

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

(повне найменування вищого навчального закладу)

ННІ Архітектури, дизайну та образотворчого мистецтва

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра Архітектури будівель і споруд

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

« Експериментальний центр 3D-технологій та робототехніки. Experimental
Center for 3D Technologies and Robotics.»

Виконав: студент 4 курсу,

Групи АтаМ 2021-1

напряму підготовки (спеціальності)

19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

191 Архітектура та містобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

ОП Архітектура та містобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)



Єрошева Є.Г.

(прізвище та ініціали)



Керівник к.арх., доц. Блінова М. Ю.

(прізвище та ініціали)



Рецензент ст. викл. Кононенко Г. Ю.

(прізвище та ініціали)

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Науково-навчальний інститут Архітектури, дизайну і образотворчого мистецтва

Кафедра «Інноваційних технологій у дизайні міського середовища»

Освітньо-кваліфікаційний рівень **Бакалавр**

Освітня програма **Архітектура та містобудування**

(шифр і назва)

Спеціальність 191 Архітектура та містобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ



Зав.каф.ІТудАС

Фоменко О.О.

«17» березня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Єрошева Єлизавета Геннадіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «Експериментальний центр 3D-технологій та робототехніки»

керівник(и) проєкту (роботи): Блінова М.Ю., ст. викладач, канд. арх.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від **«17» березня 2026 року №255-03**



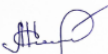





2. Строк подання студентом проєкту (роботи) **«19» червня 2026 р.**

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): завдання на дипломне проєктування, результати комп'ютерно-переддипломної практики, топографічна зйомка території, аналітичні дослідження (аналіз аналогів об'єкту проєктування), графоаналітичні матеріали

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Розділ 1. «Аналіз аналогів для експериментального центру 3D технологій та робототехніки», Розділ 2. «Архітектурно-планувальне та об'ємно-просторове рішення Експериментальний центр 3D технологій та робототехніки», Розділ 3. «Архітектурно-конструктивні рішення», Розділ 4. «Техніко-економічні показники», Розділ 5. «Охорона праці та безпека життєдіяльності».

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Схеми містобудівного аналізу території проєктування, фотофіксація ділянки проєктування, опорний план (М 1:500), генеральний план (М 1:500), плани поверхів архітектурного об'єкту (М 1:200), фасади М (1:200), розріз М (1:200), об'ємно-просторова модель архітектурного об'єкту, видові перспективи архітектурного об'єкту.


6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-2	Блінова М. Ю., доц. кафедри ІТудАС		
3	Кононенко Г. Ю доц. кафедри ІТудАС		
4	Левашова Ю. С., доц. кафедри ОПтаБЖД		
5	Кузнецова Г. В. доц. кафедри ЕіМ		

7. Дата видачі завдання: **17 березня 2026р.**

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	термін виконання етапів роботи	примітка
1	Визначення теми дипломного проекту, обґрунтування вибору обраного об'єкту, вступ	Березень 2026	Виконано
2	Аналіз аналогів обраного об'єкту проектування, збір і аналіз інформації	Березень 2026	Виконано
3	Містобудівний аналіз території проектування(аналітичні схеми, опорний план, генеральний план)	Квітень 2026	Виконано
4	Архітектурно-планувальне рішення обраного об'єкту проектування(графічне оформлення планів, фасадів, розрізу)	Квітень 2026	Виконано
5	Об'ємно-просторове ршення обраного об'єкту проектування(графічне оформлення видових перспектив, з-Д моделі, видові ракурси)	Квітень 2026 Травень 2026	Виконано
6	Розробка пояснювальної записки(1 розділ роботи)	Травень 2026	Виконано
7	Розробка пояснювальної записки (2 розділ роботи)	Травень 2026	Виконано
8	Виконання завдань суміжних розділів дипломної роботи (3-4 розділи роботи)	Травень 2026 Червень 2026	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки (всі розділи роботи) - перевірка на плагіат	Червень 2026	Виконано
10	Загальної експозиції графічного матеріалу	Червень 2026	Виконано
11	Захист кваліфікаційної роботи	Червень 2026	Виконано

Здобувач  Єрошева Є. Г.

Керівник кваліфікаційної роботи  Блінова М. Ю.

Зміст

Вступ	5
Розділ 1. Аналіз аналогів для експериментального центру 3D технологій та робототехніки	7
1.1. Richter Center.....	7
1.2. WoodHub створений архітектурним бюро C.F. Møller Architects.....	17
1.3. PELSAN Textile Office.....	15
Розділ 2. Архітектурно-планувальне та об'ємно-просторове рішення Експериментальний центр 3D технологій та робототехніки	19
2.1. Загальна характеристика ділянки.....	19
2.2. Вирішення генерального плану нового об'єкту та благоустрій території.....	28
2.3. Об'ємно-планувальне рішення.....	30
Розділ 3. Архітектурно-конструктивні рішення	34
3.1. Кліматично-будівельні умови району будівництва.....	34
3.2. Архітектурні конструкції наземної частини будівлі.....	35
3.3. Протипожежний захист будівлі.....	37
Розділ 4. Техніко-економічні показники	40
4.1. Загальна інформація.....	40
4.2. Розрахунок вартості проектних робіт.....	41
Розділ 5. Охорона праці та безпека життєдіяльності	45
5.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	45
5.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування.....	48
5.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті.....	49
5.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування.....	55
Список літератури	59

Вступ.

В умовах розвитку цифрових технологій, широкого впровадження автоматизованих систем і робототехніки дедалі актуальнішою стає потреба у формуванні спеціалізованих просторів, орієнтованих на розвиток інженерного мислення, практичних цифрових компетентностей та творчого потенціалу особистості. Особливе місце серед таких просторів займають малі центри інноваційних технологій та робототехніки – Багатофункціональні платформи, що поєднують освітню, дослідницьку та комунікаційну функції і слугують середовищем розвитку для дітей, молоді, студентів та учасників стартап-екосистем. У цьому контексті архітектурне проектування подібних об'єктів набуває стратегічного значення як інструмент формування сучасної інноваційної інфраструктури міст та регіонів.

Однією з провідних тенденцій у проектуванні малих технологічних центрів є гнучкість та трансформованість внутрішнього простору. Різноманітність форматів діяльності – від лекцій, воркшопів і майстер-класів до командної проектної роботи та індивідуальних досліджень – вимагає від архітектурно-планувальних рішень особливої адаптивності. Для цього застосовуються мобільні перегородки, модульні меблеві системи, трансформовані лабораторні простори та багатофункціональні інженерні зони. Такий підхід дозволяє оперативно змінювати конфігурацію приміщень відповідно до поточних потреб без значних витрат часу та ресурсів, забезпечуючи безперервність освітнього та дослідницького процесів.

Не менш важливою є тенденція до інтеграції принципів відкритого освітнього середовища. Простори сучасних інноваційних центрів формуються як середовища активної співпраці, що заохочують міждисциплінарну взаємодію та обмін знаннями між учасниками. У функціональній структурі таких об'єктів, як правило, передбачаються коворкінги, лабораторії цифрового виробництва, зони прототипування та макетування, медіаіндустрії, а також Демонстраційні та презентаційні простори. Відкрита планувальна структура формує культуру колективного вирішення складних інженерних та дизайнерських завдань.

Характерною ознакою сучасного проектування є також технологічна інтегрованість архітектурного середовища. Приміщення центрів оснащуються спеціалізованими інженерними системами, що забезпечують умови для роботи з електронікою, проведення робіт із

3D-друку та лазерного різання, функціонування робототехнічних комплексів, а також використання засобів доповненої та віртуальної реальності. Архітектурне рішення при цьому повинне не лише забезпечити технічну можливість розміщення складного обладнання, але й гарантувати безпечні умови його експлуатації, ергономічну організацію робочих місць.[1]

Таким чином, сучасні тенденції у проектуванні малих центрів інноваційних технологій та робототехніки визначаються прагненням до створення гнучкого, технологічно насиченого, екологічно відповідального та відкритого просторового середовища.

1. Аналіз аналогів для експериментального центру 3D технологій та робототехніки.

1.1. Richter Center.



Рисунок 1.1. Загальний вигляд Richter Center.

Richter Center є одним із найбільш виразних і концептуально завершених зразків сучасної корпоративної архітектури Центральної Європи, у якому архітектурна форма, інженерна логіка та філософія компанії-замовника органічно поєднуються в єдину просторову ідею. Будівля розташована на території науково-дослідницького кампусу фармацевтичної компанії Richter Gedeon і виконує роль нового комунікаційного ядра, що інтегрує адміністративні, дослідницькі та освітні функції в єдиний живий організм. Перед архітекторами стояло завдання, що виходило далеко за межі стандартного офісного проектування: необхідно було створити не просто функціональний робочий простір, а й повноцінний інтелектуальний центр, здатний відображати інноваційну природу компанії та водночас забезпечувати комфортне, надихаюче середовище для щоденної роботи її співробітників. [2]

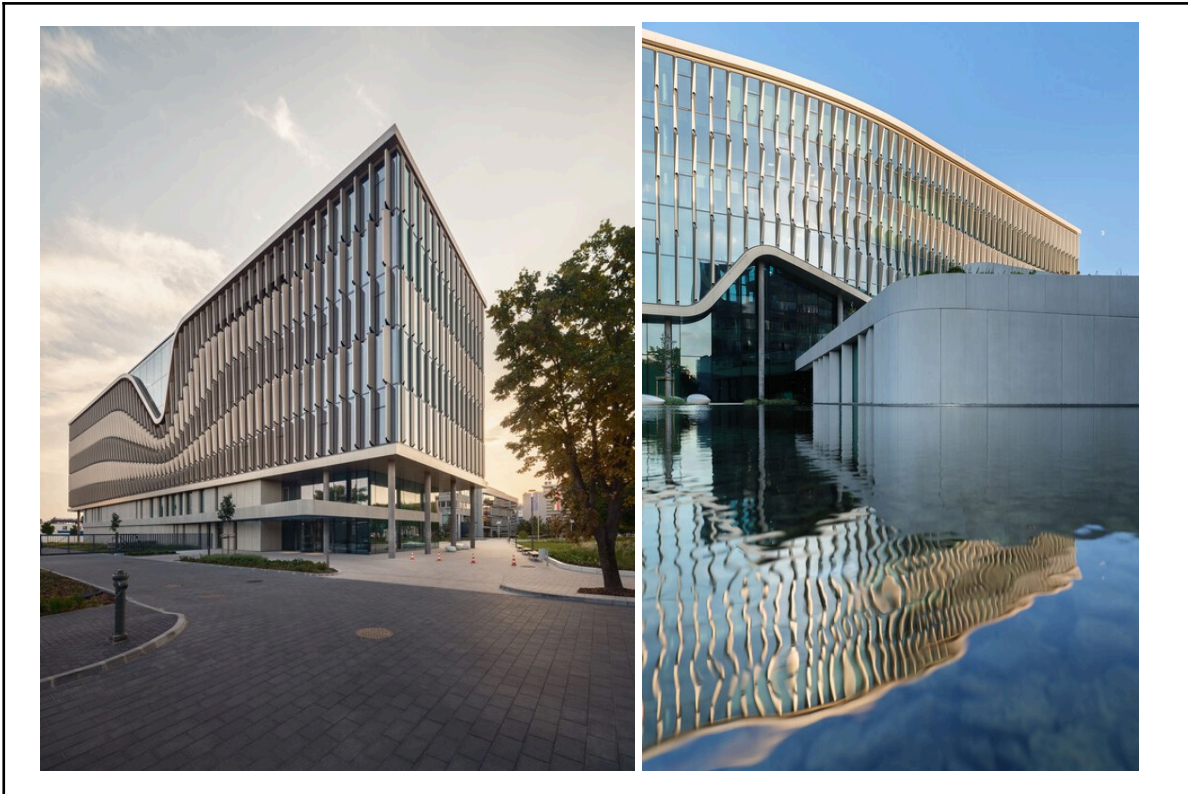


Рисунок 1.2. Фасадне рішення споруди Richter Center.

Однією з найбільш впізнаваних рис будівлі є її параметричний фасад, сформований системою вертикальних ламелей. (рис 1.2) Ці елементи виконують одночасно пластичну та кліматичну функції: з одного боку, вони створюють характерну хвилеподібну динаміку зовнішнього вигляду будівлі, а також виступають ефективною системою сонцезахисту, що регулює інсоляцію, запобігає перегріву внутрішніх приміщень і забезпечує м'яке, рівномірне розсіяне освітлення інтер'єрів. Кожна ламель має унікальну геометрію, що була розрахована індивідуально за допомогою цифрових параметричних алгоритмів. Такий підхід дозволив досягти не тільки високої точності виготовлення, а й візуальну цілісність фасаду. Richter Center переконливо демонструє, що параметричний дизайн може і повинен бути не декоративним прийомом заради ефектної форми, а інженерно обґрунтованим рішенням, що безпосередньо підвищує енергоефективність і функціональну якість архітектури.



Рисунок 1.3. Планувальні рішення Richter Center.

Внутрішня організація простору будівлі побудована навколо центрального атриуму, який відіграє роль головного соціального та комунікаційного простору всього комплексу. (рис. 1.3) Атриум пронизаний системою відкритих сходів, галерей та зон для неформальних зустрічей. Архітектори свідомо відмовилися від традиційної коридорно-кабінетної структури, яка ізолює людей та сповільнює обмін ідеями, і сформували просторову «вертикальну площу» — місце, де співробітники різних підрозділів природно перетинаються, взаємодіють та працюють у принципово відкритому, менш ієрархічному середовищі. (рис. 1.4) Реалізація цієї концепції стала можливою завдяки застосуванню спеціально розроблених сталевих конструкцій і скляних опорних елементів, що дозволили перекрити великі прольоти при мінімальній кількості несучих стін, надавши інтер'єрам відчуття легкості, прозорості та просторової свободи. [3] Не менш продуманою є матеріальна палітра будівлі, яка суттєво визначає її характер і атмосферу. Інтер'єри вирішені у стриманій, але виразній гамі природних матеріалів: дерево, скло, метал і світлі мінеральні поверхні формують середовище, в якому відчуття технологічної точності та чистоти поєднується з людською теплотою та відчуттям комфорту. Такий баланс не випадковий — він відображає корпоративну культуру Richter Gedeon, що поєднує наукову строгість із

відкритістю та орієнтацією на людину. Усі матеріали підбиралися з урахуванням критеріїв довговічності, екологічної безпеки та здатності до подальшої адаптації простору без необхідності капітальних змін.

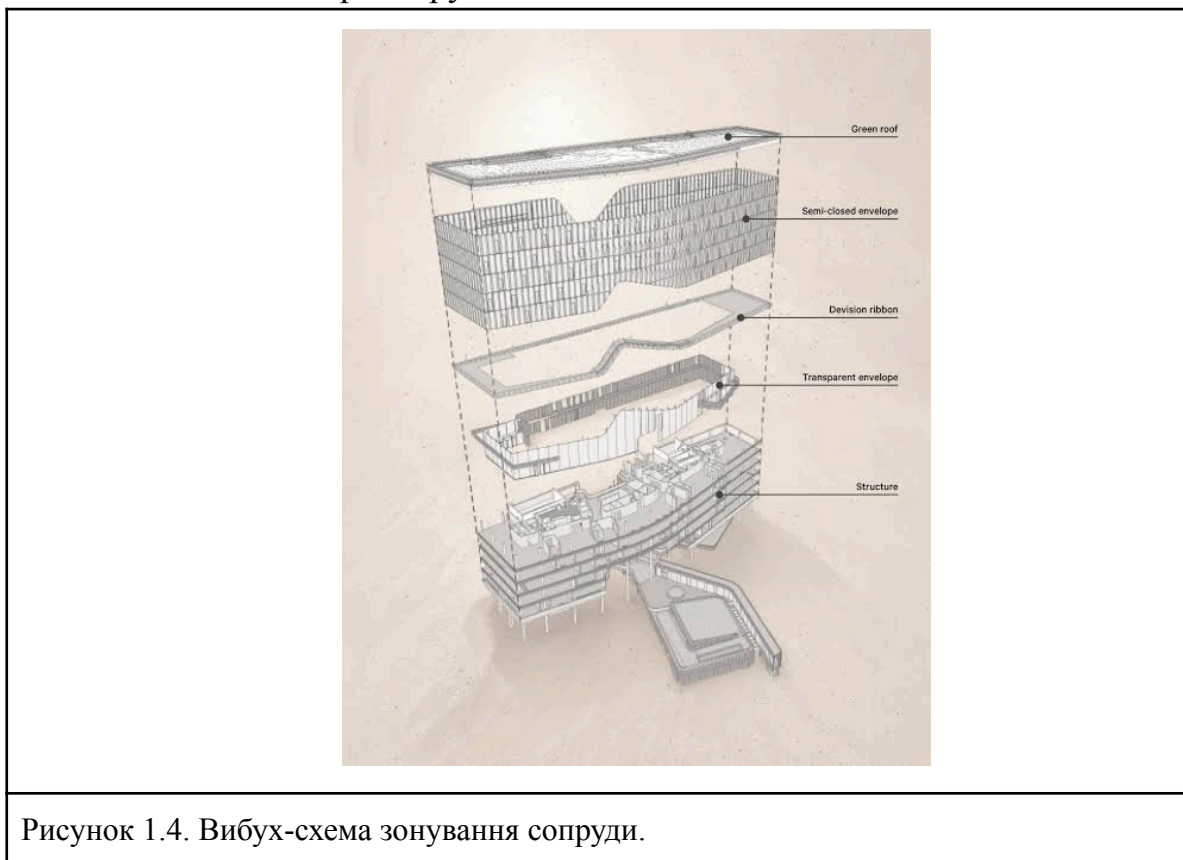


Рисунок 1.4. Вибух-схема зонування соприуди.

З позиції сталого розвитку Richter Center демонструє комплексний і системний підхід, у якому питання енергоефективності вирішуються на кількох рівнях одночасно. Оптимізована фасадна система, що фільтрує та перерозподіляє природне світло, доповнюється продуманою взаємодією природного та штучного освітлення у внутрішніх просторах, сучасними системами вентиляції та клімат-контролю, а також використанням високоефективних склопакетів із покращеними теплоізоляційними характеристиками. Сукупність цих рішень дозволила суттєво знизити енергоспоживання будівлі та привести її у відповідність до актуальних міжнародних стандартів екологічного будівництва.

У ширшому архітектурному та містобудівному контексті Richter Center може розглядатися як переконливий прототип інноваційного корпоративного кампусу нового покоління — простору, де наукова діяльність, адміністративна робота та неформальна комунікація об'єднані архітектурними засобами в єдину екосистему, що генерує нові знання та зміцнює корпоративну ідентичність.

1.2. WoodHub створений архітектурним бюро C.F. Møller Architects.

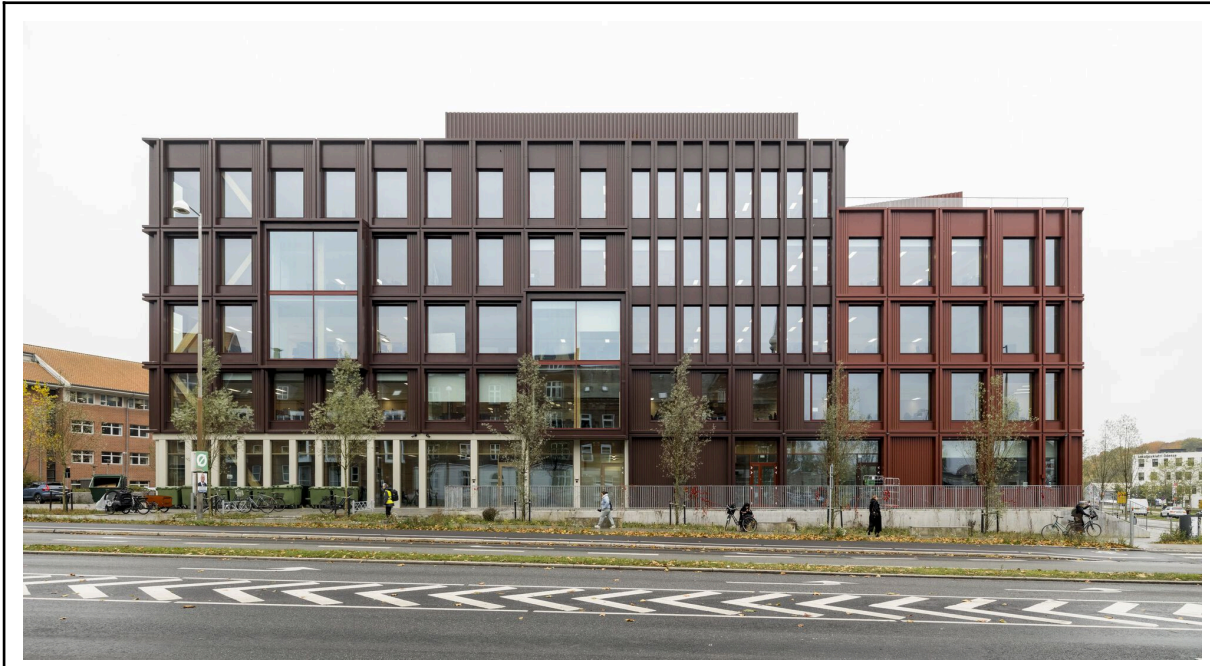


Рисунок 1.5. Фасадне рішення споруди WoodHub

WoodHub є одним із найбільш промовистих сучасних прикладів сталого офісного будівництва, у якому деревина виступає не просто конструктивним матеріалом, а повноцінним носієм архітектурної ідеї, корпоративних цінностей та усвідомленої екологічної відповідальності. (рис. 1.5) Проєкт репрезентує принципово новий підхід до формування робочого середовища, у якому природні матеріали, орієнтована на природне освітлення архітектура та гнучкі просторові сценарії спільно створюють здоровий, комфортний і продуктивний простір для щоденної роботи. (рис. 1.6) WoodHub позиціонується як інноваційний центр майбутнього, що органічно поєднує офісні функції, простори для активної співпраці та соціальні зони, формуючи цілісну та самодостатню екосистему для праці, спілкування та обміну ідеями. [4]



Рисунок 1.6. Вид на споруду з висоти пташиного польоту

Визначальною конструктивною характеристикою будівлі є масивна дерев'яна несуча система, зведена з CLT-панелей та LVL-елементів. Вибір деревини як основного конструктивного матеріалу мав не лише екологічне, але й просторово-естетичне обґрунтування: з одного боку, він дозволив суттєво скоротити вуглецевий слід будівництва порівняно з традиційними сталевими або залізобетонними каркасами, з іншого — наповнив інтер'єри теплою, природною атмосферою, яку неможливо відтворити синтетичними матеріалами. Принципово важливим архітектурним рішенням стала відкрита демонстрація конструктивних елементів: балки, колони та вузли з'єднань залишаються видимими і стають частиною інтер'єру, підкреслюючи чесність матеріалу, його тактильність і природну красу. WoodHub переконливо доводить, що деревина здатна забезпечити високу несучу здатність, довговічність і конструктивну гнучкість, не поступаючись при цьому традиційним будівельним матеріалам у жодному з ключових параметрів.(рис 1.7)



Рисунок 1.7.Макет споруди

Просторова організація будівлі формується навколо центрального атриуму, який виконує функцію головного соціального ядра та водночас є основним джерелом природного освітлення для всіх рівнів. Атриум об'єднує різноманітні функціональні блоки у єдину просторову структуру, створюючи потужну вертикальну візуальну та комунікаційну вісь. Система відкритих сходів, обхідних галерей та оглядових платформ формує багаторівневе середовище, що органічно провокує випадкові зустрічі, неформальні розмови та спонтанну міжвідділову взаємодію. Така просторова логіка повністю відповідає сучасній концепції activity based working, згідно з якою працівники мають можливість самостійно обирати тип робочого середовища залежно від характеру завдання — від камерних тихих зон для зосередженої роботи до відкритих колаборативних просторів для командної діяльності та мозкових штурмів.[5]

Матеріальне середовище інтер'єрів WoodHub відіграє ключову роль у формуванні загальної атмосфери будівлі. Деревина гармонійно поєднується зі склом, натуральним текстилем та акустичними панелями, утворюючи збалансоване середовище, яке водночас сприймається як природне та технологічно продумане. Рясне природне освітлення, м'які тіні

від конструктивних елементів і теплі відтінки деревини разом формують комфортний психофізичний мікроклімат, що позитивно впливає на самопочуття, концентрацію та загальний добробут користувачів. Архітектори свідомо уникали будь-якої надмірної декоративності та поверхневих ефектів, зосередившись натомість на чистоті конструктивної логіки, природності матеріалів та глибинній екологічній естетиці, що виростає із самої суті будівельного рішення.

З точки зору сталого розвитку WoodHub є зразком по-справжньому комплексного та системного підходу, у якому питання екологічності вирішуються на всіх рівнях одночасно — від вибору матеріалів до управління енергетичними потоками. Використання відновлюваної деревини як основного матеріалу доповнюється інтеграцією енергоефективних систем вентиляції з рекуперацією тепла, ретельною оптимізацією надходження сонячного світла та мінімізацією тепловтрат через огорожувальні конструкції. Будівля спроектована з розрахунком на мінімальне енергоспоживання протягом усього життєвого циклу та максимальну адаптивність до мінливих потреб користувачів. Завдяки природній модульності дерев'яних конструктивних систем простір може бути відносно легко трансформований, розширений або повністю реконфігурований без масштабних втручань у несучу структуру та значних матеріальних витрат.

У ширшому архітектурному контексті WoodHub може розглядатися як переконливий прототип нової хвилі європейської дерев'яної архітектури, що поєднує екологічну відповідальність, конструктивну технологічність і виражену соціальну орієнтованість. Це не просто офісна будівля з деревини — це маніфест того, як архітектура здатна давати відповідь на виклики кліматичної кризи, формувати здорове та надихаюче робоче середовище і водночас залишатися естетично виразною та архітектурно значущою. Проєкт бюро C.F. Møller переконливо демонструє: деревина — це не компроміс і не данина моді, а повноцінна, технологічно зріла альтернатива традиційним матеріалам, здатна забезпечити високу якість будівництва, справжню інноваційність рішень і тривалу довговічність у найвимогливіших умовах експлуатації.

1.3. PELSAN Textile Office

PELSAN Textile Office є яскравим прикладом сучасної корпоративної архітектури для виробничої компанії, у якому архітектурне рішення виступає не нейтральним фоном для робочих процесів, а активним виразником бренду, виробничої культури та динаміки галузі. Проект вирізняється органічним поєднанням мінімалістичної естетики, глибоко продуманої функціональності та матеріальної виразності, що разом формують середовище, у якому робочі процеси, міжособистісна комунікація та корпоративна ідентичність складають єдину, внутрішньо узгоджену просторову систему. Від самого початку архітектори ставили перед собою завдання, що виходило за межі стандартного офісного проектування: створити не просто зручний робочий простір, а репрезентативне середовище, яке наочно демонструє якість продукції компанії, її технологічний рівень та сучасне розуміння виробничої культури.

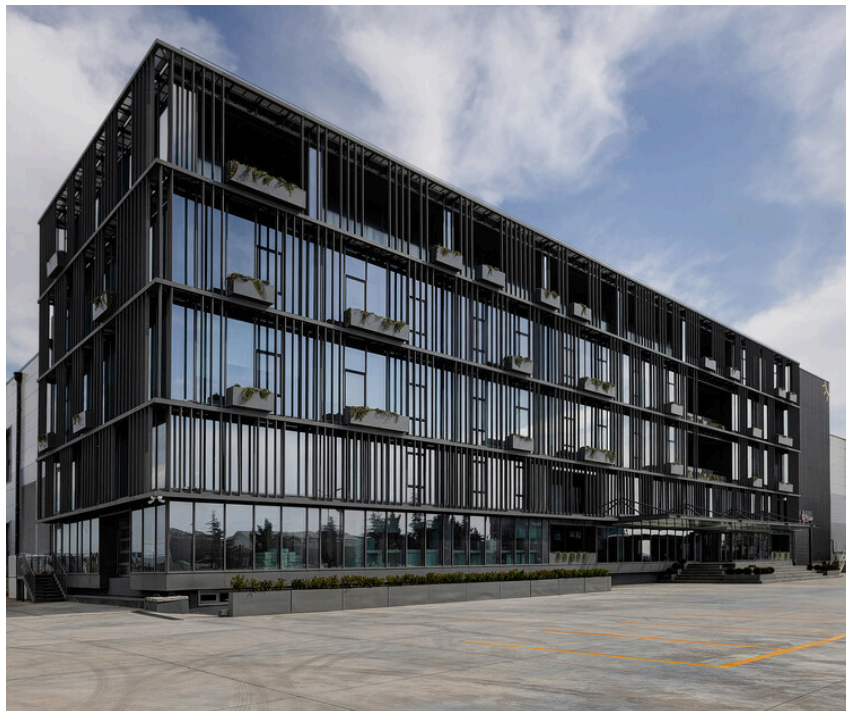


Рисунок 1.8. Фасадне рішення споруди PELSAN Textile Office

Однією з найбільш концептуально навантажених складових проекту є фасадна система будівлі, у якій суворі геометричні лінії поєднуються з текстурованими матеріалами, що свідомо переграють з текстильною тематикою. Ритмічна структура фасаду несе у собі очевидну метафору: повторюваний, але внутрішньо гнучкий малюнок нагадує будову тканини

— модульний, впорядкований і водночас здатний до варіацій. Контраст між гладкими площинами та перфорованими елементами породжує динамічну гру світла й тіні, що суттєво збагачує візуальну глибину фасаду та надає будівлі виразного пластичного характеру залежно від часу доби та кута падіння сонячного світла. При цьому фасадне рішення функціонує не лише як естетична оболонка, але й як продумана кліматична система: перфоровані елементи та геометрія поверхні регулюють інсоляцію, знижують перегрів приміщень у теплу пору року та забезпечують комфортний світловий режим у внутрішніх просторах упродовж усього дня.[6]

Внутрішня просторова організація PELSAN Textile Office побудована на принципах відкритості, прозорості та вільної комунікації між функціональними зонами — підходах, що відповідають найактуальнішим тенденціям сучасного офісного планування. Центральні простори виконують роль комунікаційних осей, що об'єднують різноманітні функціональні блоки — адміністративні, дизайнерські, виробничі та презентаційні — у єдину взаємопов'язану структуру. Особливо важливу роль у просторовій концепції відіграють візуальні зв'язки між поверхами та зонами: вони формують відчуття просторової єдності всього об'єкта та природно заохочують до взаємодії між відділами, які в традиційному офісному плануванні були б ізольовані один від одного. Для досягнення цього ефекту архітектори послідовно використовують скляні перегородки, подвійні світлові простори та відкриті сходи — прийоми, що водночас максимізують проникнення природного світла углиб плану та підтримують атмосферу відкритості й прозорості на всіх рівнях будівлі.

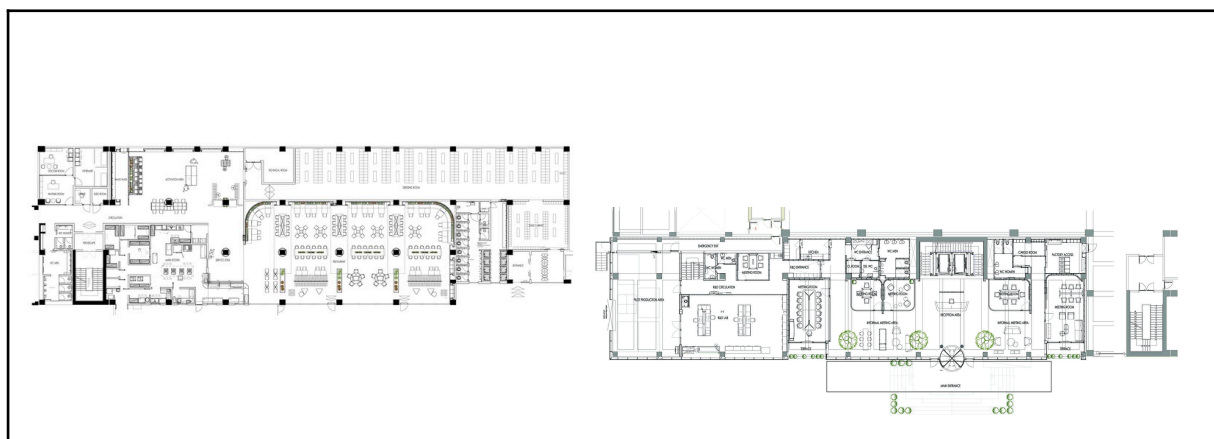


Рисунок 1.9. Планувальне рішення споруди

Матеріальне середовище інтер'єрів є ще однією площиною, у якій текстильна природа компанії отримує своє архітектурне втілення. У просторових рішеннях домінують натуральні фактури: теплі відтінки дерева, текстильні акустичні панелі та м'які облицювальні поверхні разом створюють середовище, у якому тактильність і комфорт сприймаються як цілком природні, органічні якості простору. Принципово важливо, що інтер'єри позбавлені надмірної декоративності: усі рішення підпорядковані чистоті ліній, виразності матеріалів та ретельно продуманій ергономіці робочих місць. Такий підхід дозволяє зосередити увагу саме на продукції компанії та на процесах, що відбуваються всередині офісу, перетворюючи сам простір на своєрідну виставкову платформу для демонстрації корпоративної філософії та естетичних цінностей бренду.[7]



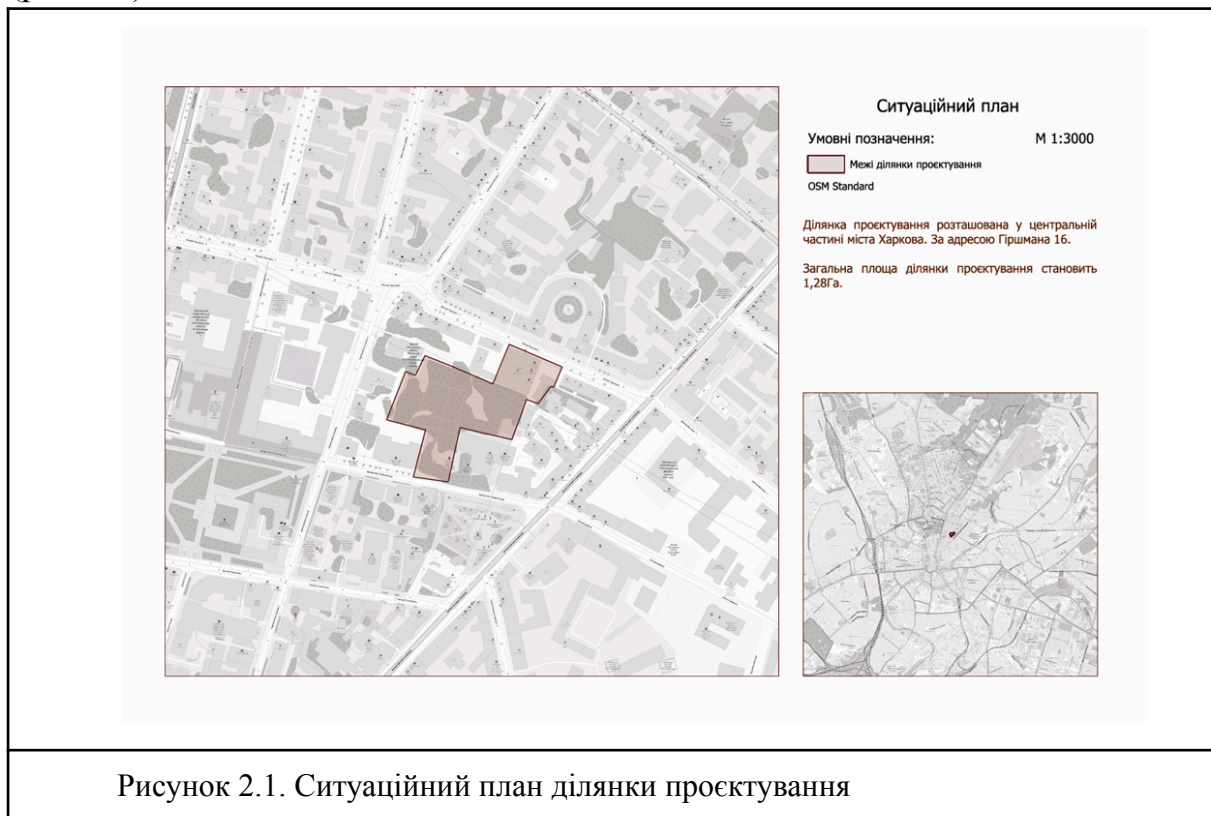
З точки зору функціональної організації PELSAN Textile Office демонструє гнучку просторову структуру, спроектовану з розрахунком на здатність адаптуватися до змін у виробничих процесах, організаційній структурі та чисельності персоналу. Модульність робочих зон, можливість оперативної трансформації переговорних кімнат та конференц-просторів, мобільні меблеві системи — усі ці рішення разом формують динамічне середовище, що легко підлаштовується під поточні потреби користувачів без необхідності капітальних перепланувань. Невід'ємною складовою функціонального рішення є також глибока інтеграція сучасних технологічних систем: управління мікрокліматом, акустичний комфорт, системи відеоконференцзв'язку та розумного освітлення забезпечують ефективну роботу офісу та підтримують стандарти комфорту, що відповідають очікуванням сучасного працівника.

У ширшому архітектурному та культурному контексті PELSAN Textile Office може розглядатися як переконливий прототип корпоративної архітектури нового покоління для виробничих компаній, перед якими стоїть непросте завдання поєднати репрезентативність, операційну функціональність та чітко виражену матеріальну ідентичність. Проект наочно демонструє, як архітектура здатна не лише відображати специфіку галузі та підтримувати творчі й виробничі процеси, але й активно формувати сильний, упізнаваний корпоративний образ. Офісний простір перестає бути нейтральним контейнером для роботи і стає повноцінним інструментом комунікації бренду, платформою для міждисциплінарної співпраці та середовищем, що щодня надихає людей, які в ньому працюють, на нові рішення та досягнення.

2. Архітектурно-планувальне та об'ємно-просторове рішення Експериментальний центр 3D технологій та робототехніки .

2.1. Загальна характеристика ділянки

Ділянка проектування розташована у межах центральної частини міста Харкова у одному з найстаріших історичних районів міста - Київського, за адресою вулиця Гіршмана 16. Обране місце має особливу містобудівну та культурно-історичну цінність, оскільки є органічною частиною історичного центру, що формувалася починаючи з кінця XIX — початку XX століття і досі зберігає свою просторову цілісність. Для цієї частини міста характерна щільна квартальна забудова, у якій кожна окрема будівля функціонує не як самостійний об'єкт, а як невід'ємний елемент єдиної міської тканини — тканини з усталеним масштабом, чітко відчутним ритмом та гармонійними пропорціями вуличного простору. (рис.2.1)



Вулиця Гіршмана являє собою тиху міську артерію, що пов'язує кілька важливих міських напрямків, водночас зберігаючи притаманну їй атмосферу затишного і впорядкованого історичного середовища. Забудова вулиці сформована переважно спорудами кінця XIX — початку XX

століття, виконаними у стилістиці історизму, модерну та раннього конструктивізму — архітектурних напрямів, що визначили обличчя центрального Харкова в цілому. Завдяки цьому вулиця має виразний і цілісний архітектурний характер, що проявляється у ритміці фасадів, узгодженості висотного рядку та пластичному багатстві історичних будівель. Ділянка на Гіршмана, 16 органічно вписана у цей сформований контекст і водночас відкриває реальну можливість для появи сучасного архітектурного акценту, що не порушуватиме усталеної гармонії середовища, а доповнюватиме її новим смисловим шаром.

Центральне розташування ділянки забезпечує їй високу транспортну та пішохідну доступність, що є одним із її ключових функціональних переваг. Поруч проходять інтенсивні пішохідні маршрути, розташовані зупинки кількох маршрутів громадського транспорту, а у безпосередній близькості знаходяться важливі міські простори — площі, сквери, культурні й освітні установи. Серед найближчого оточення — університетські корпуси, адміністративні будівлі, заклади культури та активні громадські простори, що разом формують насичене та різноманітне міське середовище. Сукупність цих факторів робить ділянку особливо привабливою для розміщення об'єктів громадського призначення — інноваційних центрів, освітніх, наукових або культурних установ, що потребують як широкої доступності, так і представницького міського контексту.

Важливою просторовою особливістю ділянки є її внутрішньоквартальне положення, яке поєднує відкритість до вуличного фронту із наявністю відносно захищених внутрішніх дворових просторів. Така структура створює значний потенціал для формування багат шарового архітектурного рішення з принципово різним характером на різних рівнях сприйняття: стриманого, контекстуально чутливого фасаду з боку вулиці — та більш вільної, виразно сучасної архітектурної мови у глибині кварталу, де тиск історичного контексту послаблюється і з'являється більше свободи для просторового експерименту. Саме ця подвійність — повага до усталеного історичного вуличного фронту та можливість створення інноваційного внутрішнього середовища — є унікальною проектною якістю ділянки, яка відкриває перед архітектором особливо цікаві творчі можливості.



Рисунок 2.2. Функціональний аналіз навколишньої забудови

Найбільш виразною та визначальною особливістю найближчого оточення є значна кількість вищих навчальних закладів, що домінують у функціональній структурі забудови. Їхня присутність генерує постійний і інтенсивний потік студентів, викладачів, науковців та відвідувачів, забезпечуючи стабільну людську активність упродовж усього дня і більшої частини тижня. Це перетворює територію на своєрідний інтелектуальний та соціальний центр району, що робить її особливо привабливою для розміщення інноваційних, освітніх, дослідницьких або громадських об'єктів, орієнтованих на молодіжну та академічну аудиторію. Додатковим свідченням розвиненості соціальної інфраструктури є наявність поруч дошкільних навчальних закладів, що підкреслює комфортність та самодостатність середовища для постійного проживання. (рис. 2.2)

Вагому роль у формуванні культурного профілю прилеглої території відіграють художній музей, палац культури та парк імені Т. Г. Шевченка що, розташовані у безпосередній близькості від ділянки. Ці заклади є потужними точками тяжіння, що приваблюють не лише мешканців кварталу, але й відвідувачів із різних районів міста та гостей Харкова. Їхня присутність суттєво підсилює культурний потенціал ділянки та відкриває

широкі можливості для інтеграції майбутнього об'єкта у вже існуючі культурні та соціальні потоки, формуючи синергію між новим центром і усталеним культурним середовищем.



Рисунок 2.3. Історичний аналіз навколишньої забудови

Найближче оточення ділянки проектування є надзвичайно цінним із точки зору архітектурно-історичної спадщини і являє собою один із найбільш збережених фрагментів дореволюційного Харкова. Навколо ділянки розташована низка прибуткових житлових будинків кінця XIX століття, що зберегли свою первісну архітектурну пластику, деталювання фасадів та історичний масштаб вуличного простору. Їхні фасади, виконані у стилістиці пізнього історизму з елементами еkleктики, формують характерний ритм забудови, задають тональність усьому кварталу і визначають той камерний, людяний масштаб середовища, який так цінується у центрах старих міст. Поруч знаходиться особняк, що нині функціонує як дитячий садок, також датований кінцем XIX століття: його архітектура відображає типову для того часу міську садібну забудову з характерними декоративними елементами та підкреслено камерним масштабом. (рис 2.3.)

Особливе місце у структурі навколишнього оточення займає Будинок жіночої ремісничої школи Товариства грамотності, зведений у 1889 році за проектом архітектора М. А. Бабкіна. Ця споруда є однією з ключових історичних пам'яток кварталу і несе в собі важливий соціальний та культурний зміст — вона пов'язана з розвитком системи освіти і жіночого суспільного руху в Харкові на межі XIX–XX століть. Її присутність у безпосередній близькості від ділянки підкреслює освітній і просвітницький характер усієї території та надає проектному контексту особливої культурно-сміслової глибини.

Важливий історичний пласт формує також група будівель, пов'язаних із медичною та соціальною інфраструктурою кінця XIX — початку XX століття, серед яких виділяється лікарня-особняк 1888–1900 років та супутні житлові будинки, що виконували функції службових або медичних корпусів. Ці споруди є матеріальним свідченням цілеспрямованого розвитку міської системи охорони здоров'я в дореволюційному Харкові, що у той період переживав активне зростання і модернізацію міської інфраструктури.

Надзвичайно вагомим елементом навколишнього оточення є особняк промисловця Інтатцевича, зведений у 1906 році. Ця споруда набула значної історичної ваги завдяки тому, що у 1922–1928 роках у ній містився Раднарком УРСР. Будівля є не лише архітектурною пам'яткою стилю модерн, але й місцем, безпосередньо пов'язаним із ключовими сторінками політичної та державної історії України, що надає всьому кварталу статусу зони особливої історичної значущості.

Серед культурних доміант оточення особливу роль відіграє Палац культури імені Алчевських — колишній родинний особняк Леніна, однієї з найвизначніших і найвпливовіших харківських родин, що залишила помітний слід у розвитку освіти, культури та промисловості регіону. Ця будівля є важливим культурним маркером місцевості та формує один із головних архітектурних і смислових акцентів навколишнього середовища, нагадуючи про меценатські традиції харківської еліти межі XIX–XX століть.

У зоні детального аналізу присутні також адміністративні будівлі 1920-х років, пов'язані з діяльністю різних радянських установ і організацій. Вони репрезентують наступний хронологічний шар забудови

та відображають перехід від дореволюційної архітектурної традиції до нових, пошукових форм раннього радянського функціоналізму та конструктивізму. Їхня присутність робить контекст ділянки по-справжньому багатшаровим — від розквіту дореволюційного Харкова через революційні перетворення до радянської доби.

Серед житлової забудови кварталу окреме місце посідає будинок «Комунар», відомий меморіальною дошкою на честь О. С. Масельського — видатної постаті в регіональній історії. Такі будівлі-носії пам'яті формують соціально-культурний фон кварталу і підкреслюють його виняткову біографічну насиченість — адже тут жили, працювали й творили люди, що визначали розвиток міста і країни.



Рисунок 2.4. Аналіз озеленення навколишньої забудови

Безпосереднє оточення ділянки проектування відзначається відносно розвиненою системою зелених насаджень, що відіграють важливу роль у формуванні мікроклімату, візуального комфорту та загальної якості міського середовища. Навколо ділянки розташована значна кількість дерев та локальних зелених зон, які утворюють природні буферні смуги між будівлями та пом'якшують щільність забудови. Зелені насадження

представлені як поодинокими деревами вздовж вуличних тротуарів, так і більш щільними груповими посадками у внутрішніх дворах. Ця структура озеленення виконує цілий спектр екологічних та мікрокліматичних функцій: забезпечує затінення, суттєво покращує якість повітря, знижує рівень шуму та зменшує ефект теплового острова — що є особливо значущим чинником для центральної частини міста з інтенсивним транспортним рухом і високою щільністю забудови.(рис. 2.4)

Аналіз топографії ділянки та прилеглої території демонструє наявність плавних перепадів рельєфу, що формують природні напрямки поверхневого стоку води та опосередковано визначають характер розподілу зелених зон. Вищі відмітки рельєфу тяжіють до периферії кварталу, тоді як безпосередня ділянка проектування розташована у зоні відносно спокійного, м'якого рельєфу. Це створює сприятливі умови як для формування ландшафтних рішень на власній ділянці, так і для органічної інтеграції нових зелених елементів у загальну структуру озеленення кварталу.

Незважаючи на переважно щільну міську забудову, зелені фрагменти між будівлями функціонують як своєрідні «кишенькові парки» та внутрішньоквартальні сквери — невеликі, але надзвичайно цінні острівці природи в ущільненій міській тканині. Вони забезпечують мешканцям і відвідувачам можливість короткочасного відпочинку, створюють необхідні візуальні розриви у безперервній масі кварталів і формують більш гуманний і комфортний масштаб середовища. Вуличні дерева, у свою чергу, суттєво підсилюють композиційну цілісність просторів і формують комфортний пішохідний профіль вулиць, зменшуючи психологічну щільність забудови та збагачуючи візуальне сприйняття маршрутів.

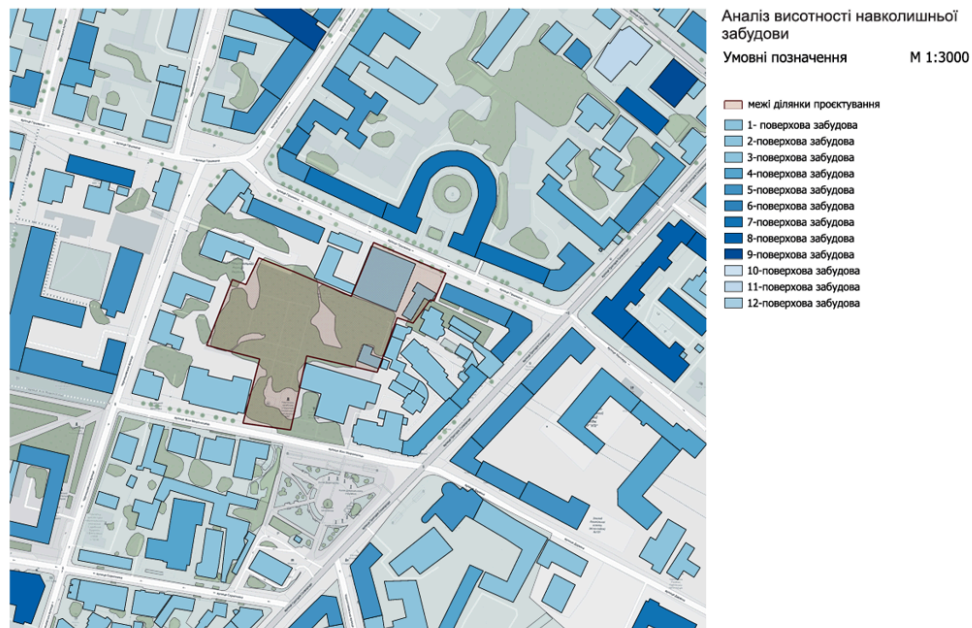


Рисунок 2.5. Аналіз висотності навколишньої забудови

Ділянка проєктування розташована у складному та різнорівневому міському середовищі, де висотність навколишньої забудови формує виразний і водночас неоднорідний силует кварталу, визначаючи просторові орієнтири та обмеження для майбутнього архітектурного рішення. Аналіз поверховості навколишніх будівель демонструє широкий діапазон висот: від одноповерхових і двоповерхових історичних споруд, що зберігають камерний масштаб дореволюційної забудови, до десяти- і дванадцятиповерхових житлових будинків радянського та пострадянського часу, що формують висотні доміанти в загальній панорамі. Така різноманітність поверховості породжує багатошарову вертикальну структуру міського простору, у якій кожен об'єкт займає власне місце в ієрархії висот і робить свій внесок у загальний образ кварталу. (рис. 2.5)

Безпосереднє оточення ділянки характеризується переважанням середньоповерхової забудови висотою 3–5 поверхів, що є типовою і найбільш поширеною рисою харківського історичного центру. Саме ці будівлі формують основний масштаб вулиць і дворових просторів, визначають ритм фасадів і створюють той комфортний, людяний простір, у якому пішохід не відчуває себе пригніченим надмірними розмірами

архітектури. Їхня висотність є природним орієнтиром та вихідним параметром для інтеграції нового об'єкта в існуюче середовище: будь-яке нове втручання повинне або підтримати цей усталений масштаб, або обгрунтовано відступити від нього із чіткою просторовою та функціональною мотивацією.

На дещо більшій відстані від ділянки присутні вищі житлові будинки висотою 7–9 поверхів, а також поодинокі висотні доміанти у 10–12 поверхів, що формують вертикальні акценти у загальній панорамі кварталу. Ці споруди не межують безпосередньо з ділянкою проектування, проте суттєво впливають на загальне сприйняття міського простору, задаючи умовну верхню межу висотного розвитку та формуючи просторові орієнтири, що сприймаються з різних точок у межах пішохідної доступності.

Поруч із будівлями середньої та значної висоти у структурі кварталу збереглися малоповерхові історичні споруди — переважно одно- та двоповерхові будівлі, розташовані вздовж внутрішніх вулиць і в глибині дворових просторів. Вони створюють локальні пониження висотного рядку та підсилюють контраст між різними хронологічними шарами забудови. Їхня присутність формує важливі візуальні коридори та відкриті простори, що необхідно ретельно враховувати при проектуванні: будь-яке рішення, що перекриє ці коридори або порушить масштаб малоповерхової забудови, матиме негативний вплив на сприйняття всього середовища.

Загальна картина висотності навколишньої забудови демонструє поступовий, досить гармонійний перехід від малоповерхових історичних споруд через переважний середньоповерховий масив до висотних житлових доміант. Така природна градація забезпечує відносно плавне сприйняття міського силуету та дозволяє розглядати ділянку проектування як частину збалансованої висотної структури, а не як локальний дисонанс у ній. Ділянка знаходиться у зоні стабільної помірної висотності, що відкриває реальну можливість для створення сучасної будівлі, яка підтримає існуючий масштаб або сформує новий, але добре аргументований і просторово виважений акцент.

2.2. Вирішення генерального плану нового об'єкту та благоустрій території



Ділянка проєктування характеризується не дуже вираженим рельєфом, а різниця між найвищою та найнижчою точками території є 3 метри. Планування території було розроблено з використанням ДБН Б2.2-12:2019 “Планування і забудова територій” [8]. (рис. 2.6)

Ділянка проєктування розташована у межах житлового мікрорайону центральної частини Харкова — з одного боку вона виходить на вулицю Гіршмана, з двох інших сторін межує з існуючими житловими будинками, формуючи характерне внутрішньоквартальне положення. З боку вулиці Жон Мироносиць у безпосередній близькості від ділянки розташовані визначні культурні об'єкти міста — Харківський художній музей та Палац культури Головного управління МВС, що суттєво збагачує культурний контекст майбутнього центру та відкриває можливості для змістовної

взаємодії між цими закладами. Таке сусідство формує унікальне середовище, у якому інноваційний технологічний центр органічно вписується у вже сформований культурно-освітній кластер центральної частини міста.

Транспортна доступність ділянки є однією з її ключових функціональних переваг. Поблизу розташовані автобусні зупинки кількох маршрутів громадського транспорту, а найважливішим об'єктом транспортної інфраструктури є станція метро імені Академіка Бекетова, що забезпечує швидке та зручне сполучення центру з усіма районами міста. Завдяки цьому відвідувачі, учні та працівники центру матимуть можливість безперешкодно дістатися до об'єкта з будь-якої точки Харкова, що є принципово важливим для установи, орієнтованої на широку молодіжну аудиторію.

В'їзд на територію ділянки організований з боку вулиці Гіршмана і просторово відокремлений від пішохідних доріжок, що забезпечує чіткий розподіл транспортних та пішохідних потоків і суттєво підвищує безпеку пересування на прилеглий території. Таке рішення відповідає сучасним вимогам до організації безпечного міського середовища та виключає конфліктні точки між автомобільним рухом і пішоходами, серед яких значну частку становитимуть діти та молодь.

Споруда експериментального центру має у плані Г-подібну форму, що є одночасно містобудівним і функціональним рішенням. З боку вулиці Гіршмана будівля формує стриманий, контекстуально узгоджений фасадний фронт, що органічно вписується у масштаб і ритм існуючої вуличної забудови. При цьому Г-подібна конфігурація дозволяє будівлі природно поширюватися вглиб ділянки, ефективно освоюючи внутрішньоквартальний простір і формуючи напівзамкнений двір із власним мікрокліматом та характером.

У глибині ділянки, у захищеному від вуличного шуму внутрішньому дворі, розміщено паркову зону з пішохідними доріжками та місцями для відпочинку, що слугуватиме комфортним середовищем для прогулянок відвідувачів та неформального спілкування учасників центру. Особливою і концептуально виразною деталлю є організація під нависанням другого поверху над сходами у внутрішній частині двору відкритого кіноекрана. У вечірній час тут заплановано проведення кіносеансів під відкритим небом,

на яких демонструватимуться науково-популярні та документальні фільми про сучасні технології, робототехніку та інновації. Такий формат дозволить у невимушеній атмосфері зацікавлювати дітей і молодь новітніми науковими досягненнями, знайомити широку аудиторію з напрямками роботи центру та залучати нових відвідувачів через живий і доступний спосіб комунікації. Нависання другого поверху при цьому виконує не лише естетичну, але й практичну функцію — слугує природним укриттям від дощу та вітру, подовжуючи сезон використання відкритого простору.

На першому поверсі будівлі розміщено невеликий кафетерій, що органічно доповнює функціональну програму центру. Це простір для неформальних зустрічей, обговорення проєктів, коротких перерв між заняттями та спонтанного спілкування між учасниками різних програм. Кафетерій відіграватиме важливу соціальну роль, формуючи атмосферу відкритого та гостинного місця, куди хочеться повертатися, і перетворюючи центр не лише на місце навчання, але і на живий осередок міської активності та інтелектуального спілкування.

2.3. Об'ємно-планувальне рішення.

Об'ємно-планувальне рішення експериментального центру базується на взаємодії кількох прямокутних об'ємів, що утворюють цілісну просторову систему. У плані споруда має Г-подібну форму, завдяки якій виникає напівзакритий внутрішній двір, у якому було організовано паркінг.

Будівля складається з трьох блоків різної висотності. Центральний чотириповерховий об'єм є головним акцентом композиції, до якого з обох боків прилягають триповерхові крила — вони забезпечують чітке функціональне зонування та зручну організацію внутрішніх приміщень. (рис 2.9, 2.10.)

На першому поверсі реалізовано принцип відкритого простору: частина об'ємів консольно винесена над опорними колонами, що формує вкриті пішохідні зони та візуально «знімає» тяжкість споруди. Цей прийом надає будівлі легкості й сучасного архітектурного характеру. Також у частині споруди, котра виходить у внутрішній двір, розташоване кіно під відкритим небом, на сходах можна зручно розміститись для перегляду, а на частині другого поверху, яка нависає над першим

поверхом розташовані кріплення для екрану. На цьому екрані передбачено вечірні покази мультиків або фільмів про робототехніку та 3д технології для залучення нових учнів у центр.(рис. 2.7, рис.2.8)

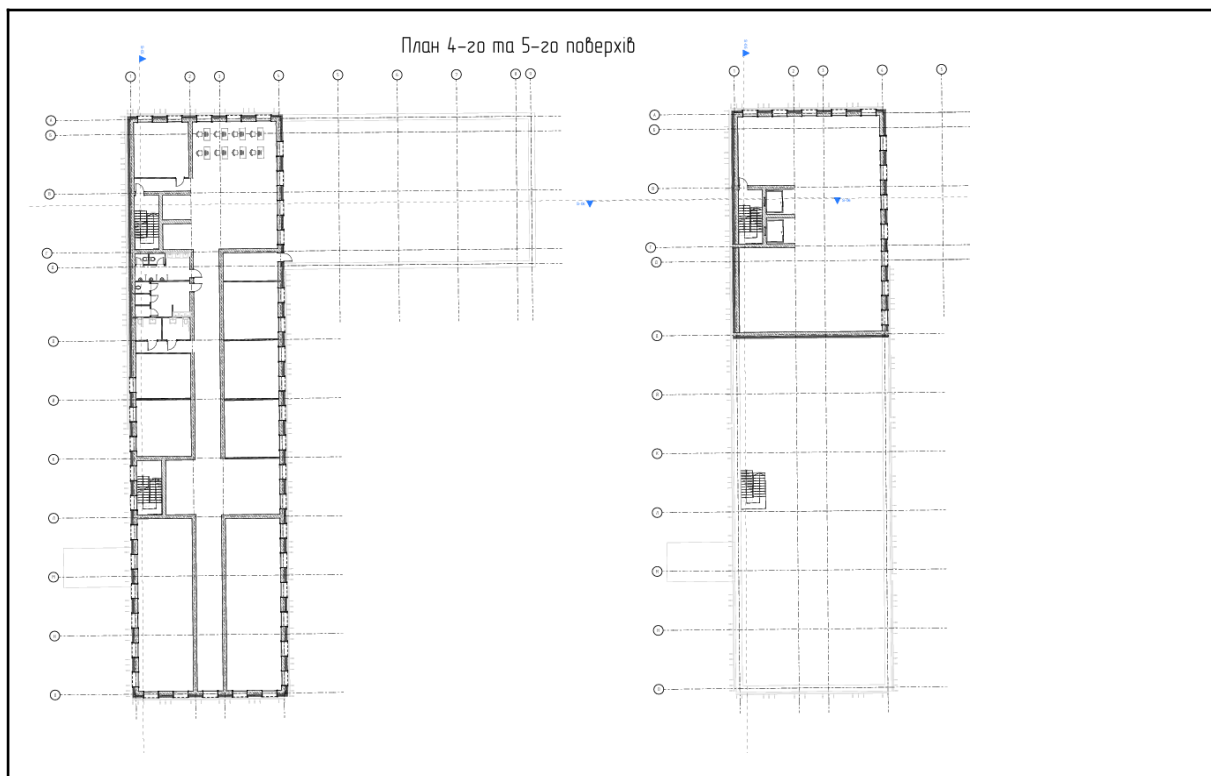
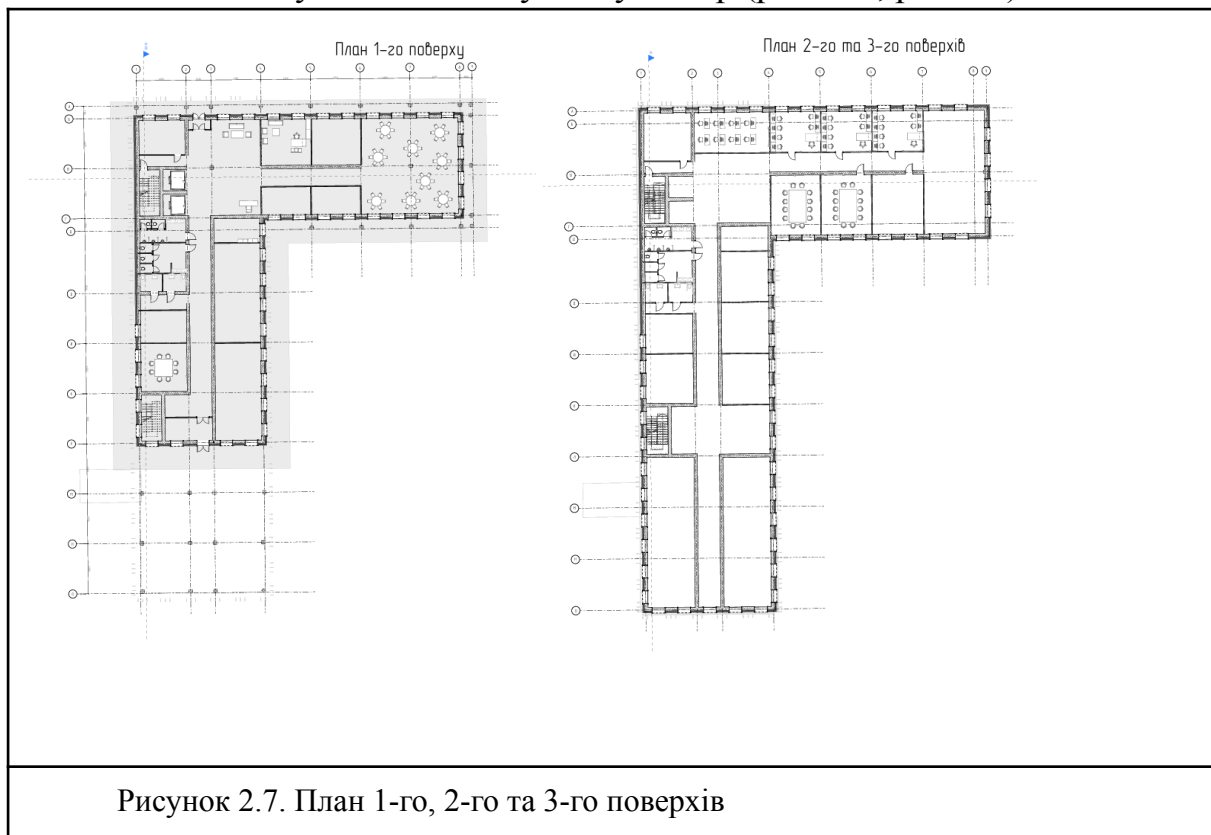


Рисунок 2.8. План 4-го та 5-го поверхів

Фасади побудовані на поєднанні строгої геометрії та пластичних вертикальних елементів. Хвилеподібні ламелі виконують функцію сонцезахисту й водночас формують неповторний образ споруди. Вертикальний ритм фасадних рішень акцентує висотність будівлі, додає їй динаміки та пом'якшує жорсткість геометричних форм.(рис. 2.11)

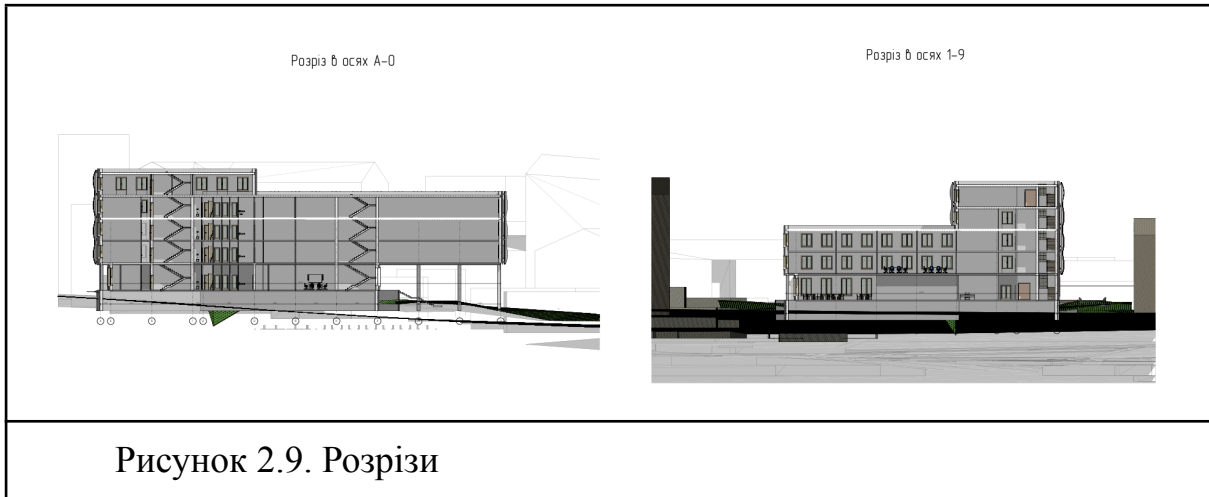


Рисунок 2.9. Розрізи

Планувальна структура забезпечує зручні зв'язки між приміщеннями та ефективне переміщення користувачів. Вертикальні комунікації вирішено за допомогою сходових кліток і ліфта.

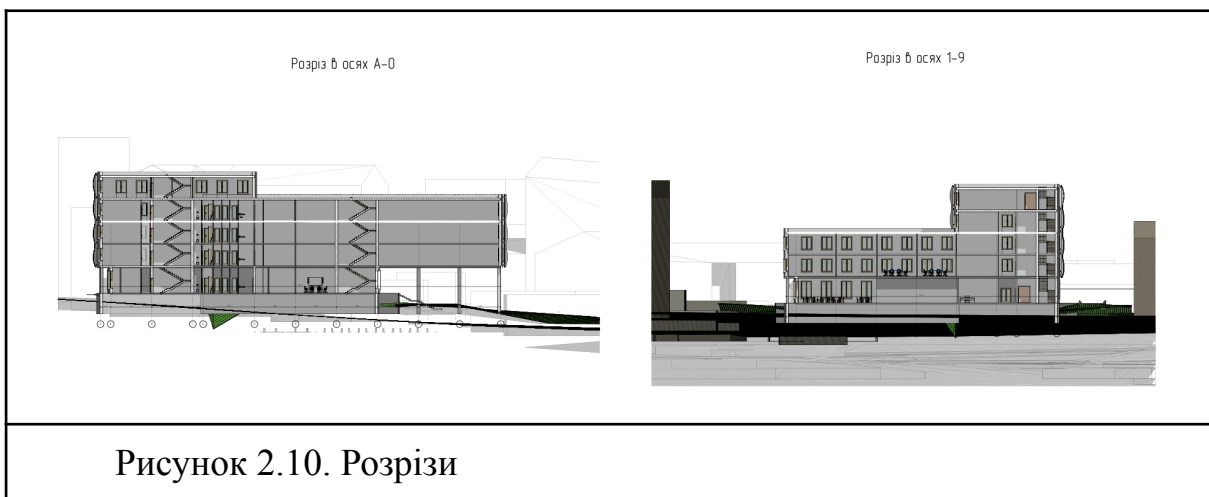
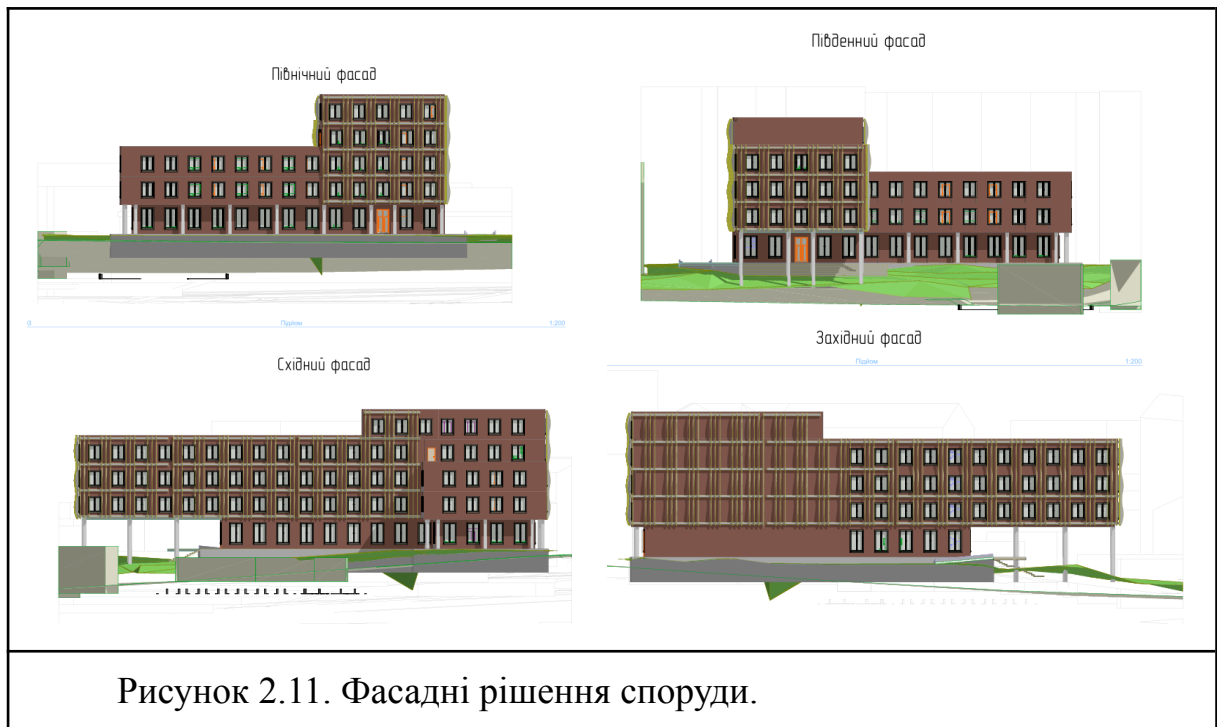


Рисунок 2.10. Розрізи



Розділ 3. Архітектурно-конструктивне рішення

3.1. Кліматично-будівельні умови району будівництва

Харків розташований у північно-східній частині України, в межах лісостепової природно-кліматичної зони, яка відзначається характерним поєднанням помірного клімату та різноманітного рослинного покриву. Географічне положення міста зумовлює особливості місцевих кліматичних умов, які безпосередньо впливають на підходи до проектування та будівництва.

Клімат регіону є помірно континентальним, із чітко вираженою сезонністю: теплим і досить вологим літом та помірно холодною зимою без тривалих екстремальних морозів. Середня температура найтеплішого періоду становить близько $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді як у найхолодніші місяці вона опускається приблизно до $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такий температурний режим є типовим для лісостепової зони та не створює критичних навантажень на будівельні конструкції. Середньорічна кількість атмосферних опадів складає приблизно 540 мм, причому більша їх частина випадає в теплу пору року у вигляді дощів, а взимку — у вигляді снігу з формуванням стійкого снігового покриву.

Загалом кліматичні умови Харківського регіону є сприятливими для будівництва та тривалої експлуатації громадських будівель. Водночас під час проектування необхідно враховувати сезонні коливання температур, характер і розподіл атмосферних опадів упродовж року, а також вітрове навантаження. Огороджувальні конструкції мають відповідати нормативним вимогам щодо теплоізоляції, що забезпечить енергоефективність будівлі та комфортний мікроклімат у приміщеннях протягом усіх пір року.

Рельєф Харківського регіону переважно рівнинний, з незначними природними ухілами, характерними для лісостепової зони. Такі умови є оптимальними для раціонального розміщення будівель, організації зручних транспортних під'їздів та пішохідних маршрутів на території об'єкта, а також спрощують проведення інженерної підготовки ділянки та влаштування зовнішніх інженерних мереж.

Сейсмічність майданчика будівництва становить 5 балів, що відповідає низькому рівню сейсмічної активності та не потребує застосування спеціальних антисейсмічних конструктивних рішень. За

вітровим районуванням територія належить до II району, за сніговим — до V району, що враховується при визначенні відповідних навантажень на конструкції.

Ділянка розташована у центральній частині міста, де рельєф не є дуже вираженим, але ділянка має ухил 3 метри.[8][9][10][11]

3.2 Архітектурні конструкції наземної частини будівлі

Конструктивне рішення надземної частини будівлі розроблено з урахуванням її функціонального призначення, а також нормативних вимог щодо міцності, стійкості та довговічності. За основу прийнято комбіновану конструктивну схему, в якій несучі функції виконують зовнішні та внутрішні стіни у поєднанні з системою колон.

Зовнішні стіни поєднують у собі дві функції — огорожувальну та несучу. Вони сприймають вертикальні навантаження від перекриттів і покриття, одночасно забезпечуючи захист внутрішніх приміщень від зовнішніх кліматичних впливів. Внутрішні несучі стіни беруть участь у передачі навантажень на фундамент та відіграють важливу роль у забезпеченні просторової жорсткості всієї конструктивної системи.

У зонах, де передбачено великі відкриті простори та консольні виноси, застосовано колони, через які навантаження від верхніх поверхів передаються безпосередньо на фундамент. Використання колонної системи дало змогу організувати вільний простір на рівні першого поверху, що не лише відповідає функціональним потребам будівлі, а й формує її сучасний архітектурний вигляд. колони були прийняті прямокутного перерізу 400x400 мм.

Основним матеріалом несучих стін прийнято керамічну цеглу. Товщина несучої цегляної кладки становить 380 мм (кладка в 1,5 цеглини), що забезпечує необхідну несучу здатність та просторову жорсткість будівлі.

Для забезпечення нормативних показників енергоефективності та теплозахисту зовнішні стіни утеплюються негорючими теплоізоляційними плитами з мінеральної вати товщиною 150 мм. Застосування такого теплоізоляційного шару дозволяє знизити тепловтрати через

огороджувальні конструкції та забезпечити комфортний мікроклімат у приміщеннях протягом усього року.

Зовнішнє оздоблення фасадів виконується по системі вентиляваного фасаду, що забезпечує захист теплоізоляційного шару від атмосферних впливів та сприяє довговічності конструкції.

Прийнята конструкція зовнішньої стіни відповідає вимогам міцності, пожежної безпеки, енергоефективності та довговічності, що висуваються до громадських будівель. [11][13][14]

Внутрішні стіни, що не виконують несучу функцію використовуються газоблоки товщиною від 100 мм. Цей матеріал було обрано для забезпечення кращої звукоізоляції між кабінетами та протипожежної безпеки. Матеріал характеризується невеликою власною вагою, високою точністю геометричних розмірів. Газобетонні перегородки не беруть участі у сприйнятті навантажень від перекриттів і використовуються виключно для функціонального зонування внутрішнього простору будівлі.

Міжповерхові перекриття запроєктовано у вигляді монолітних залізобетонних плит товщиною 300 мм. Таке рішення забезпечує необхідний рівень міцності, жорсткості та надійності конструкції, а також дозволяє сприймати експлуатаційні навантаження, типові для громадських будівель.

Монолітні перекриття рівномірно розподіляють навантаження на несучі стіни та колони, формуючи єдину просторово жорстку систему. Завдяки властивостям монолітного залізобетону стає можливим перекривати значні прольоти та створювати відкриті внутрішні простори без суттєвого збільшення кількості несучих елементів.

Товщина плити 300 мм визначена на підставі конструктивної схеми будівлі, її поверховості та розрахункових навантажень. Перекриття відзначаються високою вогнестійкістю та довговічністю, а також забезпечують належний рівень звукоізоляції між поверхами.

Плити спираються на несучі цегляні стіни та залізобетонні колони, через які зусилля передаються на фундамент. Прийняте конструктивне

рішення повністю відповідає нормативним вимогам щодо міцності, експлуатаційної надійності та довговічності громадських споруд.

Вертикальні зв'язки в будівлі забезпечуються за допомогою сходових кліток та пасажирського ліфта, які створюють зручне сполучення між усіма поверхами споруди.

Сходи запроектовані відповідно до вимог пожежної безпеки та евакуації людей. Конструкція сходів виконана із монолітного залізобетону, що забезпечує їхню міцність, довговічність та вогнестійкість. Ширина маршів і сходових площадок прийнята відповідно до нормативних вимог для громадських будівель та забезпечує комфортне пересування відвідувачів.

Для забезпечення безбар'єрного доступу до всіх функціональних зон будівлі передбачено пасажирський ліфт. Ліфт забезпечує комфортне переміщення між поверхами маломобільних груп населення, осіб з інвалідністю, батьків із дитячими візками та відвідувачів з обмеженими фізичними можливостями.

Розташування сходових кліток та ліфта забезпечує зручну орієнтацію в будівлі, ефективну організацію потоків відвідувачів і відповідає вимогам безпеки та функціональності громадських споруд.[14]

3.3. Протипожежний захист будівлі

Система протипожежного захисту будівлі розроблена згідно з чинними нормативними вимогами та спрямована на збереження життя людей, підтримання несучої здатності конструкцій в умовах пожежі, стримування поширення вогню і диму, а також забезпечення умов для безпечної евакуації та оперативного втручання рятувальних служб.

Будівлі присвоєно II ступінь вогнестійкості. Основу несучої системи складають цегляні стіни, залізобетонні колони та монолітні залізобетонні перекриття товщиною 300 мм. Межі вогнестійкості несучих конструкцій становлять: цегляні стіни — REI 120, залізобетонні колони — R 120, монолітні перекриття — REI 120.

Застосування негорючих будівельних матеріалів гарантує стійкість конструкцій до дії високих температур. Зовнішні стіни утеплено негорючими мінераловатними плитами товщиною 150 мм, які не сприяють розповсюдженню полум'я по фасаду та відповідають вимогам пожежної безпеки.

Конструктивні та планувальні рішення будівлі спрямовані на локалізацію можливих осередків займання та уповільнення поширення пожежі між функціональними зонами. У місцях перетину інженерних комунікацій зі стінами та перекриттями виконано вогнестійку герметизацію проходок з класом не нижче EI 60, що дозволяє зберегти нормативні показники вогнестійкості огорожувальних конструкцій.

Будівля має цокольний поверх, частково заглиблений у ґрунт. У повністю підземній частині розміщено укриття цивільного захисту, конструкції якого виконані із залізобетону та відокремлені від решти приміщень протипожежними конструкціями з підвищеними характеристиками: стіни та перекриття — REI 150, двері — EI 60. Укриття обладнане основним входом із будівлі та окремим аварійним виходом назовні, що забезпечує безпечну евакуацію в разі надзвичайної ситуації.

У тій частині цокольного поверху, яка завдяки рельєфу ділянки частково виходить на поверхню, розміщено навчальні зали та приміщення для занять. Природне освітлення та прямий зв'язок із прилеглою територією створюють комфортні умови для перебування людей і забезпечують додаткові евакуаційні можливості.

Евакуація з будівлі організована через дві сходові клітки та евакуаційні виходи, розташовані відповідно до нормативних вимог. Сходові марші та площадки виконані з монолітного залізобетону з межею вогнестійкості REI 120. Сходові клітки відокремлені від інших приміщень протипожежними дверима класу EI 60, а двері на евакуаційних шляхах мають клас EI 30 і відкриваються у напрямку евакуації.

В оздобленні евакуаційних шляхів використано матеріали з належними показниками пожежної безпеки, що не сприяють швидкому поширенню вогню та димоутворенню. Для своєчасного виявлення загоряння будівля оснащується автоматичною пожежною сигналізацією та

системою оповіщення. На шляхах евакуації передбачено світлові покажчики напрямку руху та знаки пожежної безпеки.[13]

Архітектурно-конструктивні рішення будівлі сформовані з урахуванням кліматичних, інженерно-геологічних та містобудівних умов майданчика, а також вимог чинних нормативних документів щодо міцності, стійкості, довговічності та пожежної безпеки. Кліматичні особливості Харківського регіону, помірні температурні коливання, рівнинний рельєф та низька сейсмічність створюють сприятливі передумови для проектування та експлуатації громадської будівлі.

Прийнята комбінована конструктивна схема — поєднання несучих цегляних стін, залізобетонних колон та монолітних перекриттів — забезпечує просторову жорсткість, надійність і можливість формування відкритих функціональних просторів. Зовнішні огорожувальні конструкції відповідають вимогам теплозахисту та енергоефективності, а застосування негорючих матеріалів підвищує рівень пожежної безпеки.

Система протипожежного захисту, що включає конструктивні, планувальні та інженерні заходи, забезпечує необхідні межі вогнестійкості несучих елементів, локалізацію можливих осередків займання, безпечну евакуацію людей та умови для роботи рятувальних підрозділів. Особливу увагу приділено укриттю цивільного захисту, яке виконано з підвищеними показниками вогнестійкості та має автономні шляхи евакуації.

У комплексі прийняті рішення гарантують надійність, функціональність та безпечну експлуатацію будівлі протягом усього життєвого циклу, відповідаючи сучасним вимогам до громадських споруд.

4. Техніко-економічні показники

4.1. Загальна інформація:

Будівля експериментального центру 3д технологій та робототехніки у м. Харків складається з 5 поверхів

Об'єм будівлі: 4396 м²

Цей центр поєднує у собі навчальний та розробницький центр розвитку сучасних технологій для дітей та молоді.

У його складі передбачено навчальні та зали практичного заняття:

Навчальні кабінети: 993,22 м²

Експериментальні кімнати для практичних занять: 1038,62 м²

А також Кафе місткістю 54 місця: 223,41 м²

Навчальний центр оснащений охороною, системою відеоспостереження.

Під будинком розташовані приміщення які у спокійний час виконують роль Складу, системи вентиляції та протипожежного захисту, а у разі небезпеки відіграє роль укриття.

Загальний об'єм підземного рівня: 1205,84 м²

Зовнішнє оточення: Ділянка проєктування знаходиться у центральній частині мікрорайону, і проходить вглиб. Споруда оточена зеленою зоною.

Вплив на навколишнє середовище:

Центр підтримує концепцію екологічного міста:

- Мінімізація використання особистого транспорту завдяки транспортній доступності до споруди. Ділянка проєктування розташована біля метро ім. Архітектора Бекетова
- Енергозберігаючі технології в опаленні та освітленні
- розташування сонячних панелей на даху споруди.

Розташування:

Ділянка проєктування розташована в місті Харків за адресою вулиця Гіршмана 16. поблизу станції метро Архітектора Беретова.

Поверховий опис:

Перший поверх: 830,47 м²

Кафетерій, зали для проведення практичних занять з 3д друку

Другий поверх: 1205,84

Навчальні кабінети, зали практичних занять з робототехніки

Третій поверх: 1205,84

Навчальні кабінети, зали практичних занять з робототехніки

Четвертий поверх: 837,860
Навчальні кабінети
П'ятий поверх: 316,138
Амбар для складу літальних апаратів

4.2. Розрахунок вартості проєктних робіт

"Будівельні Технології - Кошторис ПВР" версія 5.8.3
S/N:1740

304_ЗКР_304

Додато
к 1 до
Настан
ови

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИС № 304

Зведений кошторис на виконання робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності будівель і споруд

Форма
№ 1-П

Будівля закладів освіти

(найменування об'єкта)

Найменування
організації, що виконує
оцінку технічного стану
та експлуатаційної
придатності

Ч. ч.	Перелік виконуваних етапів робіт	Посилання на № кошторису за формою 2-П, 3-П	Всього, грн.
1	2	3	4
1	Проєкт (Будівля) закладів освіти	1-1	702,215
	Разом		702,215
	ПДВ 20% (702 215 - 0) * 0,2		140,443
	Всього з урахуванням ПДВ		842,658

Всього за
зведеним
кошторисом

842 658,00 грн. (вісімсот сорок дві тисячі шістсот п'ятдесят вісім гривень 00 копійок)

(сума прописом)

Керівник
проектної
організації

(підпис)

(ПБ)

Головний інженер
проекту

(підпис)

(ПБ)

Кошторис склав

(підпис)

(ПБ)

М.П.

" _____ "

_____ 20

КОШТОРИС № 1-1

на проєктні, науково-проєктні, вишукувальні роботи

Форма № 2-П

(Будівля) закладів освіти

(найменування об'єкта будівництва, стадії проєктування, виду проєктних, науково-проєктних, вишукувальних робіт)

Найменування проєктної (науково-проєктної,
вишукувальної) організації

Ч.ч.	Характеристика об'єкта будівництва або виду робіт	Назва документу обґрунтування та №№ частин, глав, таблиць, пунктів	Розрахунок вартості	Вартість, грн
1	2	3	4	5
1	Станції техніків, юних натуралістів Розрахунковий показник: 4396 (1 м2 загальної площі основних приміщень і будівель)	ЗЦПРБ-90 Розділ 39, табл.39-6 п.5 A=10829,00; B=1,00; Розр.показ.: X=4396 Коефіцієнти: КС = 0,40 (Коеф. на проєкт) К1=1,19 (КНУ Настанова з визначення вартості ПВР (наказ №281), Додаток 7, таблиця 1). К2=39,14 (КНУ Настанова з визначення вартості ПВР (наказ №281), Додаток 7, таблиця 3).	(A + B * X) * КС * К1 * К2 (10 829,00 + 1,00 * 4 396,00) * 0,40 * 1,19 * 39,14	283651
2	Будівля експериментальних майстерень загальною площею від 1000 до 4000 м2 Розрахунковий показник: 1038,62 (м2)	ЗЦПРБ-90 Розділ 51, табл.51-1 п.7 A=500,00; B=15,00; Розр.показ.: X=1038,62 Коефіцієнти: КС = 0,25 (Коеф. на проєкт) К1=1,01 (КНУ Настанова з визначення вартості ПВР (наказ №281), Додаток 7, таблиця 1). К2=39,14 (КНУ Настанова з визначення вартості ПВР (наказ №281), Додаток 7, таблиця 3).	(A + B * X) * КС * К1 * К2 (500,00 + 15,00 * 1 038,62) * 0,25 * 1,01 * 39,14	158909

3	Комплексні підприємства громадського харчування Розрахунковий показник: 54 (посадочне місце)	ЗЦПРБ-90 Розділ 39, табл.39-5 п.1 A=13174,00; B=51,00; Розр.показ.: X=54 Коефіцієнти: КС = 0,35 (Коеф. на проєкт) К1=1,19 (КНУ Настанова з визначення вартості ПВР (наказ №281), Додаток 7, таблиця 1). К2=39,14 (КНУ Настанова з визначення вартості ПВР (наказ №281), Додаток 7, таблиця 3).	$(A + B * X) * КС * К1 * К2$ $(13\ 174,00 + 51,00 * 54,00) * 0,35 * 1,19 * 39,14$	259655
Разом за кошторисом				702215

1

"Будівельні Технології - Кошторис ПВР" версія 5.8.3 S/N:1740

304_ЛК 2-П_1-1

Всього за кошторисом 702 215,00 грн. (сімсот дві тисячі двісті п'ятнадцять гривень 00 копійок)

(сума прописом)

Головний інженер проєкту

(підпис)

(ПІБ)

Кошторис склав

(підпис)

(ПІБ)

М.П.

" _____ " _____ 20 ____

2

5. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

5.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Забезпечення охорони праці при реалізації проєкту експериментального центру 3D технологій та робототехніки У місті Харків має відповідати чинному національному законодавству України, котре регулює питання охорони праці та безпеки працівників. Нижче наведено основні законодавчі акти та нормативні документи, що регулюють цю сферу:

1. Конституція України[15]

Конституція гарантує право на безпечні та здорові умови праці (ст. 43).

2. Кодекс законів про працю України (КЗпП)[16]

КЗпП регулює основні положення щодо трудових відносин, у тому числі питання охорони праці (глава XI).

3. Закон України "Про охорону праці"[17]

Даний Закон визначає та закріплює основоположні правові норми, спрямовані на реалізацію конституційного права кожного працівника, на надійний захист його життя і здоров'я в процесі здійснення трудової діяльності, а також на забезпечення належних, безпечних і здорових умов праці, що відповідають сучасним вимогам і стандартам. Документ охоплює широке коло питань, пов'язаних з формуванням безпечного виробничого середовища, дотримання норм гігієни праці та запобігання виникненню професійних захворювань і виробничого травматизму. Закон регулює відносини між роботодавцем і працівником у сфері охорони праці за безпосередньої участі відповідальних органів державної влади, що уповноважені здійснювати нагляд і контроль у цій галузі. Зокрема, він встановлює чіткий розподіл прав, обов'язків і відповідальності сторін трудових відносин щодо забезпечення безпеки на робочих місцях, визначає механізм взаємодії між державними інституціями, роботодавцями та представниками працівників у питаннях профілактики виробничих ризиків. Крім цього, Закон запроваджує єдиний, уніфікований порядок організації системи охорони праці по всій території України, що забезпечує однаковий рівень захисту прав працівників незалежно від форми власності підприємства, його організаційно-правової форми чи галузевої гнезалежності. Встановлені норми поширюються на всіх учасників трудових відносин і є обов'язковими для виконання як суб'єктами

господарювання, так і органами державного управління, що здійснюють контроль-наглядові функції у сфері охорони праці та безпеки виробничого середовища.

4. Закон України “Про систему громадського здоров’я”[18]

Даний закон закладає правові, організаційні, економічні та соціальні підвалини для повноцінного функціонування національної системи громадського здоров’я в Україні. Його головною метою є зміцнення здоров’я населення, ефективного запобігання виникненню та поширенню захворювань, підвищення якості життя громадян і збільшення його тривалості шляхом впровадження комплексних профілактичних і регуляційних механізмів. Він регулює суспільні відносини, що виникають у сфері громадського здоров’я та забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя населення, охоплюючи широке коло питань — від організації профілактичних заходів до реагування на епідемічні загрози. У цьому контексті документ чітко визначає права і обов’язки органів державної влади та органів місцевого самоврядування, а також юридичних і фізичних осіб у досліджуваній сфері, встановлюючи прозорий розподіл відповідальності між усіма учасниками відносин у галузі охорони громадського здоров’я. Крім того, Закон встановлює правові та організаційні засади здійснення державного нагляду і контролю у тих сферах господарської діяльності, що можуть становити потенційний ризик для санітарно-епідемічного благополуччя населення. Це передбачає формування дієвих механізмів виявлення, оцінки та мінімізації ризиків, пов’язаних із господарською діяльністю суб’єктів різних форм власності, з метою забезпечення належного рівня захисту здоров’я громадян та безпеки середовища їхнього проживання.

5. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки»[19]

Даний Закон встановлює комплексну систему правових, економічних, соціальних та організаційних основ, що регулюють діяльність, пов’язану з об’єктами підвищеної небезпеки. Він визначає єдині вимоги та стандарти, яких зобов’язані дотримуватися всі суб’єкти господарювання, чия діяльність пов’язана з експлуатацією потенційно небезпечних об’єктів, незалежно від їхньої форми власності та галузевої приналежності. Головною метою Закону є надійний захист життя і здоров’я людей, а також збереження навколишнього природного середовища від

шкідливого впливу можливих аварій на таких об'єктах. Для досягнення цієї мети документ запроваджує механізми, спрямовані на завчасне запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, оперативне обмеження та локалізацію їх розвитку у разі виникнення, а також на ефективну ліквідацію наслідків аварій з мінімальними втратами для населення та довкілля.

6. Закон України “Про охорону навколишнього середовища”[20]

Закон створений з метою захисту здоров'я та працездатності працівників від несприятливого впливу мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях. Документ встановлює науково обґрунтовані межі параметрів виробничого середовища, за яких організм людини здатен підтримувати нормальний тепловий баланс без надмірного навантаження. Це зумовлено тим, що тривале перебування в умовах надмірної спеки, холоду або підвищеної вологості може спричиняти зниження продуктивності праці, розвиток професійних захворювань і серйозні порушення стану здоров'я. Крім захисної функції, норми виконують регуляторну роль — вони забезпечують єдиний стандарт вимог до умов праці на всіх підприємствах України незалежно від галузі та форми власності, зобов'язуючи роботодавців підтримувати належний стан виробничого середовища і нести відповідальність за його відповідність встановленим нормативам.

7. Закон України “Про об'єкти підвищеної небезпеки”[21]

Закон створений з метою систематизації та ідентифікації небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають у процесі виробництва будівельних матеріалів і виробів, а також під час зведення та експлуатації будівельних об'єктів. Документ слугує практичним керівництвом для фахівців у галузі охорони праці, інженерів і проєктувальників, що дозволяє своєчасно виявляти потенційні ризики на будівельному виробництві та розробляти ефективні заходи захисту від їх впливу на працівників. Основне призначення стандарту полягає у забезпеченні єдиного методологічного підходу до оцінки умов праці в будівельній галузі, встановленні вимог щодо застосування засобів індивідуального та колективного захисту, а також у визначенні організаційних і технічних заходів, спрямованих на мінімізацію виробничого травматизму і профілактику професійних захворювань серед працівників будівельної сфери.

5.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Об'єктом проєктування є експериментальний центр 3D-технологій та робототехніки, що функціонуватиме як багатопрофільний майданчик для науково-дослідної діяльності, професійного навчання, прототипування виробів та практичної роботи з роботизованими системами і цифровими технологіями. Технологічне оснащення центру включає комп'ютерну техніку, 3D-принтери різних типів, лазерне обладнання, електронні компоненти та роботизовані установки.

В умовах експлуатації центру працівники та відвідувачі можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які відповідно до чинної нормативної класифікації поділяються на чотири основні групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Серед фізичних факторів основну небезпеку становлять рухомі елементи роботизованих механізмів, маніпуляторів та автоматизованого обладнання, контакт із якими під час роботи або технічного обслуговування може призвести до травмування. Додатковий ризик пов'язаний із високою температурою нагрівальних елементів 3D-принтерів, екструдерів і робочих платформ, що здатна спричинити термічні опіки. У приміщеннях центру також можливий підвищений рівень шуму від вентиляційних систем, компресорів та друкарського обладнання. Особливої уваги потребує електробезпека, оскільки більшість обладнання живиться від електричної мережі та містить компоненти під напругою. Серед інших фізичних факторів слід відзначити недостатню освітленість робочих місць, відблиски від екранів моніторів та тривалий вплив штучного освітлення на органи зору.

До хімічних факторів відносяться шкідливі речовини, що виділяються в повітря робочої зони у процесі роботи 3D-принтерів. Під час термічного плавлення полімерних матеріалів можуть утворюватися леткі органічні сполуки та дрібнодисперсні аерозольні частинки, що становлять потенційну небезпеку для органів дихання. Небезпечними також є фотополімерні смоли для SLA-друку, розчинники, клеї та інші допоміжні хімічні речовини, здатні подразнювати шкірні покриви, слизові оболонки та дихальні шляхи.

Біологічні фактори не є визначальними для даного об'єкта. Разом з тим за умов недостатньої вентиляції та неналежного дотримання санітарних норм у приміщеннях можливе накопичення мікроорганізмів, грибків і бактерій, що негативно позначається на стані здоров'я персоналу.

Психофізіологічні фактори пов'язані насамперед із тривалою роботою за комп'ютером, необхідністю підтримувати високу концентрацію уваги під час програмування та налаштування роботизованих систем, а також зі значним зоревим навантаженням. Характерними є розумове перенапруження, емоційна втома, ризик виникнення професійного стресу та тривале перебування у статичній робочій позі під час виконання точних монтажних операцій або роботи з комп'ютером.

З метою забезпечення безпечних і комфортних умов праці в центрі необхідно передбачити ефективну систему припливно-витяжної вентиляції, достатній рівень природного та штучного освітлення, надійний захист від ураження електричним струмом, огороження рухомих частин роботизованого обладнання, а також дотримання ергономічних вимог до організації робочих місць. Комплексна реалізація цих заходів дозволить мінімізувати вплив виявлених небезпечних і шкідливих факторів та створити повноцінне безпечне середовище для роботи й навчання.

Проведений аналіз умов праці показав, що найбільшу небезпеку для персоналу експериментального центру становлять фактори, пов'язані з експлуатацією електротехнічного обладнання. У зв'язку з цим у наступному підрозділі буде виконано дослідження ризику реалізації небезпек електротехнічного характеру та визначено заходи щодо їх мінімізації.

5.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті

В умовах експлуатації експериментального центру 3D-технологій та робототехніки одним із найбільш значущих факторів виробничої небезпеки є інтенсивне використання різноманітного електротехнічного обладнання. До його складу входять персональні комп'ютери, 3D-принтери різних типів, роботизовані установки, серверне обладнання, лабораторні стенди та

периферійні пристрої, що функціонують від мережі змінного струму напругою 220 В і утворюють разом потужну та розгалужену електричну інфраструктуру центру.

Ризик ураження електричним струмом може реалізуватися внаслідок прямого контакту людини зі струмопровідними частинами обладнання або опосередкованого контакту через металеві корпуси, що можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції. Найбільш імовірними причинами виникнення небезпечної ситуації є порушення цілісності ізоляції провідників унаслідок механічного зношення, пошкодження кабелів живлення, технічна несправність обладнання, відсутність або незадовільний стан захисного заземлення, а також недотримання персоналом встановлених правил безпечної експлуатації.

Ступінь ураження організму людини електричним струмом визначається сукупністю чинників: величиною струму та тривалістю його впливу, шляхом проходження через тіло, а також індивідуальними фізіологічними особливостями людини. Проходження електричного струму крізь організм здатне спричинити судомні скорочення м'язів, порушення функцій дихальної системи, фібриляцію серця, термічні опіки та інші тяжкі наслідки, що можуть призвести до тривалої втрати працездатності або летального випадку.

Особливу небезпеку становлять робочі місця з одночасним використанням значної кількості електронного обладнання. Суттєве зростання навантаження на електричну мережу може спричинити перегрів провідників, виникнення коротких замикань та розвиток пожежонебезпечних ситуацій, що виходять за межі локального ризику ураження струмом і становлять загрозу для всього приміщення.

З метою мінімізації ризику ураження електричним струмом необхідно реалізувати комплекс технічних та організаційних заходів. До технічних заходів належать: обладнання всіх електроустановок захисним заземленням, встановлення автоматичних вимикачів і пристроїв захисного вимкнення, а також проведення планових перевірок технічного стану електромереж та обладнання. Організаційні заходи передбачають систематичне проведення інструктажів з електробезпеки та недопущення до самостійної роботи осіб, які не пройшли відповідного навчання і перевірки знань.

Вимоги щодо забезпечення електробезпеки в експериментальному центрі 3D-технологій та робототехніки регламентуються чинною нормативно-правовою базою України у сфері охорони праці та експлуатації електроустановок. Основним нормативним актом є Закон України «Про охорону праці»[17], який визначає права працівників на безпечні умови праці та встановлює обов'язки роботодавця щодо попередження виробничого травматизму і професійних ризиків. Технічні вимоги до проектування та безпечної експлуатації електричних мереж і електрообладнання визначаються Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ)[22]. Організаційні та технічні заходи щодо безпечної експлуатації електроустановок регламентуються НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Додатково під час оцінювання ризику ураження електричним струмом враховуються положення ДСТУ EN 61140:2015 «Захист від ураження електричним струмом»[24], який встановлює загальні принципи забезпечення електробезпеки та застосування засобів захисту людини від небезпечної дії електричного струму.

Таким чином, ризик ураження електричним струмом є одним із найбільш пріоритетних ризиків для експериментального центру 3D-технологій та робототехніки, а його ефективна мінімізація повинна забезпечуватися узгодженим комплексом технічних і організаційних заходів, що відповідають вимогам чинного законодавства у сферах охорони праці, електробезпеки та пожежної безпеки.

Матриця оцінки ризиків є інструментом, що дозволяє систематизовано визначити імовірність виникнення небезпечних ситуацій, пов'язаних з експлуатацією електротехнічного обладнання в умовах експериментального центру 3D-технологій та робототехніки, а також кількісно та якісно оцінити можливі наслідки для здоров'я і безпеки персоналу. В основу оцінки покладено два ключові параметри — імовірність реалізації небезпечної події та ступінь її потенційного впливу на стан здоров'я працівників і загальну безпечність виробничого процесу, що у сукупності дозволяє визначити пріоритетність заходів із мінімізації виявлених ризиків.

Шкала оцінки ризиків

Ймовірність (Й):

Низька (Н) – малоімовірно, що подія станеться.

Середня (С) – подія може статися за певних умов.

Висока (В) – подія є дуже ймовірною.

Вплив (В):

Незначний (Н) – незначний вплив на здоров'я працівника або робочий процес.

Середній (С) – можливе тимчасове погіршення здоров'я або зниження працездатності.

Високий (В) – серйозне травмування, загроза життю або значні матеріальні збитки.

Ризик	Опис	Ймовірність (Й)	Вплив (В)	Рівень ризику (ЙxВ)	Заходи зменшення ризику
Ураження електричним струмом	Контакт із пошкодженими провідниками або корпусом обладнання під напругою	С	В	Високий	Використання захисного заземлення та занулення електрообладнання, встановлення пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ), періодична перевірка стану ізоляції кабелів, проведення інструктажів з електробезпеки
Коротке замикання	Пошкодження ізоляції або несправність електрообладнання	С	В	Високий	Встановлення автоматичних вимикачів, регулярне технічне обслуговування електромереж, своєчасна заміна пошкоджених кабелів та електрообладнання
Перевантаження електромер	Однотимчасне підключення великої	С	С	Середній	Розрахунок допустимих навантажень електромережі, розподіл

ежі	кількості електроприладів да мережі				обладнання по окремих лініях живлення, контроль споживаної потужності
Перегрів електрообладнання	Тривала робота обладнання або несправність систем охолодження	С	С	Середній	Забезпечення належної вентиляції приміщень, контроль температурного режиму обладнання, регулярне очищення систем охолодження від пилу
Пожежа внаслідок електричної несправності	Загоряння через коротке замикання або перегрів проводки	Н	В	Середній	Оснащення приміщень вогнегасниками, пожежною сигналізацією та системою оповіщення, проведення періодичних перевірок електромереж і протипожежних інструктажів
Спотикання через кабелі живлення	Неправильне прокладання кабельних трас	С	Н	Низький	Прокладання кабелів у захисних кабель-каналах, використання кабельних органайзерів, регулярний огляд стану кабельної продукції та своєчасна заміна пошкоджених ділянок

Таблиця 4.1 – Матриця оцінки ризиків експлуатації електротехнічного обладнання в експериментальному центрі 3D-технологій та робототехніки.

Пояснення до матриці:

1. Ураження електричним струмом

- Ймовірність: середня (С), оскільки обладнання експлуатується постійно, але має штатні засоби захисту.

- Вплив: високий (В), оскільки можливі важкі травми або смертельні наслідки.

- Заходи: захисне заземлення, ПЗВ, інструктажі з електробезпеки.

2. Коротке замикання

- Ймовірність: середня (С), може виникнути внаслідок пошкодження ізоляції або несправності обладнання.

- Вплив: високий (В), через ризик пожежі та виходу обладнання з ладу.

- Заходи: автоматичні вимикачі та регулярні технічні перевірки.

3. Перевантаження електромережі

- Ймовірність: середня (С), оскільки в центрі одночасно працює значна кількість обладнання.

- Вплив: середній (С), можливий перегрів мережі та перебої в роботі обладнання.

- Заходи: правильний розрахунок навантаження та розподіл споживачів.

4. Перегрів електрообладнання

- Ймовірність: середня (С), особливо для 3D-принтерів та серверного обладнання.

- Вплив: середній (С), може спричинити аварійні режими роботи та пошкодження обладнання.

- Заходи: контроль температурного режиму та належна вентиляція.

5. Пожежа внаслідок електричної несправності

- Ймовірність: низька (Н), за умови дотримання правил експлуатації.

- Вплив: високий (В), через загрозу життю людей та значні матеріальні збитки.

- Заходи: пожежна сигналізація, вогнегасники, автоматичні системи захисту.

6. Пошкодження кабелів живлення

- Ймовірність: середня (С), особливо в лабораторних та демонстраційних зонах.
- Вплив: середній (С), може призвести до короткого замикання або ураження струмом.
- Заходи: прокладання кабелів у кабель-каналах та регулярні огляди.

5.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.

Формування безпечного виробничого середовища в експериментальному центрі 3D-технологій та робототехніки досягається шляхом реалізації комплексу організаційно-технічних та архітектурно-планувальних рішень. Пріоритетна увага зосереджена на мінімізації ризиків, які виникають під час експлуатації електротехнічного обладнання, роботизованих систем, 3D-принтерів та комп'ютерної техніки. Усі прийняті проєктні рішення розроблені у відповідності до вимог Закону України «Про охорону праці»[17], Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)[8], НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» [23] та ДСТУ EN 61140:2015 «Захист від ураження електричним струмом»[24].

Для організації безпечних умов праці було забезпечено розміщення робочих місць таким чином, щоб забезпечити вільний і безперешкодовий доступ до органів керування обладнанням у просторі, включаючи можливість аварійного відключення електроживлення та шляхів евакуації. Компонування обладнання у просторі виключає будь-яку можливість випадкового контакту працівників та учнів зі струмопровідними частинами установок. Відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці»[17] для персоналу центру передбачено проведення повного циклу інструктажів з охорони праці — вступного, первинного на робочому місці, повторного та позапланового. Працівники, що безпосередньо експлуатують електротехнічне обладнання, в обов'язковому порядку проходять спеціалізоване навчання та перевірку знань з електробезпеки з подальшим присвоєнням відповідної групи електробезпечного допуску. Факти проведення всіх інструктажів і навчань фіксуються у встановленій документації з охорони праці.

З метою надійного захисту персоналу від ураження електричним струмом у проєкті реалізовано комплекс технічних засобів захисту відповідно до вимог ПУЕ[22] та ДСТУ EN 61140:2015[24]. Усе електрообладнання підключається через систему захисного заземлення, що забезпечує безпечне відведення струму у разі пошкодження ізоляції. На всіх електричних лініях встановлюються автоматичні вимикачі та пристрої захисного вимкнення, що гарантують автоматичне знеструмлення мережі при виникненні аварійних режимів роботи.

Електричні мережі центру спроектовані з урахуванням розрахункових навантажень від усіх споживачів — 3D-принтерів, роботизованих комплексів, серверного обладнання та комп'ютерної техніки. Кабельні мережі прокладаються у захисних кабель-каналах, що унеможлиблює механічне пошкодження ізоляції провідників і суттєво знижує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Для підтримання стабільного рівня електробезпеки проєктом передбачено організацію планового контролю технічного стану електрообладнання, що включає регулярну перевірку цілісності ізоляції кабелів, справності системи захисного заземлення та працездатності пристроїв захисного вимкнення. Експлуатація будь-якого обладнання з несправними або пошкодженими елементами електрозахисту категорично не допускається.

Проєктом передбачено обов'язкове позначення зон підвищеної електричної небезпеки попереджувальними знаками та інформаційними табличками відповідно до вимог. Електрощитові приміщення, серверні кімнати та технічні зони з обмеженим доступом відокремлені від основних функціональних просторів центру і оснащені чіткими попередженнями щодо небезпеки ураження електричним струмом.

Для підвищення надійності електротехнічної інфраструктури та своєчасного запобігання аварійним ситуаціям у центрі впроваджуються сучасні інтелектуальні системи моніторингу навантаження електромережі, засоби автоматичного знеструмлення при відхиленні параметрів від норми, а також обладнання з підвищеним класом електробезпеки. Це забезпечує оперативне виявлення перевантажень мережі, коротких замикань та інших несправностей, здатних призвести до травмування персоналу або пошкодження обладнання.

Архітектурно-планувальна концепція центру базується на принципі функціонального зонування приміщень відповідно до рівня потенційної небезпеки розміщеного обладнання. Зони встановлення роботизованих установок, 3D-принтерів та електротехнічного обладнання просторово відокремлені від зон постійного перебування відвідувачів і персоналу. Планувальна структура гарантує безпечне пересування всіх користувачів, вільний доступ до засобів аварійного знеструмлення та можливість швидкої організованої евакуації у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Кабельні лінії прокладаються у спеціально влаштованих кабель-каналах і технічних нішах, що виключає ризик їх випадкового пошкодження та усуває небезпеку спотикання персоналу. Ширина проходів між одиницями обладнання розрахована таким чином, щоб забезпечити як безпечну щоденну експлуатацію робочих місць, так і можливість оперативного реагування на будь-яку аварійну ситуацію.

Реалізований у проєкті комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів дозволяє суттєво знизити ймовірність ураження персоналу електричним струмом, підвищити надійність і довговічність електротехнічної інфраструктури та забезпечити належний рівень безпеки праці в експериментальному центрі 3D-технологій та робототехніки.

Висновки

За результатами дослідження ризиків реалізації потенційних небезпек в експериментальному центрі 3D-технологій та робототехніки визначено основні небезпечні фактори, що виникають під час експлуатації електротехнічного обладнання. До найбільш значущих із них належать: ураження персоналу електричним струмом, виникнення короткого замикання, перевантаження електричної мережі, перегрів обладнання у процесі тривалої роботи, займання внаслідок електричних несправностей, а також механічне пошкодження кабелів живлення.

Проведена матриця оцінки ризиків дозволила встановити, що найвищий ступінь небезпеки притаманний ризикам ураження електричним струмом та короткого замикання, оскільки реалізація цих подій характеризується потенційно тяжкими наслідками як для здоров'я працівників, так і для безперервності функціонування центру в цілому.

Решта виявлених ризиків класифікується як середній рівень небезпеки і може бути доведена до прийнятних показників шляхом послідовного впровадження відповідних організаційних і технічних заходів.

З метою зниження рівня професійного ризику до прийнятних значень розроблено комплекс захисних заходів, що охоплює: обладнання всіх електроустановок захисним заземленням та пристроями захисного вимкнення, організацію планового контролю технічного стану електрообладнання і кабельних мереж, дотримання нормативних умов експлуатації обладнання, систематичне проведення інструктажів з електробезпеки та неухильне виконання вимог охорони праці. Послідовна реалізація зазначених заходів забезпечить підвищення загального рівня безпеки праці, суттєво знизить імовірність виникнення аварійних ситуацій і створить надійні умови для безпечного функціонування експериментального центру 3D-технологій та робототехніки.

Список літератури:

- 1.
2. Richter center. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1027257/richter-center-zda-zoboki-design-and-architecture>
3. Richter center. Режим доступу: <https://bigsee.eu/richter-center/>
4. WoodHub. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1037698/woodhub-cf-moller>
5. WoodHub. Режим доступу: <https://www.cfmoller.com/g/WoodHub-i19681.html>
6. PELSAN Textile Office. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1000452/pelsan-textile-office-mimaristudio>
7. PELSAN Textile Office. Режим доступу: <https://archello.com/project/pelsan-textile-office>
8. Харківська обласна військова адміністрація. Географія Харкова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kharkivoda.gov.ua/pro-oblast/heohrafiya>
9. Вікіпедія. Клімат Харкова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Клімат_Харкова
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929
11. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199621970136139233
12. ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво в сейсмічних районах України" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3038077155897509804?doc_type=2
13. ДБН В.1.2-7:2021 "Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074168653223036024?doc_type=2
14. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3192362160978134152?doc_type=2

15. Конституція України. Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>
16. Кодекс законів про працю України || від 10.12.1971р. - № 322-VIII(редакція 18.05.2024р.) Режим доступу:
https://protocol.ua/ua/kodeks_zakoniv_pro_pratsyu_ukraini/
17. Закон України «Про охорону праці» № 2849-IX від 13.12.2022. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
18. Закон України “Про систему громадського здоров’я”
<https://ips.ligazakon.net/document/t222573>
19. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки” . Режим доступу:
https://ips.ligazakon.net/document/T012245?ed=2022_08_06
20. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Режим доступу: https://dnaop.com/html/34094_2.html
21. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об’єктів будівництва. Режим доступу:
https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU5/dstu_b_a_3.2-1-2007.pdf
22. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text>
23. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Режим доступу:
<https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/pue.pdf>
24. ДСТУ EN 61140:2015 «Захист від ураження електричним струмом». Режим доступу:
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80322