

ПРИВАТНИЙ ЗАКЛАД «ІНСТИТУТ «ХАРКІВСЬКА ШКОЛА АРХІТЕКТУРИ»

Кафедра Архітектури та урбанізму

Рівень вищої освіти: **перший (бакалаврський)**

Спеціальність 191 “Архітектура та містобудування”

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувачка кафедри

архітектури та урбанізму

д-р філософії з архітектури та містобудування


_____ Несен А.А.


“ 4 ” лютого 20 13р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

на тему: “Центр досліджень і розвитку території в селі Лелів Київської області (Зона Чорнобильської АЕС)”

Виконала: студентка 4 курсу
за спеціальністю 191 “Архітектура та містобудування”


_____ Самійленко М.А.
(підпис)


_____ викл. Шевченко М. С.
(підпис)


_____ викл. Шаталюк Ю.В.
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ОПИС ПРОЄКТУ ТА ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	5
2. ПРОГРАМА ТА МІСІЯ ПРОЄКТУ.....	7
3. МІСТОБУДІВНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ.....	9
4. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ.....	12
5. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	18
ВИСНОВКИ.....	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	22

ВСТУП

В цьому проєкті відкрилась цікава нагода виокремити з пам'яті вагомий спогад та трансформувати його в архітектуру, простори, сценарії. Моїм спогадом стала поїздка у Чорнобильську Зону Відчуження, звідки походить моя родина по лінії батька. Здавалось би, чому саме це для мене важливо? Як цей спогад вплинув на мене і мій світогляд? Якою ж стане моя особиста архітектура та архітектура особистості?

Будучи дитиною, я із захопленням слухала розповіді про мальовничу Батьківщину моєї сім'ї, про катастрофу на ЧАЕС та її ліквідацію. Але в силу віку не усвідомлювала масштабу подій, тоді це здавалось надзвичайно звичним контекстом, чимось, що завжди було присутнім в родинній історії. З часом ця тема все більше і більше мене захоплювала, з'явилось більше розуміння про її важливість та вплив. Але все змінив 2017 рік, коли батько взяв мене з собою, щоб показати ті самі місця з оповідей. Тоді я отримала можливість побачити все на власні очі, а головне, набути за один день власних спогадів, а не тільки ретранслювати спогади, які залишились в моєї родини.

Зона відчуження – особливе місце. Мене вразило те, що навіть попри розруху та забутість місця, воно має більше духу, ніж те село, куди виселили мою родину. Там загострюються чутливість до навколишнього і внутрішнього. Тоді я дізналась, що село моєї родини – Лелів, друге від атомної станції. Найбільше я була вражена тим, що евакуація населення відбулась через тиждень після аварії. Про це свідчив залишений календар в покинутій батьковій хаті, який застиг у дні евакуації – 4 травня 1986 року.

Прошло вже майже 37 років, але люди все ще пам'ятають, хто вони і звідки, де зростали вони, їх пращури та діти. З кожним роком генетичних носіїв спадщини, людей, які пам'ятають все з власного досвіду стає все менше. Все менше дітей та онуків слухатимуть історії та розповіді про місцевість. Жоден архів не в змозі розповісти майбутнім поколінням те, як це відчувалось звичайним мешканцям звичайних сіл. Це в змозі зробити лише очевидці подій.

Проект пропонує збереження пам'яті про місцевість, її дослідження та подальший розвиток. Це репрезентує зв'язок минулого, теперішнього і майбутнього, який також відображається у користувачах: колишні жителі, самосели – минуле, туристи – теперішнє, науковці – майбутнє. Всі ці користувачі збираються разом в безпечному просторі посеред небезпечного середовища для взаємодії. Вони обмінюються наявним в кожного унікальним досвідом та діють на збереження та розвиток даної території.

Проект про збереження спадщини, спогадів про Зону Відчуження і село Лелів. Про синтез минулого, теперішнього й майбутнього. Про людську взаємодію. Про невидиму небезпеку і спробу її уникнення.

1. ОПИС ПРОЄКТУ ТА ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Аварія на Чорнобильській АЕС стала кардинальною трагедією не тільки для тогочасної УРСР, а і для всього світу, запустила ряд незворотних процесів, наслідки яких ми відчуваємо і в сьогоднішній день. Територія площею 2576,9 км² поступово ставала все більш пустою, закритою та законсервованою через невидиму небезпеку.

Понад сто тисяч людей покинули свої домівки та були евакуйовані. Вимушено переселені особи, у яких забрали значну частину їхнього життя, землю, історію, спогади. Їх наче командою CTRL+C CTRL+V перемістили з такої рідної їм місцевості в невідомість. Але ці люди мали чітке усвідомлення ідентичності свого місця та були пов'язані з ним ментально. Деякі не змогли перенести розрив з Батьківщиною та повернулись, попри небезпеку і стали самоселами.

Звісно місцевість все ще залишається небезпечною для постійного проживання, але з плином десятиліть рівень радіаційного забруднення падає. Найвищим він лишається поблизу самої станції та міста Припять. З часом радіаційне забруднення почало зменшуватись, а під впливом медіа, завдяки висвітленню у культурі через фільми, книги, ігри, Зона Відчуження стала досить популярним місцем. Окрім науковців та дослідників та самоселів там почала виникати інша група користувачів – туристи. Спочатку нелегально у вигляді сталкерів, пізніше туризм в Зоні став невід'ємною її частиною. Але не слід забувати, що це не просто місце туристичних розваг. Це місце трагедії, людської пам'яті та постійної небезпеки.

Поява туризму та офіційних турів дала потужний поштовх для популяризації та просвітлення людей про події, місцевість та історію не тільки в Україні, а й за кордоном. Ця інтенція є важливою для збереження пам'яті та впровадження стратегій розвитку.

Завдяки цьому є можливість збереження не просто архівної сухої інформації без натяку на людей, а зробити додатковий шар пам'яті. Саме це я програмую в своєму проєкті, коли мова йде про користувачів, яких є три основні групи:

1. Науковці та дослідники. Люди, які знаються на ядерній фізиці, хімії, є спеціалістами у галузях, які допоможуть досягти максимально можливого рівня безпеки. Відповідають за складову наукового просвітлення про місцевість.
2. Самосели та колишні жителі. Ті, хто представляють людську ідентичність місцевості, краще за всіх знають, як тут було до квітня 1986 року. Займаються передачею власного унікального досвіду іншим.
3. Туристи та сталкери. Транзитні користувачі, які з власної зацікавленості досліджують місцевість та документують інформацію, збирають артефакти.



Рис. 1.1 Схема користувачів та часу

Взаємодіючи між собою користувачі переосмислюватимуть наявні в кожного унікальні знання та досвід, генеруватимуть нові ідеї для подальшого розвитку території з прогресивним поглядом у майбутнє.

2. ПРОГРАМА ТА МІСІЯ ПРОЄКТУ

Основна місія проєкту — це дослідження та синтез ідей, досвіду з минулого та теперішнього у майбутнє, побудована на взаємодії людей.

Цінностями проєкту є:

- Місцевість та історія
- Люди та їх взаємодія
- Пам'ять та збереження спогадів
- Безпека
- Природа
- Підвищення людської свідомості
- Дослідження задля розвитку

Невід'ємною частиною місця у якого є певний дух та історія є люди. Особливо тут, де час зупинився, де все покинуте понад 36 років. Мені б хотілось зберегти місцевість, тому я вважаю що у зони окрім минулого та теперішнього є майбутнє.

Проектна пропозиція- це мультифункційна будівля, яка стає хабом та місцем збору зацікавлених людей. Вони готові здобувати нові знання та ділитись власним досвідом для того, щоб збирати та примножувати нашарування історії та спогадів про Зону, щоб наступні покоління теж мали змогу доторкнутися до цього. Щоб з часом, коли місцевість стане безпечною для постійного проживання, це не було чимось без душі. З'явиться наукове, технологічне, соціальне, антропологічне підґрунтя для поступового відновлення та виключення Зони із Відчуження.

Метою є збереження унікальності та ідентичності, яка репрезентується через місцевість, контекст, історію, людей, та подальшу трансляцію для майбутніх поколінь і збільшення загального людського усвідомлення.

За допомогою дослідження та аналізу різних шарів місцевості, з'явиться повна картина і буде можливість виявити чіткі вектори для майбутнього розвитку. Головна методологія проведення досліджень в такому чутливому місці — споглядання без

вторгнення. За більш ніж три десятиліття без людей Зона набула певної тендітності та крихкості, будь-яка руйнація на місцевості відбувається від людського впливу. Тому планується з обережністю збирати знання про те, що залишилось для нас, спостерігаючи та цінуючи.

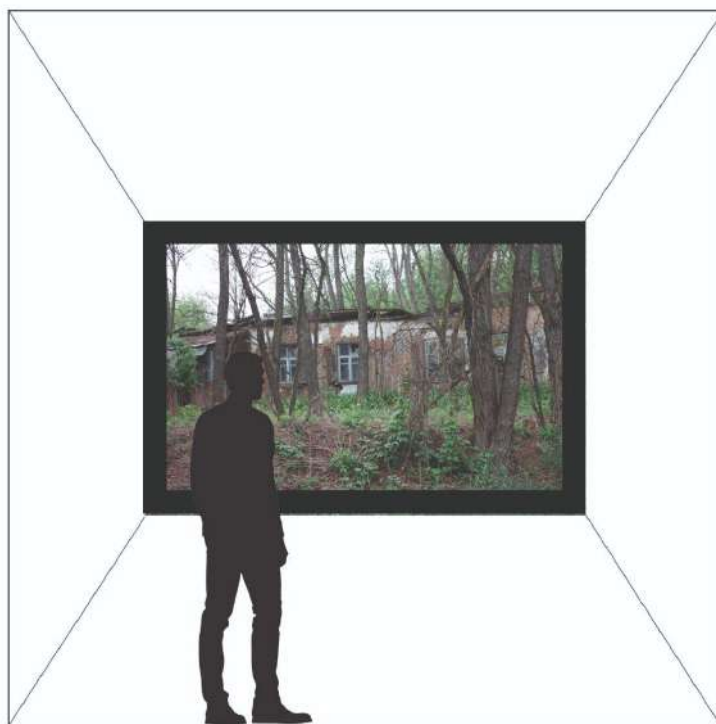


Рис. 2.1 Ілюстрація споглядання без втручання

3. МІСТОБУДІВНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

Ділянка проектування знаходиться в селі Лелів, Іванківського району Київської області, через безпосередню близькість до зони досліджень та цінність місцевості. Локація знаходиться на вісі головної магістралі, що веде з Києва через Чорнобиль до Прип'яті та станції. Перші письмові згадки про село датуються 1648 роком, також На території селища виявлено залишки давньоруського городища XII – XIII століть розміром 80 на 60 метрів. Збереглися потужні вали висотою до двох метрів та рови. Вірогідно це частина Гримівського городища Це додає важливого історичного контексту та цікавих шарів для досліджень.

Лелів знаходиться за 144 км від Києва та має зручні шляхи до ключових населених пунктів Зони Відчуження: місто Прип'ять — 15 км (та 10 км до ЧАЕС), Місто Чорнобиль — 6,5 км. Перед в'їздом в село розташовується контрольно-пропускний пункт “Лелів”, так як тут знаходиться межа 10-ти кілометрової зони.



Рис. 3.1 Розташування села Лелів відносно Чорнобиля та Прип'яті

Населення Леліву до Аварії 1986 року становило близько 1000 осіб і мало потенціал до зростання. В селі знаходились школа, сільський клуб, магазини. В кількох кілометрах розташовувалось лісництво. На північний захід поблизу розташовувався табір “Смарагдовий” з приблизно сотнею будиночків, який був місцем тяжіння для людей навкруги та популярним місцем відпочинку. Там проводили свій відпочинок сім'ї військовослужбовців з гарнізону секретного містечка Чорнобиль-2 та працівники Чорнобильської АЕС.

Загалом, мешканцями села був робочий клас, більшість їздили на роботу та навчання до Прип'яті та Чорнобиля. В Леліві також жили кілька працівників Чорнобильської атомної станції. Розповсюдженням було сільське господарство.

Село оточене:

- лісом на півночі,
- річкою Припять та ставком-охолоджувачем ЧАЕС на сході,
- та на півдні та заході — дорогою, через яку можна дістатись на кладовище.

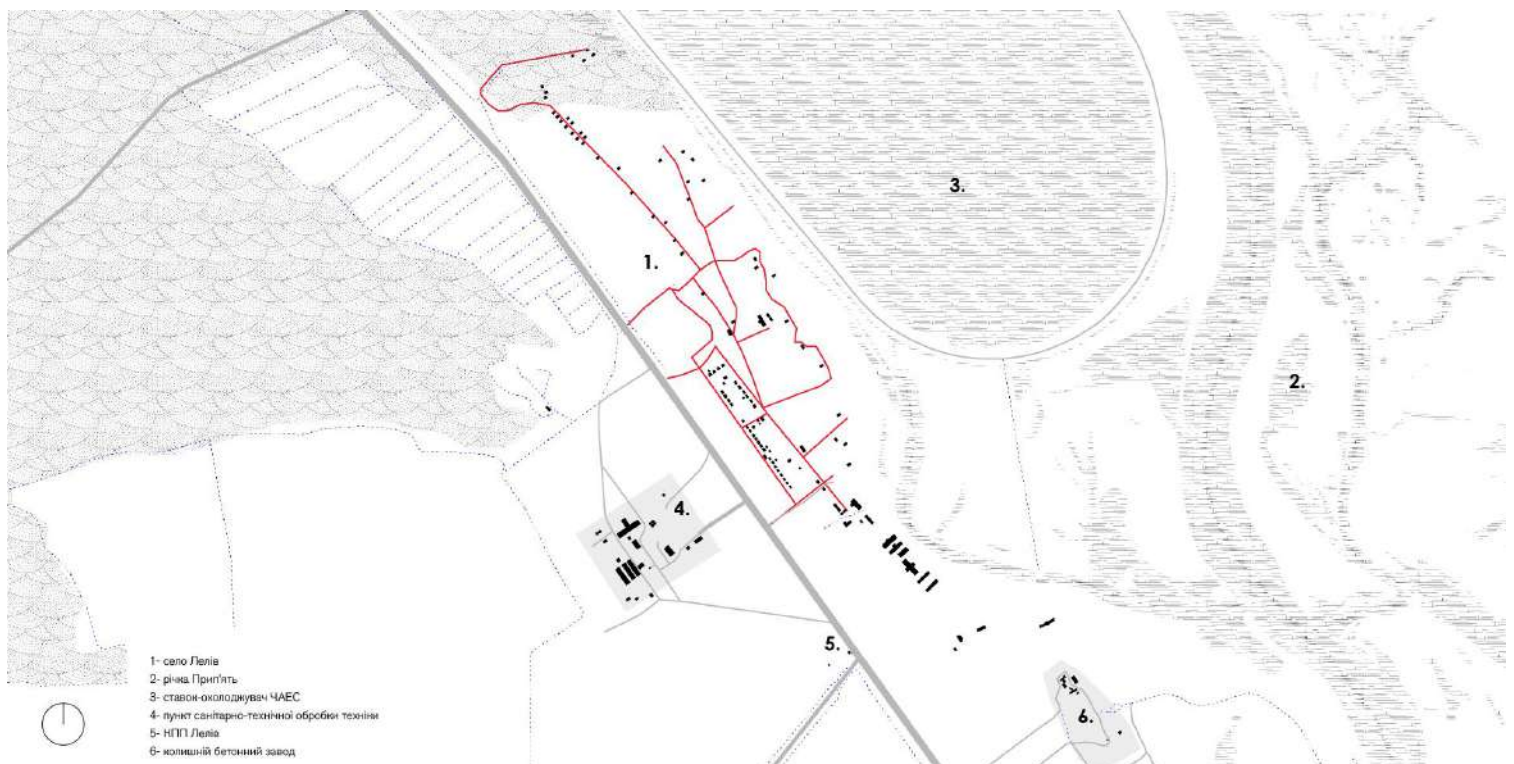


Рис. 3.2 Ситуаційний план контексту навколо

Розташовуючись на території центрального полісся, Лелів більшою мірою оточений хвойними та мішаними лісами. Що ж стосується фауни, то біорізноманіття тут досить широке: водяться вовки, дикі кабани, олені та козулі, дрібні гризуни, багато різних видів птахів. Після аварії та вимушеного відселення людей природа з часом взяла своє. Як в місті Припять, так і в селах як Лелів. Покинуті будинки тепер теж фактично знаходяться в лісі. Новими мешканцями населених пунктів стали тварини, тепер це їх територія. Також на територію Зони Відчуження були завезені коні Пржевальського, які змогли не тільки вижити, а й успішно примножити свою популяцію.

Традиційно Лелів забудовувався силами місцевих жителів, односельчани допомагали один одному в будівництві. Найпоширенішим та найдоступнішим матеріалом було дерево, рідше цегла або камінь, як і в традиційній архітектурі центрального полісся. Будинки мали житлові опалювальні та нежитлові холодні приміщення, опалення відбувалось за допомогою цегляної печі.

Після аварії на Чорнобильській АЕС Лелів був евакуйоване 4 травня в село Недра Баришівського району Київської області. Офіційне зняття з обліку відбулося в 1999 році. Декілька разів у 2000х село, як і значна зона відчуження потерпало від пожеж. Найбільших руйнувань принесли пожежі у квітні 2020, населений пункт вигорів майже повністю, так і постраждав табір “Смарагдовий”. До пожеж Лелів вважався одним із найбільш законсервованих та збережених сіл на місцевості, був поширеною локацією серед туристів та сталкерів.



Рис. 3.3 Зруйнований приватний будинок у селі Лелів

4. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

На рівні роботи з мастерпланом необхідно було мінімізувати втручання в навколишнє середовище, лісовий масив та ґрунти, щоб зменшити вплив радіаційного пилу та осадів. Заїзд на ділянку здійснюється через головну існуючу асфальтовану та через існуючу сільську дороги. Нова дорога є насипною та примикає до існуючої сільської. Вона має два розгалуження. При повороті праворуч ми потрапляємо безпосередньо до будівлі та зони паркінгу, завою продуктів харчування та вивозу сміття. Друге розгалуження призначене для туристичних автобусів та транзитного транспорту та веде до розворотного майданчику із зупинкою для очікування, поряд розташований пандус для входу.



- 1 - Пдвоз продуктів
- 2 - Тамбур
- 3 - Вивіз сміття
- 4 - Водопостачання\водовідведення
- 5 - Генераторна
- 6 - Вентиляційна

Рис. 4.1 Мастерплан

Проект містить чотири основні типи просторів для забезпечення безпечного та комфортного функціонування всієї структури, які відрізняються ступенем закритості та публічності :

- Технічні-простори. Забезпечують можливість існування будівлі та задовольняють потреби з безпеки та базових потреб
 1. Водовідведення\водопостачання
 2. Генераторна
 3. Бойлерна
 4. Тамбур-вхід для підвозу харчування
 5. Вивіз сміття
 6. Тамбур-вхід в будівлю
 7. Блок санвузлів та душових
 8. Пральня
 9. Кухня

- Публічні простори. Для загального користування, поширюють інформацію для користувачів та відвідувачів, сприяють їх взаємодії
 1. Експозиційний простір
 2. Вітальня
 3. Сад
 4. Бібліотека
 5. Лекторій
 6. Простір для комунікації
 7. Місця прийому їжі

- Приватні простори. Житло різних типів, забезпечують комфорт та відпочинок
 1. Житлові юніти для науковців
 2. Житлові юніти готельного типу
 3. Адаптивний житловий простір

- Дослідницькі простори. Місця для здобуття та синтезу нової інформації, контролюють безпеку

1. Лабораторія
2. Робочий кабінет
3. Архів
4. Дослідження артефактів

З підвального поверху здійснюється заїзд автомобілів на паркінг, підвіз продуктів харчування, вивіз сміття та обслуговування генераторної, бойлерної, водовідведення та водопостачання. Також тут розміщується підйомник до 2 поверху для ввозу харчів та вивозу відходів.

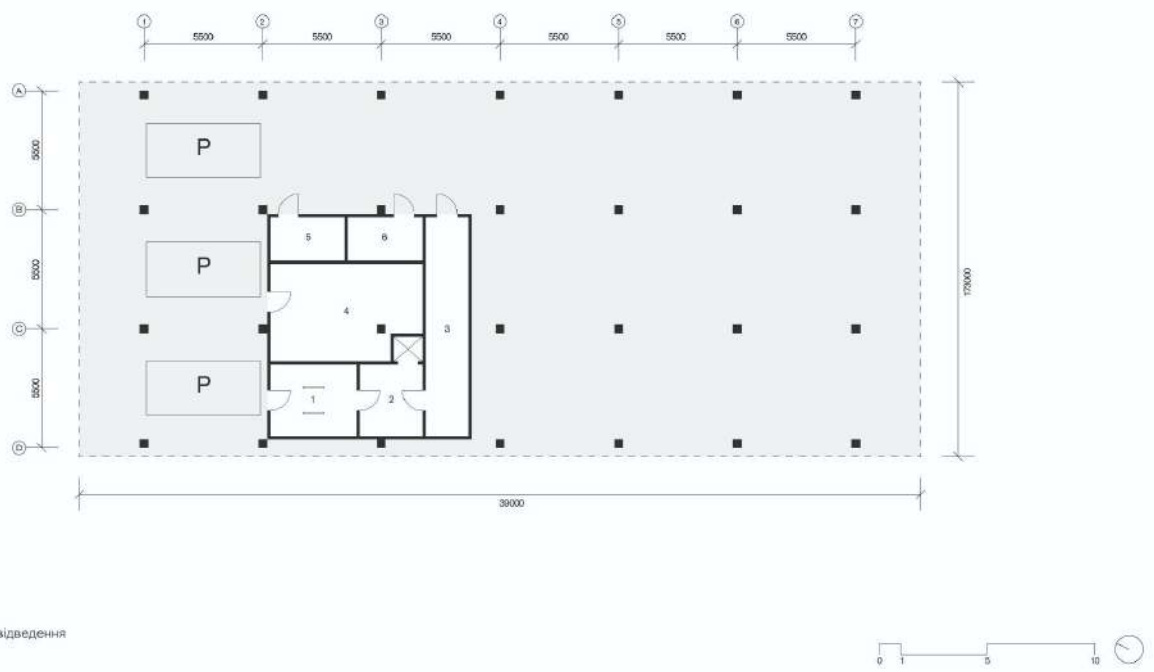


Рис. 4.2 План -1 поверху

На першому поверсі здійснюється вхід у будівлю по пандусу. Ми потрапляємо в тамбурну зону, де здійснюється перевірка на рівень забруднення та деіонізація. Прямуємо до зони рецепції та інформації, отримуємо необхідні дані та прямуємо далі досліджувати простір. Перша частина містить дослідницькі та наукові простори, далі — більш приватна частина зі спальними юнітами для науковців та готельними, а також вітальнею. Ці два типи просторів поєднані публічними,

експозиційними просторами, які пронизують весь поверх створюючи поле для людської взаємодії.

Перший поверх містить три способи комунікації: двоє сходів та ліфт (передбачений для людей з обмеженими можливостями). Перші сходи розташовані таким чином, щоб закликати людей і показати, що щось може відбуватися і на другому поверсі. Але запрошують вони не буквально фронтально, а натякають на свою присутність, перерізаючи простір.



Рис. 4.3 План 1 поверху

Враження від другого поверху відрізняються в залежності від того, які зі сходів ми оберемо. Перші від входу приведуть нас в простори для комунікації (лекторій та неформальна комунікація), а другі — в більш тихі та приватні (бібліотека, кухня та місце харчування, санвузли, адаптивний житловий простір).

За рахунок конструкції даху другий поверх має дві низьки точки, в яких неможливо людині почуватись комфортно в повний зріст. Там розмістились зони саду, з можливістю вирощувати невеликі об'єми продуктів для внутрішнього користування. Тут також відкривається можливість візуального зв'язку та контакту з

першим поверхом, через наявність двохсвітніх просторів

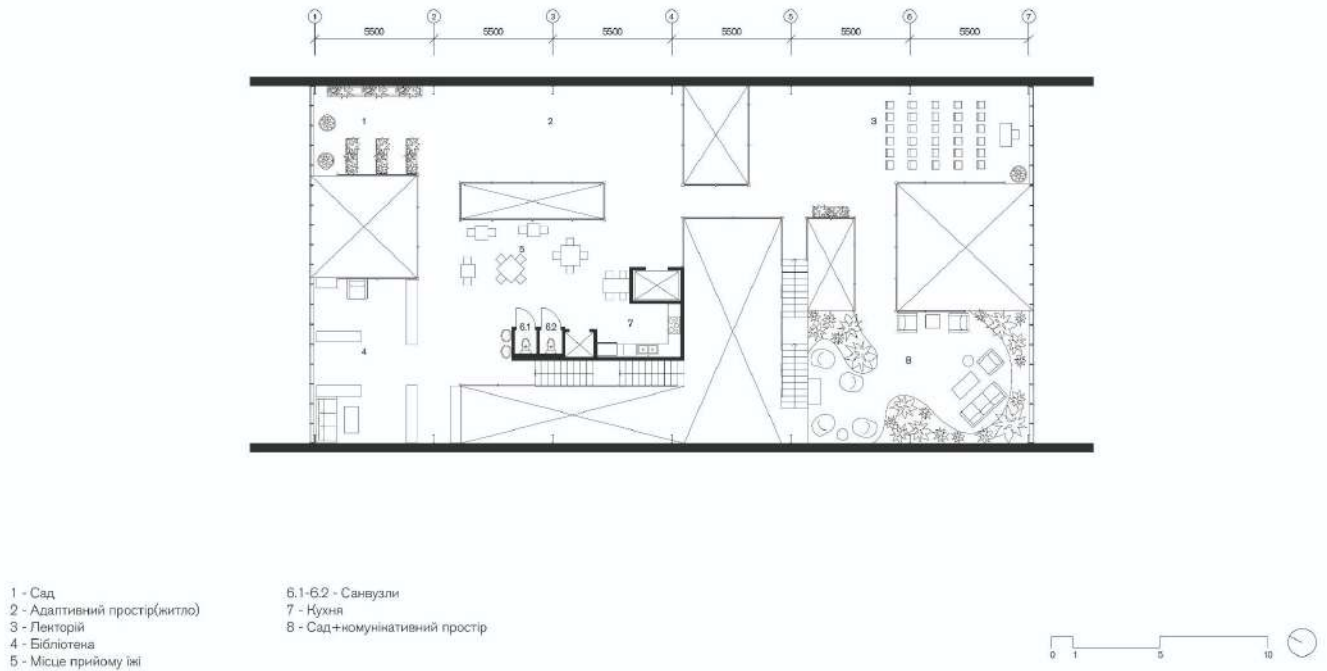


Рис. 4.4 План 2 поверху

При створенні рішень для просторового досвіду ідея була створити різність відчуттів. На першому поверсі це досягалось різною шириною комунікацій експо простору, а на другому за допомогою змінних висот. Перший поверх має класичну систему з закритих приміщень-кімнат та експозиційних коридорів. Другий поверх більшою мірою влаштований у форматі open space, де функційне наповнення розташовується на платформах та містках. Єдиним об'ємом другого поверху є технічний блок (санвузли та кухня). Платформи другого поверху є накриттям приміщень для першого поверху, в деяких місцях вони розширюються та доповнюються містками для різноманіття просторового досвіду як першого, так і другого поверхів. Таким чином, другий шар у різності відчуттів відчувається через різну щільність просторів першого і другого поверхів.

Принцип розробки фасадів впливає із принципів про безпеку та дослідження без втручання. Фасади проектувались парами, довгі і короткі мають різну методологію створення та принцип закритості\відкритості. Таким чином, два довгі

фасади є закритими та щільними, мають віконні отвори лише в необхідних місцях задля потрапляння природного світла всередину приміщення. Короткі фасади підтримують зв'язок з центральною віссю між Прип'яттю та Чорнобилем, вони є прозорі та відкриті, освітлюють необхідні простори на другому поверсі та через один з них здійснюється вхід в будівлю.

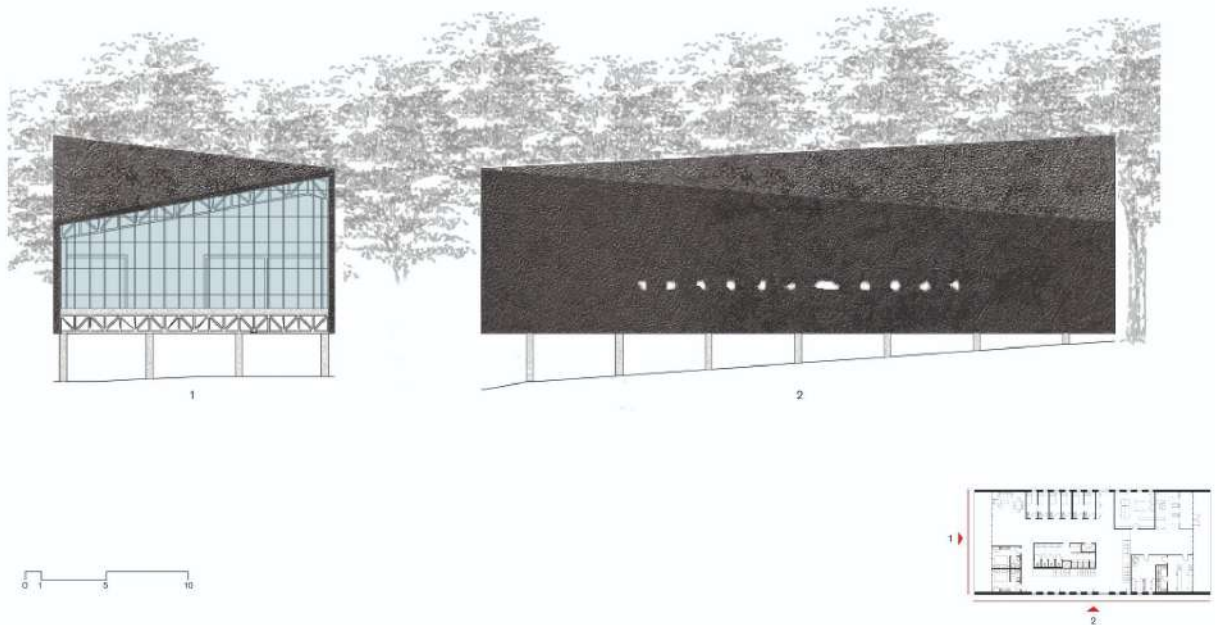


Рис. 4.5 Фасади будівлі

5. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

Основним принципом проектування на складній ділянці з підвищеним рівнем радіаційного забруднення було створити тимчасову безпечну будівлю посеред небезпечного контексту. Під час проведення досліджень було виявлено, що навіть при відносно малому загальному забрудненню є небезпека зараження з ґрунту. Таким чином, стало неможливо використовувати важкі та довготривалі конструкції для фундаменту.

Тому було прийнято рішення мінімізувати ґрунтові роботи та використати гвинтові палі діаметром 400 міліметрів в якості фундаменту, так як їх установка мінімально провокує шари радіаційного пилу до підняття в повітря. 28 палей розташовані з урахуванням відношення до природного рельєфу ділянки та висоти мінус першого поверху із сіткою в 5500 міліметрів. Гвинтові палі тут були обрані через те, що їх установка можлива вручну із застосуванням сили мінімум двох осіб, без використання важкої техніки, що є сприятливим для безпеки.

До палей зверху підходить конструкція із рядів просторових металевих ферм з кроком 916 міліметрів та загальними габаритами 16600мм на 33100мм. Висотою 1200 мм та в перерізі має 100 міліметрів. Конструкція створює жорстку основу для подальшого розташування елементів.

Над просторовою конструкцією розташоване префаб перекриття з утеплювачем товщиною 300 міліметрів та габаритами 39000мм на 16500мм. За допомогою цих шарів конструкцій утворюється піднята над землею платформа, що дозволяє зробити внутрішнє планування більш легким, гнучким та вільним.

На платформу перекриття приходять металеві колони, що в перерізі є двотаврами з загальними габаритами 400мм на 100мм та варіативною висотою в залежності від функцій 2 поверху будівлі.

До двотаврів кріпляться металеві ферми висотою 1250 міліметрів, що дорівнює 1\12 прольоту. Ферми розташовані по вісях через кожні 5500 міліметрів, мають 100мм в перерізі. Так як двотаврові колони, на які кріпляться ферми, мають

різну висоту для підтримання архітектурної ідеї про висоту простору, кожна з семи ферм є унікальною.

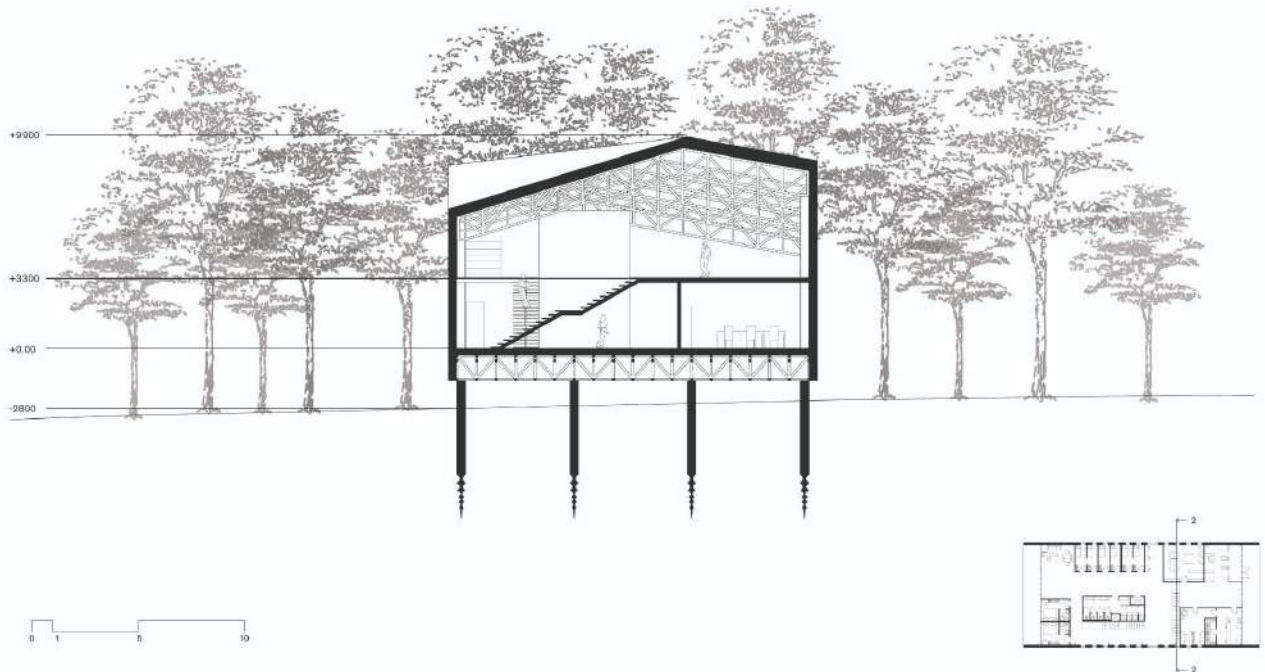


Рис. 5.1 Розріз з видимими конструкціями

Всі ці конструкції разом утворюють основу та каркас всієї структури, дозволяючи гнучке подальше проєктування внутрішніх просторів. Внутрішні перегородки в своїй основі каркасні з використанням гіпсокартону, мають товщину 150 міліметрів. Чиста висота 1 поверху складає 3100 міліметрів.

Внутрішня структура з плануванням та двотаври з фермами накриті єдиною цілісною оболонкою, яка представляє собою одночасно два довгих фасади і двоскатний дах нестандартної форми. Зовнішня структура має товщину 400 міліметрів та складається з:

1. Каркасу з утеплювачем,
2. Содовідштовхуючого шару,
3. Свинцевого екранування як захист від радіації
4. Сітки для вирощування міцелію
5. Грибка *Cryptococcus neoformans*

Таке нашарування матеріалів допомагає створити комфортне та безпечне середовище всередині будівлі та зменшує радіаційний вплив на користувачів. В разі забруднення зовнішньої оболонки вона піддається заміні. Також важливим та ключовим елементом оболонки є сітка з міцелієм, де вирощується унікальний вид грибка, який був знайдений в Зоні Відчуження через п'ять років після аварії. Шляхом досліджень у відкритому космосі виявлено, що він здатний не тільки поглинати та блокувати радіацію, а й перетворювати її на енергію. При накопиченні зовнішнім шаром завеликої кількості радіаційного випромінювання, його можна зняти та замінити на нове. Старе забруднене нашарування піддається стандартній процедурі спалювання та захоронення радіоактивних відходів.

Скління, яке використовується в будівлі, має радіаційний захист та використовується в медицині для захисту від рентгенівського випромінювання. Для вікон на довгому фасаді використовуються скляні блоки, які утворені за допомогою оптичного складання листів свинцевого скла. Блок — це ламінат з неперевершеною міцністю, особливо щодо ударостійкості. Для скляних фасадів використовується склопакет, з використанням радіаційно-стійкого скла, наповненого оксидом церію для дуже високої радіаційної стійкості або оксидом свинцю для зменшення потужності дози, у вигляді окремих листів або більш товстих блоків розміром 10 сантиметрів і більше.

Зовнішні конструктивні елементи підібрані таким чином, щоб діяти як екранування, зменшувати радіаційний вплив на внутрішню структуру будівлі, забезпечувати безпеку і комфорт всередині.

ВИСНОВКИ

Зважаючи на небезпеку і техногенність середовища, що оточує будівлю, вона не може бути постійною. З часом конструкції зазнають занепаду та радіоактивного забруднення. Але за потенційний час свого існування дослідницький центр має отримати достатню кількість інформації та зберегти її для майбутніх поколінь дослідників та зацікавлених людей.

Завдяки відсутності монументальності і постійності будівля може бути ретрансльована на інші ділянки Зони Відчуження задля охоплення більших типів місцевості в її межах. Таким чином буде можливість поглинути більшу кількість інформації та унікальних особливостей всієї Чорнобильської Зони задля отримання повної картини про минуле та теперішнє, щоб використовувати в майбутньому.

Коли будівля зникне з ділянки місцевість лишиться в незмінному вигляді, такою, якою була до. Цей дослідницький центр свого роду є арктичною станцією, яка розташована посеред небезпечного, ворожого контексту, але не взаємодіє з ним напряму, не відбувається безпосереднього втручання.

Втручання будівлі насправді є, але воно не має візуального відображення в контексті навколо. Вплив відбувається в збереженні відбитку акумульованих старих існуючих знань для майбутніх поколінь. Невидима, але надзвичайно важлива спадщина.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Повідомлення про оприлюднення Стратегії розвитку зони відчуження на 2021-2030р.р. URL: <https://dazv.gov.ua/ua/plugins/userPages/407> (Дата звернення: 21.12.2022)
2. Чорнобильська катастрофа. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28950/9783.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (Дата звернення: 12.02.2023)
3. A Self-Replicating Radiation-Shield for Human Deep-Space Exploration: Radiotrophic Fungi can Attenuate Ionizing Radiation aboard the International Space Station. URL: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.07.16.205534v1.full?cfchljschltk=db3979f25d8486edce65b374fc13e457010f52a2-1596020657-0-Ab4s2jixNvs4XBZzrvlxqdYn27v2hAh9q6GJja2TO8kSE6AoH3-8de7C9hlMAhyeKoI1Hy1-yR5FZI7jPO5xiKRYZ1zGgjSW36jma55NWe2AHpGrGfmjHoOzlaSaMfzqGg5g3c9fKb5SMgKylPK2ZgDgbB76FlwV4aDvtN4oMK1NF2nut9ewbaFGtMwOZQaJlOzabfnSdPKrcb3I0kDZNOUElZzhrKDziK4LboPBi5AW4urCeU8x96s56z1Ctj7i5YsH8Z3Wp-z3-tEEIXc6FboVUli7yNK0DQkVLdhmM1rKytFasAjtEEZivJuV1jl7WvVi68g1PT8iZqgbZzL4> (Дата звернення: 23.11.2022)
4. Radiation-Resistant Glass. URL: <https://www.lemerpax.com/en/products/lead-glass-panels/> (Дата звернення: 23.11.2022)
5. Radiation Shielding Glass & Radiation Resistant Glass. URL: <https://www.corning.com/worldwide/en/products/advanced-optics/product-materials/specialty-glass-and-glass-ceramics/radiation-shielding-glass.html> (Дата звернення: 23.11.2022)