використовується для ігор, читання чи відпочинку. У нічний час його легко розкласти в повноцінне спальне місце для дитини. Механізм трансформації виконаний так, щоб дитина могла користуватися ним самостійно, але при цьому він залишається безпечним і надійним.

Особливістю конструкції є консольні шафи, розташовані над диваном по всій довжині однієї стіни. Вони утворюють цілісну лінію зберігання, дозволяючи заховати сезонний одяг, постільну білизну, навчальні матеріали, настільні ігри та інші предмети, які не повинні візуально захаращувати простір. Доступ до цих консолей забезпечує висувна драбинка, що ховається збоку від дивану у спеціальній вертикальній ніші. Вона легко дістається за допомогою прихованої ручки-виїмки та фіксується у пазах під час використання. Коли драбинка не потрібна, вона практично непомітна, що дозволяє зберегти чистоту композиції.

Конструкція ліжка створена з урахуванням форми будівлі — круглий у плані модуль задає особливі радіальні напрямки руху й сприйняття простору.

Тому контури дивану та прилеглих меблів мають легкі заокруглення, які повторюють пластику внутрішніх поверхонь, створених 3D-принтером. Завдяки цьому меблі органічно «вписуються» в архітектуру приміщення, а не протистоять їй.

Матеріальне рішення теж узгоджене з концепцією будівлі. Стіни, виконані за допомогою 3D-друку із суміші бетону, мають природну хвилясту текстуру й теплий відтінок. Щоб підтримати таку тактильність та природність, у конструкції трансформера переважають масив деревини, фанера з натуральним шпоном та бавовняні тканини. Дерево покрите екологічною олією, що не має різкого запаху й безпечне для дітей. Використання натуральних матеріалів сприяє створенню здорової атмосфери у приміщенні та відповідає загальній концепції: інтер’єр має бути не лише функціональним, але й терапевтичним за своїм впливом (рис. 30).



Рис. 30. Візуальне зображення дитячого модуля

Освітлення дитячої зони також інтегроване у конструкцію трансформера. Під нижньою площиною консольних шаф встановлені лінійні

світлодіодні профілі з теплим світлом, що створюють комфортне локальне освітлення для читання та ігор. Світло регулюється за інтенсивністю, що дає можливість використовувати його як нічник. Важливою деталлю є той факт, що світло рівномірно розподіляється по всій довжині дивану, не створюючи різких тіней та зберігаючи загальне відчуття затишку.

Окрема увага приділена ергономіці. Висота дивану підібрана з урахуванням середнього росту дитини, а його глибина дозволяє комфортно сидіти, не провалюючись у спинку. У розкладеному стані спальна поверхня має достатню ширину для здорового сну. Консольні шафи розташовані на висоті, яка унеможливлює випадкові удари головою, але при цьому дозволяє дитині самостійно користуватися ними за допомогою драбинки. Усі кути меблів згладжені, а поверхні мають антиковзкі властивості.

Важливим аспектом є складність та інтегрованість систем зберігання. У бічних модулях дивану розміщені висувні коробки для іграшок, дрібних речей та домашнього текстилю. Це дозволяє дитині впорядковувати свої речі самостійно, що сприяє розвитку навичок організації. Модулі закриваються плавно, з м’яким доведенням, щоб унеможливити защемлення пальців.

5.2. Функціонально-конструктивне, ергономічне та художньо-естетичне рішення

Візуально ліжко-трансформер формує центральний акцент дитячої кімнати, навколо якого вибудовується вся композиція інтер’єру. Теплі, природні кольори — різні відтінки теплого бежевого, молочного, світлого дерева та м’яких охристих тонів — створюють атмосферу спокою. У зоні біля дивану передбачені невеликі декоративні акценти, які можуть змінюватися відповідно до віку дитини: текстиль, постери, навісні елементи, які підкреслюють індивідуальність, але не перевантажують простір.

Художній образ трансформера відповідає загальній концепції модульного житла як простору, що може адаптуватися до мешканців. Предмет меблів ніби живе разом з дитиною: стає диваном у денний час, перетворюється

на ліжко вночі, а у святкові чи ігрові моменти може служити м’якою зоною для друзів. Конструктивна простота поєднується з технічною продуманістю, а натуральні матеріали підсилюють тактильність та затишність приміщення.

Розроблений елемент меблювання для дитячої кімнати являє собою багатофункціональний модуль, що поєднує у собі диван-трансформер, спальне місце, систему верхнього зберігання, вбудовану драбину та бокову шафу для речей. Основним завданням даної конструкції стало створення компактного, безпечного та психологічно комфортного середовища для дитини з урахуванням умов обмеженого простору та потреб зростаючої дитини.

Конструктивне рішення базується на принципі максимального використання вертикальних площ. Нижній рівень виконує функцію дивана у денний час та трансформується у повноцінне спальне місце вночі. Механізм трансформації підібраний таким чином, щоб процес розкладання був простим, безпечним та доступним для дитини без сторонньої допомоги. Під сидінням передбачені додаткові ніші для зберігання постільної білизни, що дозволяє зберігати порядок без використання окремих шаф.

Верхній рівень представлений у вигляді консольних ніш, призначених для зберігання сезонного одягу, додаткових матраців, ковдр та іграшок. Консолі конструктивно закріплені таким чином, щоб забезпечити необхідну несучу здатність і водночас не перевантажувати простір візуально. Доступ до верхнього рівня забезпечується за допомогою висувної драбини, яка інтегрована у бічну частину конструкції та за потреби повністю ховається, не створюючи перешкод для пересування кімнатою. З лівого боку розміщено шафу для зберігання одягу та особистих речей дитини, що формує цілісний меблевий блок та усуває потребу у додаткових громіздких елементах.

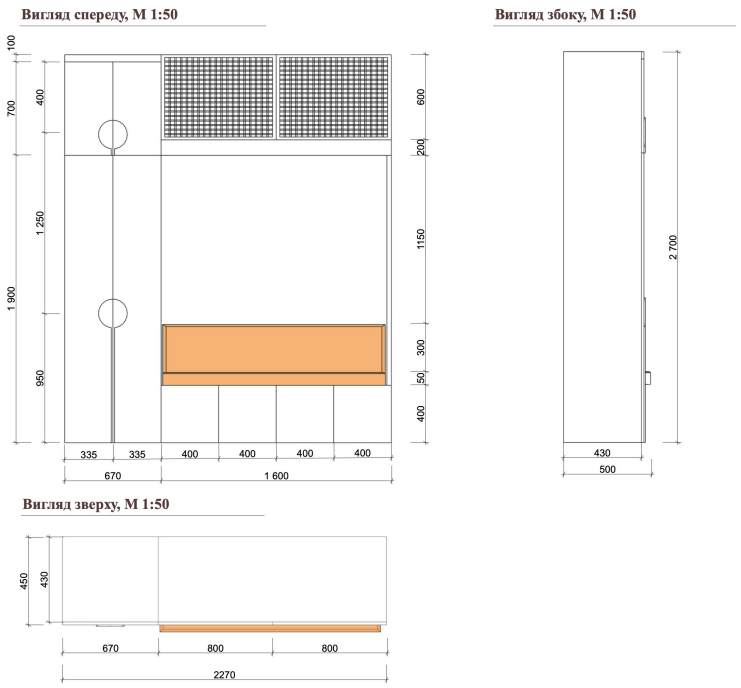


Рис. 31. Проекції елементу меблювання

У конструкції застосувані натуральні та екологічно безпечні матеріали, зокрема деревинні плити з мінімальним вмістом формальдегідів, масив дерева для оздоблювальних елементів та текстиль з натуральних волокон. Це забезпечує не лише довговічність виробу, а й формує здорове середовище для дитини. Усі торці мають заокруглення, що мінімізує ризик травмування та відповідає вимогам безпеки для дитячих меблів.

Ергономічне рішення конструкції розроблялося з урахуванням антропометричних показників середньостатистичної дитини віком 11 років. Середній зріст дитини цього віку становить приблизно 140–145 см, що було покладено в основу розрахунків висоти сидіння дивана, рівня спального місця та параметрів драбини. Висота сидіння забезпечує правильне положення ніг при сидінні, не створюючи перевантаження на колінні суглоби та хребет. Глибина сидіння дозволяє комфортно перебувати як у положенні відпочинку, так і під час навчання чи гри.

Ширина спального місця відповідає фізіологічним потребам дитини та забезпечує повноцінний відпочинок без обмеження рухів. Відстань між сходинками драбини підібрана таким чином, щоб підйом був безпечним і не потребував надмірних фізичних зусиль (рис. 32) Поверхня сходинок має неслизьке покриття, що додатково підвищує рівень безпеки. Доступ до верхніх

ніш розташований у межах досяжності витягнутої руки, що відповідає ергономічним нормам для дітей даної вікової категорії [35].

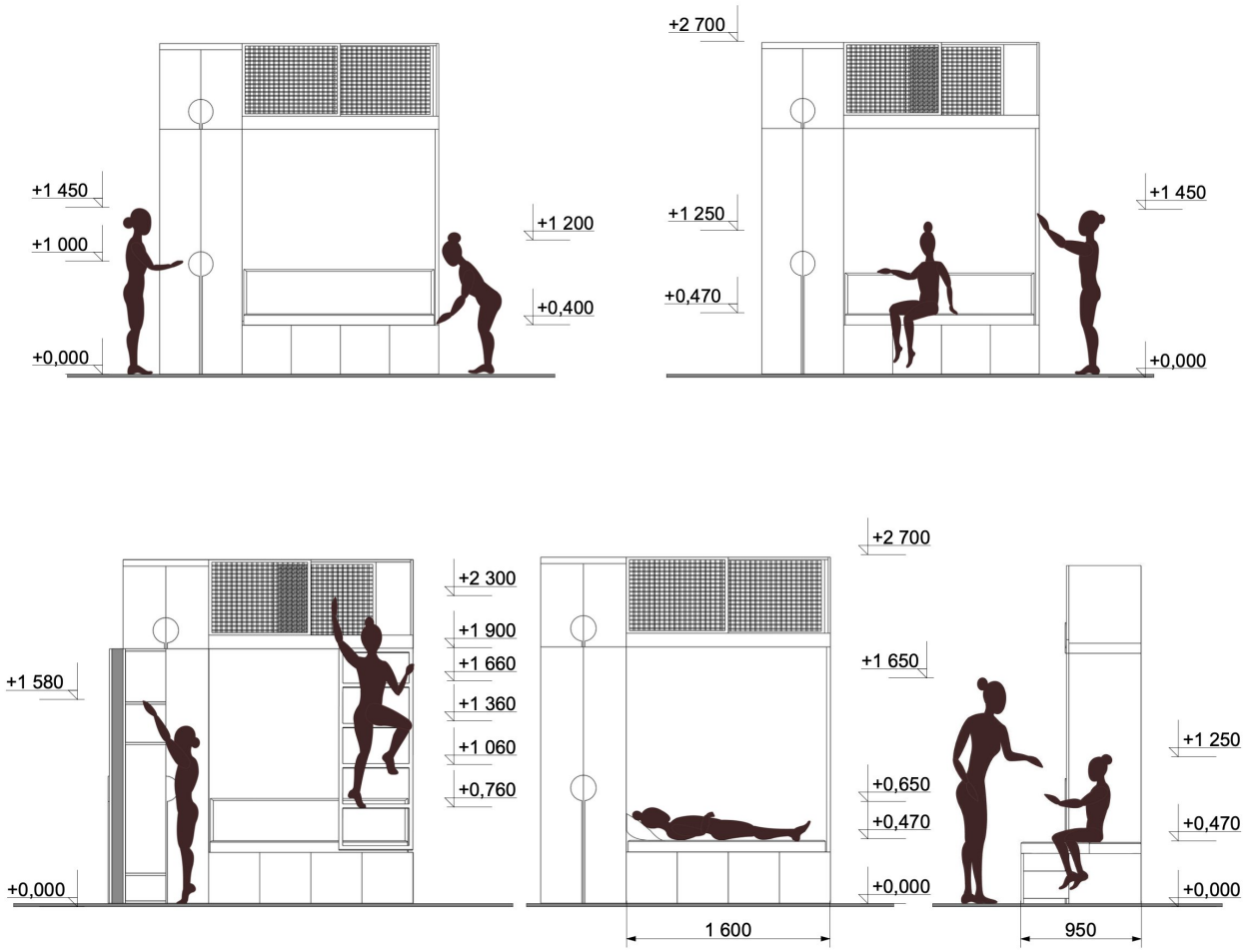


Рис. 32. Ергономічні розрахунки

Шафа для зберігання речей також спроєктована з урахуванням зросту дитини: нижні полиці та шухляди доступні для самостійного користування, що сприяє формуванню навичок самоорганізації та відповідальності. Верхні відділення призначені для сезонних речей і використовуються за участі дорослих, що відповідає принципам безпечної експлуатації.

Художньо-естетичне рішення меблевого модуля сформоване з урахуванням того, що простір належить дівчинці. У колористичному рішенні переважають теплі пастельні відтінки, поєднання молочних, персикових та

приглушених рожевих тонів, що створюють відчуття затишку, безпеки та психологічного комфорту. Декоративні елементи виконані у плавних, заокруглених формах, які підкреслюють м’якість образу та знижують візуальну агресивність середовища.

Вбудовані світильники та локальні джерела підсвітки формують декілька сценаріїв освітлення — для відпочинку, читання та активної діяльності. М’яке розсіяне світло сприяє зняттю емоційного напруження та створює відчуття захищеності у вечірній час. Художній образ меблевого елементу не перевантажений декором, що дозволяє уникнути візуального шуму та забезпечує гармонійне поєднання з іншими елементами інтер’єру.

Таким чином, розроблене дитяче ліжко-диван-трансформер є не просто елементом меблів, а частиною композиційної структури інтер’єру модульного будинку. Воно виконує функції зберігання, відпочинку, навчання, гри та психологічного комфорту. Завдяки поєднанню природних матеріалів, м’яких кольорів, безпечної конструкції та продуманої трансформації, меблевий об’єкт формує гармонійне середовище, що сприяє здоровому розвитку дитини та відповідає сучасним вимогам до дизайну компактних житлових просторів.

5.3. Конструктивні деталі та вузли.

Конструктивне рішення дитячого меблевого модуля базується на принципі поєднання декількох функціональних зон в єдиній, жорсткій та безпечній просторовій системі. Усі елементи конструкції взаємопов’язані між собою не лише композиційно, а й інженерно, що забезпечує надійність експлуатації, довговічність та стійкість виробу. Основу конструкції становить каркас із корпусного ДСП товщиною 18 мм з проклеюванням крайки ПУР-клеєм по всьому периметру, що забезпечує захист матеріалу від вологи, механічних пошкоджень та розшарування.

Диван-трансформер є центральним елементом модуля та виконує подвійну функцію — місце для сидіння у денний час та повноцінне спальне місце вночі. Каркас дивану виконаний із комбінації дерев’яного бруса та

плитних матеріалів, що дозволяє досягти оптимального балансу між міцністю та відносно невеликою вагою конструкції. Механізм трансформації типу «Пантограф» (Tick-Tack) підібраний за принципом простоти та безпеки експлуатації для дитини, із плавним ходом та фіксацією у крайніх положеннях, що унеможливлює самовільне складання чи розкладання.

Сидіння обладнане підйомним механізмом на газових амортизаторах GTV, які дозволяють без зусиль відкривати доступ до внутрішніх ніш для зберігання постільної білизни. Газліфти підібрані з урахуванням навантаження та забезпечують стабільну фіксацію у відкритому положенні. М'яка частина дивану виконана з використанням багатошарового наповнення: основа з пінополіуретану різної щільності доповнена синтепоновим прошарком для підвищення комфорту. Оббивка виконана з натурального зносостійкого текстилю, приємного на дотик та безпечного для дитячого середовища.

Шафа для зберігання речей розміщена з лівого боку конструкції та інтегрована в загальний об'єм меблевого модуля. Корпус шафи виконаний із ДСП товщиною 18 мм, задня стінка — з ДСП 10 мм для додаткової жорсткості конструкції. Дверцята шафи обладнані прихованими меблевими завісами Blum із системою плавного закривання Blumotion, що запобігає різким ударам фасадів та підвищує безпеку користування дитиною.

Внутрішній простір шафи поділений на функціональні секції: нижні відділення із висувними шухлядами для повсякденного одягу та верхні полиці для сезонних речей. Шухляди встановлені на напрямних прихованого монтажу з доводчиком також від компанії Blum, що забезпечує плавний та безшумний хід без створення візуального шуму в інтер'єрі. Таке рішення підвищує рівень комфорту та відповідає загальній концепції мінімалістичного та акуратного простору (рис. 33).

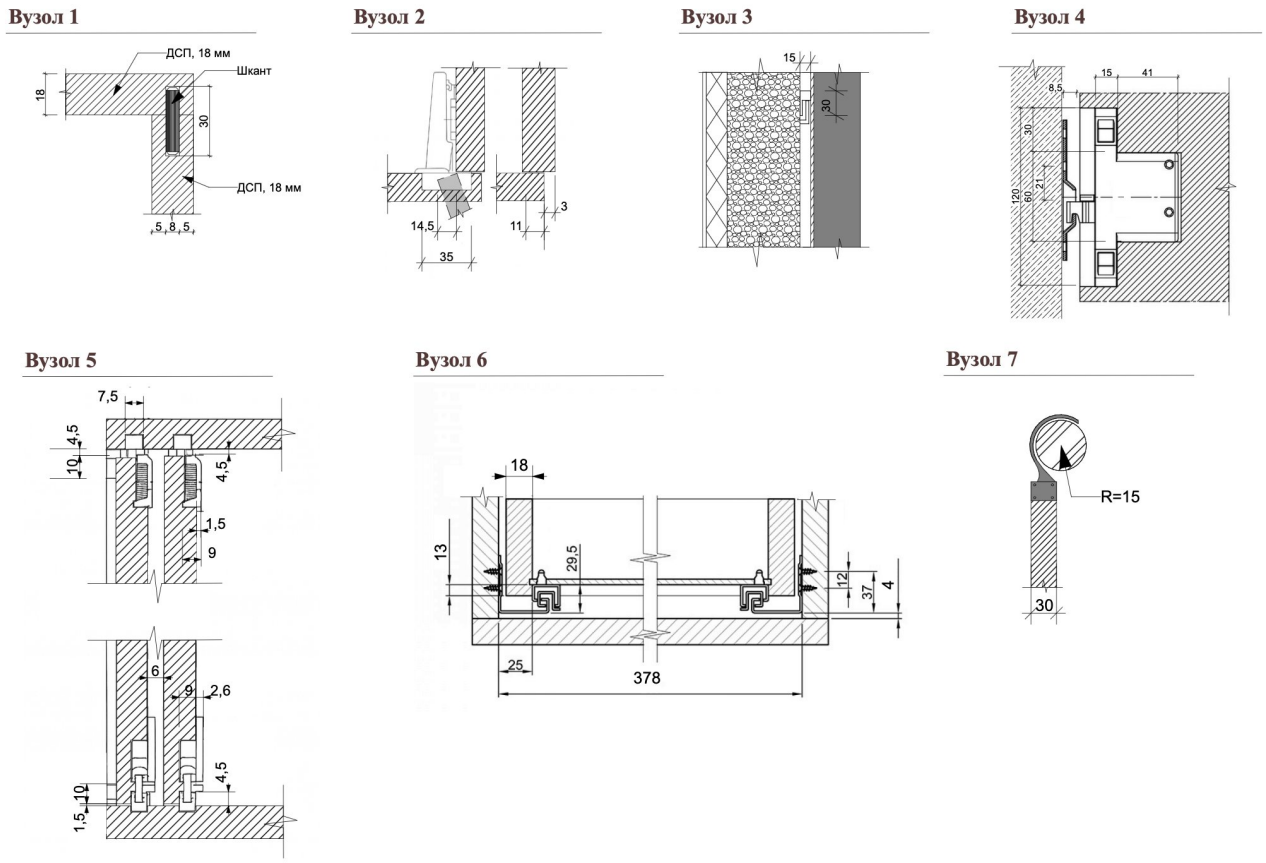


Рис. 33. Основні вузли

Драбина для доступу до верхніх консолей розміщена з правого боку модуля та виконана у вигляді висувного елемента. Конструкція драбини виготовлена з масиву дерева та металевих прихованих напрямних підвищеної міцності. Напрямні забезпечують плавний рух елемента без ривків та перекосів, а в крайньому положенні драбина фіксується за допомогою механічного стопора.

Сходинки мають антиковзке покриття та заокруглені краї, що мінімізує ризик травмування. У складеному стані драбина повністю ховається у бічній частині конструкції, не порушуючи цілісність композиції та не займаючи додаткового простору. Таке рішення дозволяє зберігати вільний прохід та забезпечує безпечну експлуатацію навіть у компактному приміщенні.

Верхні консольні ніші призначені для зберігання додаткових матраців,

ковдр, подушок, іграшок та сезонного одягу. Конструктивно вони закріплені на посиленій каркасній системі з додатковими прихованими металевими кронштейнами, що забезпечують необхідну несучу здатність. Фасади консолей обладнані підіймальними механізмами з фіксацією у відкритому положенні, що дозволяє безпечно користуватися нішами без ризику самовільного закривання.

Внутрішні поверхні консолей виконані у світлих тонах для підвищення візуальної легкості та зручності користування. Усі фасади мають інтегровані ручки або профільні заглиблення, що дозволяє уникнути виступаючих елементів і додатково підвищує безпеку.

Для опори всієї конструкції використані регульовані меблеві ніжки типу М6 діаметром 18 мм, що дозволяє компенсувати нерівності підлоги та забезпечує чітке вертикальне положення меблевого блоку. Верхні корпуси додатково закріплені на приховані меблеві підвіси, що підвищує жорсткість та стійкість конструкції, а також запобігає її перекиданню.

Усі конструктивні з’єднання виконані з використанням дерев’яних шкантів, конфірматів та прихованих металевих стяжок, що забезпечує міцність, довговічність і водночас зберігає естетичну чистоту інтер’єру без видимих елементів кріплення (рис. 34).

№	Найменування деталі	Виробник	Опис матеріалу	К-сть	Одиниця виміру	Код/МТ
1.	Направляючі Movento	Blum	Кріплення до дна, макс. навант. = 40 кг, L= 450 мм	4	компл.	089007
2.	Пантограф-диван	Tick-Tack	Механізм трансформер	1	компл.	098431
3.	Завіси накладні, 95 градусів	Blum	Для ДСП 18 мм, з дотягувачем	6	компл.	088858
4.	Дюбель-шкант	Hafele	Бук, 8х30 мм	48	шт	008276
5.	Рафікс	Hafele	Довжина = 11 мм	36	шт	007943
6.	Розсувна система	Mixal	Для компленарного ковзання	1	компл.	0044509
7.	Підвіси	Camar	Прихованого монтажу, лівий+правий	6	шт	040133
8.	Опори	Permo	Опора меблева регульована, М6	24	шт	87925/ viyar

№	Найменування деталі	Виробник	Опис матеріалу	К-сть	Одиниця виміру	Код/ Viyar
1.	Фасад нижніх шухляд	Kronospan	ДСП 18 мм, 0244 SU	1	лист	43078
2.	Дно та боковини нижніх шухляд	Kronospan	ДСП 18 мм, 0244 SU	1	лист	43078
3.	Задня стінка для шухляд	Kronospan	ДСП 10 мм, 0110 SM,	1	лист	34203
4.	Крайка	REHAU	ABS 22х0,4 мм, 140141	12	м. п.	45279
5.	Фасад верхньої консолі	Kronospan	ДСП 18 мм, 7063 SU	1	лист	152930
6.	Задня стінка для верхньої консолі	Kronospan	ДСП 10 мм, 0110 SM,	1	лист	34203
7.	Крайка	REHAU	ABS 22х0,4 мм, 62633	12	м. п.	45248
8.	Фасад шафи	Kronospan	ДСП 18 мм, 9561 BS	1	лист	152929
9.	Задня стінка шафи	Kronospan	ДСП 10 мм, 0110 SM,	1	лист	34203
10.	Крайка	REHAU	ABS 22х0,4 мм, 140126	18	м. п.	45270
11.	Корпус	EGGER	ДСП 18 мм, H1204	3	лист	175503
12.	Крайка корпусів	EGGER	ABS 23х1 мм, H1204	27	м. п.	175853
13.	Декор фасаду консолі	IKEA	Ротангова сітка	2	рулон	MP2277 2982
14.	Матрац-футон	IKEA	Ложемент зі спіненого поліестеру	3	шт	802.261. 37/

Рис. 34. Специфікація фурнітури

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ V

У ході проведеного дослідження було сформовано комплексний підхід до проєктування інтер'єру модульного житлового простору, зведеного за допомогою технології 3D-друку та призначеного для проживання сім'ї з трьох осіб. Застосування цих принципів дозволило створити житловий модуль, у якому інженерно-технічні можливості гармонійно поєднуються з естетичним вирішенням інтер'єру.

Особлива увага приділялася функціонально-планувальній організації, що забезпечує логічність переміщення та чітке зонування простору. Кожен квадратний метр виконує декілька функцій, що є критично важливим для модульного житла. На першому поверсі передбачено зону зберігання при вході, санвузол, вітальню з диваном-трансформером, кухню з вбудованими системами зберігання та обідню зону зі столом, який може змінювати свої габарити залежно від потреб.

Другий рівень відведено дитині, де створено автономний, але психологічно цілісний із загальним простором мікросвіт з власним місцем для сну, навчання, ігор та зберігання. Усі меблі виконано з урахуванням масштабів дитячого тіла, можливості росту та зміни потреб — стіл обладнаний регулюванням висоти, а диван легко перетворюється на повноцінне спальне місце.

Функціонально-художня концепція, покладена в основу цього елементу, підтвердила важливість балансу між практичністю та емоційною складовою предмета. Ліжко-трансформер виступає не просто елементом меблів, а частиною середовища, яке створює для дитини відчуття захищеності, упорядкованості та позитивного емоційного фону. Візуальна м'якість форм, відсутність агресивних елементів, використання природних відтінків і тактильно комфортних матеріалів забезпечують психологічну безпеку й сприятливу атмосферу для сну, гри та навчання. Водночас художнє рішення не є самоціллю, а підпорядковується загальній логіці функціональності та

універсальності конструкції.

Аналіз ергономічних параметрів дозволив визначити оптимальні розміри, пропорції й сценарії трансформації, що відповідають антропометричним особливостям дітей різного віку. Особливу увагу приділено безпеці: правильному підбору висоти, раціональному розміщенню огороджувальних елементів, мінімізації гострих кутів, а також застосуванню механізмів трансформації, які можуть експлуатуватися без ризику травмування. Підхід, заснований на ергономічних принципах, дав можливість створити конструкцію, яка не лише відповідає вимогам зручності, але й сприяє формуванню самостійності дитини, адже ліжко-трансформер легко адаптується під її фізичні можливості та потреби.

Концепція ліжка-трансформера демонструє, що грамотне поєднання функціонального, художнього та ергономічного підходів дозволяє створювати вироби з високим рівнем адаптивності й тривалим життєвим циклом. Такі рішення не лише відповідають сучасним тенденціям дизайну, але й забезпечують практичну користь, комфорт та психологічну підтримку дітей у процесі їхнього зростання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Технологія 3D-друку в будівництві, яка на сучасному етапі переходить із розряду експериментальних до практично застосовних, стала одним із найперспективніших напрямів розвитку світової архітектурно-будівельної галузі. Її сутність полягає в пошаровому формуванні конструкцій із використанням спеціальних будівельних сумішей, що забезпечує високу точність, повторюваність і можливість створення складних геометричних форм без додаткових опалубок чи трудомістких процесів. 3D-друк дозволяє оптимізувати витрати матеріалів, значно скорочувати терміни спорудження, мінімізувати вплив людського фактора та досягати конструктивної однорідності, що позитивно позначається на міцності та експлуатаційних якостях будівель. Завдяки здатності адаптуватися до різних кліматичних, технологічних і логістичних умов ця технологія поступово стає універсальним інструментом не лише для індустріального будівництва, а й для проєктування житла нового покоління, у якому інженерна ефективність поєднується з художньою виразністю та високими стандартами комфорту.

У процесі аналізу світового досвіду встановлено, що країни з розвиненою інноваційною інфраструктурою, зокрема США, Нідерланди, Німеччина, ОАЕ та Китай, уже активно використовують адитивні технології для зведення житла, інженерних споруд та тимчасових укриттів. Закордонна практика довела здатність 3D-друку зменшувати витрати на матеріали, оптимізувати логістику, скорочувати людські ресурси та забезпечувати високу енергоефективність будівель. Крім того, зарубіжні проєкти підтвердили, що точність шарового нанесення матеріалу дозволяє досягти стабільних теплофізичних характеристик конструкцій і створювати архітектурні форми, недоступні або економічно недоцільні в традиційному будівництві.

Вітчизняний досвід, хоч і менш масштабний, засвідчує зростання інтересу до використання 3D-друку в умовах підвищеної потреби у швидкому та доступному житлі. В умовах війни Україна отримала унікальний імпульс

для введення інновацій: адитивні технології розглядаються не лише як інструмент відновлення, а як можливість сформувати новий стандарт будівництва, зорієнтований на економію ресурсів, адаптивність та автономність. Окремі експериментальні платформи, волонтерські ініціативи та партнерські міжнародні програми довели, що технологія здатна ефективно працювати в умовах дефіциту матеріалів, порушеної логістики та обмежених фінансових можливостей.

Отримані результати дослідження дозволяють стверджувати, що 3D-друк має потенціал для системного впровадження в українську будівельну сферу як у коротко-, так і довгостроковій перспективі. На сучасному етапі технологія може використовуватися для зведення тимчасового або транзитного житла для внутрішньо переміщених осіб, модульних медичних пунктів, адміністративних споруд, укриттів та елементів інженерної інфраструктури. У майбутньому, зі створенням нормативної бази, удосконаленням технологічного обладнання та розширенням матеріальної бази, 3D-друк може стати одним із ключових інструментів відбудови зруйнованих регіонів, зокрема тих, що тривалий час перебували під окупацією або зазнали інтенсивних бойових дій.

Важливо, що 3D-друк сприяє формуванню нового архітектурного мислення: архітектор отримує змогу працювати з формами, які раніше були складними або економічно невиправданими, а художній образ будинку стає результатом не компромісу, а інноваційного потенціалу технології. Пластичність поверхонь, можливість програмної варіації фактури та інтеграція інженерних елементів у процесі друку трансформують саму логіку проєктування.

Таким чином, дослідження демонструє, що 3D-друк будівельних конструкцій є не лише ефективною технологією, а й культурним явищем, здатним впливати на формування нової естетики житлового середовища. Поєднання технічних інновацій, ергономічних принципів та художньо-композиційних підходів створює передумови для розвитку архітектури, яка

буде відповідати вимогам поствоєнної відбудови, індивідуалізації житла та глобальних викликів сталості.

У ході проведеного дослідження також було сформовано комплексний підхід до проєктування інтер'єру. Технологія 3D-друку, що використана під час зведення огороджувальних конструкцій, стала важливою складовою як інженерної, так і художньої концепції. Завдяки можливості точного формування криволінійних поверхонь досягнуто плавності ліній та безшовності інтер'єру, що сприяє ергономічному сприйняттю компактного об'єму. Фактура надрукованих стін з природними горизонтальними хвилями стала елементом художнього образу, підкреслюючи сучасний характер модульного будинку та його технологічну інноваційність.

Композиційні рішення інтер'єру були спрямовані на створення цілісного художнього образу, що викликає відчуття захищеності та психологічного тепла. Панівними засобами стали тепла природна кольорова гама, інтеграція дерева та текстур натуральних матеріалів, м'які світлові сценарії та мінімалістичні форми меблів. Ретельно продумане освітлення — точкові світильники, локальні підсвітки полиць, підвісні світильники зі скляними плафонами — дозволяє регулювати атмосферу простору від робочої до релаксаційної, а також формує багатошаровість світлотіньових ефектів. Це надає інтер'єру глибини, що компенсує обмежену площу, і водночас сприяє створенню комфортних умов проживання протягом довгого часу.

Важливим завданням було мінімізувати візуальний шум. Тому системи зберігання були інтегровані у стінові поверхні, сходи, меблі та перегородки. Таке рішення дозволило уникнути хаотичного нагромадження речей, що особливо критично в умовах невеликих просторів. Меблі-трансформери та модулі, надруковані на 3D-принтері, забезпечили додаткову гнучкість, що дозволяє адаптувати інтер'єр до щоденних потреб мешканців.

Художній образ інтер'єру базується на концепції "домашнього прихистку", що поєднує затишок, технологічність та психологічну підтримку. Простір модульного будинку створює відчуття безпеки та спокою навіть

попри компактність завдяки збалансованим пропорціям, плавності форм і ретельно розробленій структурі композиції. Застосування теплих матеріалів та стриманих кольорових акцентів дозволяє мешканцям відчути гармонію та внутрішній комфорт, а продумана організація зон сприяє приватності й водночас підтримує сімейну взаємодію.

Таким чином, проєкт модульного будинку демонструє, що навіть невеликий простір може мати повноцінне, багатофункціональне та естетично досконале наповнення за умови використання сучасних технологій, ергономічного підходу та продуманої композиції. Інтер’єр, сформований на основі принципів трансформаційності, екологічності, психологічної безпеки та технологічної інноваційності, може стати якісним прикладом для подальшого розвитку модульної архітектури в умовах сучасних викликів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 3D Printed Housing: A Smart Solution for Sustainable Housing. URL: https://thesustainabletimes.com/economy-business-practices (дата звернення: 05.10.2024).
2. 3D-Printed Mortars with Marble Powder Towards Sustainable Construction / M. Jesus, E. Ribeiro, J. Teixeira, B. Rangel (2024). URL: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003403890 (дата звернення: 16.10.2024).
3. A Comprehensive Review of 3D Printed Architecture and Interior Design. URL:https://www.researchgate.net/publication/363040449_3D_Printing_Technologies_in_Architectural (дата звернення: 16.10.2024).
4. Additive Energy: 3D Printing Thermally Performative Building Elements with Low Carbon Earthen Materials / A. Curth, E.G. Alvarez, L. Sass, L. Norford. Taylor & Francis (2024). URL: https://www.researchgate.net/publication/374531864 (дата звернення: 16.10.2024).
5. An Additively Manufactured Orthomode Transducer for Satellite Communications Antenna Feed Systems / X. Wen, J.S. Kot, K.Y. Chan (2024). URL: https://ieeexplore.ieee.org/ (дата звернення: 20.10.2024).
6. A Preliminary Study of 3D Printing Home Designs for Improving Efficiency and Sustainability of Indigenous Housing in Canada. MDPI, 2022. URL: https://www.mdpi.com/2071-1050/16/13/5781. (дата звернення: 25.11.2025).
7. Aristizábal Baldeón, M. Daniel et al. inhabit3D: 3D Printing focused on social housing using the Kit-of-Parts method. TU Delft, 2024. URL: https://repository.tudelft.nl/record/uuid%3A660cc7bb-78c9-4da8-be27-96508657b254. (дата звернення: 18.11.2025).
8. ASTM C33: Standard Specification for Concrete Aggregates. URL: https://store.astm.org/c0033_c0033m-23.html.. (дата звернення: 22.10.2024).

9. BHiveSense: An integrated information system architecture for sustainable remote monitoring and management / J. Martins, H. Mamede, F. Branco (2023). Journal of Open Innovation. URL: sciencedirect.com. (дата звернення: 28.10.2024).
10. Bondarchuk, Yuliia. Principles of Ergodesign in the Formation of Residential Interior for People with Disabilities. Theory and Practice of Design, 2024. URL: https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/19019.. (дата звернення: 21.11.2025)
11. Design and In-house Manufacturing Dynamics of a Modular RDE / K. Shook, B. Delgado (2024). URL:https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/. (дата звернення: 16.10.2024).
12. Design for 3D Printing: case study for a cold plastic deformation mould / Curth A., Alvarez E.G., Sass L., Norford L. (2021). MATEC Web of Conferences. URL: https://www.researchgate.net/publication/353684537 (дата звернення: 04.11.2025).
13. Development of Variable Residential Buildings with 3D-Printed Walls. MDPI, 2022. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/12/11/179 (дата звернення: 10.11.2025).
14. DGNB, LEED, BREEAM und WELL Zertifizierung. URL: https://hoinka.com/leistungen/zertifizierung-nach-leeddgnbbreeam. (дата звернення: 22.10.2024).
15. EN 16309: Sustainability of construction works — Assessment of social performance of buildings. URL: https://hoinka.com/leistungen/zertifizierung-nach-leeddgnbbreeam (дата звернення: 22.10.2024).
16. ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment. URL: https://www.iso.org/standard/37456.htm. (дата звернення: 22.10.2024).
17. Journal of Android / KP Jagtap, A. Kadam, P. Chavan, P. Bhosale. Furniture Placement Application Using Augmented Reality. URL: https://www.researchgate.net/publication/371437982 (дата звернення: 05.10.2024).

18. Materials for 3D construction printing / M. Savytskyi, O. Konoplanik, S. Unčik, S. Dukat, A. Savytskyi. Sustainable housing and human settlement : monograph. – Dnipro ; Bratislava, 2018. – P. 208–214.
19. NFPA 101: Life Safety Code. URL: https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-101-standard-development/101. (дата звернення: 20.10.2024).
20. Robotic Micro-house – Experience with 3D Concrete Printing for Housing Construction. SpringerLink, 2025. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007. (дата звернення: 18.11.2025).
21. Securing healthy circular material flows in the built environment: The case of indoor partitioning / B. Geldermans (2020). A+BE Journal. URL: https://journals.open.tudelft.nl/abe/article/ (дата звернення: 28.10.2024).
22. Shevchenko, T., Gnatiuk, L. Ergonomics and Aesthetics in the Design of Apart-Hotels: Creating an Adaptive Habitat for Internally Displaced Persons during a Full-Scale Invasion. Theory and Practice of Design, 2025. URL: https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/20116. (дата звернення: 19.11.2025).
23. Tecla house: Mario Cucinella Architects & WASP; 3D-Printed Sustainable Housing Prototype, 2021. URL: https://newatlas.com/architecture/tecla-3d-printed-eco-home/. (дата звернення: 25.11.2025).
24. Villa Roccia. URL: https://www.ariellasvillas.com/en/villas/villa-roccia.. (дата звернення: 10.09.2024).
25. What is the meaning of adaptability in the building industry? / R. Schmidt III, T. Eguchi, S. Austin (2010). URL: https://www.irbnet.de/ (дата звернення: 28.10.2024).
26. Автономний модульний будинок від українського розробника. URL:https://solar-tech.com.ua/ua/avtonomnyi-modulnyi-dom-ot-ukrainskogo-razrabotchika-2017-12-11.html. (дата звернення: 29.09.2024).
27. Baranovych, A., Baranovych, L., Famuliak, Ya. Modular House as a Choice of Mass Individual Construction in the Conditions of Forced Internal Large

Scale Migration of the Population. Bulletin of Lviv National Environmental University, Series Architecture and Construction. URL: https://www.researchgate.net/publication/366566809 (дата звернення: 15.11.2025).

28. ДБН В.2.6-31:2016 "Конструкції будинків і споруд. Вимоги до проектування". URL:https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6919 (дата звернення: 22.10.2024).
29. Інноваційні технології в будівництві для реалізації новітніх стартапів / С. В. Шатов, М. В. Савицький, О. Ю. Конопляник, Є. О. Євсєєв // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2018. – № 1. – С. 10–18.
30. В Інституті інноваційної освіти КНУБА відкрили лабораторію 3D-друку. URL:https://solar-tech.com.ua/ua/avtonomnyi-modulnyi-dom-ot-ukrainskogo-razrabotchika-2017-12-11.html. (дата звернення: 20.11.2025).
31. В Ірпені за допомогою 3D-принтера збудували будинок для родини загиблого військового. URL: https://hromadske.ua/suspilstvo/228137 (дата звернення: 20.09.2024).
32. Компанія WinSun здійснила переворот у будівельному 3D-друку. URL: https://www.3dprinter.ua/kompaniya-winsun-zdijsnyla-perevorot-u-budivelnomu-3d-druku/. (дата звернення: 15.09.2024).
33. Module House (Україна). Офіційний сайт виробника модульних будинків. URL: https://modulehouse.ua/. (дата звернення: 25.11.2025).
34. Перша в Європі школа, створена на 3D-принтері, з’явиться в Україні. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/ukrayina-3d-printer-shkola-lviv/32427452.html. (дата звернення: 01.12.2025).
35. Нойферт Е. Будівельне проектування : довідник. Київ : Фенікс, 2017. -

139 с.

36. Савицький М. В. (Savytskyi M. V.). 3D-printing of build objects / M. V. Savytskyi, S. V. Shatov, O. A. Ozhyshchenko // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2016. – № 3. – С. 18–26.
37. У Техасі збудували перший у світі готель, надрукований на 3D-принтері. URL: https://ukraina.info/article/u-tekhasi-zbuduvaly-pershyy-u-sviti-hotel-nadrukovanyy-na-3d-prynteri. (дата звернення: 10.09.2024).
38. У Техасі на 3D-принтері надрукували цілий мікрорайон. URL: https://startup.co.ua/u-tekhasi-nadrukuvaly-tsilyy-mikrorayon/. (дата звернення: 11.09.2024).
39. Технологія дня: «друкований» на місці двоповерховий будинок (ФОТО). URL: https://texty.org.ua/fragments/102598/tehnolohiya-dnya-drukovanyj-na-misci-dvopoverhovyj-dim-foto/. (дата звернення: 10.09.2024).
40. Українські архітектори пропонують відновити Північну Салтівку за допомогою 3D-друку. URL: https://pragmatika.media/news/ukrainski-arhitektori-proponujut-vidnoviti-pivnichnu-saltivku-za-dopomogoju-3d-druku/. (дата звернення: 27.09.2024).
41. Шатов С.В., Савицький Н. В., Карпушин С. А. Обобщение инновационных технологий 3D-печати строительных объектов для разработки стартапов / Строительство. Материаловедение Машиностроение. Вып. 99. Д.: ГВУЗ «ПГАСА», 2017, с. 194-200.
42. Шатов С. В. Узагальнення інноваційних технологій 3D-друку будівельних об'єктів для розробки стартапів / С. В. Шатов, Н. В. Савицький, С. А. Карпушин // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: зб. наук. тр., Вип. 99. – Дніпро, 2017. – С. 194-200.
43. Шатов С.В., Савицький М.В., Марченко І.О. Удосконалення обладнання 3D-друку об’єктів // Вісник ПДАБА, 2019, №6. – С. 90–101.
44. Шатов С. В., Савицький М. В., Іванцов С. В. Використання досвіду 3D-друку будівельних об'єктів для проекту «Місячна база» / VII

Міжнародна конференція «Космічні технології: сьогодення та майбутнє», 2019. – С. 113.

45. У Франції звели перший у світі будинок, надрукований на 3D-принтері. URL: https://ms.detector.media/it-kompanii/post/21455/2018-07-12-u-frantsii-zvely-pershyy-u-sviti-budynok-nadrukovanyy-na-3d-prynteri/ (дата звернення: 15.09.2024).

ДОДАТКИ

Додаток 1



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ

СЕРТИФІКАТ

підтверджує, що

Салюк Валерія

взяв (ла) участь у роботі IV Міжнародної науково-практичної конференції

«Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві:
до 150-річчя Олександра Вербицького»

Україна. Київ. 21–23 травня 2025 року
30 годин (1 кредит ЄКТС)

Ректор НАОМА Олександр ЦУГОРКА

Додаток 2



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ

СЕРТИФІКАТ

підтверджує, що

Салюк Валерія

взяв (ла) участь у роботі IV Міжнародної науково-практичної конференції

«Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві:
до 150-річчя Олександра Вербицького»

Україна. Київ. 21–23 травня 2025 року
30 годин (1 кредит ЄКТС)

Ректор НАОМА Олександр ЦУГОРКА

Додаток 3



КОМІТЕТ ВЕРХОВНОЇ РАДИ УКРАЇНИ З ПИТАНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ, МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ, РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ТА МІСТОБУДУВАННЯ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ГРОМАД, ТЕРИТОРІЙ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ (КНУБА)
ДП НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ІМЕНІ В.С. БАЛИЦЬКОГО (ДП «НДІБВ»)
АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ (АБУ)
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МИСТЕЦТВ УКРАЇНИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНОГО БУДІВНИЦТВА (НДІ ІНБУД)
УНІВЕРСИТЕТ ПРИКЛАДНИХ НАУК (ЛЮБЕК НІМЕЧЧИНА)
БРАНДЕНБУРЗЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (НІМЕЧЧИНА)
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ М. БРНО (ЧЕСЬКА РЕСПУБЛІКА)
СІЛЕЗЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (SUT)
КРАКІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМ. ТАДЕУША КОСТЮШКА (ПОЛЬЩА)
УКРАЇНСЬКО-КИТАЙСЬКИЙ ІНСТИТУТ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ (КИТАЙ)
ДЕПАРТАМЕНТ МІСТОБУДУВАННЯ ТА АРХІТЕКТУРИ КМДА
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ТЕОРІЇ ТА ІСТОРІЇ АРХІТЕКТУРИ, МІСТОБУДУВАННЯ І ДИЗАЙНУ (НДІТІАМД)
ДП «УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ПРОЕКТУВАННЯ МІСТ «ДІПРОМІСТО» ІМ. Ю.М.БІЛОКОНЯ
СПІЛКА ДИЗАЙНЕРІВ УКРАЇНИ
THE WALL UKRAINE

КНУБА

НДІБВ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ФОРУМ
«Архітектура, Будівництво, Дизайн : Виробництво, Інформатизація, Менеджмент»

X Міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології в Будівництві»

XI Міжнародна науково-технічна конференція «Архітектура історичного Києва. Актуальні перспективи відбудови»

XII Міжнародна науково-технічна конференція «Нові технології в Будівництві»

СЕРТИФІКАТ
підтверджує, що

CERTIFICATE
confirms that

САЛЮК Валерія Григорівна

Valeriia SALIUK

брав(ла) участь у конференціях форуму
24-25 Листопада 2025р. Київ, Україна

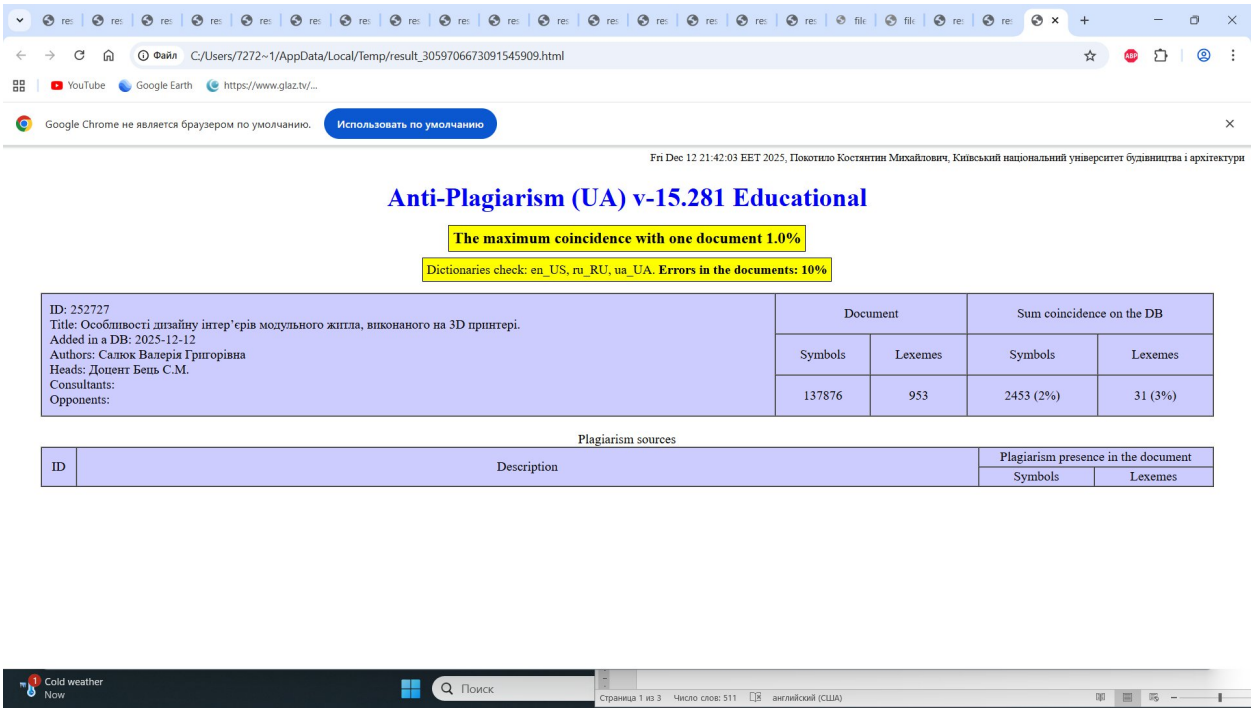
has participated in the conferences forum
November 24-25, 2025 Ukraine, Kyiv

Rector of Kyiv National University of Construction and Architecture – the head of organizing committee *Oleksii Dniprov*

партнери | partners

PERI MAPEI LIRA10 AUTODESK Value Added Distributor UGLA Thermo ELF LIRALAND GROUP THE WALL ALLBAU software КБУ Prof Build GRAPHISOFT CENTER

Certificate No.
KNUCA-25-11-369



Fri Dec 12 21:42:03 EET 2025, Покотило Костянтин Михайлович, Київський національний університет будівництва і архітектури

Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 1.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. **Errors in the documents: 10%**

	Document		Sum coincidence on the DB	
ID: 252727 Title: Особливості дизайну інтер'єрів модульного житла, виконаного на 3D принтері. Added in a DB: 2025-12-12 Authors: Салюк Валерія Григорівна Heads: Доцент Бець С.М. Consultants: Opponents:	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	137876	953	2453 (2%)	31 (3%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes