КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Архітектруний факультет
Кафедра архітектурного проектування уивільних будівель і споруд

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:
Принципи формування науково-дослідних центрів
інформаційних технологій
(на прикладі м. Києва)

Недолужко Юлія Євгенівна

(прізвище, ім’я та по батькові студента повністю)

Київ 2025р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Архітектурний факультет
Кафедра архітектурного проектування цивільних будівель і споруд

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____
„___” _____20___ року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ЦЕНТРІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(НА ПРИКЛАДІ М. КИЄВА)

Виконала студентка групи АБСм23-2Б
191 – Архітектура та містобудування
(спеціальність)
Архітектура будівель та споруд
(спеціалізація)
Недолужко Юлія Євгенівна
(прізвище, ім`я та по батькові повністю)
Керівник: Приймак В.В.
(прізвище та ініціали)
Кандидат архітектури, доцент
(вчене звання, науковий ступінь)

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Архітектурний
Кафедра: Архітектурного проектування цивільних будівель і споруд
Освітній рівень: «магістр за ОПП/ОНП»
Спеціальність: 191 Архітектура та містобудування
Спеціалізація: Архітектура будівель і споруд

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____

„___”_____20___року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Недолужко Юлія Євгенівна

1. Тема роботи: Принципи формування науково-дослідних центрів інформаційних технологій (на прикладі м. Києва)
затверджена наказом ректора КНУБА № 85/19/25 від 24.04.2025 року
2. Керівник роботи: кандидат архітектури, доцент Приймак Володимир Васильович
3. Строк подання студентом роботи до захисту_____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р. 1. Сучасні тенденції формування науково-дослідних центрів
Р. 2. Методи формування функціонально-просторової структури НДЦ
Р. 3. Принципи об’ємно-просторової організації науково-дослідних центрів
Р. 4. Цивільний захист
Р. 5. Розробка архітектурно-планувального рішення НДЦ

Зміст

Перелік умовних скорочень 6

Термінологічний словник 6

Вступ 8

1. Сучасні тенденції формування науково-дослідних центрів 13

1.1. Соціально-економічні передумови розвитку наукових досліджень та формування науково-дослідних центрів 13

1.2. Вивчення типологічних особливостей формування архітектури НДЦ 20

1.2.1. Аналіз нормативної літератури та наукових досліджень формування архітектури НДЦ 20

1.2.2. Аналіз прикладів проєктно-будівельної практики формування НДЦ 26

1.3. Тенденції у проектуванні НДЦ 48

1.4. Функціонально-типологічна класифікація науково-дослідних центрів 52

Висновки до розділу 1 56

2. Методи формування функціонально-просторової структури 58

2.1. Фактори, що впливають на об'ємно-функціональну структуру НДЦ 58

2.2. Функціонально-планувальна структура 65

2.3. Модульна модель НДЦ на основі технологічної решітки 71

Висновки до розділу 2 79

3. Принципи об'ємно-просторової організації науково-дослідних центрів 80

3.1. Особливості об'ємно-просторової організації НДЦ 80

3.2. Конструктивні рішення при проектуванні НДЦ 86

3.3. Засоби архітектурно-естетичної виразності 98
3.4. Принципи формування НДЦ 103
Висновки до розділу 3 107
Розділ 4. Цивільний захист 109
4.1. Вступ. Загальні поняття про цивільний захист України 109
4.2. Характеристика об’єкта та майданчика його розміщення 110
4.3. Рішення інженерно-технічних заходів цивільного захисту 111
Висновки до розділу 4 114
5. Розробка архітектурно-планувального рішення НДЦ 116
5.1. Обґрунтування вибору ділянки проектування 116
5.2. Формування генерального плану 119
5.3. Об’ємно-планувальне рішення 123
Висновки до розділу 5 126
Загальні висновки 127
Перелік використаних джерел 129

Перелік умовних скорочень

ДКР – дослідно-конструкторські роботи

ІТ – інформаційні технології

НДР – науково-дослідні роботи

НДЦ – науково-дослідний центр

Термінологічний словник

Дослідне виробництво – це вид виробничої діяльності, що має на меті практичну реалізацію результатів наукових досліджень та впровадження передових технологій у виробничий процес.

Інновація – це кінцевий результат інноваційної діяльності, що представляє собою новий або значно поліпшений продукт чи технологічний процес, який має якісні переваги у використанні, проектуванні, виробництві та збуті, застосовується на практиці та приносить суспільну користь.

Інформаційні технології – це сукупність апаратних засобів (пристроїв на кшталт ноутбуків, телевізорів, телефонів) та програмного забезпечення (наприклад, мобільних додатків, вебсайтів), що застосовуються для роботи з інформацією та даними, включаючи їх створення, зберігання, передачу, обробку та відображення.

Наукове дослідження – це систематичний процес, метою якого є розширення знань, поглиблення розуміння існуючих явищ або пошук відповідей на конкретні питання. Цей процес включає такі етапи: ідентифікація проблеми, висування гіпотези, збір та обробка даних, а також формулювання висновків на основі отриманих результатів.

Науково-дослідний центр – це самостійна установа, науково-технічна діяльність якої є пріоритетною (понад 70% річного обсягу). Основні його функції полягають в організації наукових досліджень та

проведенні дослідно-конструкторських робіт, забезпечуючи реалізацію відповідних проєктів та програм необхідними ресурсами.

Науково-технічні (експериментальні) розробки – це систематична діяльність, що спирається на наявні наукові знання та практичний досвід і спрямована на створення нових матеріалів, продуктів, процесів, пристроїв, послуг, систем або методів.

Технопарк – це виробнича територія, де інтегровано наукові, інноваційні та виробничі структури. Цей комплекс об'єднує організації, фірми та об'єднання, що спільно забезпечують весь ланцюжок інноваційного процесу – від створення нових ідей до їхнього втілення у наукоємній продукції та її комерціалізації.

Вступ

Актуальність дослідження

Сучасний світ перебуває на етапі стрімкого розвитку інформаційних технологій, які суттєво впливають на всі сфери суспільного життя, будучи рушієм інновацій, економічного зростання та суспільних перетворень. Науково-дослідні центри відіграють ключову роль у цій системі, слугуючи осередками інновацій, обміну знаннями та розробки передових технологій. Їхнє значення охоплює численні аспекти, включаючи технологічний прогрес, економічне зростання, національну безпеку та глобальну конкурентоспроможність.

Вони забезпечують інфраструктуру, експертизу та середовище для співпраці, необхідне для розробки передових рішень у таких сферах, як штучний інтелект, кібербезпека, хмарні обчислення, робототехніка та інші новітні технології. Ці досягнення сприяють прогресу в різних галузях, дозволяючи підвищити ефективність процесів, продуктивність та впровадження трансформаційних послуг.

Актуальність функціонування таких науково-дослідних центрів значно зростає в умовах воєнного стану, коли технології стають інструментом стратегічного значення. Інформаційні технології необхідні для забезпечення кібербезпеки, захисту критичної інфраструктури, оперативної передачі інформації та аналізу великих обсягів даних. Роботизовані системи можуть спростити, убезпечити а подекуди й замінити роботу людей. На сьогодні є потенціал для розробки та впровадження інноваційних рішень для оборонного сектора, систем моніторингу, дронів, систем керування та зв'язку, що мають критичне значення для ефективної оборони країни.

Крім того, у воєнний час особливо важливим є забезпечення безперервності функціонування державних інституцій, бізнесу та освітніх процесів, що також потребує розробки та впровадження надійних інформаційних технологій. Таким чином, науково-дослідні центри ІТ

стають невід'ємною частиною стратегії забезпечення національної безпеки, зміцнення економіки та інтеграції України у глобальну технологічну спільноту навіть у складних умовах воєнного стану.

Зокрема у Законі про «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» сказано, що «розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки» є одним із стратегічних пріоритетних напрямів інноваційної діяльності до припинення воєнного стану. Однак, враховуючи, що інформаційні та комунікаційні технології були визнані Пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2020 року, можна припустити, що інформаційні технології лишатимуться актуальними і надалі.

Актуальність розвитку науки й техніки в галузі інформаційних технологій підтверджено в Законі України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» згідно зі зміною від 12 січня 2023 року, згідно з яким «інформаційні та комунікаційні технології» визначено як один із пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки.

Також у Законі України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" зі змінами, внесеними Законом України від 1 лютого 2022 року № 2031-IX одним із «стратегічних пріоритетних напрямів інноваційної діяльності» визначено «розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки»

Актуальність цієї проблеми засвідчують наступні документи:

- Закон України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" (Відомості Верховної Ради України, 2011 р., № 4, ст. 23; із змінами, внесеними законами України від 29 січня 2021 року № 1162-IX, від 1 лютого 2022 року № 2031-IX та від 12 січня 2023 року № 2859-IX) [18];
- Закон України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" (Відомості Верховної Ради України, 2012 р., №

19-20, ст. 166; із змінами, внесеними Законом України від 1 лютого 2022 року № 2031-IX) [17];

- Наказ Міністерства Оборони України «Про затвердження Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності в системі Міністерства оборони України» від 16.07.2024 №480 [20];
- Наукова, науково-технічна та інноваційна діяльність в Україні у 2023 році: науково-аналітична доповідь / Т.В. Писаренко, Т.К. Куранда та ін. – К.: УкрІНТЕІ, 2024. – 108 с. [21].

Нормативні документи, що регламентують норми проектування цивільних аеропортів на території України:

- ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [5];
- ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [7];
- ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти» [10];
- ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [**Error! Reference source not found.**].

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами.

Обрана тема магістерської роботи пов'язана з темою науково-дослідної роботи кафедри Архітектурного проєктування цивільних будівель і споруд КНУБА «Принципи формування сучасних типів цивільних будівель і споруд» на період з січня 2021 р. по січень 2026р. (№ держреєстрації 0121U113086).

Мета і задачі дослідження

Мета: дослідити основні засоби та інноваційні підходи до проектування науково-дослідних центрів і ревіталізації колишніх промислових територій, отримані результати використати для розробки проекту науково-дослідного центру інформаційних технологій у м. Київ.

Задачі:

• Проаналізувати вітчизняний та закордонний досвід проектування та реновації науково-дослідних центрів;

• Вивчити архітектурно-планувальне рішення суднобудівного заводу «Кузня на Рибальському» у м. Київ;

• Розробити проект реновації території суднобудівного заводу «Кузня на Рибальському» у м. Київ.

Об'єкт і предмет дослідження.

Об'єкт дослідження: Науково-дослідний центр на території колишнього суднобудівного завод «Кузня на Рибальському» у м. Київ.

Предмет дослідження: принципи формування та реновації науково-дослідних центрів.

Методи дослідження.

У дипломній роботі використані наступні методи наукових досліджень:

• Аналіз теоретичної бази щодо формування науково-дослідних центрів.

• Вивчення містобудівних факторів, що впливають на розташування та функціонування НДЦ*.

• Порівняльний аналіз прикладів з проєктно-будівельної практики створення НДЦ (вітчизняний та іноземний досвід).

• Графоаналітичний метод розробки карт та схем транспортних та пішохідних потоків, моделювання функціональних зв'язків НДЦ;

• Метод розрахунку кількісних показників для визначення параметрів об'єкта.

• Метод композиційно-просторового моделювання НДЦ.

*НДЦ – науково-дослідний центр прийнята в цій роботі абревіатура назви об'єкту дослідження.

Передбачувана наукова новизна.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в наступному:

- Визначення інноваційних підходів щодо формування науково-дослідних центрів;
- Класифікація типологічних особливостей науково-дослідних центрів;
- Виявлення особливостей містобудівної, функціонально- та об'ємно-планувальної організації території суднобудівного заводу «Кузня на Рибальському» у м. Київ.
- Впровадження наукових рекомендацій
- Створення проекту науково-дослідного центру .

Передбачуване практичне значення результатів дослідження.

Практична значимість дослідження принципів формування науково-дослідних центрів виявляється у здатності вдосконалювати якість та ефективність наукових досліджень. Результати таких досліджень можуть слугувати основою для розробки оптимальних стратегій розвитку науково-дослідних центрів. Вони також будуть впроваджені під час розробки проекту-пропозиції науково-дослідного центру на прикладі науково-дослідного центру на півострові Рибальському в м. Києві.

1. Сучасні тенденції формування науково-дослідних центрів

1.1. Соціально-економічні передумови розвитку наукових досліджень та формування науково-дослідних центрів

У сучасних умовах розвиток наукових досліджень та інновацій є одним із найбільш вивчених факторів, що впливають на економічний ріст держави. «Інноваційний розвиток держави є важливим і необхідним кроком на шляху до утвердження конкурентних позицій держави у світі, який включає як застосування та поширення нових знань і технологій, так і пошук шляхів реалізації інноваційного потенціалу підприємств. Сьогодні Україна переживає особливі політичні та економічні умови, які ускладнюють розвиток інновацій. Безумовно, під час військових дій на території держави немає можливості активно стимулювати інноваційний потенціал. Однак, враховуючи ґрунтовний фундамент інноваційного розвитку, який був закладений у довоєнний період, та позитивний настрій у вітчизняному бізнес-середовищі сьогодні, динаміка показників інноваційного розвитку може набути позитивного характеру в майбутньому». [59].

Початок повномасштабного вторгнення росії на територію України став причиною до зміни векторів політичного та економічного розвитку країни. Зокрема був змінений напрям інноваційного прогресу: до початку 2022 р. перевага надавалася цифровізації всіх сфер економіки, створенню й упровадженню малих та середніх бізнесів, натомість зараз основним завданням стала підтримка існуючих інноваційних проєктів, організація безпечних локацій для інноваційних проєктів, забезпечення розвитку інноваційних проєктів, які створюють продукцію військового призначення тощо [59].

Зокрема були внесені зміни в Закони України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» [18] та «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» [17] із урахуванням потреб, що висуваються воєнним станом.

Схема 1. Пріоритетні напрями розвитку науки та техніки

Науково-дослідницька діяльність в Україні ведеться переважно в науково-дослідних інститутах, однак усе частіше з'являються інноваційні парки, що сприяють впровадженню новітніх технологій та підтримці стартапів. Як видно зі схеми 1, їхнє розташування є нерівномірним, вони сконцентровані в найбільших містах, і найбільша їхня кількість є в Києві.

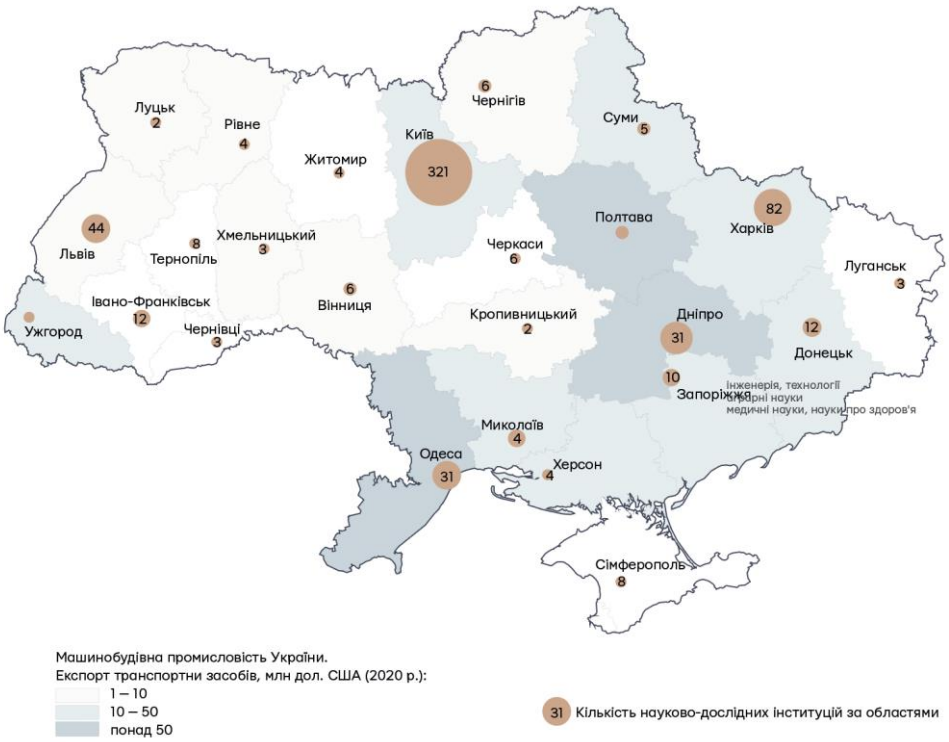


Схема 2. Розташування НДІ на території України. Сформовано за даними з [22]

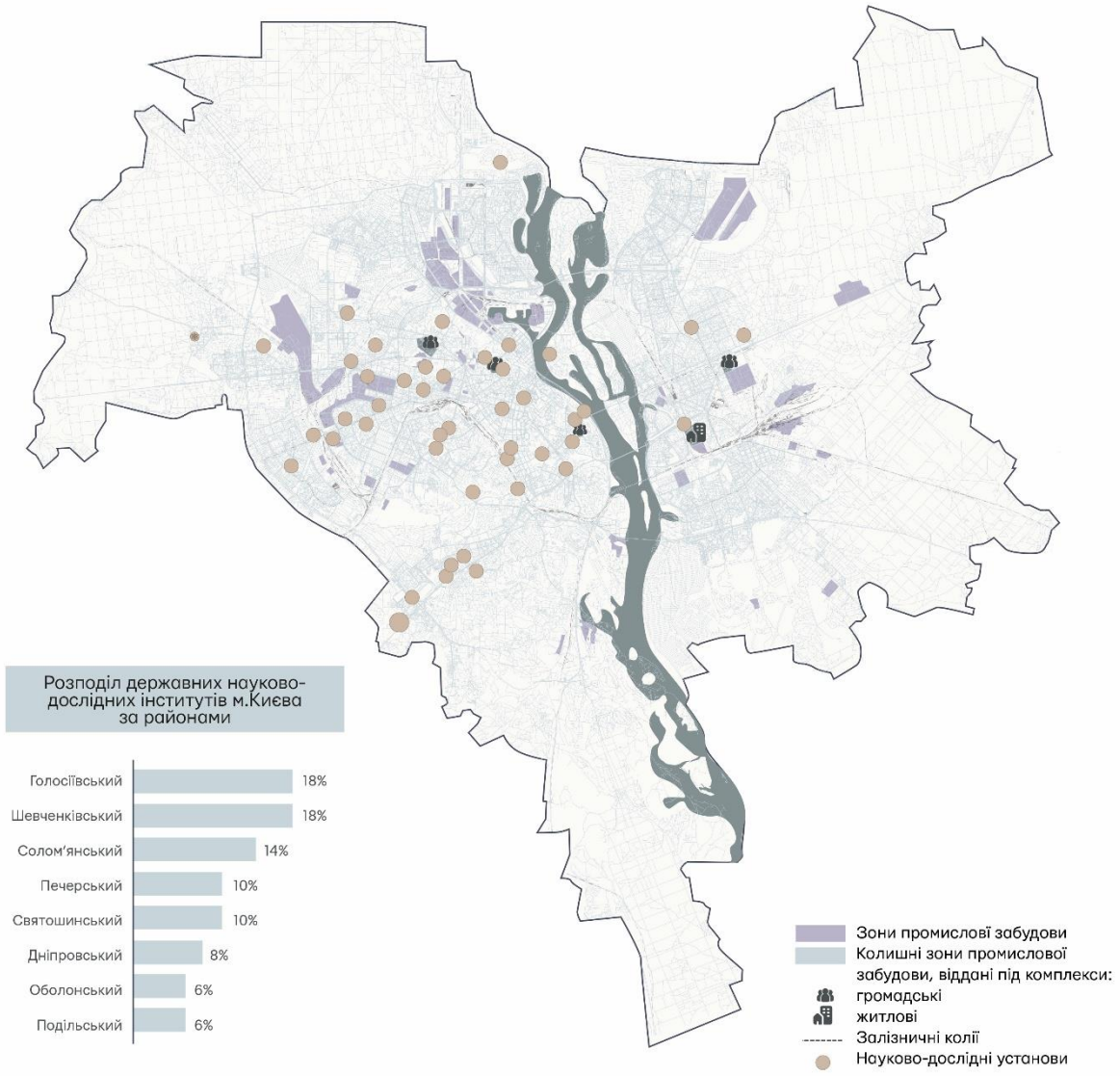


Схема 3. Аналіз розташування НДЦ у Києві

При аналізі розташуваннння НДЦ у Києві було помічено, що вони розкидані містом нерівномірно і скупчуються поблизу вищих навчальних закладів або промислових територій. Таким чином, можна зробити висновок, що саме в таких місцях або концентрується науковий персонал, або є засоби чи практичне застосування розробок, що фінансуються промисловістю.

Також, якщо розглядати промислові території, порівняно із тим, що було згідно з генпланом, затвердженим Рішенням Київради у 2001 р., на поточний момент частина з них або вже ревіталізована, і браунфілди

перетворені в громадські простори, що роблять акцент на творчу та інноваційну діяльність, або житлові комплекси.

До таких комплексів відносяться, зокрема, Комфорт Таун – житловий комплекс, збудованої на місці колишньої київської фабрики Промприлад. Відомим є Мистецький Арсенал – мистецький музей, що був відкритий у 2006 р. в будівлі колишньої військової фабрики Арсенал. На сьогодні йде розробка простору «Кудрявка» на території Київського лікеро-горілчаного заводу: тут має виникнути громадський та комерційний простір змішаного використання.

Одним із найцікавіших проектів є інноваційний парк Unit.City, утворений на території колишнього мотоциклетного заводу в Києві. Цей простір являє собою суміш офісних будівель, які достатньо активно використовуються сьогодні для проведення досліджень та розробок у сфері інформаційних технологій, а також кількох житлових кварталів. Таким чином утворюється невелике місто в місті з облаштованою інфраструктурою.

Якщо розглядати тенденції наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності, то за звітом за 2023 рік Україна не займає високі позиції, хоча динаміка останніх років є позитивною, зокрема за 2023 рік були підвищені індекс інновацій та індекс конкурентоспроможності талантів, тобто можна стверджувати про сприятливий соціальний фактор для розвитку інноваційної діяльності в Україні. Наша держава покращує свої показники у сфері створення знань, отримання патентів, витрат на комп’ютерне й програмне забезпечення.

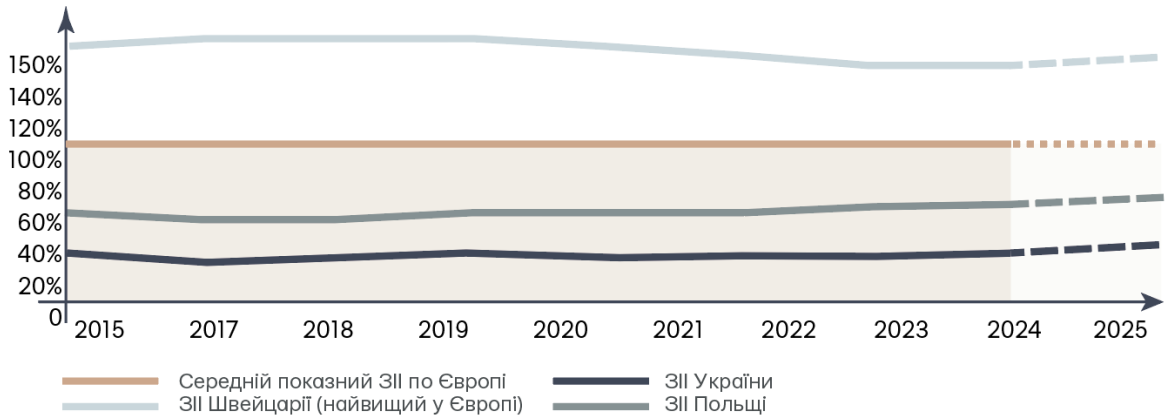


Схема 4. Рейтинг України за зведеним інноваційним індексом

Важливою є також проблема фінансування вітчизняної наукової та науково-технічної діяльності. Виходячи з аналізу витрат на виконання досліджень і розробок за видами робіт за 2010-2023 р.р., найбільша частка витрат йде на науково-технічні розробки (49,5 % у 2023 р.), на другому місці є прикладні наукові дослідження, до яких спостерігається тенденція підвищення витрат на фінансування.

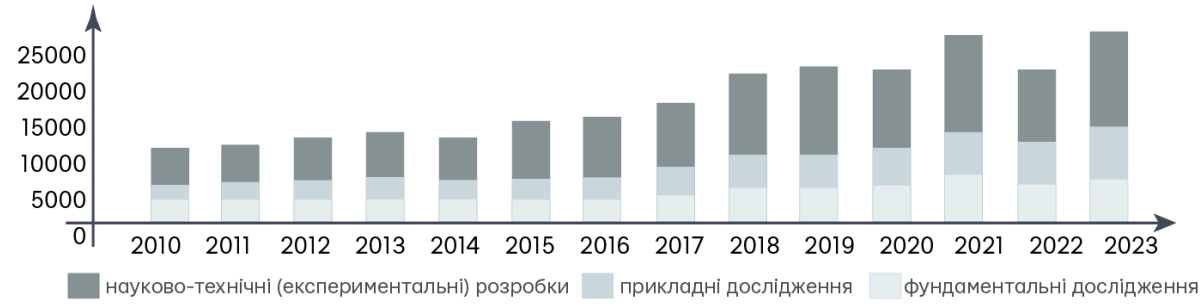


Схема 5. Витрати на дослідження і розробки за видами робіт

Якщо розглядати структуру витрат за секторами діяльності, то найбільша частка коштів була витрачена підприємницьким сектором, найменша – сектором вищої освіти, що говорить про або нестачу фінансування вищої освіти, або про відсутність потужностей для проведення досліджень і розробок.

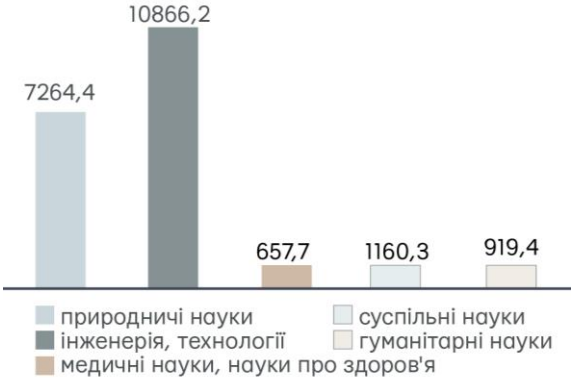


Схема 6. Витрати на дослідження і розробки за галузями наук і секторами діяльності у 2023 р., млн грн.

Схема 7. Структура витрат за секторами діяльності, млн грн.

Основною галуззю витрат за останні роки є інженерна діяльність та розвиток технологій. Така тенденція є зокрема реакцією на російське воєнне вторгнення й відповіддю на потреби технологічного забезпечення й оновлення збройних сил, зокрема для досягнення технологічної переваги. Також дослідження спрямовані на відновлення пошкодженої внаслідок російських обстрілів інфраструктури.

Бюджетне фінансування є визначальним інструментом державної науково-технічної політики, забезпечуючи пряму підтримку науково-технологічного розвитку. У 2023 році загальний обсяг видатків державного бюджету України на наукову сферу за 41 бюджетною програмою, розподіленими між 21 головним розпорядником, становив 12 178,50 млн грн. З них 8 523,95 млн грн (69,99%) надійшло із загального фонду, а 3 654,55 млн грн (30,01%) – зі спеціального фонду.

Аналіз розподілу бюджетних коштів свідчить про концентрацію фінансування: сім головних розпорядників наук (Національна академія наук, Міністерство освіти та науки, Національна академія аграрних наук, Міністерство юстиції, Національна академія медичних наук, Національна академія педагогічних, Міністерство охорони здоров’я) акумулювали 94,67% загального обсягу, що становить 11 529,23 млн грн.

У 2023 році спостерігалося збільшення обсягу фінансування наукової сфери на 21,17% порівняно з 2022 роком.

Основна кількість науково-технічних розробок, виконуваних за 2023 р., була здійснена за напрямом прикладних досліджень і розробок і склала 2380 одиниць, що свідчить про важливість цього сектору й зацікавленість у ньому держави.

У 2023 році найбільша частка загального обсягу створеної науково-технічної продукції (НТП) припала на такі категорії: «Інше» (близько 43,0%), «Методи, теорії, гіпотези» (18,4%), «Аналітичні матеріали» (12,6%) та «Методичні документи» (8,4%). Це свідчить про вагомий внесок у розвиток теоретичних і аналітичних напрямів науки, а також у створення методичного забезпечення.

Водночас спостерігається недостатня кількість нових зразків пристроїв (471 одиниця, 2,9% від загальної кількості) та технологій (448 одиниць, 3,3%). Зважаючи на їхню ключову роль у науково-технічному прогресі та конкурентоспроможності країни, така ситуація викликає занепокоєння. Незважаючи на пріоритетність цього напряму в державних програмах наукової та інноваційної діяльності, темпи створення нових технологій і пристроїв залишаються недостатніми.

Рівень впровадження науково-технічної продукції (НТП), профінансованої з коштів загального фонду, у 2023 році становив 54,2%. Зокрема, серед створених пристроїв було впроваджено лише 41,9% (131 із 313 розроблених). Попри те, що цей показник перевищує середній рівень, його все ще не можна вважати достатнім.

Ця ситуація вимагає додаткового аналізу та розробки заходів, спрямованих на стимулювання створення та впровадження новітніх технологій і обладнання. Доцільно переглянути механізми фінансування та підтримки таких розробок, а також посилити співпрацю між науковими

установами та промисловими підприємствами, щоб забезпечити більшу практичну орієнтованість наукових досліджень [21].

1.2. Вивчення типологічних особливостей формування архітектури НДЦ

1.2.1. Аналіз нормативної літератури та наукових досліджень формування архітектури НДЦ

Проєктування науково-дослідних центрів в Україні регулюється рядом нормативних документів, що встановлюють вимоги до будівництва, реконструкції та експлуатації цих об'єктів. Найважливішими з них є Державні будівельні норми (ДБН), які визначають архітектурно-планувальні рішення, конструктивні вимоги та санітарно-гігієнічні норми. Крім того, використовуються Єврокоди - європейські стандарти проектування, які сприяють стандартизації підходів та інтеграції української будівельної галузі у світовий простір. Важливу роль відіграють також настанови з дизайну, які містять практичні рекомендації щодо організації наукових просторів, ергономіки приміщень та безпеки лабораторного обладнання. Крім того, міжнародні стандарти можуть бути враховані під час планування, допомагаючи підвищити якість і стійкість будівель. Разом ці документи формують комплексний підхід до створення комфортного, функціонального та безпечного середовища для проведення досліджень.

При плануванні будівництва науково-дослідного центру в Україні важливо дотримуватися низки **державних будівельних норм**, які охоплюють усі аспекти будівництва та відповідають за безпеку, функціональність і комфорт об'єкту. Найважливішими з цих норм є наступні:

ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" [5]. Наукові центри описані в розділі 7.3 як складник зони науково-виробничої забудови, зокрема інноваційних парків. Вказано на доцільність

використання колишніх промислових зон та територій існуючих підприємств, діяльність яких згортається, під проєктування інноваційних парків.

ДБН В.2.2-9:2018 "Громадські будинки та споруди. Основні положення"[7]. Встановлює загальні вимоги до громадських будівель, серед яких можуть бути й науково-дослідні центри. Цей ДБН регулює питання безпеки, зокрема пожежної, санітарно-гігієнічні вимоги. Враховуючи, що науково-дослідний центр є громадською будівлею, цей ДБН є базовим документом, на який необхідно спиратися під час проєктування.

ДБН В.2.2-3:2018 " Заклади освіти" [10]. Містить низку вимог, які можуть бути адаптовані для потреб такого типу будівель. Зокрема, цей ДБН встановлює вимоги до функціонального зонування, площі та параметрів приміщень, інженерного забезпечення та безпеки будівель. Хоча він розроблений для закладів освіти, його положення можуть бути застосовані з урахуванням специфіки науково-дослідного центру, наприклад, шляхом адаптації вимог до лабораторій та спеціального обладнання.

ДБН В.2.2-28:2010 "Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення" [3]. Встановлює загальні вимоги до проектування адміністративних приміщень, які є невід'ємною частиною будь-якого НДЦ і включають адміністративні приміщення для керівництва, відділів кадрів, бухгалтерії та інших служб. Ці норми забезпечують створення комфортних та безпечних умов для працівників НДЦ.

ДБН В.2.2-40:2018 " Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення "[2]. Норматив встановлює вимоги до доступності будівель для людей з інвалідністю та інших маломобільних груп населення і гарантує рівні права на користування будівлями для всіх категорій громадян. Цей ДБН регламентує параметри приміщень, конструктивних елементів та обладнання таким чином, щоб люди з різними видами інвалідності могли

вільно пересуватися та мати доступ до всіх об'єктів і послуг. Дотримання цих вимог є важливим при проектуванні та будівництві дослідницького центру для створення комфортного та безпечного середовища для всіх користувачів, незалежно від їхніх фізичних можливостей.

ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення" [4]. Норми встановлюють вимоги до освітлення приміщень, що є критично важливим для забезпечення належних умов праці в лабораторіях та інших робочих зонах науково-дослідного центру.

Окрім національних будівельних норм можуть бути розглянуті також європейські, зокрема для впровадження європейських стандартів. На відміну від українських, вони частіше мають рекомендаційний, аніж облігаторний характер та базуються на аналітичних дослідженнях, що дає змогу легше адаптовувати їх під різні види проектів. Були розглянуті зокрема:

EN 14056:2003 – Laboratory Furniture: Recommendations for Design and Installation [37]. Цей стандарт містить настанови щодо проектування та встановлення лабораторних меблів, забезпечуючи функціональність і безпеку в лабораторному середовищі. Він охоплює такі аспекти, як розміри, матеріали та ергономіка.

EN 13150:2001 – Workbenches for Laboratories: Safety Requirements and Test Methods [36] Цей стандарт встановлює вимоги безпеки та методи випробувань для лабораторних столів, що використовуються в лабораторіях. Він гарантує, що лабораторні робочі столи спроектовані таким чином, щоб забезпечити безпечне робоче середовище для користувачів.

EN 16121:2023 – Non-domestic storage furniture – Requirements for safety, strength, durability, and stability [39] – визначає вимоги до міцності, довговічності та безпеки лабораторних шаф для зберігання. Він описує методи випробувань, які гарантують, що ці пристрої можуть витримати

очікуване функціональне використання і розумно передбачуване нецільове використання, запобігаючи таким чином серйозним травмам.

EN 15251:2007 – Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings [38]**.** Цей стандарт містить критерії для внутрішнього середовища, включаючи тепловий комфорт, якість повітря в приміщенні, освітлення та акустику. Він надає рекомендації щодо планування та оцінки енергоефективності будівель і забезпечує здорове та комфортне середовище в приміщеннях для мешканців.

Додатково до нормативної літератури може бути використана також методична література, що пояснює технологію проектування науково-дослідних центрів, використання наукових методів в архітектурі й адаптація їх у проекті науково-дослідного центру; обґрунтовує використання технологічних сіток при проєктуванні тощо. Із розглянутих були:

«Атлас проектування науково-дослідних і технологічних будівель» Хардо Брауна та Дітера Грьомлінга [43] – це практично-орієнтована фундаментальна праця, яка розглядає планування та проектування науково-дослідних і технологічних будівель. Книга пропонує систематичний огляд типів забудови та зонування, функцій та рамкових умов таких будівель. Особливу увагу приділено технічному обладнанню, спеціальним лабораторним умовам та зонам для зустрічей і спілкування, які розглядаються як центральні елементи планування проекту. У розділі проектів представлено 70 реалізованих проектів, переважно з Європи, США та Далекого Сходу. Основна увага приділяється концептуальним аспектам, таким як зонування забудови, міська інтеграція та центральні комунікаційні зони.

«Основи проектування дослідницьких лабораторій» Деніела Д. Ватча [74] – це посібник, який надає необхідну інформацію для проектування дослідницьких лабораторій у державному, академічному та приватному секторах. У книзі розглядаються різні критичні аспекти

проектування лабораторій, включаючи проектні процеси, проблеми проектування, інженерні системи, енергоефективність та рекомендації щодо витрат. Книга містить понад фотографії проектів, схеми, плани поверхів, розрізи та деталі, які надають візуальний контекст обговорюваним концепціям. У розділах досліджені різні категорії лабораторій, детально описані специфічні вимоги для їх проєктування, розглянуто основні лабораторні меблі та обладнання.

«Проектування, будівництво та реконструкція лабораторій: Учасники, процес і продукт» [53] - це комплексний посібник, який пропонує ефективні підходи до побудови лабораторних приміщень. Основні питання, що розглядаються, пов'язані з ролями різних учасників проектування, зокрема співпраця між науковцями, архітекторами та інженерами. Охоплюються різні етапи проєктування науково-дослідних інституцій, питання охорони здоров'я. Основна мета джерела – надати інформацію про шлях створення функціональних, безпечних та ефективних лабораторних приміщень.

«Особливості формування багатофункціональних комплексів» [16]. У посібнику розглянуті технопарки зокрема та інноваційні структури загалом. Зроблено поділ за моделями інноваційних структур, описано особливості їхнього формування та характерні риси функціонування.

«Будівельне проектування» [23]**.** Хоча книга була вперше опублікована в 1936 р., вона постійно оновлюється, тому відображає сучасні стандарти та практики в архітектурі. У контексті проектування науково-дослідних установ, книга надає детальну інформацію про просторові вимоги та планувальні міркування, характерні для дослідницьких лабораторій. Сюди входять рекомендації щодо планування лабораторій, заходів безпеки та інтеграції спеціалізованого обладнання. Велика кількість ілюстрацій та стандартизовані дані книги можуть допомогти в ефективному та раціональному проектуванні лабораторних приміщень, гарантуючи, що вони відповідатимуть як функціональним, так і нормативним стандартам.

Враховуючи виклики сьогодення, пов’язані зі зміною клімату, що примушує ставитися з більшою увагою та турботою до довкілля, а також російські обстріли, що спричиняють дефіцит електроенергії в мережі, особлива увага має приділятися питанню енергоефективності. Вона може бути досягнута як за допомогою конструкцій, так і через використання енергоефективних електроприладів, випрацювання певних звичок тощо. Тому було розклянуто деякі джерела, що стосуються цієї теми:

Енергоефективні матеріали та конструкції в сучасній архітектурі [24]. У посібнику описано принципи зеленого будівництва. Розглянуто вироби з енергоефективних матеріалів, а також конструкції, що дозволяють зменшити енерговитрати, водночас досягаючи привабливих візуальних рішень.

Wärmeplanung – Kaltstart in die Transformation zur Klimaneutralität 2045 [72]. У цьому випуску журналу Planer:in розглянуто муніципальне планування теплопостачання як ключовий захід для досягнення кліматичної нейтральності до 2045 року. Він проливає світло на виклики та можливості, пов'язані з переходом до кліматично нейтральних систем теплопостачання, і пропонує практичні підходи для планувальників та осіб, які приймають рішення. Водночас наведені засоби для підвищення енергоефективності вже існуючих будівель.

Архітектурно-будівельна фізика: теплотехніка огороджуючих конструкцій будинків [26]. В посібнику описані методи розрахунку огороджувальних конструкцій, що є обов’язковим на сьогодні. Утеплення потребують як нові будівлі, так і вже існуючі будівлі, що проходять процес адаптації під нове використання.

1.2.2. Аналіз прикладів проєктно-будівельної практики формування НДЦ

Аналіз зарубіжного досвіду

Науковий парк університету Йоханнеса Кеплера в Лінці

Архітектори: Caramel Architekten

Рік: 2021

Місце: Лінц, Австрія

Площа 80 000 м2

Науковий парк розташований у безпосередній близькості до університету Лінц і слугує ідеї поєднання економіки та досліджень. Він є однією з найбільших наукових установ Австрії [104].

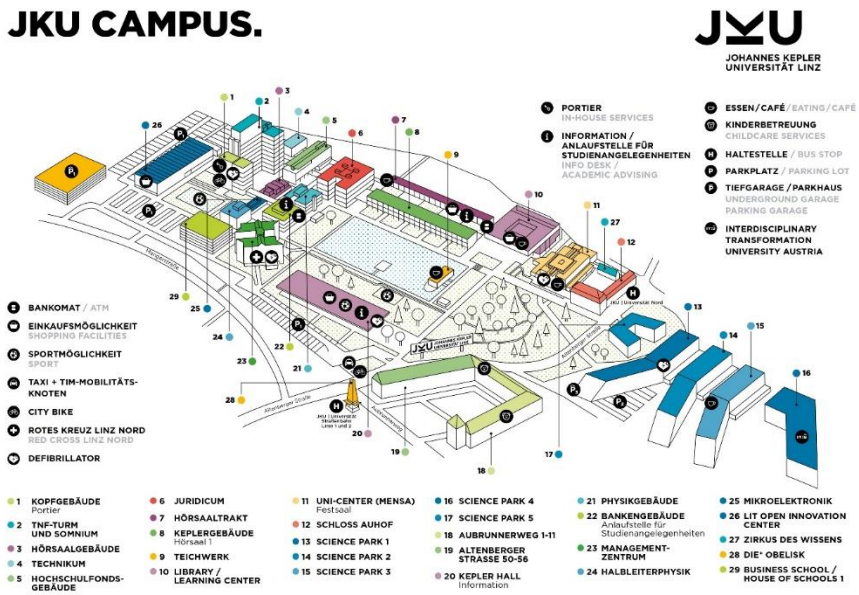


Рис. 1. Аксонометрична схема планування кампуса

Науковий парк є домівкою для різних видів діяльності, передусім для молодих технічних і цифрових наукових програм та їхніх дочірніх структур, а також для інститутів економічних наук [100].

Притримуючись сучасних стандартів до створення наукового робочого клімату, архітектори запроектували уніфіковані структури, поєднані відкритими зонами, що стимулюють та заохочують до обміну знань.

Науковий парк Лінц характеризується тісною взаємодією між зовнішнім і внутрішнім простором та зв'язком між старим університетським кампусом і новою будівлею. Зв'язок і переплетення екстер'єру та інтер'єру, старого та нового створюється тривимірною системою ліній: «просторових ліній» у відкритому просторі. Вони виникли з клубка кабелів, що асоціюються з мехатронікою та напівпровідниковими пластинами. Вони є візитною карткою відкритого простору між існуючим Університетом Йоганна Кеплера та новими будівлями [100].

Рис. 2. Університет Лінц, вигляд з висоти пташиного польоту

Рис. 3. Університет Лінц. Схема генерального плану науково-дослідного центру

Для формування структури наукового центру була використана сітка, однак для того, аби вона більш гнучкою, а також для оптимального використання всієї території ділянки, прямі лінії були зігнуті. Таким чином структура не є такою суворою, строгою, навпаки, стає більш дружньою до споживача. Додатково це створює кращі умови до розподілу різних просторових ситуацій.

Важливим формотворчим фактором стали місця зустрічі всередині будівлі та назовні, задля яких окремі видовжені корпуси центру формуються як наче з двох частин. Зони спілкування утворюються між цими «половинками». Щодо вигинів будівлі не лише в плані, а й по висоті, то вони пов’язані з адаптацією комплексу до довколишнього середовища, аби будівля краще вписувалася в міський контекст.

Цій же меті – вписуванню в ландшафт – слугує й виритий котлован для підвалу першої будівлі, в якому розташовуються спеціалізовані приміщення – лабораторії, майстерні. З однієї сторони, завдяки рельєфу, в’їзд на цей рівень відбувається на рівні землі. На наступному рівні розташована вже частково консольна конструкція власне будівельних корпусів. Через величезні прольоти, для запобігання прогинам, блок спроектований як мостова конструкція, в якій два опорних ядра підтримують сталеву фермову раму довжиною 160 м. Із внутрішньою конструкцією пов’язаний також дизайн фасадів: парапети розташовані так, аби збігатися з місцями найбільших поперечних зусиль і гасити їх. Саме тому на різних рівнях фасадні пластини розташовані з різними інтервалами [89].

У другій будівлі перші два поверхи слугують опорою для наступних рівні. Ця двоповерхова основа містить кабінети для семінарів. Вертикальні комунікації є відкритими й створюють простори для спілкування, зустрічей та підхожий клімат для наукової роботи для інженерних спеціальностей [76].

У третій будівлі, площею близько 15 000 м2, на відміну від інших корпусів, на першому поверсі розташовані, крім спеціалізованих аудиторій,

лекційні зали та їдальня. Від осови підіймається два паралельних «крила», поєднаних атріумом, що містять офіси та лабораторії [99].

Apple Park

Архітектори: Foster+Partners

Рік: 2010-2017

Місце: Купертіно, Каліфорнія, США

Apple Park розроблено зі ставленням до людей як до пріоритетного фактору, сприяючи креативності, інноваціям та добробуту. Кампус втілює каліфорнійський дух, органічно поєднуючи архітектуру та природу будівля-кільце, театр Стіва Джобса, фітнес- та оздоровчий центр, центр для відвідувачів, науково-дослідний центр та південна парковка розташовані серед мальовничого парку, створюючи простори для спілкування, фізичних вправ та роботи. Невисокі будівлі гармонійно інтегруються з навколишніми високими деревами, використовуючи сонячну енергію та максимізуючи природне освітлення та циркуляцію повітря через великі скляні фасади. Відображаючи турботливе ставлення Apple як до своїх співробітників, так і до навколишнього середовища, кампус повністю живиться відновлюваною енергією та має відзнаку найбільшої будівлі офісного типу, сертифікованої за стандартом LEED Platinum, у Північній Америці.

Рис. 4. Apple Park. Схема генерального плану

Територія площею 71 гектар (175 акрів), яка раніше була вкрита переважно твердим покриттям, тепер може похвалитися 80% зеленого простору, понад шістьма кілометрами пішохідних та бігових доріжок та понад 9000 дерев, включаючи місцеві дуби, фруктові сади, луки, спортивні майданчики, тераси та тихий ставок.

Будівля-кільце демонструє вражаюче інженерне мистецтво та дизайн. Вона складається з спільних "під"-просторів для співпраці, приватних офісів та широких скляних периметральних доріжок (з найбільшими у світі вигнутими скляними панелями), які плавно з'єднують інтер'єр із навколишнім ландшафтом. Підлога будівлі складається з понад 4000 збірних бетонних "порожнистих плит" (довжиною до 15 метрів), які виконують кілька функцій: структурна підтримка, відкриті стелі, променисте опалення та охолодження та повернення повітря. Вісім повнорозмірних атріумів створюють світлі вхідні зони, з'єднуючи парк із внутрішнім садом. Ресторан, центральний осередок, схожий на міську площу кампусу, займає всю північно-східну частину Кільця. Його чотириповерхова їдальня та відкриті тераси сприяють спілкуванню.

Фітнес- та оздоровчий центр ще більше збагачує враження від Apple Park. З півдня він виглядає як дві низькі, легкі споруди, з великим склінням, яке відкриває кімнати для вправ та процедур у бік парку. У внутрішньому дворику, затіненому оливковими деревами між двома будівлями, розташований бар із соками, де пропонують корисні напої та закуски [85].

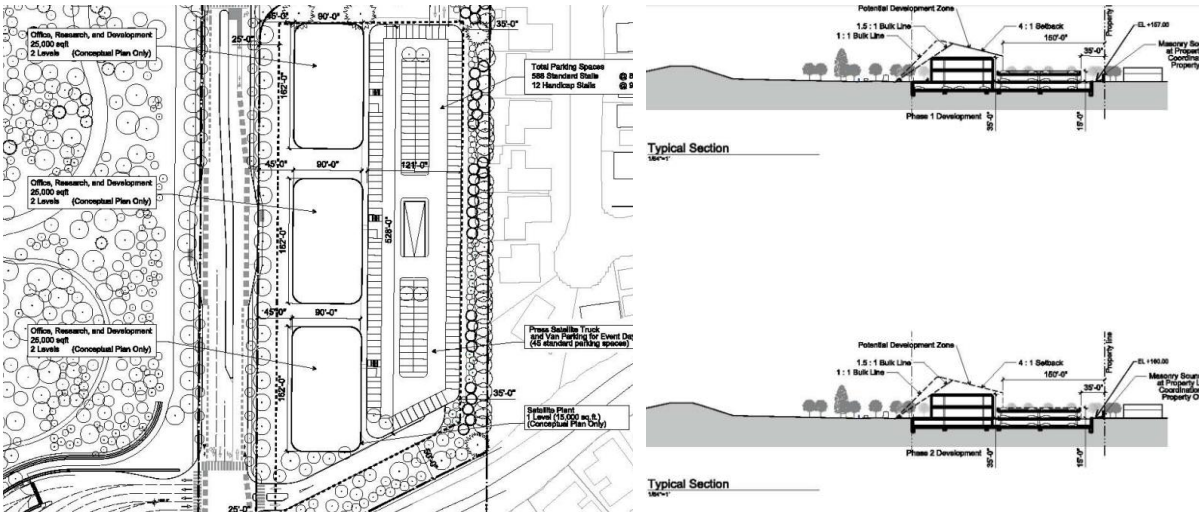


Рис. 5. Блок науково-дослідних будівель [86]

Рис. 6.Науково-дослідні корпуси парку Apple [84]

Науково-дослідні корпуси передбачають простір для розробки та тестування нових продуктів розміром з автомобіль. Фасади цих будівель перегукуються із чистими, простими лініями та скляними стінами головної будівлі-кільця. Науково-дослідний центр представлений серією гладких білих прямокутних будівель, в яких розмістяться додаткові 2 200 працівників.

Ці будівлі включають парковку для електромобілів у підземному гаражі. Найбільша будівля в кластері - це чотириповерхова офісна будівля площею 300 000 квадратних футів, призначена для досліджень і розробок, з великими скляними навісними стінами, які забезпечують безперешкодний вид на навколишній ландшафт. Основна будівля науково-дослідного кластеру включає в себе один рівень на 280 підземних паркомісць, в тому числі для електромобілів, з обмеженою кількістю додаткових паркомісць на поверхні, що звільняє місце для великої кількості велосипедних парковок та відкритого ландшафтного дизайну. Це розширення кампусу покликане заохочувати співробітників до використання транзитного транспорту, спільного користування та поїздок на роботу на велосипеді, що є значним зрушенням у порівнянні з попереднім автомобілецентричним приміським районом, який він замінює.

Основна будівля другої черги також включає кухню, еспресо-бар та їдальню, з якої відкривається вид на озеленену відкриту зону відпочинку на відкритому повітрі вздовж струмка. На південній межі зведена акустична стіна, яка захищає ділянку від шуму автостради. Безпечне, відокремлене і спокійне місце розташування об'єкту є ключовими елементами його дизайну як науково-дослідного центру, що надає дизайнерам розслабляючий, рефлексивний простір для розробки нових продуктів і технологій, які будуть їх забезпечувати.

Пара двоповерхових випробувальних лабораторій через дорогу забезпечує 222 000 квадратних футів додаткових виробничих та офісних площ. Третя офісна будівля на північ від струмка додає ще 84 000 квадратних футів площі в меншій двоповерховій структурі аналогічного дизайну на місці існуючих будівель Apple.

Нові будівлі будуть з'єднані між собою дощатим настилом і ландшафтним дизайном з різноманітними видами червоного дерева, дуба та інших листяних дерев у поєднанні зі стійким ґрунтовим покривом, який потребує мінімального зрошення.

CenturyLink Technology Center of Excellence

Архітектори: Moody Nolan

Рік: 2015

Місце: Монро, США

Площа: 27 800 м^2

CenturyLink - це американська телекомунікаційна компанія зі штаб-квартирою в Монро, штат Луїзіана, яка пропонує зв'язок, мережеві послуги, безпеку, хмарні рішення, голосові та керовані послуги.

Технологічний центр передового досвіду добудований до штаб-квартири і включає центр мережевих операцій, центр брифінгів керівників, навчальні приміщення та дослідні лабораторії. Також включено їдальню, що може обслуговувати 2000 співробітників [91].

Рис. 7. Схема генерального плану будівлі

Будівля дослідного центру розташована у великому саду дорослих пекан. Довгостроковий генеральний план території передбачав створення придатного для прогулянок стійкого багатофункціонального «технологічного району». Новий центр досліджень і розробок, ,

триповерховий об’єкт був розроблений як центральний елемент цього розвитку [80].

Архітектура нової будівлі являє собою багатошарову, вигнуту форму, що є сучасною інтерпретацією класичної симетрії старої споруди. Ці вигини ніби «зрізають» навколишню сітку могутніх пеканових дерев, створюючи цікавий візуальний ефект.

Внутрішні вигини будівлі плавно з'єднуються променями з існуючою частиною, розходячись навколо нового, вільного від забудови центру. Тут утворюється великий громадський двір, який гармонійно поєднує різноманітні зовнішні простори.

Ця ж геометрія повторюється і в розрізі будівлі, де вигнута форма підіймається до найвищої точки над центральним входом, створюючи відчуття легкості та динамічності.

Усередині будівлі розташований грандіозний 3-поверховий атріум зі скляним дахом, де знаходяться скульптурні гвинтові сходи та музей спадщини.

Рис. 8. CenturyLink Technology Center of Excellence. Інтер’єр атріума

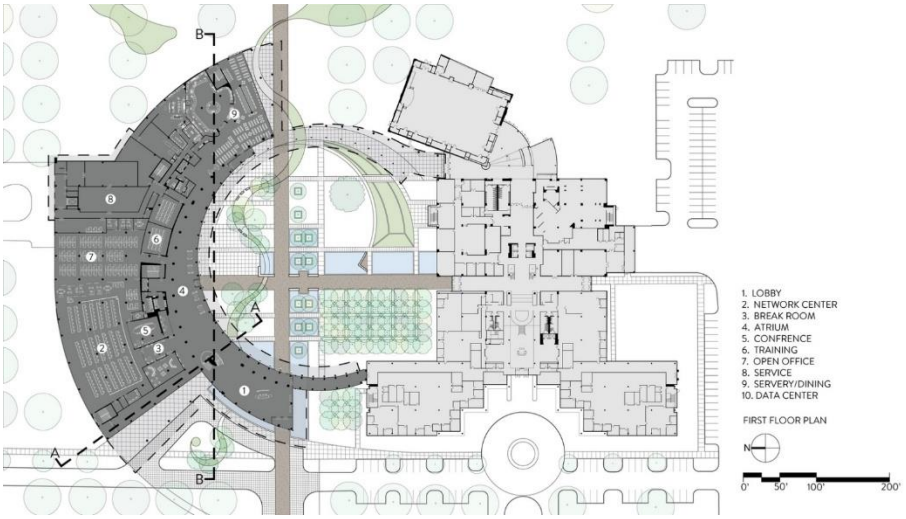


Рис. 9. CenturyLink Technology Center of Excellence. Планування першого поверху

Приміщення: офісні приміщення, центр обробки даних на 2800 м^2, центр мережевих операцій, зони для навчання та демонстрації продуктів, кафетерій. По зовнішньому периметру – основні програмні зони: офіси, конференц-зали, лабораторії.

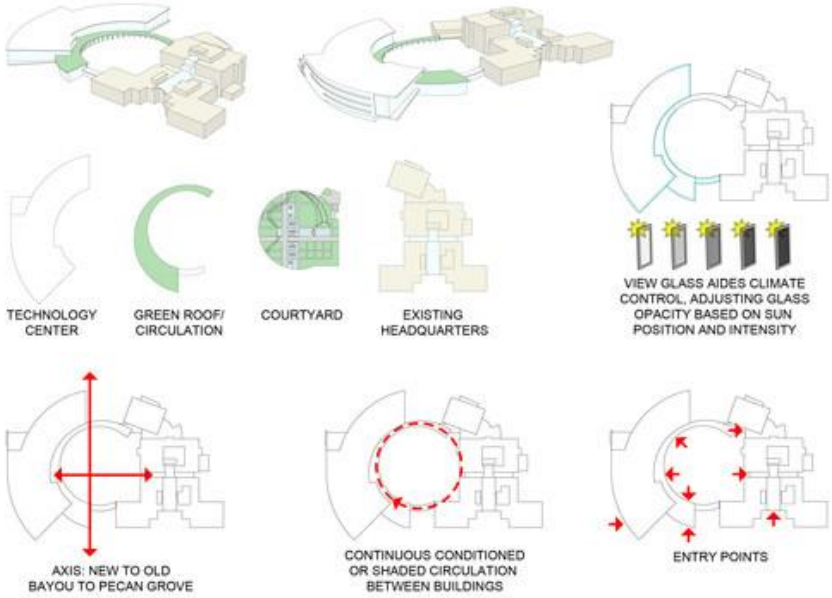


Рис. 10. CenturyLink Technology Center of Excellence. Схема формоутворення

Нова будівля була ретельно спланована таким чином, щоб заохочувати використання відкритих просторів у літній спекотний клімат. Порожній центральний двір є озелененою територією, яка включає в себе площу, сад з

деревами та різноманітні зони відпочинку з різним ступенем усамітнення та затінення. Розміщення виступів, навісів, насаджень та широке використання проточної води і басейнів створюють комфортний мікроклімат і різноманітне поєднання публічних і напівпублічних просторів для роботи, спілкування та обіду. Вигнутий ландшафтний пагорб є фрагментом зеленого даху атріуму, який містить механічне обладнання для внутрішніх басейнів [81].

Uber Advanced Technologies Group R&D Center

Архітектори: Wong Logan architects

Місце розташування: San Francisco, CA

Рік будівництва: 2017

Площа: 27 800 м^2

На території Pier 70, який колись був надзвичайно продуктивним центром суднобудування, «були відновлені й оживлені історичні морські промислові будівлі як своє творче ядро. Усі нові споруди продумано розташовані, щоб зберегти зв'язок між цими історичними будівлями та затокою. Pier 70 є ініціатором регенерації ділянки занедбаної берегової лінії Сан-Франциско, щоб створити міське набережне, яке вперше буде відкрито для публіки» [96].

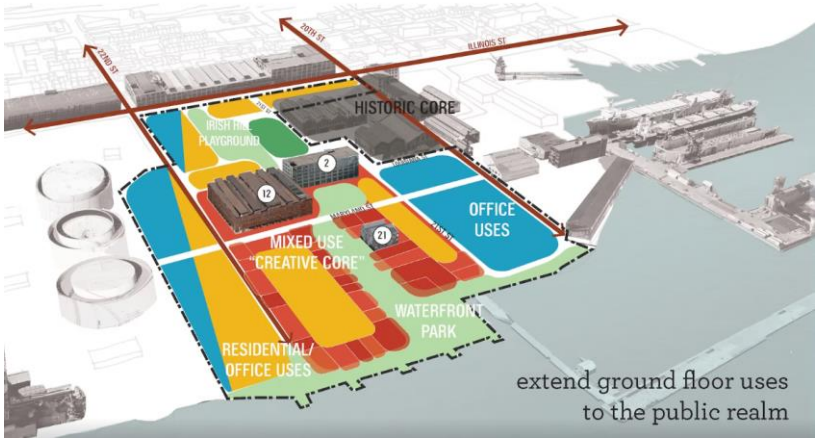


Рис. 11. Схема функціонального зонування колишньої території суднобуівної верфі

Uber Advanced Technologies Group — це команда розробників технологій автономного керування, чий науково-дослідний центр розташований у цій структурі [105].

Рис. 12. Uber Advanced Technologies Group R&D Center

Центр досліджень і розробок Uber Advanced Technologies Group є значною частиною історичного Pier 70 в історичному районі Union Iron Works, який сьогодні вважається найкраще збереженим промисловим комплексом 19-го століття на захід від Міссісіпі. Центр досліджень і розробок Uber Advanced Technologies Group, який колись був домом для суднобудівної компанії Bethlehem Shipbuilding, продовжує транспортну спадщину цього місця в 21-му столітті.

Рис. 13. Адаптовані й модернізовані будівлі для Uber Advanced Technologies Group R&D Center

Проект розміщений у суцільних промислових будівлях (будівлі 113, 114, 115, 116), що простягаються на два квартали. Основною проблемою у

високосейсмічних зонах є структурний дефект старих опор. Нова система модернізації призначена для протистояння сейсмічним подіям, що повторюються кожні 500 років - сталеві колони та розтяжки стратегічно розташовані вздовж існуючої структури будівлі, щоб мінімізувати візуальний вплив. Точна майстерність необхідна як для відновлення зношеної існуючої конструкції, так і для вбудовування нових будівельних компонентів у дуже складні та різноманітні існуючі конструкції. Такий підхід дозволяє зберегти та відремонтувати елементи, які можна врятувати. Якщо їх неможливо відновити, матеріал, з якого замінюють елементи, має бути історично сумісним та екологічно нешкідливим.

Проект використовує концепцію «будівля в будівлі», щоб зберегти історичні цегляні стіни по периметру, зменшити витрати на тимчасові підпори, зберігаючи при цьому відкритий об'єм високих просторів всередині. Значні об'єми оригінальних конструкцій збережені, в той час як вставки антресолей, мостів і сходів не тільки створюють простір, який можна здавати в оренду, але й діють як внутрішні діафрагми, що протистоять бічному навантаженню. Конференц-зали та інші запрограмовані функції є окремими елементами в межах великих об'ємів лабораторії, офісу, магазину та кухні, розташованих під новим мезоніном, що сприяє звукоізоляції, контролю температури та утриманню пилу, зберігаючи при цьому об'ємний соціальний та спільний простір в центрі. Архітектурне освітлення формує простір, визначає функції та підкреслює символічні індустріальні артефакти [102].

Рис. 14. Uber Advanced Technologies Group R&D Center. Планування

Аналіз вітчизняного досвіду

Виробничо-експериментальна база КиївЗДНІЕП

Архітектори: Д. І. Ганелін, О. І. Заваров, В. І. Лиховодів та ін.

Місце розташування: Київ, Україна

Роки будівництва: 1970-1980 р.

«Інститут був заснований у 1963 році як комплексний інститут нового типу, в основу діяльності якого покладено системний підхід до проектування: наукові дослідження – експериментальне проектування – будівництво. У 1994 році інститут був реорганізований у ВАТ "КиївЗНДІЕП"» [29].

У цій установі проводяться наукові дослідження, спрямовані зокрема на розрахунок конструкцій, а також теплофізичні та механічні випробування будівельних конструкцій.

Рис. 15. Виробничо-експериментальна база КиївЗДНІЕП. [27]

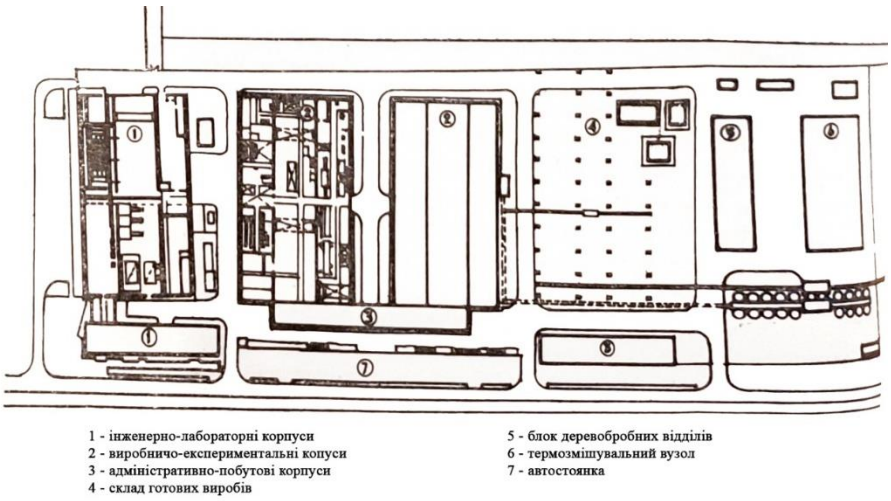


Рис.16. Генеральний план Виробничо-експериментальної бази КиївЗДНІЕП.

Створена при КиївЗДНІЕП виробничо-експериментальна база покликана забезпечити виготовлення зразків, проведення необхідних конструктивних, типологічних, теплотехнічних і інших випробувань, виготовлення комплектів виробів для споруджування експериментальних об’єктів, перевірку технологічності їхнього виготовлення й монтажу перед передачею проєктної документації в масове виробництво [28].

Рис.17. Виробничі зали, нові буд конструкції

Центр досліджень та розробок Metinvest Digital

Бізнес центр MERX

Місце розташування: Київ, Україна

Рік будівництва: 2010 р., добудований у 2018 р.

Metinvest Digital як IT-бізнес-партнер, відповідає за цифрову трансформацію найбільшої гірничо-металургійної компанії України. R&D центр Metinvest Digital був створений для впровадження інноваційних технологій, які не завжди доступні на ринку, з метою задоволення специфічних потреб бізнесу. Його діяльність охоплює два основні напрями: дослідження та розробку. У рамках дослідницького напряму команда займається технологічним скаутингом, що передбачає пошук та детальний аналіз технологій для вирішення конкретних бізнес-запитів клієнтів. Це включає глибокий технічний аналіз, оцінку можливості інтеграції нових технологій у наявний IT-ландшафт компанії та визначення їхньої додаткової цінності для бізнесу.

Рис. 18. Бізнес-центр MERX, де Metinvest Digital орендує офіс

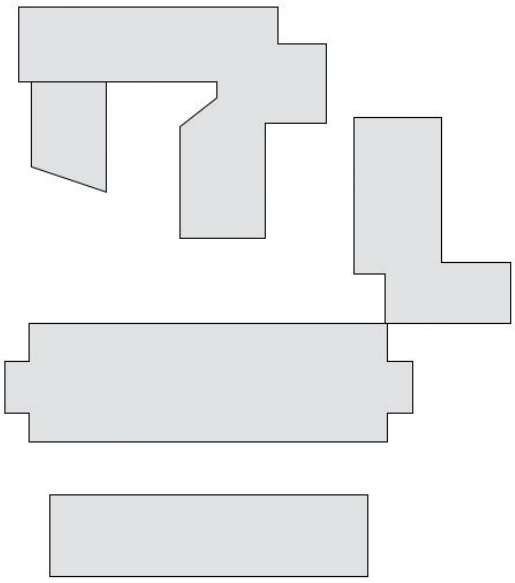


Рис. 19. Схема розташування будівель бізнес-центру MERX

Після вибору технології проводиться її первинне тестування для перевірки функціональності та відповідності заявленим характеристикам.

У напрямі розробки команда займається перевіркою основних гіпотез, створенням прототипів та розробкою повноцінних рішень. Мета цього етапу – швидке тестування нових технологій та мінімізація ризиків на стадії впровадження проектів. Після успішного прототипування розробляється мінімально життєздатний продукт з базовим функціоналом, який випробовується перед повноцінним впровадженням.

Основні технології, з якими працює R&D центр, включають машинне навчання (Machine Learning), роботизовану автоматизацію процесів (RPA), віртуальних помічників (Intelligent Virtual Assistants), комп'ютерний зір (Computer Vision) та обробку природної мови (Natural Language Processing).

Структурно R&D зосереджується на трьох основних технологічних напрямах: RPA, комп'ютерний зір та віртуальні помічники на базі штучного інтелекту.

За півтора роки роботи команда R&D опрацювала понад 32 бізнес-запити, розробила 9 прототипів та завершує великий проект з роботизації процесів, в рамках якого створено близько 150 роботів. Також ведеться робота над створенням віртуальних помічників на базі штучного інтелекту та аналізуються можливості використання технології комп'ютерного зору на металургійних підприємствах [34].

Рис. 20. Схема функіонального поділу діяльності компанії

Враховуючи компактні технологічні процеси та можливість їх адаптувати, центр досліджень та розробок розташований в офісі в бізнес-центрі, не маючи окремої будівлі.

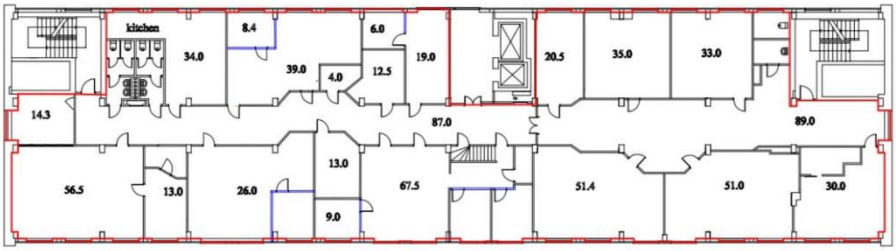


Рис. 21. Планування поверху бізнес-центру MERX, де компанія Metinvest Digital орендує офіс

Корпуси Київського національного університету ім. Тараса Шевченка на Теремках (Факультети радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем, факультет комп'ютерних наук та кібернетики, Механіко-математичний факультет)

Архітектори: Вадим Євстахійович Ладний, Юрій Михайлович Москальцов, Михайло Петрович Будиловський

Рік: 1972-1980

Місце: Київ, Україна

Рис. 22. Факультети радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем, факультет комп'ютерних наук та кібернетики, Механіко-математичний факультет КНУ ім. Т.Шевченка

Територія кампусу відрізняється від початкового проекту, однак все одно можна бачити ідею об'єднання різнизних функцій. Будівлі трьох факультетів спроектовані по одній осі й поєднані між собою [35].

Корпус фізичного факультету, що зустрічає з дороги, відрізняється від інших за плануванням і вирішенням фасадів. Він з’єднаний із трьома іншими корпусами теплим переходом. Щодо інших корпусів, то вони є ритмічно повторюваними. В кожному над вхідними групами розташовані лекційні аудиторії, тоді як в глибині розміщені семирівневі лабораторні блоки. Ці корпуси формують внутрішню площу кампуса.

На території була запланована бібліотека, яка, однак, не була реалізована [35].

Рис. 23. Факультети радіофізики, комп’ютерних наук та кібернетики, механіко-математичний факультет КНУ ім. Т.Шевченка

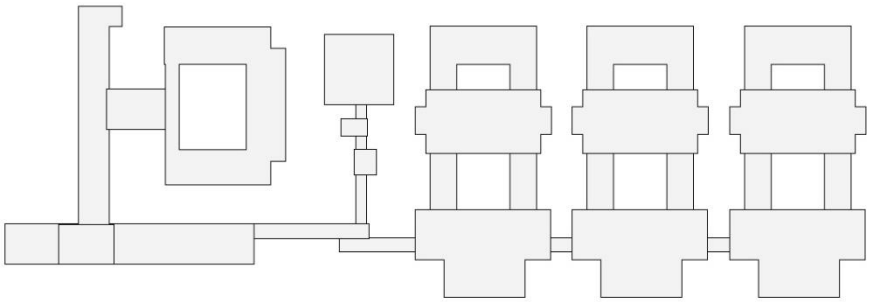


Рис. 24. Схема розташування будівель факультетів КНУ ім. Т.Шевченка

PromPrylad.Renovation

Архітектурне бюро: Форма

Місце розташування: Івано-Франківськ, Україна

Рік початку ревіталізації: 2019

Площа: 38 205м²

Інноваційний центр сформований на базі колишнього заводу, є проектом з імпакт-інвестування, зосереджений на розвитку урбаністики, мистецтва, нової економіки та освіти.

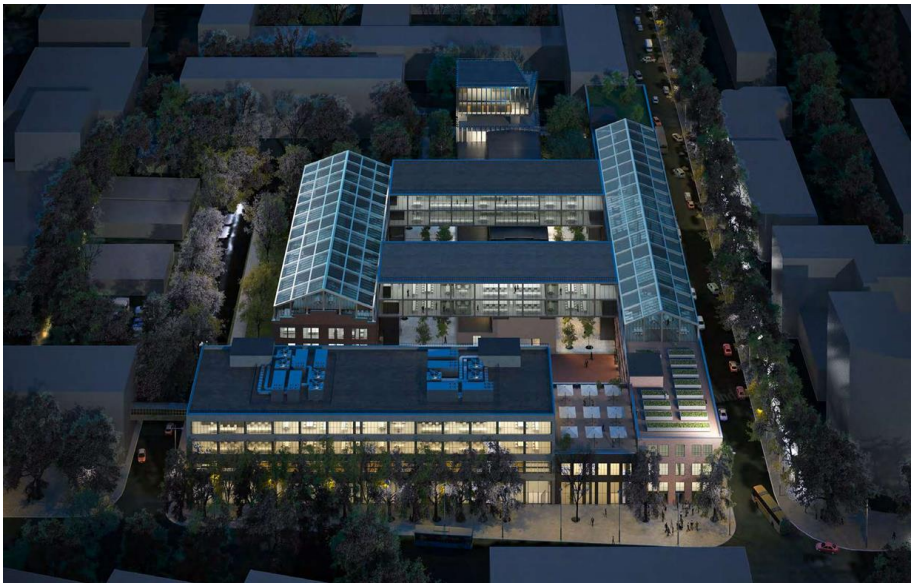


Рис. 25. Промприлад. Візуалізація

Він працює як об’єкт, що об’єднує спільноту людей зі схожими цінностями, дає можливості, простір для досліджень та експериментів. Окрім того – це проект про сталість, збереження й покращення існуючого. Бережне ставлення до історії та споруд є однією із цінностей проєкту: частина демонтованого обладнання й конструкцій перевикористовується в процесі, зовкрема: склоблоки, склопрофіліт, світильники, чавунна плитка. Так само повторно використовується демонтована цегла, а бетон вертається на об’єкт у вигляді повторної засипки [33].

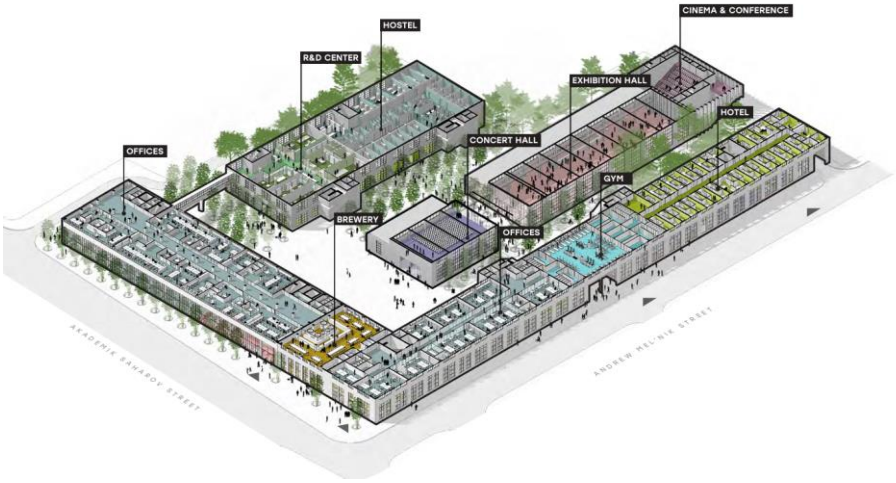


Рис. 26. Промприлад. Схема функціонального зонування першого поверху

Одним із створених просторів на території Проприладу є «Поле» - науково-дослідний центр, що є простором для винахідників. Тут розташовані майстерні, офіси, коворкінг, подієвий просттір, кав'ярня, бібліотека, шоурум. Ідея полягає в можливості поєднання прототипування в майстерні та роботи в офісі.

Рис. 27. Планування центру досліджень та розробок «Поле» [31]

1.3. Тенденції у проектуванні НДЦ

Відкрита співпраця

Інновації стають все більш відкритими та спільними, що вимагає просторів, які сприяють міждисциплінарній взаємодії. Проектувальники створюють середовище, яке заохочує до спонтанних зустрічей та обміну знаннями між різноманітними групами. Такий підхід сприяє розвитку культури відкритості, руйнуючи ізоляцію між дисциплінами та організаціями. Гнучкі планування, спільні зони та спільні ресурси є невід'ємною частиною цієї філософії дизайну. Такі простори навмисно спроектовані таким чином, щоб збалансувати приватні та спільні робочі зони, пристосовуючись до різних стилів роботи. Мета полягає у створенні екосистем, де ідеї можуть перехресно обмінюватися, що призводить до інноваційних рішень. Сприяючи доступності та інклюзивності, ці простори приваблюють широке коло користувачів, від стартапів до великих підприємств. Ця тенденція відображає перехід від ізольованих робочих середовищ до динамічних, орієнтованих на громаду просторів. Зрештою, дизайн цих просторів має на меті прискорити інновації, сприяючи співпраці та несподіваним взаємодіям.

Цінність особистого спілкування

Оскільки технологічні процеси стають дедалі складнішими, цінність особистого спілкування ще раз підкреслюється. Фізична близькість зміцнює довіру і сприяє тонкому розумінню, необхідному для вирішення складних проблем. Дизайнери включають елементи, які заохочують особисту взаємодію, такі як відкриті сходи, централізовані зони загального користування та прозорі перегородки. Ці елементи створюють візуальний зв'язок, спонукаючи до спонтанних дискусій та співпраці. Навмисний дизайн шляхів і спільних просторів збільшує ймовірність випадкових зустрічей між мешканцями. Виховуючи почуття спільноти, ці простори посилюють соціальну динаміку, що лежить в основі успішної співпраці. Наголос на спілкуванні віч-на-віч також підтримує менторство та

неформальний обмін знаннями. Створення комфортних і затишних місць для зустрічей заохочує до тривалої та змістовної взаємодії. Ця тенденція визнає, що, незважаючи на технологічний прогрес, людські зв'язки залишаються центральним елементом інноваційного процесу. Зрештою, простори, які надають перевагу особистому спілкуванню, сприяють створенню більш згуртованих та ефективних команд.

Інтеграція технологій

Повсюдна інтеграція технологій перетворює інноваційні простори на експериментальні «випробувальні майданчики». Ці середовища оснащені передовою цифровою інфраструктурою, що дозволяє збирати та аналізувати дані в режимі реального часу. Дизайнери створюють адаптивні простори, які можуть легко інтегрувати нові технології та пристосовуватися до потреб користувачів, що змінюються. Це включає в себе модульні меблі, рухомі стіни та реконфігуровані планування, які підтримують різні види діяльності та технології. Впровадження технологій дозволяє мешканцям створювати прототипи і тестувати нові ідеї в самому просторі, прискорюючи процес розвитку. Розумні будівельні системи контролюють умови навколишнього середовища, оптимізуючи комфорт та енергоефективність. Ці простори часто слугують живими лабораторіями, де користувачі можуть експериментувати з новими інструментами та методологіями в контрольованому середовищі. Дизайн заохочує практичний підхід до інновацій, долаючи розрив між концепцією та застосуванням. Вбудовуючи технології в тканину простору, користувачі отримують можливість досліджувати передові рішення в режимі реального часу. Ця тенденція відображає рух до середовища, яке не лише підтримує інновації, але й є активним учасником творчого процесу [68].

Гнучкі та адаптивні простори

У сфері науково-дослідних центрів архітектурний тренд гнучких та адаптивних просторів набув першочергового значення. Цей підхід наголошує на створенні середовища, яке може швидко адаптуватися до

мінливих дослідницьких потреб і технологічного прогресу. Серед ключових особливостей - лабораторії з відкритим плануванням, модульні меблі та рухомі стіни, що сприяють міждисциплінарній співпраці та пристосовані для різноманітних проектів. Така гнучкість не лише оптимізує фізичний простір, але й підвищує операційну ефективність, дозволяючи безперешкодно змінювати пріоритети досліджень. Крім того, адаптивна інфраструктура підтримує інтеграцію нових технологій, гарантуючи, що об'єкти залишатимуться на передовій інновацій. Надаючи пріоритет гнучким принципам проектування, науково-дослідні центри можуть забезпечити майбутнє своєї діяльності, зберігаючи актуальність і функціональність у швидкозмінному науковому ландшафті. Така динамічна адаптивність сприяє розвитку культури постійного вдосконалення та оперативного реагування, що має важливе значення для новаторських досліджень і розробок [88].

Стала і зелена архітектура

У проектуванні центрів досліджень і розробок (R&D) все більш помітною стає тенденція сталої та зеленої архітектури, яка фокусується на мінімізації впливу на навколишнє середовище та сприянні добробуту користувачів. Цей підхід інтегрує енергоефективні системи, відновлювані ресурси та екологічно чисті матеріали в архітектурну структуру.Ключовим аспектом цієї тенденції є використання екологічно чистих матеріалів, таких як перероблена сталь, відновлена деревина, бамбук, корок та перероблений пластик. Енергоефективність є ще одним важливим аспектом, що передбачає впровадження передових технологій, таких як сонячні панелі, геотермальне опалення та інтелектуальні системи автоматизації будівель. Ці інновації мінімізують споживання енергії та залежність від викопного палива, тим самим зменшуючи викиди вуглекислого газу та операційні витрати. Практики зеленого будівництва, включаючи сертифікацію, як-от LEED (Лідерство в енергетичному та екологічному дизайні), набувають дедалі більшого поширення. Ці практики надають пріоритет таким

стратегіям, як оптимізація використання території, збереження природних середовищ існування та покращення якості повітря в приміщеннях, сприяючи створенню середовища, яке є сприятливим як для людей, так і для планети. Крім того, інтеграція біофільних елементів дизайну - таких як природне освітлення, кімнатні рослини та використання натуральних матеріалів - підтримує добробут і продуктивність працівників. Ці елементи створюють зв'язок з природою, покращуючи загальне робоче середовище [76].

Добробут працівників

У сучасному середовищі науково-дослідних виразний акцент на «добробуті працівників» став однією з найважливіших тенденцій у проектуванні . Визнаючи, що здорові та задоволені працівники мають вирішальне значення для інновацій та продуктивності, організації інтегрують цілісні стратегії у свою архітектурну та організаційну структуру, щоб сприяти фізичному та психічному здоров'ю. Центральне місце в цьому підході займає створення ергономічних і гнучких робочих просторів. Регульовані меблі та адаптивні планування дозволяють працівникам персоналізувати своє робоче середовище, підвищуючи комфорт і знижуючи ризик фізичного перенапруження. Така гнучкість не лише пристосовується до різних стилів роботи, але й заохочує рух, що є важливим для фізичного здоров'я. Крім того, створення спеціальних просторів для релаксації та усвідомленості, таких як тихі кімнати або зони для медитації, задовольняє психологічні потреби працівників. Ці зони дають змогу відпочити від вимог роботи, перезарядитися і зберегти ясність розуму [106].

Ці тенденції підкреслюють цілісний підхід до проектування інноваційних просторів, які є адаптивними, сприятливими для співпраці та технологічно розвиненими, при цьому пріоритетом є людська взаємодія та добробут

1.4. Функціонально-типологічна класифікація науково-дослідних центрів

Класифікування науково-дослідних центрів сприяє ефективній інтеграції їх в міське середовище та чіткому визначенню їхніх потреб, зокрема об'ємно-просторової організації. Залежно від галузі дослідження, розташування окремо чи в складі певної структури тощо архітектурно-планувальні рішення будуть відрізнятися, і наявність чіткої класифікації суттєво спрощує процес проєктування.

Глобально науково-дослідні центри можуть бути поділені **за типом наукових досліджень і розробок**:

- Фундаментальні наукові дослідження – «це теоретичні та експериментальні наукові дослідження, спрямовані на одержання нових знань про закономірності організації та розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язків. Результатом їх виконання є гіпотези, теорії, методи, а також рекомендаціями щодо проведення прикладних досліджень для визначення можливостей практичного використання одержаних наукових результатів, науковими публікаціями тощо» [30].
- Прикладні наукові дослідження – дослідження, що є наступниками фундаментальних досліджень: вони використовують здобутки попередніх з метою визначення нових методів вирішення сформульованих раніше проблем, а також можливості використання попередньо отриманих результатів
- Науково-технічні (експериментальні) розробки – це роботи, що проводяться вже на базі отриманих знань, що спрямовані на розробку нових продуктів, матеріалів тощо. До розробок можуть бути включені технологічні роботи, проєктно-конструкторські роботи, а також діяльність, пов'язана зі створенням дослідних взірців.

Для полегшення структуризації й оцінки дослідної діяльності науково-дослідні центри можуть бути класифіковані за **галуззю досліджень** [98]:

- Природничих наук: пов’язані з вивченням природних явищ, зокрема фізики, хімії, біології тощо.
- Інженерії та технологій: заточені під практичне застосування наукових знань, пов’язаних із механічною, електричної інженерією та цивільним будівництвом.
- Медицини та медичних наук: дослідження здоров’я людей і тварин, включаючи клінічну медицину та фармакологію.
- Сільськогосподарських наук: стосуються із лісництвом, сільським господарством та харчовими науками.
- Соціальних наук: вивчають людську поведінку, економіку, соціологію, психологію.
- Гуманітарних наук і мистецтв: досліджують людську культуру, історію, філософію, мистецтво

Розглядаючи науково-дослідні центри вже більш з планувальної точки зору, доцільно було би їх поділити **за розміром**. У державних будівельних нормах класифікація НДЦ за розміром відсутня, однак базуючись на класифікації науково-виробничих території можна запропонувати наступну класифікацію:

- Малі: мають до 50 працівників; площа ділянки складає 400 – 1500 га;
- Середні: кількість працівників складає від 50 до 250; площа ділянки займає від 1500 до 6000 га.
- Великі: чисельність персоналу складає більше 250 працівників; площа ділянки більша 6000 га.

Науково-дослідні центри, залежно від джерела їхнього фінансування, управління та дослідницького фокусу, можна класифікувати відповідно до **приналежності до типу інституції**:

- При вищих навчальних закладах – зосереджені на навчанні студентів, фундаментальних дослідженнях та навчанні студентів.

- Державні науково-дослідні центри – ті, що фінансуються державними установами й увага яких, основним чином, приділяється національним пріоритетам й, відповідно, проектам, які мають суспільний потенціал. До таких може бути віднесена, наприклад, Національна академія наук України.

- Приватні науково-дослідні центри – створені приватними компаніями для дослідження й розробки власних продуктів. Акцент робиться на прикладних дослідженнях, інноваційних технологіях, впровадженні наукових розробок у виробництво.

Залежно від приналежності, в науково-дослідних центрів може бути змінне **розташування** та просторові зв'язки з навчальними чи промисловими інституціями та міським середовищем:

- На території кампусу: в межах університетських кампусів, де є сприятливе середовище для співпраці між науковими співробітниками, викладачами й студентами.

- У складі інноваційних парків: кластери науково-дослідних центрів, високотехнологічних компаній та стартапів у спеціальному інноваційному районі, що заохочують до співпраці між науковими колами, стартапами та корпораціями.

- У складі промислових підприємств: зазвичай розташовані в межах або поруч з промисловими зонами, виробничими підприємствами або корпоративними штаб-квартирами та зосереджені на прикладних дослідженнях, розробці продуктів та оптимізації процесів. Головними завданнями таких установ є підтримка виробництва, адаптація розробок під масове виробництво.

- Окремі державні комплекси: великі науково-дослідні установи, для яких виділені окремі території. Є комплексними, можуть включати кілька лабораторій, спеціалізовані випробувальні центри, потужності для дослідного виробництва. Часто працюють в галузі оборони, енергетики, охорони здоров'я тощо.

- Віддалені спеціалізовані дослідницькі об’єкти, що розташовані ізольовано від інфраструктури, сконцентровані на окремих екологічних, біологічних, геологічних дослідженнях тощо.

За типологією забудови науково-дослідні центри можна поділити на:

- Цільові (новозбудовані): заточені спеціалізовано для проведення певних досліджень, мають розвинену інфраструктуру та багатофункціональні, пристосовані до можливих змін лабораторії.
- Адаптивне повторне використання (перепрофільовані промислові об’єкти): старі заводи або склади, переобладнані для проведення досліджень у зв’язку з тенденцією позбавлення міста від занедбаних територій промислових підприємств і винесення промисловості за межі міста.
- Дослідницькі осередки міського типу: дослідження, що не вимагають спеціальних умов або великогабаритного обладнання, можуть проводитися в типових за структурою для міського середовища будівлях. Такі офісні будівлі ідеально підходять для IT, соціальних, фінансових досліджень.
- Модульні дослідні центри: є мобільними, швидко будуються, використовуються для тимчасових або віддалених досліджень, наприклад, у польових умовах, для реагування на стихійні лиха тощо.

Висновки до розділу 1

Формування науково-дослідних та інноваційних центрів зумовлене різними соціальними, економічними та технологічними факторами. Ці установи відіграють важливу роль у стимулюванні інновацій, розвитку наукових знань та впровадженні розробок у виробництво.

В результаті аналізу соціальних чинників формування науково-дослідних центрів було виявлено основні фактори, що визначають місце розташування науково-дослідних центрів, зокрема: соціальний, науково-технологічний, регіональний, ринковий, інфраструктурний, фінансовий, безпековий. При огляді розташування науково-дослідних центрів територією України помічено, що такі установи розташовані нерівномірно: найбільша кількість розташована в Києві, Харкові, Львові – містах, де є скупчення вищих навчальних закладів, а також що акумулюють значні фінансові засоби; а також у Дніпрі, що є промисловим центром.

На розвиток науки й техніки на сьогодні мало вплив повномасштабне російське вторгнення: із 2022 року дещо змінено пріоритетні напрямки розвитку в бік національної безпеки та оборони, а також посилена увага надається інформаційним та комунікаційним технологіям і робототехніці.

При проектуванні науково-дослідних центрів необхідно користуватися державними будівельними нормами, для покращення якості готового продукту та для відповідності європейським нормам слід використовувати європейські стандарти. Також корисною є методологічна література. Для того, аби в проект одразу була закладена енергоефективність та екологічність, слід використовувати довідники з теплового розрахунку, енергоефективних систем тощо.

Розглянуто приклади вітчизняних та зарубіжних науково-дослідних центрів, зокрема виявлено різні типи: самостійні, що є більш розвиненими, акумулюють в собі більше функцій, включаючи дослідне виробництво та випробування; при університетах, що підлаштовані також під навчальні

потреби, хоча можуть використовуватися безпосередньо для проведення досліджень; інноваційні центри при штаб-квартирах компаній, які окрім наукових досліджень і розробок займаються пропрацюванням впровадження цих розробок у виробництво та їх реалізацією. Окремо були виділені центри досліджень та розробок на базі колишніх промислових підприємств. На сьогодні, коли спостерігається тенденція винесення промисловості за межі міста, а на місці колишньої закритої території – виникнення активних громадських центрів, такі центри з'являються все частіше. Будівлі колишніх промислових заводів є міцними, великими за площею та об'ємом, однак їхня функція в місті не є доречною, зокрема зараз, в умовах війни, коли промисловість стає ціллю для російських ракет. Стратегія адаптації такої забудови під громадську функцію є вирішенням проблеми. Якщо ж говорити про ревіталізацію території колишніх промислових заводів під науково-дослідних центрів – це стратегія «win-win», адже розташовані, зазвичай, посеред необхідної інфраструктури колишні заводи передаватимуть у спадок науково-дослідним центрам підключення до комунікацій, транспортну доступність, чітке планування території з використаною технологічною сіткою.

Підсумовуючи, можна сказати, що формування науково-дослідних центрів є багатогранним процесом, на який впливають соціальні, економічні та технологічні фактори. Результати дослідження підкреслили важливість цих інституцій у стимулюванні інновацій, розвитку співпраці та поглибленні знань. Ретельний аналіз літератури, класифікаційних моделей та конкретних прикладів дозволив отримати цінну інформацію про тенденції, що формують центри досліджень та розробок.

2. Методи формування функціонально-просторової структури

2.1. Фактори, що впливають на об’ємно-функціональну структуру НДЦ

Об'ємна і функціональна структура науково-дослідного центру формується під впливом складної взаємодії зовнішніх (екзогенних) і внутрішніх (ендогенні) факторів, кожен з яких має свій вплив на архітектурну форму і просторову організацію. З позиції урбаніста чи архітектора, розуміння цих факторів є важливим для створення середовища, яке є одночасно контекстуально чутливим і функціонально ефективним.

Зовнішні фактори - це ті заздалегідь визначені умови, які архітектори повинні враховувати з самого початку. Вони є чинниками, що не є підконтрольними планувальнику й характеризують середовище та умови, в яких формується комплекс НДЦ [70].

Внутрішні фактори, навпаки, визначаються конкретними вимогами і прагненнями зацікавлених сторін науково-дослідного центру. Тому перед розробкою об’ємно-просторової структури НДЦ важливим етапом є визначення стейкхолдерів та формування системи їхніх потреб. В загальному до головних акторів у цьому випадку відноситимуться безпосередньо користувачі простору (дослідники, науковці, адміністрація), академічні партнери, потенційні виробники продукції, місцеві спільноти. Їхні потреби лягають в основу технологічного фактору. Також внутрішні фактори впливають на рішення щодо архітектури самої будівлі.

Через складне переплетіння й щільну взаємодію, складно розділити фактори на внутрішні й зовнішні, адже частково умовно визначені внутрішні фактори спричинені зовнішніми чинниками, тоді як зовнішні фактори можуть піддаватися впливу зсередини, від самого планувальника або через моделі поведінки користувачів.

До зовнішніх факторів належать: урбан-фактор, територіальний, топографічний, екологічний та кліматичний фактори.

Внутрішніми факторами є людський, функціонально-технологічний, реноваційний, естетичний та символічний фактори.

Зовнішні фактори

Урбан-фактор: розміщення НДЦ в структурі міста, що впливає на його формування через інтеграцію в міську тканину. На це може впливати зокрема містобудівний контекст, до прикладу: історичний або постіндустріальним.

В першу чергу міське планування диктує розподіл земельних ділянок у межах міста, збалансовуючи житлову, громадську та комерційну забудову, таким чином воно впливає на визначення місця розташування НДЦ. Сюди ж відноситься й інфраструктура: транспортна доступність не лише визначає місце для розташування НДЦ, а й впливає на визначення потреб внутрішньої інфраструктури. Існуючі довкола транспортні та пішохідні шляхи мають вплив на формування основних входів на ділянку та безпосередньо до будівлі.

Щодо можливого історичного контексту, то розміщення науково-дослідного центру в районах історичних центрів або поблизу них вимагає чутливості до існуючої історичної структури, гарантуючи, що нові розробки доповнюватимуть, а не порушуватимуть усталений характер. Такий підхід не лише зберігає спадщину міста, але й використовує культурний капітал, пов'язаний з історичними районами.

На основі аналізу було виявлено, що нерідко НДЦ розташовуються на колишніх промислових територія. Території зі сформованим виробництвом або технологічними інноваціями часто мають необхідну інфраструктуру, таку як надійні транспортні мережі та комунальні послуги, що сприяють дослідницькій діяльності. Більше того, перепрофілювання колишніх промислових зон під сучасні науково-дослідні об'єкти відповідає практиці

сталого розвитку міст, вдихаючи нове життя в недостатньо використовувані простори [55].

Морфологічний фактор фокусується на формі та розмірі ділянки. Цей фактор впливає на архітектурні рішення, зачіпаючи такі аспекти, як масивність забудови та просторова організація. Розміри та конфігурація ділянки накладають обмеження та можливості, які безпосередньо впливають на результати проектування. Наприклад, витягнуті або неправильні ділянки можуть вимагати лінійних форм будівель або сегментованих об'ємів для оптимізації використання простору і функціональності. І навпаки, компактні або квадратні ділянки можуть спонукати до централізованого планування, сприяючи ефективній внутрішній циркуляції та зв'язним просторовим зв'язкам.

Також на об’ємно-просторову структуру впливає морфологія довколишньої забудови, що диктує свої правила для нової форми[69].

Топографічний фактор в першу чергу вимагає врахування природнього рельєфу, зокрема ухили, рослинність та водойми, що впливають на орієнтацію будівлі, точки доступу та інтеграцію в ландшафт. Проектування в гармонії з цими елементами може підвищити стійкість, естетичну привабливість і зручність для користувачів. Похилий або нерівний рельєф створює як виклики, так і можливості. Він може бути використаний для створення багаторівневих структур, які повторюють контури землі, посилюючи просторову динаміку та зменшуючи потребу у значних земляних роботах. Однак будівництво на схилах вимагає ретельного підходу до питань стабільності конструкції, дренажу та доступності, що потребує спеціалізованих інженерних рішень.

Наявність ґрунтових вод є ще однією складової топографічних умов, особливо при будівництві підвалів. Високий рівень ґрунтових вод може призвести до гідростатичного тиску на стіни та підлогу підвалу, що збільшує ризик інфільтрації води, пошкодження конструкцій та утворення плісняви [47].

Територіальний фактор, а саме форма та розмір території суттєво впливають на архітектурні рішення НДЦ. Цей фактор диктує не лише просторову організацію, але й функціональність та естетичну привабливість таких споруд. Добре спроектований науково-дослідний центр повинен гармоніювати з навколишнім середовищем, враховуючи наявний простір, щоб сприяти інноваціям та співпраці. Розміри території можуть обмежувати або розширювати можливості проектування, тому архітектори повинні відповідно адаптувати свої підходи.

Компактна ділянка може вимагати вертикального підходу до проектування, заохочуючи багатоповерхові будівлі, які оптимізують площу, мінімізуючи при цьому використання землі. Це особливо актуально в міських умовах, де земля в ціні. І навпаки, більші території дозволяють створювати розлогі планування, які можуть інтегрувати відкриті простори, що сприяють створенню середовища для спільної роботи.

Крім того, форма території впливає на те, як будівлі взаємодіють з навколишнім середовищем. Наприклад, ділянки неправильної форми можуть спонукати архітекторів до творчих рішень, які включають нелінійні конструкції, що потенційно може призвести до створення інноваційних форм будівель, які виділяються естетично і водночас слугують практичним цілям. На противагу цьому, прямокутні або квадратні ділянки можуть піддаватися більш традиційному проектуванню, але можуть сприяти ефективному робочому процесу, якщо їх ефективно спланувати.

Насамкінець, розуміння впливу форми та розміру території на архітектуру науково-дослідного центру є важливим для оптимізації як форми, так і функцій. Архітектори повинні ретельно враховувати ці фактори, щоб створити середовище, яке не лише відповідає технологічним досягненням, але й надихає на творчість в унікальному контексті [6].

На архітектурну форму центрів досліджень і розробок значний вплив має *екологічний фактор*, що слугує для підвищення стійкості та сприяння інноваціям. Науково-дослідні центри, які часто перебувають на передовій

технологічного прогресу, повинні втілювати принципи, що пом'якшують вплив на довкілля, водночас сприяючи гармонійним стосункам з природою.

Включення зелених дахів і стін ще більше наближає науково-дослідні центри до сталих практик, сприяючи збереженню біорізноманіття та покращуючи якість повітря. Такі особливості є не просто естетичними, вони докорінно змінюють архітектурну форму, щоб пристосувати її до екологічно чистих технологій.

Більше того, місце розташування відіграє вирішальну роль у визначенні того, як дизайн науково-дослідного центру відповідає екологічним міркуванням. Території, що раніше використовувалися в промислових цілях, пропонують унікальні можливості для сталого редевелопменту. Перетворюючи занедбані ділянки на інноваційні простори, архітектори можуть мінімізувати вплив на землекористування, водночас сприяючи відновленню довкілля. Такий підхід вимагає продуманої архітектурної реакції, в якій пріоритетом є сталість як основний принцип [72].

На архітектурний дизайн науково-дослідних центрів значний вплив мають *кліматичні фактори*, зокрема такі як рух сонця, напрямок вітру та щільність опадів. Ці елементи відіграють вирішальну роль у визначенні форми та орієнтації будівель для підвищення енергоефективності та створення сприятливого робочого середовища.

Одним із важливих аспектів впливу клімату на архітектуру є рух сонця протягом дня і пори року. Будівлі, спроектовані з урахуванням оптимальної експозиції сонця, можуть використовувати природне світло, зменшуючи залежність від штучного освітлення і водночас підвищуючи комфорт користувачів. Наприклад, орієнтація науково-дослідних центрів на максимальне використання денного світла може підвищити продуктивність і самопочуття дослідників. Крім того, для запобігання перегріву під час пікових сонячних годин у конструкцію можна інтегрувати козирки або

затінюючі пристрої, що демонструє прямий зв'язок між адаптацією до клімату та архітектурною формою.

Напрямок вітру також суттєво впливає на форму будівлі. Структури, стратегічно орієнтовані проти переважаючих вітрів, можуть мінімізувати втрати тепла в холодні місяці і зменшити витрати на охолодження в теплі періоди. Крім того, включення стратегій природної вентиляції може призвести до поліпшення якості повітря в приміщенні - важливий аспект для науково-дослідницького середовища, де концентрація має першорядне значення.

Інтеграція кліматичних факторів в архітектурне формування науково-дослідних центрів призводить до створення будівель, які гармонійно поєднуються з навколишнім середовищем, сприяючи при цьому сталому розвитку [53].

Внутрішні фактори, навпаки, визначаються конкретними вимогами і прагненнями зацікавлених сторін науково-дослідного центру.

Архітектурний вигляд науково-дослідницького центру знаходиться під значним впливом *людського фактору,* який охоплює потреби, поведінку та взаємодію людей у цьому просторі. Взаємодія між архітектурою та елементами дизайну, орієнтованими на людину, суттєво впливає на добробут і продуктивність працівників.

Більше того, включення людського фактору в архітектурні рамки дозволяє створити більш адаптивне середовище, яке реагує на мінливий характер дослідницької діяльності. Для дослідницьких центрів це означає проектування просторів, які сприяють комунікації - наприклад, відкриті робочі зони, доповнені приватними кімнатами для переговорів - і доступ до природного світла, яке, як було доведено, покращує настрій і когнітивну функцію. Такі міркування безпосередньо впливають на те, наскільки ефективно команди можуть співпрацювати над інноваційними проектами [53].

До людського фактору віднесений і вплив кількості працівників підприємства, зумовлений соціальними факторами.

Функціонально-технологічний фактор визначає не лише естетичну привабливість споруд, але й їхню експлуатаційну ефективність та адаптивність. Він включає функціональні вимоги, такі як просторова організація, гнучкість для майбутніх модифікацій і простори для спільної роботи. Потреба у відкритих робочих просторах, які сприяють командній роботі, а також забезпечують зони для зосередженої індивідуальної роботи, є першочерговою в сучасних інноваційних середовищах. Ця дуальність вимагає ретельно продуманого планування, яке може пристосуватись до різних стилів роботи, водночас сприяючи взаємодії між дослідниками.

Специфіка НДЦ та технологія процесу наукових досліджень диктують свою конфігурацію просторів, набір та габарити приміщень [50].

Ревіталізаційний фактор може набирати значення у випадку адаптивного повторного використання існуючих структур. У такому випадку морфологія науково-дослідного центру залежатиме від вихідних будівель і споруд та вихідного планування ділянки, наявних комунікацій тощо.

Використання існуючих конструкцій, зокрема несучих, що ще перебувають в належному стані, накладає певні планувальні обмеження, сприяючи водночас створенню особливої атмосфери з унікальними елементами дизайну, що з'являються в результаті таких проектів, часто включають відкриті простори, гнучкі робочі зони та місця загального користування, які заохочують до взаємодії.

Естетичний фактор формує архітектурну ідентичність науково-дослідних центрів, оскільки ці будівлі є не лише функціональним простором, але й уособленням інновацій та творчості. Інтеграція естетичних міркувань в архітектурний дизайн може покращити як візуальну привабливість, так і структурну цілісність цих об'єктів.

Надаючи пріоритет естетиці поряд з функціональними вимогами, архітектори можуть створювати науково-дослідні центри, які не лише відповідають своєму призначенню, але й надихають на інноваційне мислення їхніх користувачів.

Символічні фактори також можуть впливати на об’ємно-планувальну структуру. Символи, що відображають спрямування наукових досліджень, ідеологію НДЦ абощо, можуть бути закладені у формі плану, в об’ємі чи відображені на фасаді. З іншої сторони вони можуть бути відображені в композиційних особливостях, що відображають політичну ідеологію, або ж у цитуванні інших творів архітектури.

2.2. Функціонально-планувальна структура

Функціонально-планувальна структура НДЦ залежить, у першу чергу, від його спрямування за галуззю досліджень та технологічних вимог, що вони вимагають. Розподіл процесів протягом усього циклу досліджень і розробок певної категорії продукту впливає і на розподіл функціональних зон, їхній зв’язок одна з одною.

«Інформаційні технології (ІТ) є важливою складовою сучасного суспільства, яка забезпечує збір, зберігання, обробку та передачу інформації з використанням комп'ютерних систем, програмного забезпечення та мереж» [19]. Враховуючи, що інформаційні технології є достатньо широким терміном, він потребує більшої деталізації, позначаючи в загальному комп’ютерні системи, програмне забезпечення та мережі для збору, зберігання, обробки та передачі інформації.

Одним із напрямів розвитку інформаційних технологій, що набирає усі більшої популярності, є їх інтеграція в автоматизовані та інтелектуальні системи, зокрема у сферу робототехніки. Науково-дослідний центр інформаційних технологій зосереджується на створенні алгоритмів, обчислювальних моделей та програмного забезпечення для автономних

систем, що здатні виконувати складні завдання в різних галузях, а також власне на проектуванні автоматичних пристроїв.

Як і інформаційні технології загалом, так і робототехніка зокрема лежить на перетині різних наук, що утворюють виокремлену науку – мехатроніку. Основними її складовими є механіка, що забезпечує системне моделювання та роботу багатоланкових механізмів, електроніка, до якої належать датчики та системи керування, кібернетика, що вивчає можливості керування системами, а також програмне забезпечення, відповідальне за симуляцію.

При розробці роботизованих систем важливим є поділ процесів розробки за структурною схемою робота, що складається з:

- Системи керування (мозку): відповідальна за аналіз вхідної інформації, отриманої від датчиків, людини тощо, її аналіз та видавання сигналів виконавчій системі. Таким чином, програмне забезпечення системи керування уможливлюють інтелектуальні та адаптивні можливості роботів;
- Інформаційно-вимірювальної системи (сенсорної системи), завданням якої є сприйняття інформації. Сенсорна система може бути представлена різними типами датчиків та пристроїв, призначених для аудіо-, фото- та відеофіксації тощо.
- Системи зв’язку (мовленнєвої системи), що необхідна для зв’язку між оператором та роботом для формування завдання, а також для зворотного зв’язку про стан автоматичної системи тощо. Система зв’язку може бути організована за допомогою пульта керування, голосових команд тощо.

Ці три системи разом утворюють інформаційно-керуючу систему робота.

- Виконавчої системи (моторної системи), призначеної безпосередньо для взаємодії із зовнішнім середовищем за допомогою певних механізмів: двигунів, передавальних пристроїв, маніпуляторі, візків

із колесами, крилами тощо. Для її проектування застосовуються принципи електромеханіки.

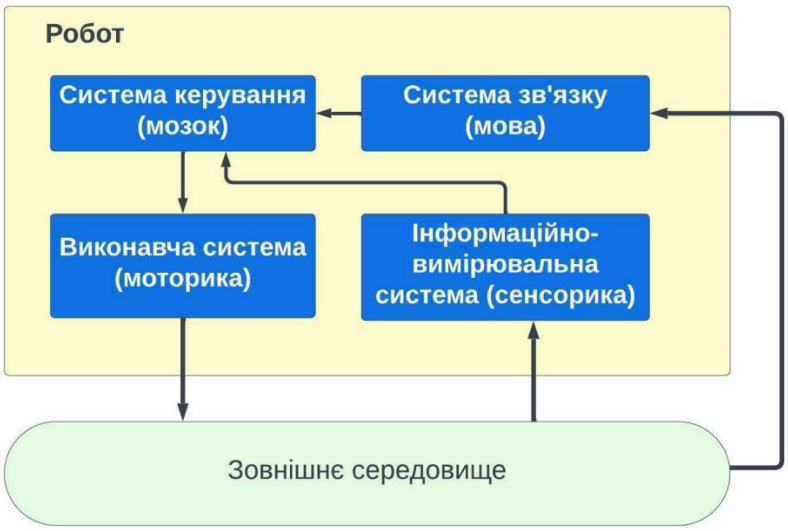


Рис. 28. Структурна схема робота [25]

Як уже було зазначено, створення комп'ютерних систем, до яких належать і роботи, поєднує в собі різні галузі науки: механіку, електроніку, програмування, що відповідають за створення виконавчої системи, формування електричних схем та створення поведінкової моделі пристрою.

«Повний цикл проєктування включає два основних етапи: науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські роботи (Research & Development, R&D)» [25].

Перший етап визначає доцільність створення виробу та технічні можливості для його функціонування. Етап науково-дослідницьких робіт закінчується розробкою технічного завдання або звітом про недоцільність робіт в обраному напрямі, сформованими в результаті детального аналізу об'єкта дослідження, що включає оцінку його функціональних характеристик, властивостей, сфер застосування та економічної ефективності.

Якщо дослідження підтверджують перспективність розробки, починається наступний етап – дослідно-конструкторські роботи (ДКР).

ДКР розпочинаються з уточнення, узгодження та затвердження технічного завдання, після чого формується технічна пропозиція, що

дозволяє виявити додаткові вимоги до виробу та визначити оптимальні технічні параметри. Наступним кроком є ескізне проєктування, під час якого обґрунтовуються принципові технічні рішення, розробляються структурні та функціональні схеми, здійснюється вибір елементної бази. Далі відбувається технічне проєктування, що передбачає створення остаточних технічних рішень, які формують цілісне уявлення про конструкцію виробу. Цей процес може здійснюватися двома підходами: «знизу вгору», коли спочатку проєктуються окремі компоненти, які потім об’єднуються в єдину систему, або «згори вниз», коли спочатку формується загальна структура виробу, а вже потім деталізуються його окремі складові. Після цього створюється робоча документація, яка включає повний комплект креслень та розрахунків для виготовлення дослідного зразка. Завершальним етапом є випробування та доведення виробу, під час яких дослідний зразок перевіряється на відповідність технічному завданню, а у разі необхідності вносяться коригування в робочу документацію. Після успішного проходження всіх етапів документація передається замовнику для подальшого використання у серійному виробництві.

У проєктуванні роботів цей процес має свої особливості, проте загальна структура ДКР зберігається. Спочатку визначаються основні функції, які має виконувати робот, на основі чого формується технічне завдання, що в подальшому може уточнюватися та доповнюватися. Після цього створюється загальна структура робота, в якій визначається склад його основних систем, зокрема керування, зв’язку, інформаційно-вимірювальної та виконавчої. Далі відбувається деталізація схем, підбір стандартних компонентів та проєктування нестандартних елементів, що потребують унікальних рішень. Паралельно розробляється керуюче програмне забезпечення, яке забезпечує взаємодію всіх компонентів та виконання поставлених завдань. На наступному етапі проводиться збирання окремих систем і механізмів з їх подальшим тестуванням для перевірки коректності роботи кожного елемента. Після успішного проходження випробувань

відбувається інтеграція всіх систем у єдиний пристрій, що фактично завершує процес створення робота. Заключним етапом є комплексне тестування, під час якого перевіряється функціональність і взаємодія всіх складових, виявляються та усуваються можливі недоліки. Таким чином, чітка послідовність дій на всіх етапах забезпечує ефективне проєктування роботизованих систем, які відповідають сучасним вимогам функціональності, надійності та продуктивності [25].

Однак, попри можливість розподілу процесу проєктування інформаційних систем на окремі ділянки, бажано лишати його комплексним, зосередженим в одному місці, зокрема для підвищення продуктивності виробництва.

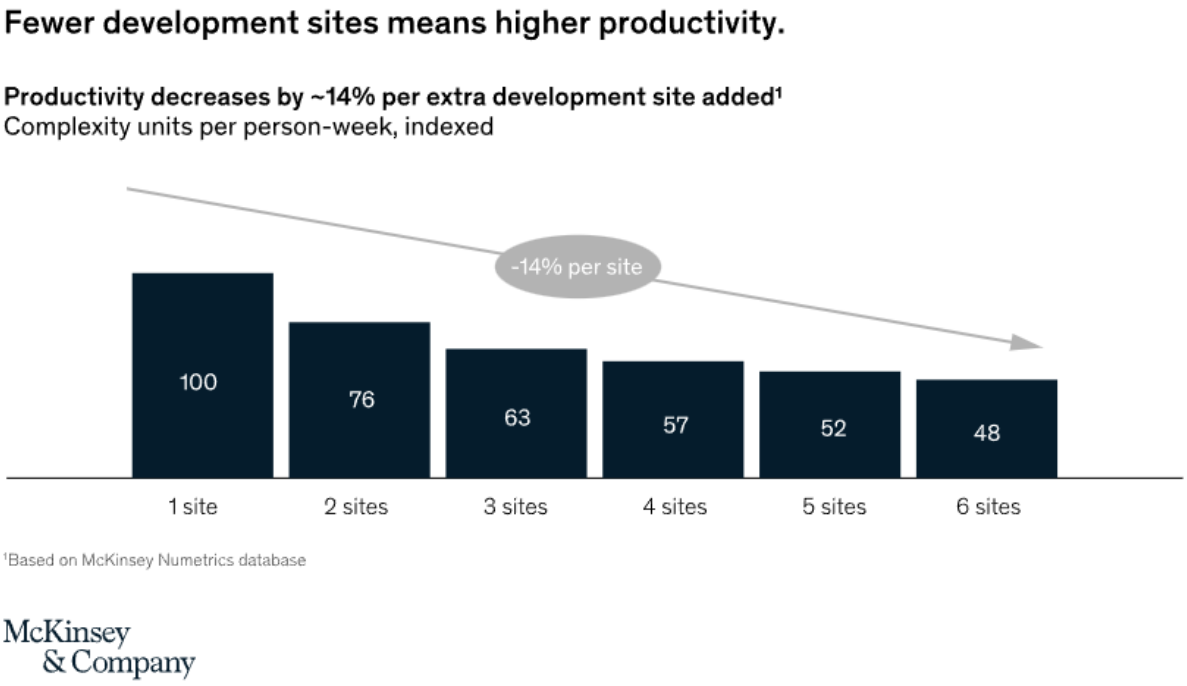


Рис. 29. Залежність продуктивності розробок залежно від фізичного розділення відділів [87]

Проблемою в сучасних наукових дослідженнях і розробках є синхронізація розробки програмного та апаратного забезпечення. Існує два варіанти керування нею:

Включення розробки програмного забезпечення в структуру наявних відділів. Такий підхід сприяє інтегрованій розробці, хоча на практиці

процеси часто розробляються з точки зору апаратного забезпечення, а складність програмного забезпечення управляється неефективно.

Розділення розробки на окремі, але скоординовані процеси. При такому підході окремі технологічні компоненти не залишаються поза увагою. Обов'язок лідерів полягає у встановленні точок синхронізації для виявлення потенційних конфліктів, які потребують звернення до вищого керівництва.

«Підхід, який слід застосувати, як правило, визначається характером продукту, а також досвідом роботи організації з програмним забезпеченням, маючи на увазі, що складність, швидше за все, зростатиме. Дедалі частіше послуги розробляються не лише в межах інженерного відділу, але й в межах IT, створюючи ще більше інтерфейсів та обов'язків, що має наслідки для організаційної структури» [87].

Функціональна схема науково-дослідного центру інформаційних технологій передбачає інтеграцію різних зон, що забезпечують ефективну дослідницьку та освітню діяльність. Центр складається з адміністративного блоку, який відповідає за управління та координацію проєктів, забезпечуючи організаційну підтримку дослідницьких ініціатив. Дослідницький блок об'єднує лабораторії, оснащені обладнанням для проведення експериментів у галузі штучного інтелекту, робототехніки та обробки даних. Розробницький блок зосереджений на створенні та впровадженні нових програмних рішень, тестуванні прототипів та інтеграції технологій у практичні застосування. Освітній сектор центру включає лекційні зали та навчальні аудиторії, де проводяться семінари, тренінги та курси підвищення кваліфікації для молодих науковців та студентів. Для забезпечення комфортних умов праці передбачені зони відпочинку та неформального спілкування, що сприяють обміну ідеями та командній роботі. Технічна інфраструктура центру включає серверні приміщення, системи зберігання даних та мережеве обладнання, що забезпечує безперебійну роботу інформаційних систем. Завдяки такій структурі центр створює сприятливе середовище для проведення наукових досліджень,

розробки інноваційних технологій та підготовки висококваліфікованих фахівців у сфері інформаційних технологій.

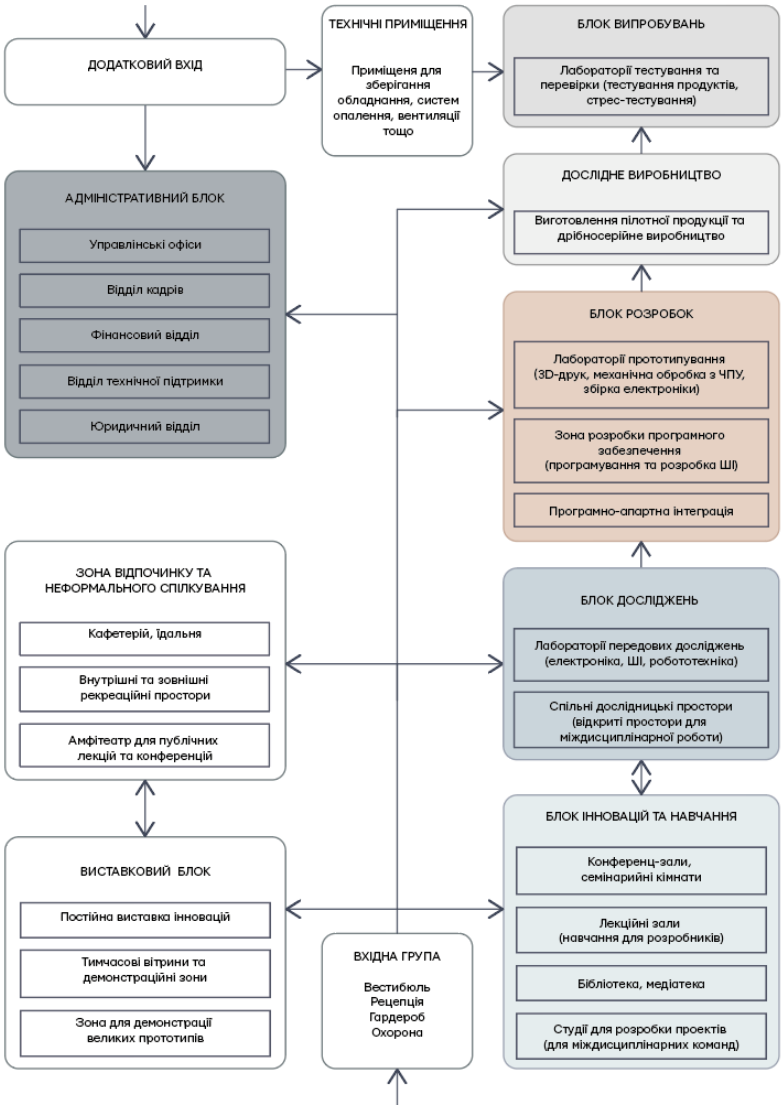


Рис. 30. Схема функціонального зонування

2.3. Модульна модель НДЦ на основі технологічної решітки

Архітектурне проектування НДЦ все частіше охоплює модульні моделі на основі технологічних сіток, що відображає динамічні потреби сучасного інноваційного середовища. Цей підхід підкреслює гнучкість, масштабованість та інтеграцію передових технологій, що має вирішальне значення для сприяння співпраці та швидкого створення прототипів. У цьому контексті модульні конструкції дозволяють ефективно реконфігурувати простір, щоб пристосувати його до мінливих вимог

проекту та міждисциплінарних команд. Використовуючи технологічну сіткову структуру, архітектори можуть створювати адаптивні структури, які не лише оптимізують простір, але й підвищують функціональність завдяки інтегрованим системам.

У цьому процесі ключову роль відіграють технологічні решітки, які забезпечують чітку організацію простору, спрощують орієнтацію та сприяють ефективному розміщенню модулів. Вони слугують основою для впорядкованого планування, дозволяючи легко адаптувати структуру до нових вимог.

Основними характеристиками решітки є:

- Розділення площини або структурованого простору.
- Регулярність.
- Обмежена кількість базових елементів.
- Елементи обмежені відрізками прямих або кривих.

Плоска решітка являє собою розбиття площини на кінцеві ділянки, яке, окрім тотожного перетворення, допускає два неколінеарні автоморфізми зсуву. ***Автоморфізм зсуву*** відповідає переміщенню решітки відносно самої себе, при якому спостерігається повний збіг решіток у всіх положеннях до і після переміщення. Це означає, що ***решітка*** є фігурою з подвійною періодичністю в різних напрямках.

Решітки в першу чергу використовуються для поділу планів, створення порядку і полегшення пошуку елементів. Для такого спрощення найчастіше використовують прямокутні або трикутні сітки.

Прямокутні сітки, утворені ортогональними лініями, простіші і відповідають традиційному плануванню будівель. Трикутні сітки, хоча і є регулярними, вимагають декількох систем координат і використовуються рідше. Обидва типи ґрунтуються на регулярному поділі плану з повторюваними основними формами.

Типи сіток на основі архітектурної функції (з зображення 3):

Структурні решітки можна поділити на композиційні, конструктивні та планувальні.

Композиційні решітки використовуються в процесі проектування для розробки композиції структури. Вони слугують візуальним представленням або основою для створення морфологічного рішення простору (його форма і структура).

Конструктивні (або несучі) решітки пов'язані зі структурною цілісністю будівлі. Вони призначені для розподілу навантажень і забезпечення стабільності та міцності конструкції. Такі решітки безпосередньо впливають на фізичну конструкцію та стабільність кінцевої будівлі.

Функціональні (або планувальні) решітки використовуються для організації та використання простору всередині будівлі. Вони допомагають у плануванні та облаштуванні просторів для оптимізації функціональності та зручності використання.

Решітки забезпечують узгодженість і можуть використовуватися для цілих планів або окремих ділянок. Менші решітки часто використовуються всередині більших для деталізації. Зміна розміру сітки змінює масштаб плану. Різні розміри сітки повинні працювати разом.

У цей час модулі виступають як певна конкретизація решітки, якщо її представити у вигляді визначеної системи розділення поверхні на елементи або у вигляді визначеної сукупності ліній. У першому випадку модулі частково або цілком заповнюють визначені одиниці поверхні або групи цих одиниць поверхні у відповідності до їхніх контурів, тоді як у другому випадку модулі розташовуються відносно сукупності ліній.

Модулі - це концептуальні одиниці, як літери в алфавіті, що використовуються для створення або дроблення структури будівлі. Решітки забезпечують базову структуру або каркас для цих модулів. Правила використання модулів узгоджуються з системою решіток. Решітки можна розглядати як спосіб поділу поверхонь на елементи або як набір ліній.

Модулі стають конкретними випадками або варіантами застосування поділу сітки.

Модулями є базові елементи, що є ділянками площини, обмеженими контуром. Базові елементи сітчастої тканини, що є ниткоподібним контуром без внутрішньої поверхні, називають ***комірками***.

Якщо уявити сітку як аркуш ватману, то модулі - це фігури, які малюються в квадратах або вздовж ліній ватману. Сітка забезпечує структуру, а модулі - це окремі елементи, які вписуються в неї [75].

Концепція модульного проектування передбачає створення складних систем шляхом розбиття їх на менші, незалежні одиниці, що називаються модулями. Основна ідея полягає в тому, що ці модулі можуть розроблятися і управлятися окремо, що призводить до підвищення ефективності. Однією з ключових переваг є можливість незалежної розробки кожного модуля, що дозволяє працювати паралельно і швидше завершити проект. Крім того, модульна архітектура сприяє повторному використанню, оскільки окремі модулі можуть бути включені в різні системи або продукти. Таке багаторазове використання може значно скоротити час і витрати на розробку в довгостроковій перспективі. Чітко визначена взаємодія між модулями має вирішальне значення для забезпечення безперешкодної інтеграції та комунікації. Ці зв’язки дозволяють модулям взаємодіяти без необхідності знати внутрішню роботу один одного - концепція, відома як приховування інформації.

Ще однією значною перевагою модульного дизайну є простота обслуговування і модернізації, оскільки окремі модулі можна оновлювати або замінювати, не впливаючи на всю систему. Така гнучкість робить системи більш пристосованими до мінливих вимог і технологічного прогресу.

Масштабованість особливо важлива для складних систем, які можуть розвиватися з часом.

Однак в модульного проектування є свої потенційні виклики, такі як початкові зусилля, необхідні для ефективного визначення модулів та їхніх інтерфейсів. Забезпечення належної інтеграції між модулями також може бути складним завданням, якщо ним не керувати ретельно [68].

В архітектурному проектуванні та інженерії, особливо в контексті офісів і науково-дослідних центрів (R&D), макро- і мікромодулі представляють два різні, але взаємопов'язані підходи до просторової організації та функціональності. Макромодулі відносяться до більших, всеохоплюючих структурних елементів, які визначають форму і планування будівлі, в той час як мікромодулі фокусуються на менших за розміром компонентах, які сприяють виконанню конкретних функцій в рамках цих ширших структур. Взаємодія між цими двома масштабами може суттєво впливати на операційну ефективність, адаптивність та естетичну якість робочих просторів.

Одна з ключових відмінностей між макро- і мікромодулями полягає в їхньому впливі на гнучкість дизайну. Макромодулі часто диктують загальну просторову конфігурацію офісу або науково-дослідного центру, формуючи спосіб взаємодії та співпраці команд. На відміну від них, мікромодулі дозволяють більш тонко налаштовувати індивідуальне робоче середовище. Наприклад, у науково-дослідному центрі, де інновації мають першорядне значення, мікромодульні конструкції можуть пристосовуватися до різних розмірів команд і вимог проєктів, дозволяючи легко реконфігурувати простір.

Різноманітне використання решіток у дизайні перешкоджає єдиному, остаточному архітектурному визначенню. Решітки функціонують як візуальні представлення та архітектурні системи, що відображають як процеси проектування, так і економіку будівництва.

Ключовою властивістю є ***морфологічний характер*** сітки. Її форма і функція визначаються її застосуванням. Сітки також слугують ***структурою*** для архітектурного синтезу. Вони координують етапи проектування, допомагають аналізу та прояснюють просторову фрагментацію архітектури.

Решітка в архітектурі впливає на різні аспекти проектування та будівництва. Вона забезпечує розчленування простору, створюючи регулярність об'єкта та узгоджуючи масштаб. Решітка сприяє решітчастій структуризації та морфологічному породженню, розширюючи потенційні можливості проектування. Вона слугує базою для забезпечення модульності, конструктивної узгодженості та координації розмірів.

Використання решітки в просторі та в діапазоні певних можливостей дозволяє застосовувати її для різних просторових завдань. Вона відіграє важливу роль у процесі створення композиції, плануванні та зведенні споруд, а також у забезпеченні несучих елементів. Решітка сприяє структуризації та інформативності, допомагаючи організувати інформаційні потоки.

Застосування на практиці

В дійсності, використовуються різні типи технологічних решіток для організації простору.

Як приклад застосування найпростішої базової квадратної решітки може бути наведена Zollverein School of Management and Design [83]. У квадратні модулі вписані як кабінеи, так і сходово-ліфтові вузли та санвузли. Простір організований компактно і дає можливості для перепланування.

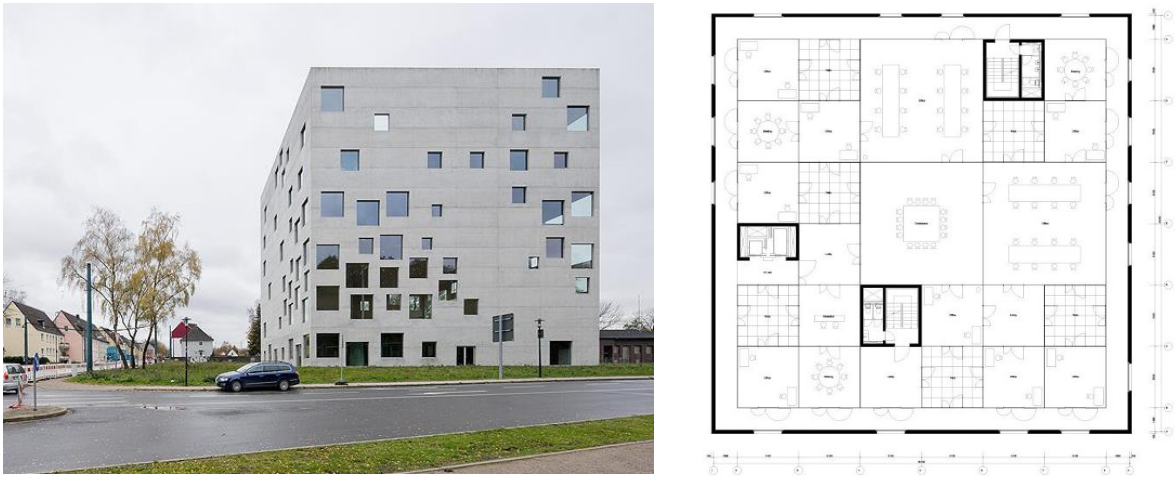


Рис. 31. Zollverein School of Management and Design

Більш складну організацію має Czech National Forestry Headquarters, представлений більшою мірою офісними приміщеннями [82]. У цьому випадку композиція плану утворена накладанням двох квадратних решіток під кутом 45°.

Рис. 32. Czech National Forestry Headquarters

Для науково-дослідного центру Aron [76] була використана решітка, що складається з двох базових елементів: шестикутника та рівностороннього трикутника. В утворених сіткою модулях розташовані лекційні аудиторії, презентаційні та виставкові простори, у той час як лабораторії та дослідне виробництво зосереджене в прямокутних блоках, що зумовлено технологічно.

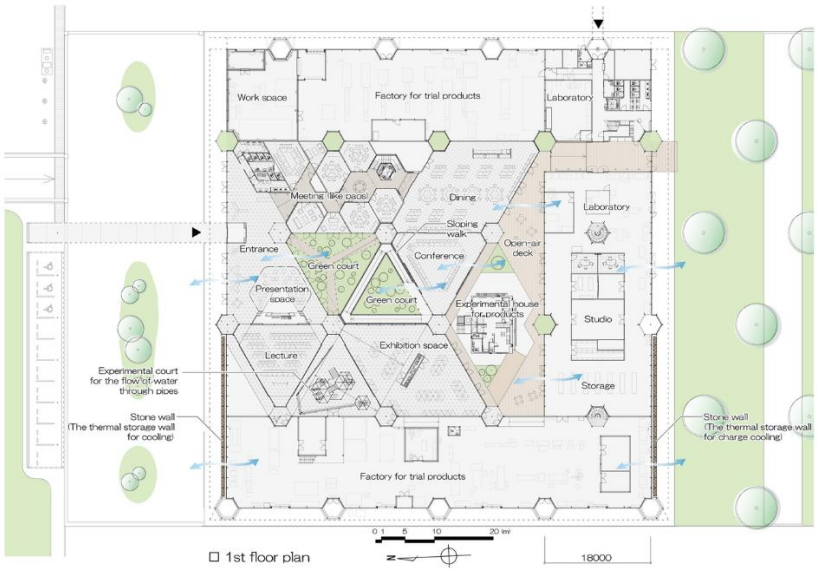


Рис. 33Aron R&D Center

Для деяких проектів взята за основу регулярна модульна сітка деформується, зокрема для створення привабливого архітектурного образу. Таке застосування технологічної решітки та модулів можна спостерігати на прикладі дослідного центру у Віцовіце [90].

Замість звичної квадратної форми модулі мають трапецієвидну форму, причому половина з них є приблизно вдвічі більшими за площею, аніж інші.

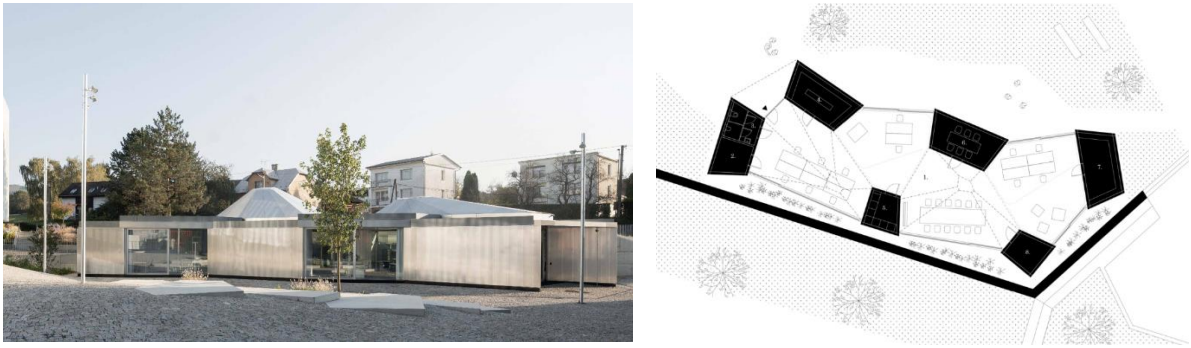


Рис. 34. Modulares Forschungszentrum in Vizovice

Висновки до розділу 2

Об'ємно-функціональна структура НДЦ виникає внаслідок складної взаємодії як факторів, що йдуть із-зовні, як-от: кліматичний, урбан-фактор тощо, так і тих, що визначаються за безпосереднього цілями й побажаннями замовника та рішеннями проєктувальника: технологічні, символічні, тощо. Визначення та врахування цих факторів необхідне задля гармонійної інтеграції нового об’єкта в існуючу канву міста, а також для створення комфортного та привабливого архітектурного середовища безпосередньо для користувачів простору.

Ключовим моментом у формуванні функціональної та планувальної структури є диференціація робочих процесів на два основні етапи: етап дослідження, що характеризується аналітичними та дослідницькими завданнями, та етап розробки, зосереджений на практичному впровадженні та використанні спеціалізованого обладнання. Просторова конфігурація повинна відображати цей поділ, передбачаючи як спільні, так і окремі зони за необхідності. Незалежно від того, чи розміщені вони в одній будівлі, чи розподілені між кількома з'єднаними між собою будівлями, проект повинен надавати пріоритет логічним і ефективним технологічним зв'язкам, які підтримують співпрацю і безперервність робочого процесу, а не порушують їх.

У контексті НДЦ, присвячених прикладним інформаційним технологіям, прийняття модульної структурної системи, керованої чіткою технологічною сіткою, пропонує значні переваги. Такий підхід сприяє просторовій адаптивності, дозволяючи об'єкту з часом реагувати на зміну функціональних вимог. Включення макро- і мікромодулів може не лише спростити початкові процеси проектування і будівництва, але й підвищити операційну гнучкість і простоту обслуговування протягом усього життєвого циклу центру.

3. Принципи об’ємно-просторової організації науково-дослідних центрів

3.1. Особливості об’ємно-просторової організації НДЦ

Об’ємно-просторова організація науково-дослідних центрів формується на перетині функціональності, взаємодії користувачів та інноваційного дизайну. НДЦ працюють як динамічне середовище, що сприяє співпраці, творчості та дослідній діяльності. Така специфіка дослідницької діяльності вимагає просторів, які вміщують різноманітні методології та сприяють взаємодії між мультидисциплінарними командами. Таким чином, архітектурний дизайн повинен надавати пріоритет адаптивності та гнучкості для підтримки різних дослідницьких методик [64].

Окрім функціонального планування та естетичної привабливості, об'ємна організація - тривимірне розташування та масивність будівлі - суттєво впливає на внутрішню циркуляцію, доступ до природного світла, просторову гнучкість та загальне робоче середовище. Ефективна об'ємно-просторова організація враховує специфічні потреби дослідницької діяльності, яка часто вимагає поєднання лабораторних приміщень, офісів, конференц-залів і зон загального користування. Обрана форма може впливати на те, наскільки легко дослідники можуть взаємодіяти, наскільки простори можуть бути адаптовані до мінливих потреб проекту, і як будівля інтегрується з ділянкою та навколишнім середовищем.

На основі аналізу досвіду проектування НДЦ було виділено наступні типи об’ємно-просторової організації НДЦ:

Лінійна організація, що характеризується прямолінійною, часто витягнутою формою. Простори, як правило, розташовані вздовж центрального коридору або галереї, що забезпечує чітку циркуляцію та легкий поділ на окремі зони. Цей тип пропонує простоту в плануванні та

будівництві і може бути легко продовжений у разі необхідності розширення в майбутньому. Природне світло може бути ефективно використане в просторі вздовж фасадів.

Водночас поруч із простотою організації й сприянню адаптивності, така схема організації будівлі сприяє створенню довгих коридорів, що збільшують відстані між окремими функціональними чарунками.

Атріумна організація зосереджена навколо великого, відкритого вертикального простору, атріуму, який слугує центральним місцем збору і часто сприяє природній вентиляції та проникненню денного світла вглиб будівлі. Лабораторії, офіси та конференц-зали, як правило, розташовані по периметру атріуму на декількох рівнях. Такий тип заохочує візуальні зв'язки та неформальну взаємодію між різними відділами чи дослідницькими групами.

За рахунок того, що функціональні чарунки формуються довкола атріуму, загальний об’єм будівлі стає компактнішим, зменшується площа зовнішніх стін, що сприяє енергоефективності. Також це покращує внутрішні зв’язки всередині самого НДЦ.

Дворова організація будується навколо одного або декількох відкритих дворів. Ці двори забезпечують природне освітлення і вентиляцію навколишніх просторів і пропонують приємні відкриті майданчики для відпочинку або неформальних зустрічей. Будівлі, як правило, розташовуються блоком або П-подібно навколо внутрішнього двору, створюючи відчуття захищеності та приватності, зберігаючи при цьому зв'язок.

Попри збільшену площу зовнішніх стін, будівля все ще є компактною, зручною для користувачів. Внутрішній двір, хоч і може використовуватися активно лише в теплу пору року, є привабливим місцем для неформальної взаємодії.

Секторальна організація має елементи або крила, що розходяться назовні від центральної точки або ядра. Це може створити сильний

візуальний фокус і потенційно запропонувати унікальні просторові рішення на перетинах секторів. Циркуляція часто сходиться в центрі, який може слугувати центром для спільних приміщень або зон співпраці.

Завдяки виокремленню модулів збільшується кількість освітлюваних приміщень з оптимізованими зв’язками між чарунками.

Блокована організація являє собою конфігурацію, що складається з взаємопов’язаних між собою блоків та об’ємів. Такий підхід пропонує гнучкість у формуванні масиву і дозволяє створювати різноманітні форми будівель та просторові зв'язки. У різних блоках потенційно можуть бути розміщені різні функції або дослідницькі групи, з'єднані між собою коридорами або перехідними просторами.

Одною із переваг такого типу організації є чітка організація простору залежно від його функціонального призначення, що, однак, певною мірою може дещо зменшити адаптивність будівлі.

Комбінована, або гібридна організація використовується для багатьох сучасних центрів, внаслідок чого відбувається інтеграція елементів кількох основних типологій для задоволення складних функціональних та естетичних вимог. Такий підхід дозволяє створювати індивідуальні рішення, які враховують специфічні обмеження ділянки, програмні потреби, а також бажаний рівень взаємодії та гнучкості. Комбінований підхід дозволяє створити динамічний і різноманітний внутрішній і зовнішній простір.

Паралельно із новим будівництвом все популярнішою у світі стає тенденція ревіталізації колишніх промислових території на науково-дослідні центри на інноваційні парки, що зокрема сприяє міському розвитку, позаяк супроводжується винесенням промисловості за межі міста, тоді як міські простори повертаються в користування людей. У таких випадках закриті браунфілди, що зокрема погіршують користувацький досвід відвідувачів довколишніх територій, перетворюються на привабливі живі громадські простори.

Постіндустріальні території, які часто характеризуються великими площами та наявною інфраструктуро, представляють унікальні можливості та виклики для створення сучасних науково-дослідних центрів та інноваційних парків. Підхід до роботи з існуючою фізичною структурою цих територій є критично важливим фактором успіху таких проектів ревіталізації.

Ревіталізація постіндустріальних об'єктів виходить за рамки простої фізичної реконструкції; вона включає в себе вдихання нового життя в занедбані райони, стимулювання нових видів економічної діяльності та створення середовища, сприятливого для творчості, співпраці та технологічного прогресу. Рішення про те, як поводитися з існуючими промисловими будівлями та інфраструктурою, суттєво впливає на характер, вартість і терміни процесу ревіталізації, який, зокрема, може бути розбитий на етапи так, аби дати доступ користувачам якомога раніше.

Процес ревіталізації постіндустріальних територій з аспекту морфології може відбуватися трьома шляхами:

Повне збереження структури – підхід, що наголошує на максимальному збереженні та адаптації існуючих промислових будівель і споруд. Основна ідея полягає у перепрофілюванні наявної архітектури та інфраструктури для нових функцій, пов'язаних з дослідженнями, розробками та інноваціями. Ця стратегія часто передбачає масштабну внутрішню реконструкцію для задоволення конкретних потреб лабораторій, офісів та спільних просторів, зберігаючи при цьому зовнішній вигляд і характер оригінальних будівель.

Такий підхід дозволяє високий ступінь історичної збереженості, потенціал для унікального архітектурного характеру, часто передбачає адаптацію великих, відкритих промислових просторів. Він включає адаптацію існуючих приміщень під нові функції, значне озеленення та благоустрій прилеглої території. Часто відбувається перетворення всієї

ділянки на постіндустріальний парк, який інтегрує нові функції науково-дослідної й інноваційної діяльності в історичному контексті.

До переваг підходу збереження існуючої структури належать збереження історичної спадщини, можливість економічної вигоди порівняно з новим будівництвом (залежно від стану існуючих будівель), зменшення кількості будівельного сміття. Також це створює виразну ідентичність та відчуття місця.

Водночас презервація старих промислових будівель може вимагати значних структурних модифікацій, потенційної екологічної реабілітації, існуючі планування можуть не повністю відповідати сучасним потребам наукових досліджень.

Стратегія ***часткового збереження структури*** передбачає вибірковий підхід до збереження існуючих структур. Деякі будівлі або частини будівель, які вважаються придатними для адаптації, зберігаються, тоді як інші демонтуються з метою звільнення місця для нового будівництва або через їхній непридатний стан. Це дозволяє поєднувати стару і нову архітектуру, створюючи динамічне середовище, яке визнає минуле ділянки і водночас приймає її майбутнє.

Гібридний підхід, що поєднує історичні елементи з сучасним дизайном, забезпечує більшу гнучкість у плануванні та функціонуванні порівняно з повною консервацією. Він включає адаптацію частини існуючих приміщень для нових функцій, частковий демонтаж існуючих будівель, будівництво нових будівель для задоволення специфічних потреб для проведення наукових досліджень.

Це створює баланс між збереженням історичної спадщини та потребою в сучасних приміщеннях, дає можливість оптимізації планувань у нових будівлях та створює архітектурне розмаїття. Однак такий підхід потребує ретельного планування для гармонійної інтеграції старих і нових

будівель, демонтаж частини будівель збільшує складність і вартість проекту.

Інший полярним підходом є ***повністю нове будівництво***. У цьому підході більшість або всі існуючі промислові будівлі зносяться, а на розчищеному постіндустріальному майданчику будуються абсолютно нові споруди. Хоча фізичні залишки індустріального минулого здебільшого видаляються, елементи, які нагадують про колишню функцію, такі як збережені фасади, специфічні структурні елементи або публічне мистецтво, що відсилає до історії місця, можуть бути включені, щоб зберегти зв'язок зі спадщиною.

Це дозволяє повністю контролювати дизайн і планування будівлі, сприяє впровадженню новітніх архітектурних стандартів і стандартів сталого розвитку, забезпечуючи таким чином оптимальне проектування для сучасних потреб наукових досліджень і розробок, надає чистий аркуш для інноваційної архітектури та міського планування, спрощує логістику ділянки за рахунок знесення застарілих споруд. З іншої сторони, втрата історичної забудови та характеру може бути дорожчою, ніж адаптивне повторне використання, вимагає ретельного розгляду того, як визнати минуле ділянки. Цей підхід є також найменш екологічним, зокрема через велику кількість будівельного сміття.

3.2. Конструктивні рішення при проектуванні НДЦ

Як уже згадувалося раніше, проектування науково-дослідного центру вимагає високого ступеня гнучкості, щоб пристосуватися до майбутніх перепланувань і мінливих просторових потреб. Найкраще це досягається за допомогою каркасної конструктивної системи, яка мінімізує використання несучих стін, що в іншому випадку можуть створити жорсткі бар'єри для реконфігурації. Спираючись на колони, балки та рами, конструктивна система може підтримувати великі прольоти, зменшуючи кількість колон і максимально збільшуючи відкриті, адаптовані площі поверхів.

Конструктивні елементи:

Колони є основними елементами каркасної конструктивної системи, що передають навантаження від перекриттів і покриття на фундаменти, забезпечуючи жорсткість та стійкість будівлі, запобігаючи її деформаціям під дією вертикальних і горизонтальних сил. Матеріалом для колон найчастіше є залізобетон, сталь або дерево, залежно від вимог до міцності, довговічності та естетики. У багатоповерхових будівлях залізобетонні колони мають перевагу через їхню вогнестійкість і здатність витримувати значні навантаження. Сталеві колони зазвичай використовуються в каркасах промислових споруд і висотних будівель через їхню високу несучу здатність і легкість монтажу.

Важливим параметром колон є їхній поперечний переріз, який визначає здатність протистояти згинанню та стиску. Оптимальне розташування колон у будівлі впливає на ефективність використання простору та можливість перепланування приміщень. Відстань між колонами, або крок колон, визначається конструктивними можливостями матеріалу та функціональним призначенням будівлі. У сучасних каркасних системах застосовуються комбіновані рішення, наприклад, монолітні залізобетонні або збірні колони з металевими вставками. Колони можуть мати різну

форму – круглу, квадратну або прямокутну – залежно від архітектурних та конструктивних вимог.

Використання високоякісного бетону та армування дозволяє створювати тонкі, але міцні колони, які не перевантажують будівлю. Для підвищення естетики інтер'єру колони можуть облицьовуватися декоративними матеріалами або інтегруватися в дизайн приміщення. Правильне проєктування колон у каркасній системі є ключовим фактором у створенні надійних, безпечних і функціональних будівель.

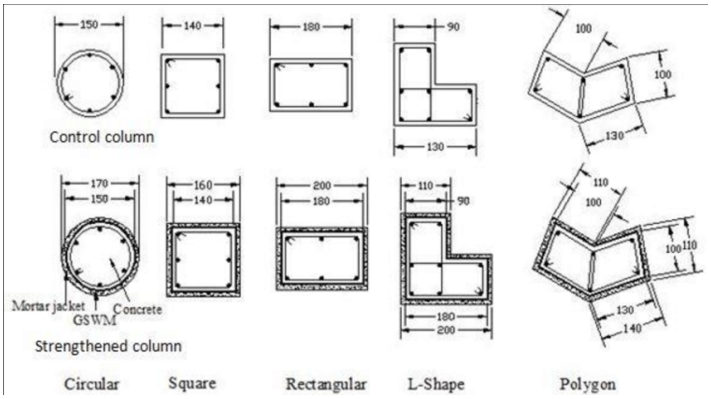


Рис. 35. Основні перерізи залізобетонних колон

Рами – це геометрично незмінні стрижневі системи. Незмінність забезпечується жорстким з'єднанням колони та ригелю, тобто вони не можуть згинатися, кут між ригелем і колоною залишається незмінним.

Рами можуть бути різної конфігурації: хрестові, кутові, багатопрогонні. У рамній системі, якщо деформується ригель, деформується і колона, тому найбільші напруження виникають у місцях з'єднання вертикального й горизонтального елементів.

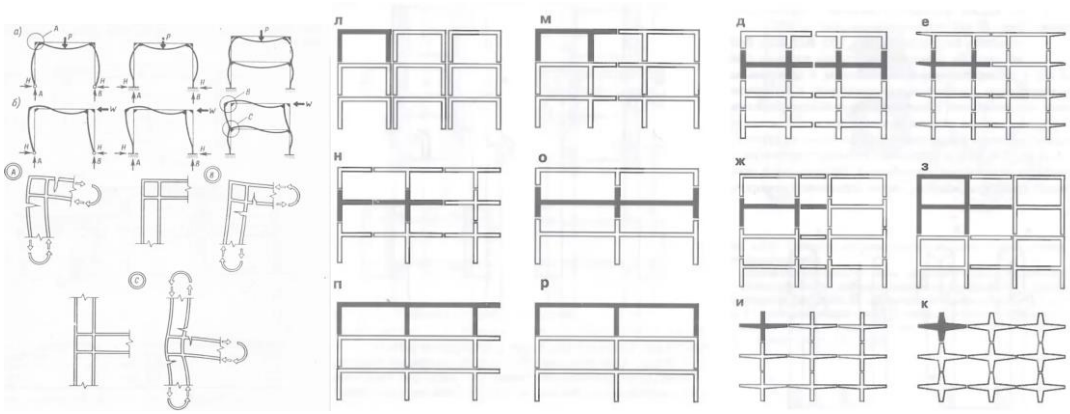


Рис. 36. Види рам

Жорсткі з'єднання в портальних рамах дозволяють ефективно розподіляти навантаження, забезпечуючи широкі прольоти і відкриті плани поверхів, що особливо вигідно для промислових і комерційних будівель.

Портальні рами широко використовуються в конструкціях, що вимагають великих, безперешкодних просторів, таких як склади, майстерні, тощо.

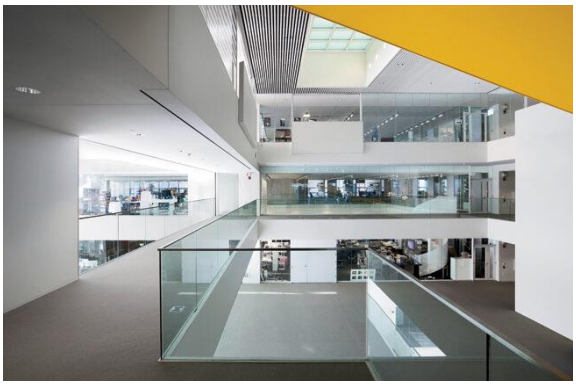


Рис. 37. Використання рам дозволяє створювати великі прольоти без колон

Технологія Cobiax дає можливість не лише створювати широкі прольоти, що є гнучкими до перепланування, а й забезпечує економію бетону.

Метою цієї системи є застосування легких плит перекриття. Система використовує круглі або овальні порожнисті сфери, які розміщуються в плиті перекриття. Це призводить до створення полегшеної плити, завдяки зменшенню маси, а також до значного зменшення кількості колон, уникнення балок, зменшення товщини фундаментної плити, зменшення висоти поверху тощо. Ця технологія дає можливість проектувати великі та просторові конструкції, де відстань між колонами може досягати до 20 м [66].

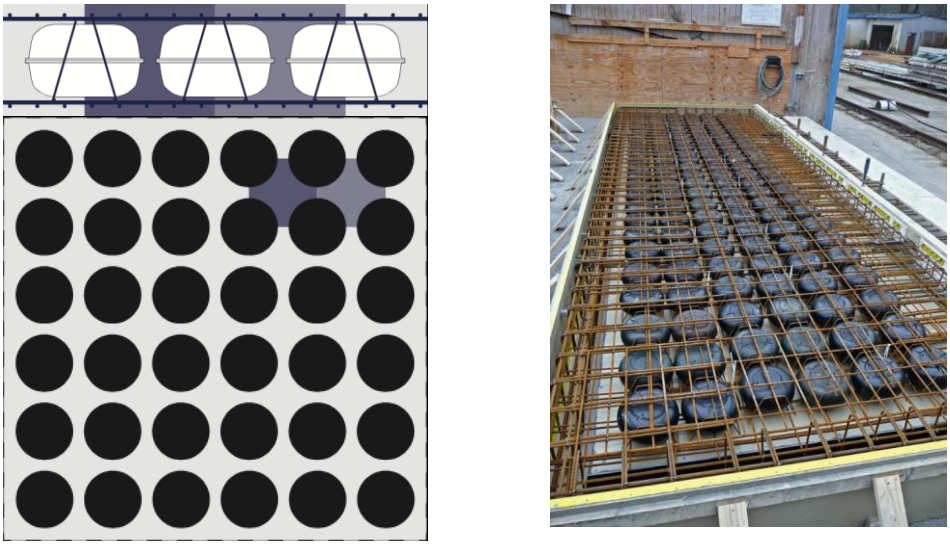


Рис. 38. Технологія Cobiax, заснована на створенні замкнутих порожнин всередині залізобетонної поверхні або стелі.

Завдяки зменшенню ваги плит перекриття Cobiax знижується ризик можливого обвалення конструкції, наприклад, під час землетрусів. Керівні принципи забезпечення якості Cobiax встановлюють стандарти для будівельних матеріалів на основі пластику; вони гарантують постійну стабільність на багато поколінь вперед.

Використання пластику і матеріалів, що заповнюють порожнечі, замінює щонайменше 25-30% бетону, що використовується при традиційних методах будівництва. Це зменшує викиди CO2, навіть під час виробництва; також зменшується кількість необхідного будівельного піску. Самі пустотоутворювачі виготовляються зі 100% переробленого пластику; конструкція залишається стабільною протягом декількох десятиліть і століть.

Несучі компоненти конструкції можна зробити легшими та елегантнішими завдяки зменшенню навантаження, яке потрібно переносити; це ще більше знижує витрати. Завдяки полегшеній конструкції самої будівлі збільшується також корисна площа; це, в свою чергу, призводить до збільшення можливих прибутків.

Ферми, відомі своєю легкістю і водночас міцністю, пропонують значні переваги при будівництві приміщень, в яких розміщуються передові технології. Модульність фермових конструкцій дозволяє створювати гнучкі проекти, які можуть адаптуватися до мінливих потреб науково-дослідних центрів, сприяючи створенню середовища, сприятливого для інновацій та експериментів.

Ферма - це каркас, що складається з елементів, розташованих у трикутних блоках, який забезпечує оптимальну міцність при мінімізації використання матеріалів. Така ефективність особливо корисна в науково-дослідних установах, де часто потрібні великі відкриті простори для лабораторій, встановлення обладнання та зон для спільної роботи. Легкість ферм дозволяє збільшувати прольоти покриття без необхідності встановлення надмірних опорних колон, тим самим створюючи безперешкодне середовище, сприятливе для інноваційної дослідницької діяльності.

Крім того, адаптивність фермових конструкцій робить значний внесок у функціональну універсальність дослідницьких центрів. Різні конфігурації - наприклад, похилі або плоскі ферми - можуть бути використані в залежності від конкретних експлуатаційних потреб або екологічних міркувань. Наприклад, похилі ферми можуть сприяти ефективному відведенню води і розміщувати додаткові шари ізоляції в кліматі, схильному до сильних снігопадів або дощів. І навпаки, плоскі ферми можуть забезпечити сучасний естетичний вигляд, а також слугувати платформами для механічних систем, таких як системи опалення, вентиляції та кондиціонування, тим самим оптимізуючи використання простору.

Однією з помітних переваг використання ферм при проектуванні науково-дослідних центрів є їхня ефективність у використанні матеріалів без шкоди для структурної цілісності. Оптимізація фермових конструкцій може підвищити продуктивність при мінімізації витрат. Використовуючи різні методи оптимізації, такі як генетичні алгоритми і ройову оптимізацію,

проектувальники можуть адаптувати ці структури до конкретних вимог, притаманних роботизованим системам або IT-інфраструктурі. Така адаптивність має вирішальне значення в науково-дослідних установах, де конфігурації можуть потребувати частих коригувань на основі поточних результатів досліджень або технологічного прогресу [60].

Прикладом є науково-дослідний центр мехатроніки університету Лінц, де через величезний проліт і прогин, блок був спроектований як мостова конструкція, в якій два масивні ядра підтримують 160-метрову сталеву фермову раму.

У бібліотеці в Хельсінкі, середній складається з гнучких приміщень, розташованих навколо затишних куточків, що займають простір між фермами мостової конструкції. Конструкція «мосту», що складається зі сталевих ферм і балок, підтримується двома масивними сталевими арками, натягненими разом із залізобетонною натяжною плитою. Інноваційне конструктивне рішення дозволило створити гнучкий безколонний внутрішній простір, а також передбачити можливість будівництва майбутнього автодорожнього тунелю під об'єктом. Вторинні сталеві ферми підтримують консольний балкон і навіс даху асиметрично від арочної конструкції, утворюючи унікальний структурний дизайн для розміщення як постійних, так і тимчасових функцій як бібліотеки, так і громадського простору [95].

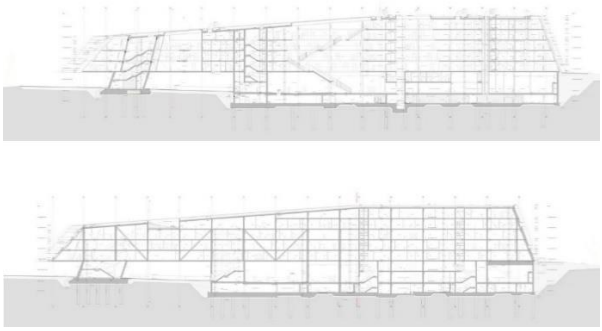


Рис. 39. Science park in Linz, Austria

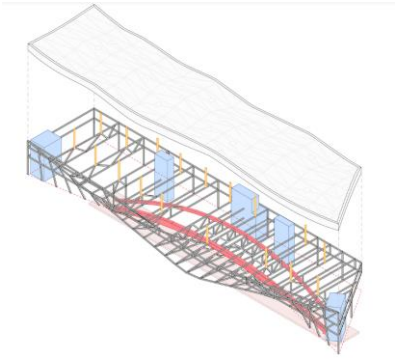


Рис. 40. Helsinki central library Oodi

Улаштування підземних споруд нижче рівня ґрунтових вод

Технологія «стіна в ґрунті» є важливим елементом сучасного підземного будівництва, що в першу чергу слугує підпірними конструкціями, що забезпечують підтримку та стабільність. Ці стіни будуються за допомогою технології, яка передбачає викопування траншеї та одночасне заповнення її бентонітовим розчином для запобігання обвалу. Суспензія створює непроникний бар'єр проти інфільтрації ґрунтових вод, зберігаючи цілісність траншеї під час будівництва. З розвитком урбанізації зростає попит на ефективні та раціональні підземні рішення, що підкреслює важливість розуміння механіки, яка лежить в основі стійкості шламової стіни [58].

Кесонні фундаменти складаються з порожнистих циліндричних конструкцій, які встановлюються нижче поверхні води, покладаючись на власну вагу та сили всмоктування для забезпечення стійкості. На поведінку кесонів у водонасиченому ґрунті впливають різні фактори, включаючи проникність ґрунту і стисливість рідини.

Кесонний фундамент - це, по суті, водонепроникна коробка з відкритим верхом. Він занурюється у воду, щоб отримати доступ до русла потоку. Зазвичай його виготовляють з дерева, сталі або бетону, залежно від вимог проекту.Завдяки цій коробкоподібній камері робітники можуть виконувати будівельні роботи на глибині без перешкод з боку підземних вод [47].

Полімерна стабілізація ґрунту стала важливим методом підвищення стійкості фундаментів будівель, особливо в регіонах з пучинистими ґрунтами. Використання полімерів для стабілізації ґрунту вирішує проблеми структурної нестабільності ґрунту через зміни об’єму при коливанні вологості шляхом покращення несучої здатності та пом'якшення проблем, пов'язаних із здиманням та осіданням. Цей метод не лише покращує механічні властивості ґрунту, але й пропонує екологічно чисту альтернативу завдяки потенційному використанню перероблених пластикових відходів.

Ефективність полімерної стабілізації також підтверджується різними дослідженнями, які заглиблюються в різні типи полімерів, що використовуються для цієї мети. Синтетичні органічні полімери та біополімери виділяються своєю здатністю покращувати міцність ґрунту та зменшувати його проникність (2021). Механізми взаємодії цих полімерів, такі як електростатичні сили та утворення плівок, відіграють вирішальну роль в ефективній стабілізації ґрунтів (2021). Однак, незважаючи на свої переваги, впровадження полімерної стабілізації стикається з такими проблемами, як відсутність стандартизованих протоколів тестування та міркування щодо вартості життєвого циклу [41].

Використання *сталевих шпунтових паль* не тільки полегшує глибокі виїмки ґрунту, але й підвищує структурну цілісність будівель, особливо в складних ґрунтових умовах. Виконуючи роль як тимчасових, так і постійних утримуючих конструкцій, шпунтові палі можуть витримувати значні навантаження, мінімізуючи при цьому бічні переміщення ґрунту. Ця подвійна функціональність забезпечує ефективний будівельний процес, особливо в міських умовах, де простір обмежений.

Переваги використання шпунтових паль багатогранні. Наприклад, вони можуть значно зменшити потрапляння ґрунтових вод під час земляних робіт, що є критично важливим у районах з високим рівнем ґрунтових вод. При проектуванні стін з шпунтових паль проводяться статичні розрахунки, які визначають необхідну товщину і глибину занурення, необхідні для того, щоб витримати різні умови навантаження. Ці розрахунки необхідні для забезпечення стабільності стіни котловану, навіть якщо вона стикається з нестабільними або водоносними ґрунтами. Крім того, використання сталевих шпунтових паль уможливлює підхід до будівництва «зверху вниз», що дозволяє одночасно працювати над надземними конструкціями, поки елементи під землею ще не завершені [66].

Види фасадного скління

1.1. Стійково-ригельні фасадні системи

Система утворена стійками та ригелями, що сприймають навантаження від склопакету. У неї можуть бути вільно інтегровані віконні системи з можливістю відкривання в необхідному місці.

Стійково-ригельні системи характеризуються наявністю поелементного членування фасадів. Зовнішня площина елементів кріплення виходить за площину засклення. Кріплення скління здійснюється за допомогою штапиків і спеціальних планок. Заповнення отворів може відбуватися склінням або сендвіч-панелями.

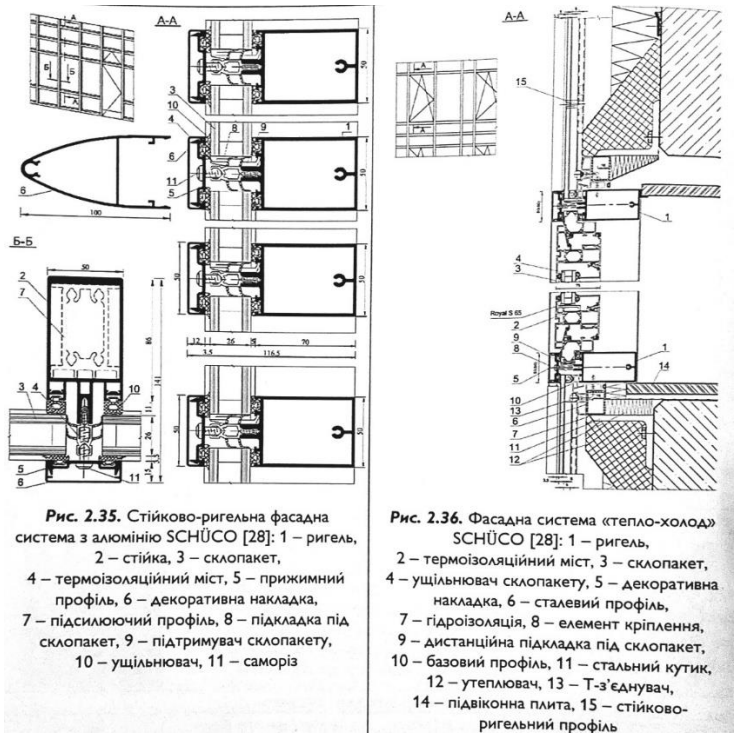


Рис. 2.35. Стійково-ригельна фасадна система з алюмінію SCHÜCO [28]: 1 – ригель, 2 – стійка, 3 – склопакет, 4 – термоізоляційний міст, 5 – прижимний профіль, 6 – декоративна накладка, 7 – підсилюючий профіль, 8 – підкладка під склопакет, 9 – підтримувач склопакету, 10 – ущільнювач, 11 – саморіз

Рис. 2.36. Фасадна система «тепло-холод» SCHÜCO [28]: 1 – ригель, 2 – термоізоляційний міст, 3 – склопакет, 4 – ущільнювач склопакету, 5 – декоративна накладка, 6 – сталевий профіль, 7 – гідроізоляція, 8 – елемент кріплення, 9 – дистанційна підкладка під склопакет, 10 – базовий профіль, 11 – стальний кутик, 12 – утеплювач, 13 – Т-з'єднувач, 14 – підвіконна плита, 15 – стійково-ригельний профіль

Рис. 41. Вузли кріплення стійково-ригельної фасадної системи [24]

Система «тепло-холод» сприяє зберіганню тепла в місцях віконних прорізів. Конструкція фасаду складається з «холодних», нетермозахисних ділянок, що слугують для облицювання утеплених стін будинку, і «теплих» - термозахищених віконних блоків. Для заповнення «холодної» частини можуть застосовуватися для заповнення загартоване скло товщиною 6…8 мм. У віконних блоках «теплої частини» - склопакет товщиною 24…36 мм. Конструктивні рішення профілів і вузлових з'єднань можуть бути

адаптовані до кліматичних умов. Конструкція фасаду на основі цієї системи забезпечує високу водонепроникність за допомогою гумових ущільнювачів [24].

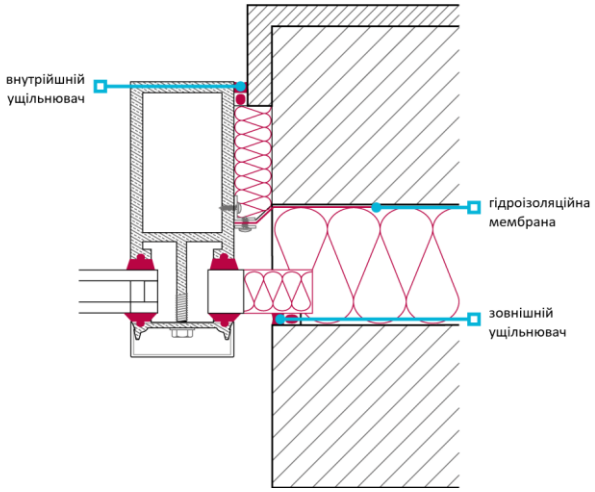


Рис. 42. Вузол примикання навісної стіни до цегляної стіни [93]

1.2. Фасадні системи із суцільним «спайдерним» заскленням

Технологія безрамного суцільного скляного покриття, що складається зі скляних панелей. Фіксація відбувається кронштейнами у вигляді спайдерів, що фіксують болтами.

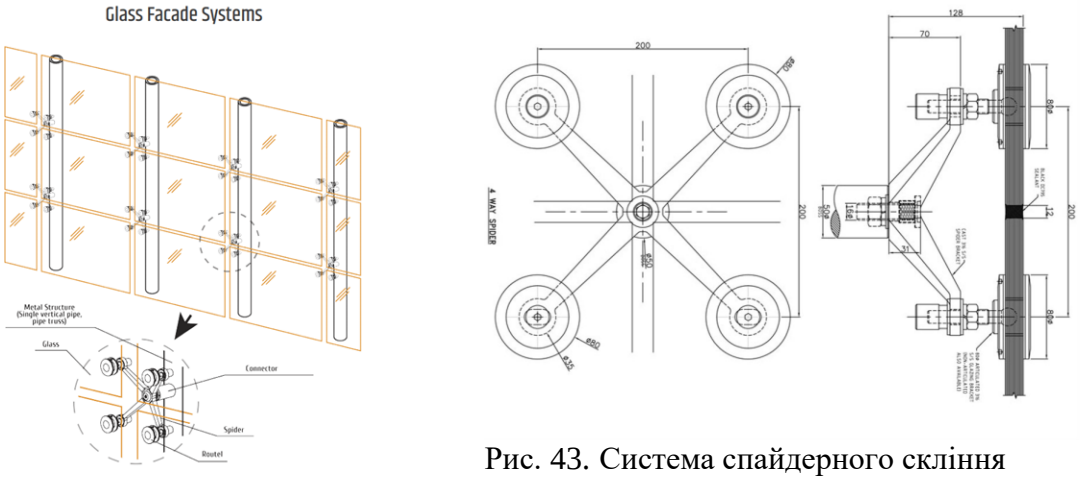


Рис. 43. Система спайдерного скління

1.3. Подвійні фасадні системи

Double skin facade захищає внутрішню частину від опадів, вітрового навантаження, перегріву.

Перший контур – одинарне скління зі зміцненого загартованого або ламінованого енергозберігаюча скла. Другий контур – термоізольований шар подвійного скла чи просто віконна система. Відстань між першим і

другим шаром може бути від 150 до 2000 мм. У просторі між оболонками монтують сонцезахисні пристрої; на другому – стулки і квартирки для вентиляції.

Оболонка згладжує перепади тиску між підвітряною та навітряною оболонками.

Ця технологія також забезпечує здатність фасаду динамічно реагувати на зміни погодних умов, виконувати функції затінення природної вентиляції та теплоізоляції.

Види систем за функцією руху повітря:

1. Buffer system – складається з двох шарів скління на відстані 250…900 мм. Простір між ними герметичний, приплив повітря здійснюється з нижньої частини через рекуператор, відводиться повітря через отвори у покрівлі. Повітряний прошарок між склінням більш рівномірний, ніж зовні.
2. Extract-Air System - є частиною системи вентиляції та кондиціювання приміщень. До повітря, що потрапляє знизу, додається також відпрацьоване повітря, що витягується через стельові канали в повітряну оболонку фасаду. Воно працює на додатковий підігрів буферної зони і, відповідно, фасаду.
3. Twin-Face System – має вбудовані отвори для природної вентиляції. Свіже повітря потрапляє в буферну зону більш інтенсивно, регулюється через відкривання вікон – є можливість провітрювати приміщення. Отвори мають бути в розбіг.

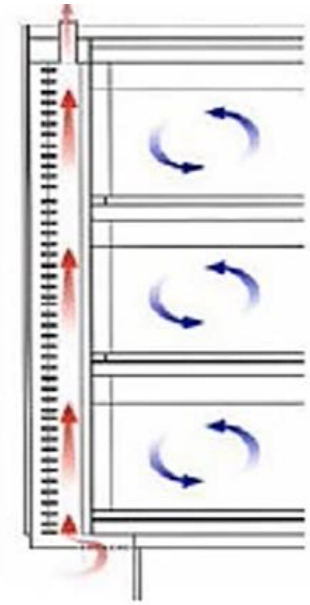


Рис. 44. Buffer system

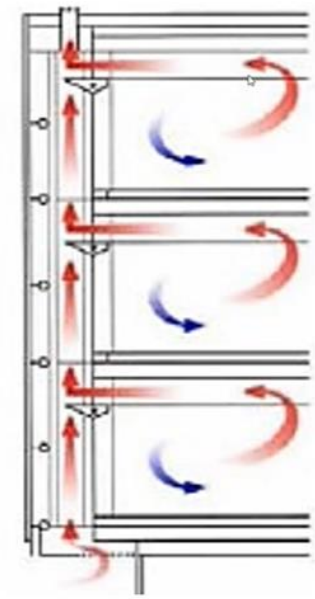


Рис. 45. Extract-Air System

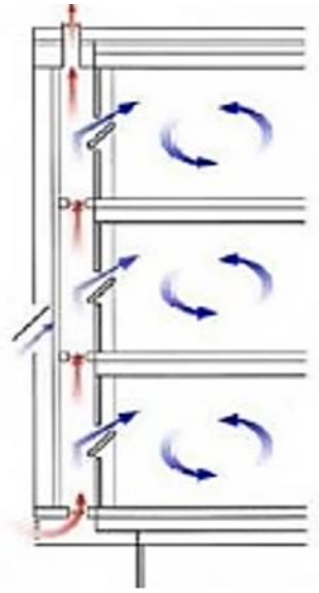


Рис. 46. Twin-Face System

За геометрією міжконтурного простору повітряного прошарку є цілісні фасади і розсічені: коридорний фасад, шахтний фасад і секційний фасад

Для даного проекту, де забудова планується малоповерховою (попередньо 2-3 рівні) розглядається можливість застосування цілісного багатоповерхового фасаду (без горизонтальних та вертикальних поділів між контурами) або ж розсіченого шахтного фасаду (на вертикальні секції).

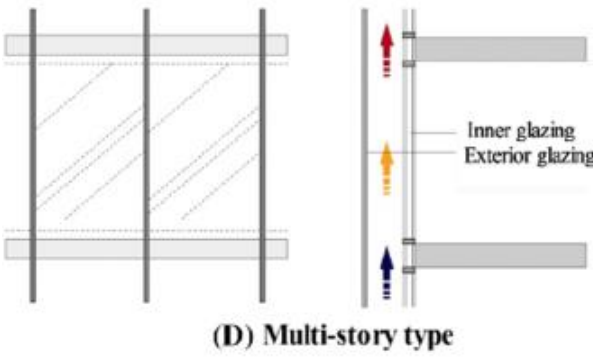


Рис. 47. Multi storey Double skin facade

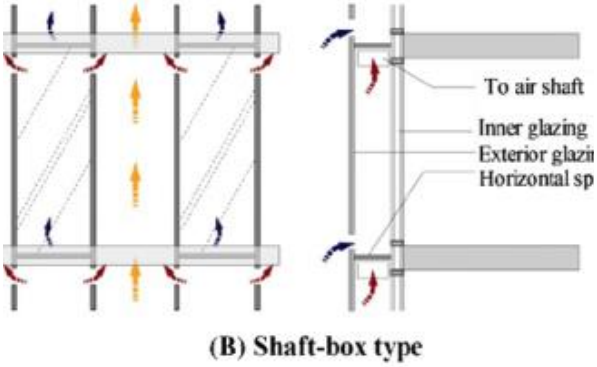


Рис. 48. Shaft type Double skin facade

3.3. Засоби архітектурно-естетичної виразності

Форма науково-дослідних центрів, діяльність яких пов’язана з робототехнікою та інформаційними технологіями часто слугує скульптурним втіленням інновацій, що відбуваються всередині. Ці будівлі подекуди відмовляються від традиційної, жорсткої геометрії на користь динамічних, нелінійних або модульних форм, які передбачають адаптивність, рух і складність – якості, тісно пов'язані з природою робототехніки та цифрових систем. Чи то плавні, перетікаючі контури вежі інновацій Захи Хадід [76], чи то трикутні, натхненні схемами теселяції штаб-квартири NVIDIA [94], архітектурна мова має тенденцію віддзеркалювати теми трансформації, взаємозв'язку та футуристичних амбіцій.

Деякі проекти тяжіють до біоморфної або органічної естетики, перегукуючись з інтерфейсом «людина-робот», тоді як інші - до точного, індустріального мінімалізму, що підкреслює технічну строгість. Зрештою, форма в цих центрах робить більше, ніж просто вміщує технологію; вона передає суть інновацій через просторове оповідання.

Водночас, форма підкорюється не лише змістовному вираженню, а й функціональному призначенню. Тож хоча найбільше увагу привертають будівлі з цікавою та незвичною формою, найбільш широко застосовуваними формами при проектуванні лабораторних корпусів лишаються прямокутники чи квадрати. Експерименти з формою частіше допускаються для офісних зон та просторів для спільної роботи.

Рис. 49. Innovation Tower, Hong Kong Polytechnic University / Zaha Hadid Architects

Рис. 50. NVIDIA Campus Headquarters. Santa Clara, California

Важливу роль у формуванні образу відіграють *масштаб і пропорції*.

На символічному рівні гра масштабів може виражати домінування, інновації та готовність до майбутнього, тоді як більш людські елементи сприяють доступності, співпраці та комфорту користувачів. Точні або повторювані пропорції часто віддзеркалюють технологічну логіку та модульне мислення, тоді як більш плавні або органічні співвідношення відображають адаптивність та людино-машинну взаємодію.

Однак з на пропорції впливає також технологічний фактор: габарити обладнання, співвідношення зон майстерень та офісних приміщень. Через необхідність використання габаритного обладнання виникає потреба в розташуванні лабораторій та майстерень у нижніх рівнях, що спричиняє горизонтальний розвиток композиції, втім, вимагаючи велику висоту приміщень.

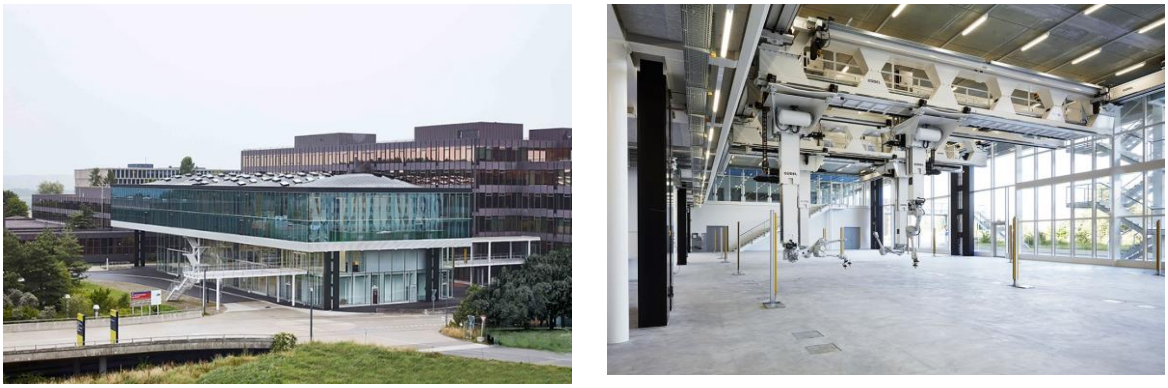


Рис. 51. Arch Tech Lab at ETH Zürich

Використання *текстур і матеріалів* в архітектурному дизайні дослідницьких центрів слугує важливим інструментом для естетичного вираження та функціональної узгодженості. Вибір матеріалів може відображати місію будівлі та її зв'язок з навколишнім середовищем. Вдумливий вибір матеріалів не лише підвищує візуальну привабливість, але й передає цінності установи, сприяючи глибшому зв'язку як з користувачами, так і з відвідувачами.

Крім того, інтеграція орнаментальних елементів в архітектурний дизайн сприяє створенню унікального просторового досвіду, що резонує з культурною ідентичністю [52].

У контексті науково-дослідних центрів вибір матеріалів має бути збалансованим між довговічністю, стійкістю, функціональністю та створенням середовища, яке надихає на творчість і відображає інноваційну роботу, що ведеться в ньому. Текстура матеріалу - гладка, шорстка, відбивна чи матова - взаємодіє зі світлом і тінню, створюючи візуальний інтерес і глибину. Текстури можуть викликати різні почуття - шорсткий камінь може нагадувати про постійність і солідність, тоді як гладка скляна поверхня - про прозорість і сучасність. У поєднанні різні текстури можуть створювати складні візуальні композиції та визначати характер різних елементів будівлі.

З іншого боку, матеріали мають притаманні їм властивості, кольори та асоціації. Вибір палітри матеріалів може передавати цінності інституції - орієнтація на сталий розвиток може призвести до використання перероблених або місцевих матеріалів, тоді як високотехнологічний імідж може надавати перевагу сучасним композитним матеріалам або полірованим металам. Взаємодія між різними матеріалами та їхніми текстурами має вирішальне значення для створення цілісної та виразної архітектурної мови дослідницького центру.

Сучасні архітектурні тенденції у проектуванні дослідницьких центрів часто надають перевагу матеріалам, які пропонують поєднання

продуктивності, естетики та стійкості. Деякі з найпопулярніших матеріалів і текстур включають: скло, метал, бетон, деревину та композитні матеріали.

Ретельно продумані *акцентні деталі* вдосконалюють естетичну виразність і створюють шари візуального інтересу та сенсу. Акцентні деталі - це невеликі, продумані елементи дизайну, які підкреслюють специфічні риси, спрямовують сприйняття і роблять внесок у загальну вишуканість та ідентичність будівлі.

Акцентні деталі виконують кілька функцій в архітектурному дизайні. Естетично вони можуть розбити монотонність, додати ритму і масштабу великим фасадам або привернути увагу до важливих точок входу чи архітектурних жестів. Функціонально, вони можуть покращити зручність використання, довговічність та обслуговування.

До розповсюджених видів архітектурних акцентів відносяться з’єднання й перехід матеріалів, деталі скління, кольорові акценти, інтегровані вивіски або твори мистецтва, виразні конструктивні рішення.

Горизонтальне і вертикальне озеленення: зелені дахи і живі стіни сприяють інтеграції будівлі з її ділянкою, збільшують біорізноманіття, покращують екологічні показники і створюють більш приємне і стимулююче середовище для дослідників і відвідувачів.

Горизонтальне озеленення може створювати привабливі вхідні групи, забезпечувати зони відпочинку на відкритому повітрі для перерв і спільної роботи, керувати стоком зливових вод через, а також створювати екологічні коридори, які підтримують місцеву флору і фауну.

Зелені дахи, від екстенсивних (неглибокий субстрат, рослини, що не потребують догляду) до інтенсивних (глибший субстрат, ширше розмаїття рослин, потенційно доступні), пропонують численні переваги. Вони зменшують стік зливових вод, покращують теплоізоляцію будівель, пом'якшують ефект міського теплового острова, збільшують термін служби даху і забезпечують цінне середовище проживання для міської дикої природи. З естетичної точки зору, зелені дахи можуть перетворити

утилітарний дах на п'ятий фасад, видимий з вищих оглядових точок та навколишніх будівель.

Живі стіни, або вертикальні сади, передбачають вирощування рослин на зовнішніх або внутрішніх стінах будівлі. Ззовні живі стіни забезпечують ізоляцію, знижують температуру фасаду, фільтрують повітря і додають яскраву, постійно мінливу текстуру огороджувальним конструкціям будівлі.

Після настання темряви світловий дизайн вдихає життя в зони, позбавлені людської активності, виділяючи ключові особливості, спрямовуючи рух і створюючи особливу атмосферу, яка доповнює ідентичність дослідницького центру. Продумана інтеграція природного світла вдень і штучного освітлення вночі гарантує, що простір залишається живим і функціональним компонентом середовища цілодобово.

З настанням темряви вмикається штучне освітлення, яке змінює сприйняття горизонтального ландшафту. Освітлення має важливе значення для безпеки та захисту, освітлюючи доріжки, сходи та потенційні перешкоди. Однак його роль виходить далеко за межі простої функціональності. Стратегічне освітлення можна використовувати, щоб підкреслити архітектурні особливості будівлі, які взаємодіють з ландшафтом, виділити значущі дерева або клумби, а також окреслити межі площ і місць для збору. Верхнє освітлення може підкреслити форми дерев, а підсвічування доріжок - створити привітне сяйво вздовж пішохідних доріжок. Інтегровані місця для сидіння з тонким освітленням можуть зробити відкриті майданчики придатними для використання і привабливими у вечірній час.

3.4. Принципи формування НДЦ

Створення науково-дослідного центру має на меті стимулювання інновацій, технологічного прогресу та збереження конкурентних переваг. Це вимагає ретельного розгляду та визначення основних принципів, які виходять за рамки простого зведення будівлі та найму дослідників. Дійсно ефективний науково-дослідний центр - це динамічна екосистема, покликана сприяти інноваціям, співпраці та довгостроковій стійкості.

Для проектування науково-дослідного центру було визначено наступні принципи:

Принцип адаптивності

У мінливому середовищі досліджень і технологій науково-дослідний центр повинен бути адаптивним за своєю суттю. Цей принцип підкреслює необхідність гнучкості фізичного простору, інфраструктури та операційних систем для пристосування до мінливих дослідницьких потреб, технологічного прогресу та зростання.

До цього принципу відноситься зокрема гнучкість у плануванні робочих просторів. Можливість легко реконфігурувати робочі простори дозволяє командам збільшувати або зменшувати масштаби, пристосовуватися до різних вимог проекту (наприклад, індивідуальна робота, спільний мозковий штурм, лабораторний простір) і адаптуватися до нових методологій без значних структурних змін. Модульна решітка самого центру, використання широкопролітних конструкцій, модульні меблі та універсальні планування є ключовими компонентами.

До того ж початкова інфраструктура повинна передбачати майбутнє розширення та технологічну інтеграцію. Це включає в себе масштабовані IT-мережі, надійні системи електроживлення та охолодження, а також можливість підключення нового спеціалізованого обладнання або лабораторних приміщень у міру розвитку дослідницьких напрямків.

Важливим є використання технологій, які можуть легко інтегруватися з майбутніми системами. Це стосується всього - від платформ управління даними і засобів зв'язку до систем управління будівлями. Відкриті стандарти та інтероперабельні технології гарантують, що центр може впроваджувати нові інструменти без значних проблем із сумісністю.

Сюди ж можна віднести використання принципів модульного дизайну як у фізичній структурі, так і у внутрішніх системах, що дозволяє легко оновлювати та модернізувати обладнання. Замість капітального ремонту, компоненти або секції можуть бути індивідуально оновлені або замінені.

Впровадження інтелектуальних систем для управління ресурсами, такими як енергія, простір та обладнання, дозволяє динамічно розподіляти їх на основі потреб у реальному часі. Це оптимізує ефективність, зменшує відходи та забезпечує доступність ресурсів там і тоді, де і коли вони найбільше потрібні.

Принцип взаємодії

Інновації рідко відбуваються ізольовано. Принцип взаємодії підкреслює важливість сприяння співпраці, комунікації та зв'язку всередині науково-дослідного центру та із зовнішнім середовищем.

Неформальну взаємодію заохочують спільні простори для інновацій. Це можуть бути зони загального користування, кімнати відпочинку, місця для неформальних зустрічей і зони відкритого планування, де дослідники з різних дисциплін можуть легко спілкуватися та обмінюватися ідеями.

Забезпечення безперешкодної взаємодії, як цифрової, так і фізичної, має першорядне значення. Це передбачає створення інтуїтивно зрозумілих і надійних платформ для комунікації та співпраці, а також проектування фізичного простору, щоб він був легко навігаційним і доступним для всіх. Важливим є, аби різні етапи дослідження проходили поруч, були об’єднані фізично й у науковців на різних етапах роботи була можливість зручно комунікувати.

До взаємодії можна віднести й інтеграцію з навколишнім середовищем, що включає як фізичну інтеграцію в міський ландшафт, через що центр не сприйматиметься чужим, так і інтеграцію з місцевою громадою, галузевими кластерами та академічними установами, що може призвести до створення цінних партнерств, обміну знаннями та доступу до талантів.

Активне просування можливостей для нетворкінгу, таких як семінари, воркшопи, конференції та неформальні зустрічі, сприяє розвитку культури обміну знаннями та перехресному запиленню ідей. В архітектурі це може бути відображено через передбачення конференц-кімнат та переговорних кімнат.

Принцип інклюзивності

Інклюзивний науково-дослідний центр використовує силу різноманітних поглядів і досвіду для проведення більш креативних і результативних досліджень.

В першу чергу цей принцип про безбар'єрні та загальнодоступні простори та про забезпечення доступності фізичного простору для маломобільних груп населення. Це включає пандуси, ліфти, доступні туалети та увагу до людей з сенсорною чутливістю.

Сюди ж може бути віднесена політика відкритих дверей для міжнародного співробітництва. Сприяння міжнародній співпраці збагачує дослідницьке середовище різноманітними точками зору та досвідом. Політика відкритих дверей заохочує партнерство з дослідниками та установами з усього світу. В архітектурі це проявляється через інфраструктуру, наявність відповідних просторів для проведення лекцій, конференцій тощо.

Важливою є взаємодія з громадськістю та співпраця з освітніми установами може надихнути майбутні покоління дослідників, заручитися громадською підтримкою досліджень, а також забезпечити цінні перспективи і створити нові талановиті кадри. Це може відбуватися через виставкові простори, доступні для громадськості лекційні зали тощо.

Принцип екологічної стійкості

Будівництво та експлуатація науково-дослідного центру з акцентом на екологічну стійкість є не лише екологічно відповідальним, але й може призвести до довгострокової економії коштів.

Там, де це можливо, пріоритет реконструкції та перепрофілювання існуючих будівель перед новим будівництвом зменшує вплив на навколишнє середовище, пов'язаний з виробництвом матеріалів та будівельними відходами.

Впровадження енергоефективних проектів будівель, таких як оптимальна ізоляція, природна вентиляція та енергоефективне освітлення, значно зменшує споживання енергії. Інтеграція відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, ще більше мінімізує вуглецевий слід.

Створення зелених насаджень всередині та навколо центру підвищує добробут мешканців та покращує якість повітря. Використання екологічних та перероблених будівельних матеріалів мінімізує вплив будівництва та експлуатації на навколишнє середовище.

Використання смарт-технологій для моніторингу та управління споживанням енергії та ресурсів у режимі реального часу дозволяє виявити неефективність та оптимізувати використання ресурсів, що призводить до зменшення впливу на навколишнє середовище та економії коштів.

Дотримуючись цих принципів, формування науково-дослідного центру може вийти за рамки простого створення фізичного простору і перетворитися на процвітаючу екосистему, яка сприяє інноваціям, приваблює таланти і робить значний внесок у науково-технічний прогрес, будучи при цьому відповідальним громадянином світу.

Висновки до розділу 3

Правильно спланований науково-дослідний центр не лише вміщує різні функції, але й покращує взаємодію між дослідниками, інженерами та іншими зацікавленими сторонами. Об'ємно-просторова організація таких центрів часто має відкрите планування, яке сприяє комунікації, одночасно інтегруючи визначені зони для виконання спеціалізованих завдань.

Об'ємно-просторова організація науково-дослідного центру є проектним рішенням, що має наслідки для його функціональності, атмосфери та здатності підтримувати та впроваджувати інновації. Незалежно від того, буде прийнята проста лінійна форма, атріумна, дворова, блокована, секторальна структура композиції або їх комбінація, обрана типологія повинна відповідати цілям установи, характеру досліджень, що проводяться, і бажанню створити стимулююче і ефективне робоче місце для вчених та інженерів.

У світі все більшого визнання набуває тенденція ревіталізації постіндустріальних територій в інноваційні парки та науково-дослідні центри, що пропонує сталий шлях для відродження міст та економічного зростання. Вибір між повним збереженням, частковим збереженням або повністю новим будівництвом залежить від безлічі факторів, включаючи стан та історичне значення існуючих споруд, потреб НДЦ, бюджетні обмеження, а також бажаний естетичний та функціональний результат.

Важливим при пошуку планувального та конструктивного рішення є забезпечення гнучкості внутрішніх просторів, що досягається за рахунок використання каркасної конструктивної системи та широкопролітних конструкцій, що спрощують майбутні перепланування. Через потребу до адаптації до змін клімату слід, за можливості, використовувати енергоефективні рішення, зокрема для опорядження.

Засоби архітектурної та естетичної виразності роблять значний внесок як в ідентичність, так і в зручність використання науково-дослідних центрів.

Продумані дизайнерські рішення - такі як освітлення, гармонійна палітра матеріалів та символічні форми - можуть сприяти формуванню у користувачів почуття мети, мотивації та спільноти, а також сприяти гармонійній інтеграції в довкілля.

Сучасні науково-дослідні центри слід проектувати на основі принципів адаптивності, взаємодії, інклюзивності та екологічної стійкості. Вони мають значення для стимулювання інновацій та співпраці та залучення якомога більшої кількості знань та спеціалістів.

Розділ 4. Цивільний захист

4.1. Вступ. Загальні поняття про цивільний захист України

Цивільний захист в Україні – це сукупність дій, що здійснюються постійно та в умовах надзвичайної ситуації. Його призначення полягає в тому, щоб захистити громадян, територію країни, природу, приватне та суспільне майно, а також культурні цінності від впливу надзвичайних ситуацій та інших загроз. Він включає діяльність із запобігання цим загрозам, ліквідацію їхніх наслідків, надання допомоги потерпілим, а також контроль з боку держави за станом пожежної та техногенної безпеки.

Надзвичайна ситуація - це обставини, що склалися на окремій території, підприємстві чи водній акваторії, які порушили нормальні умови існування людей. Вони є результатом катастрофи, аварії, пожежі, стихії, поширення захворювань (людей, тварин, рослин), військового впливу або іншої небезпечної події. Ці обставини вже мають або можуть мати наслідком виникнення загрози для життя та здоров'я населення, значну кількість жертв та потерпілих, велику шкоду майну, а також зробити неможливим подальше перебування чи діяльність людей у цій зоні.

Організація та здійснення цивільного захисту базується на декількох ключових засадах. По-перше, держава бере на себе зобов'язання гарантувати та захищати закріплені Конституцією права громадян на життя, здоров'я і власність, а в умовах воєнного часу неухильно дотримуватися міжнародних стандартів гуманності. По-друге, до вирішення завдань у цій сфері застосовується комплексний, всебічний підхід. Третій принцип встановлює безумовний пріоритет порятунку життя та збереження здоров'я людей над усіма іншими цілями. Четверта засада спрямована на максимально можливе та економічно виправдане зниження ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій. П'ятий принцип визначає структуру управління: Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту та аварійно-

рятувальні служби функціонують на засадах централізації управління, єдиноначальності, чіткої підпорядкованості та статутної дисципліни. Шостий принцип забезпечує гласність та прозорість, гарантуючи вільне отримання і поширення публічної інформації про стан цивільного захисту, якщо інше не передбачено законом. Сьома засада закріплює добровільність залучення громадян до здійснення заходів цивільного захисту, пов'язаних з ризиком для їхнього життя та здоров'я. Восьмий принцип покладає відповідальність на посадових осіб державних органів та органів місцевого самоврядування за виконання вимог законодавства з питань цивільного захисту. Нарешті, дев'ятий принцип регулює діяльність керівників сил цивільного захисту, які несуть відповідальність за безпеку під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, діючи в межах виправданого ризику.

4.2. Характеристика об’єкта та майданчика його розміщення

Проєктований об'єкт відповідає містобудівним вимогам та обмеженням, встановленим для даної земельної ділянки.

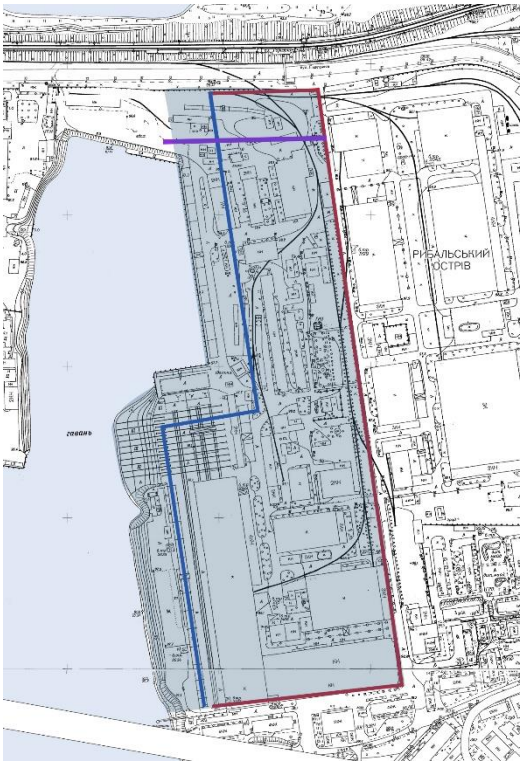
Розташована у Подільському районі Києва, ділянка знаходиться за адресою вулиця Електриків, 26.

Наразі вона зайнята промисловими будівлями, що належать ПРАТ «Завод «Кузня на Рибальському»», подекуди заросла деревами та чагарниками.

Зі сходу ділянка прилягає до внутрішнього проїзду фабрики, з півночі межує з вул. Електриків, а із заходу – із Дніпровською гаванню. Ділянка має невеликий перепад висот у межах 1-1,2 метра. Її загальна площа становить 21,272 гектара. Основна частина ділянки має трапецієподібну форму з розмірами близько 300 на 800 метрів.

На ділянці діють планувальні обмеження: прибережна захисна смуга від Дніпровської Гавані (річки Почайни), що складає 50 м, а також санітарно-захисна зона від залізничної лінії шириною 100 м.

Категорія землі наразі - Землі промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення; згідно з генпланом 2025 р. територія має бути переведена до категорії земель *житлової та громадської забудови*.



Із заходу від ділянки розташована частина ПРАТ «Завод «Кузня на Рибальському»». З інших боків забудова відсутня.

4.3. Рішення інженерно-технічних заходів цивільного захисту

Громадську будівля з об’єктами житлового призначення не віднесено до категорії з цивільного захисту.

Ступінь вогнестійкості громадської будівлі – І.

У громадській будівлі передбачено створення 6000 робочих місць. У житловому об’єкті має проживати 100 чоловік.

Протипожежні вимоги

Проектування відбувається згідно ДБН В. 1.1 -7-2016, ДБН В. 1.2-7-2022.

Облицювання виконане з негорючих матеріалів.

Перший поверх поділений на два протипожежні відсіки, відокремелні протипожежними стінами, із заповненням прорізів протипожежними дверима. Всі елементи перекриття й покриття виконано з негорючих матеріалів, відповідно, дозволено, аби протипожежні стіни не перевищували покрівлю.

Ліфтові шахти передбачено з підпором повітря у випадку пожежі.

Улаштовано сходи типу С1 з цокольного до першого поверху із входом через тамбур-шлюз із підпором повітря.

Евакуація людей із усіх поверхів, окрім цокольного і першого, відбувається через одну сходову клітку типу Н1 в частину, умовна висота якої складає 29,4 м та три сходові клітки типу СК1, у частині, не умовна висота будівлі не перевищує позначку 26,5 м. Евакуація людей із першого та цокольного поверхів відбувається безпосередньо назовні, що зумовлено штучним рельєфом. Усі двері, розташовані на шляхах евакуації, мають відкривання в напрямку евакуації.

Комплекс обладнаний протипожежним водопостачанням для зовнішнього пожежогасіння.

Позаяк умовна висота найвищої частини громадської будівлі більше 26,5 м, передбачено пожежний ліфт відповідно до ДСТУ EN 81-72:2017 та ДСТУ-Н Б В.2.2-38:2013. Він розташований у шахті з іншими ліфтам, відокремлений протипожежними перегородками.

Попередження НС на об’єкті у зв'язку із прогнозованими аваріями на об’єкті будівництва і мінімізація їх наслідків

Максимальний рівень НС, що може виникнути на об’єкті, ідентифіковано як місцевий. Відповідно, проєктований комплекс не є потенційно небезпечним об’єктом.

При проєктуванні генерального плану був передбачений проїзд пожежної машини до будівлі.

Імовірність НС на поряд розташованих потенційно небезпечних об’єктах

Об’єкт передбачається розташувати на колишній промисловій території, оточеній промисловими об’єктами.

Таблиця перелік потенційно небезпечних об’єктів

№	Назва підприємства	Вид діяльності	Відстань від меж ділянки проектування
1	ПРАТ «Завод «Кузня на Рибальському»»	Будування суден і плавучих конструкцій, виробництво будівельних металевих конструкцій і частин конструкцій	10 м
2	Суднoремонтні майстерні Державного підприємства водних шляхів “Укрводшлях”	Допоміжне обслуговування водного транспорту	292 м
3	Ремонтні майстерні ТОВ «ДКФ БУД»	Посередництво в торгівлі деревиною та будівельними матеріалами	126 м
4	Станція теплопостачання СТ-2 КП «Київтеплоенерго»	Виробництво електроенергії, постачання пари, гарячої води	400 м
5	АТ "Укрвторчормет"	Виробництво чавуну, сталі та феросплавів, торгівля відходами та брухтом	1600 м
6	АТ "Київський суднобудівний-суднoремонтний завод"	Будування суден і плавучих конструкцій	1120 м
7	Автомобільний цех АТ "Завод "Маяк"	Виробництво вантажного автомобільного транспорту	1270 м

Проектування споруди подвійного призначення із захисними властивостями сховища

СПП запроектовано вбудованою у цокольному поверсі. Поверх є частково заглибленим за рахунок створення штучного рельєфу у зв'язку з неможливістю заглиблення через високий рівень підземних вод. Досягнення встановлених показників захисних властивостей споруди досягається за рахунок обвалування ґрунтом та влаштування захисних екранів.

СПП розраховане на 100% наукових співробітників та інших працівників закладу, що можуть одночасно перебувати в будівлі. Їхня кількість складає 600 чоловік одномоментно.

До укриття забезпечено доступ маломобільних груп населення за допомогою ліфтів, а також можливий вхід із рівня землі, дозволений вертикальним плануванням ділянки.

Висота приміщення укриття передбачена 4 м, що дозволяє розташування трирівневих металевих нар. Окрім основного приміщення для укриття, що за звичайних умов слугує складським приміщенням, влаштовані приміщення санітарного пункту, пункту керування та чергового персоналу, тощо.

Приміщення для укриття людей планується із розрахунку 0,4 м^2/люд..

$S_{ПДУ}$ = 600 х 0,4 = 240 м^2

В укритті влаштовані санітарні вузли із розрахунку 1 унітаз на 75 чоловік (по 4 унітази). Окрім основного виходу передбачено 2 запасних виходи, обладнаних тамбурами [11].

Висновки до розділу 4

Проєктований об'єкт, розташований на колишній промисловій території в Києві, враховує містобудівні вимоги та обмеження. Забезпечення цивільного захисту на об'єкті передбачає інженерно-технічні та конструктивні заходи.

Враховуючи висоту будівлі, вона має I ступінь вогнестійкості. Враховуючи наявність розташованих поряд потенційно небезпечних об’єктів, можливий виникнення надзвичайної ситуації.

Для забезпечення укриття передбачено споруду подвійного призначення із захисними властивостями сховища у цокольному поверсі. Ця споруда розрахована на одночасне перебування 600 осіб та забезпечує доступ для маломобільних груп населення. Таким чином, проєкт об'єкта інтегрує ключові принципи та конкретні інженерно-технічні рішення для забезпечення цивільного захисту.

5. Розробка архітектурно-планувального рішення НДЦ

5.1. Обґрунтування вибору ділянки проектування

При виборі ділянки було враховано чинники, визначені й описані в розділі 1.1. При аналізі українських міст було з'ясовано, що саме Київ має найбільшу кількість ВНЗ (115 закладів) та науково-дослідних установ (131 заклад), що відкриває можливості для співпраці. Окрім цього, забезпечена міжнародна транспортна доступність. У Києві й довкола представлені автомобільний, залізничний та авіаційний транспорт.

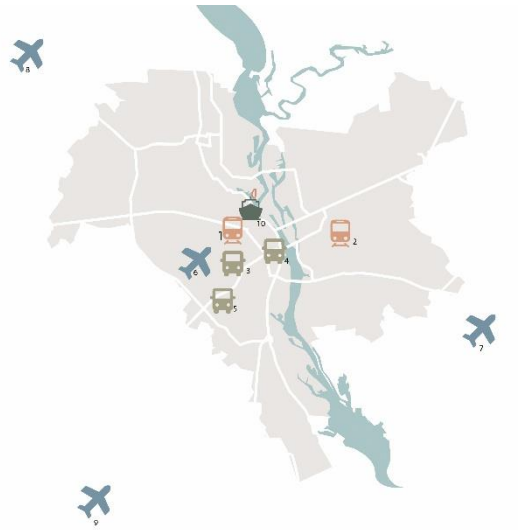


Рис. 52. Схема міжнародної транспортної доступності м. Києва

Потенціал для відновлення річкового пасажирського сполучення видається відсутнім, особливо враховуючи, що будівля колишнього порту була реконструйована під навчальний заклад. Щодо можливості транспортування продукції водою, внаслідок атаки росії на Каховську ГЕС і різке падіння рівня води нижче ДніпроГЕС, судноплавство по Дніпру можливе лише вище від останньої.

Було обрано ділянку на території заводу "Кузня на Рибальському".

До ділянки забезпечена внутрішньо-міська доступність за допомогою метро, наземного громадського транспорту та особистого транспорту. У перспективі має з'явитися Подільсько-Вигурівська лінія Київського

метрополітену, до якої належатиме станція Суднобудівна, розташована на Подільському мостовому переході.

У зв'язку із розвитком житлово-громадської забудови, є підґрунтя для відновлення закритого в 2009 році Рибальського вантового мосту для забезпечення прямого пішохідного сполучення з Подолом.

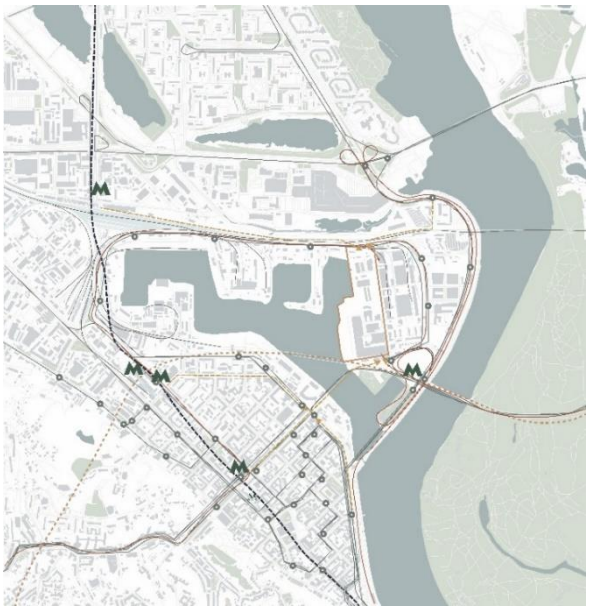


Рис. 53. Схема транспортної доступності обраної ділянки

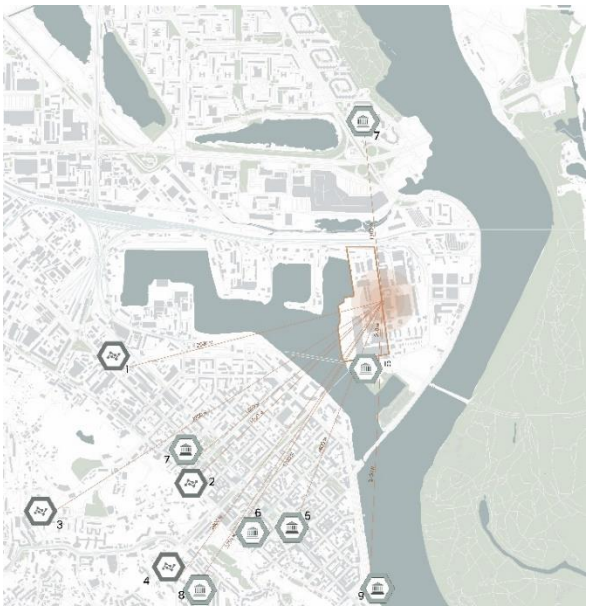


Рис. 54 Схема розташування НДІ та ВНЗ

У радіусі 3 км довкола обраної ділянки розташовано 6 вищих навчальних закладів та 4 науково-дослідних установи, що, з одної сторони, може говорити про сприятливий клімат для розвитку науки, а з іншої - відкриває можливості для наукової співпраці.

Оскільки в Києва немає дійсного генерального плану, при прийнятті рішення було проаналізовано функціональне зонування згідно з Генпланом, дійсним до 2020 року, та Генпланом, що мав би бути дійсним до 2025 року, але не був затверджений, а також тенденції процесів, що відбуваються в місті.

Рис. 55. Схема функціонального зонування території

Рис. 56. Схема висотності забудови

Згідно з Генпланом 2025, територія "Кузні на Рибальському" має бути віддана під житлово-громадську забудову, однак слід враховувати процеси, що відбуваються в дійсності. Сам завод визнаний банкрутом.

Щодо власників території, з 1995 до 2018 р.р. ділянка належала Петру Порошенку й функціонувала саме як суднобудівний завод. Восени 2018 завод було продано компанії Сергія Тігіпка. Тоді на території заводу було заплановано створити житловий масив із включенням офісів. Було розроблено кілька проектів облаштування території, однак жоден із них так і не було реалізовано. Із початком повномасштабного російського вторгнення. У 2022 р. завод було перепродано інвестиційній компанії Ігоря Мазепи, що розглядає конценпції нового девелоперського проєкту, який передбачено реалізувати після закінчення воєнного стану, однак поки проєкт не був представлений публічно.

Висота забудови безпосередньо довкола ділянки варіюється в межах від 20 м до 40 м. На фоні присутня точкова будівля висотою 76 м, що виставляє певні мінімальні та максимальні обмеження по висоті. Також, згідно з історико-містобудівним опорним планом, ділянка знаходиться у

зоні регулювання забудови 3-ї категорії, що забороняє зведення масової висотної забудови.

Рис. 57. Схема розташування укриттів

Рис. 58. Схема розташування зелених насаджень

Довкола ділянки розташований ряд укриттів, однак більшість із них – обмеженої місткості. Також через відсутність наразі прямого пішохідного зв’язку через Рибальський міст зі станцією метро Контрактова площа, тривалість шляху до укриття складає близько години, що не відповідає нормам.

Територія довкола обраної ділянки наразі не є густо озелененою. Найбільшою крупною зеленою зоною поруч є Труханів острів, а також парк моряків. Однак згідно з генеральним планом 2025, площа зелених насаджень загального користування уздовж Дніпровської гавані має збільшитися.

5.2. Формування генерального плану

Обрана ділянка має форму, наближену до прямокутника, витягнутого з півдня на північ.

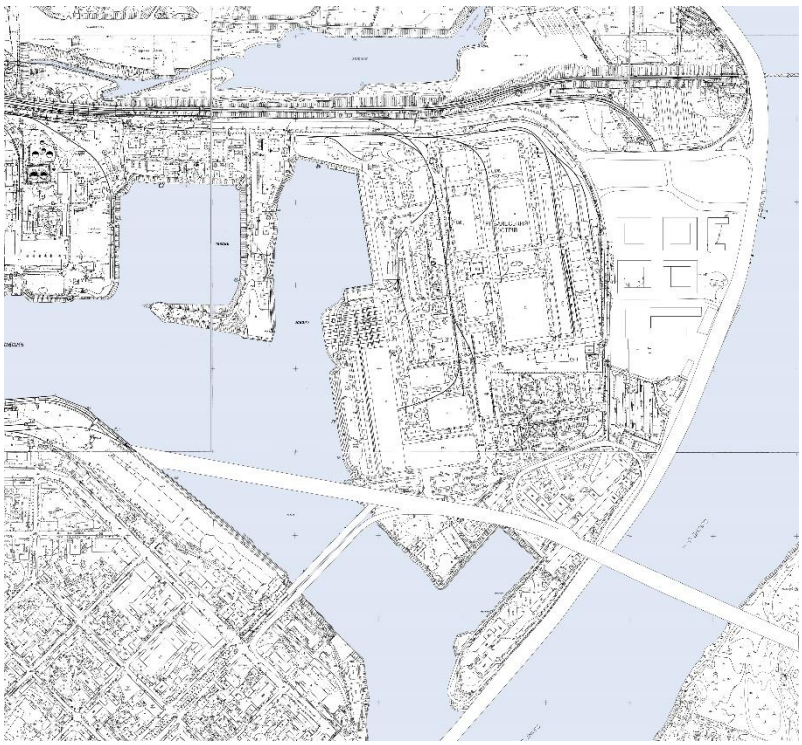


Рис. 59. Топозйомка обраної ділянки

Про виборі планування генерального плану було вирішено використовувати технологічну решітку. На основі аналізу наявного розпланування білянки було з’ясовано, що при розташуванні будівель та їх плануванні було використано конструктивний модуль 12*12 м

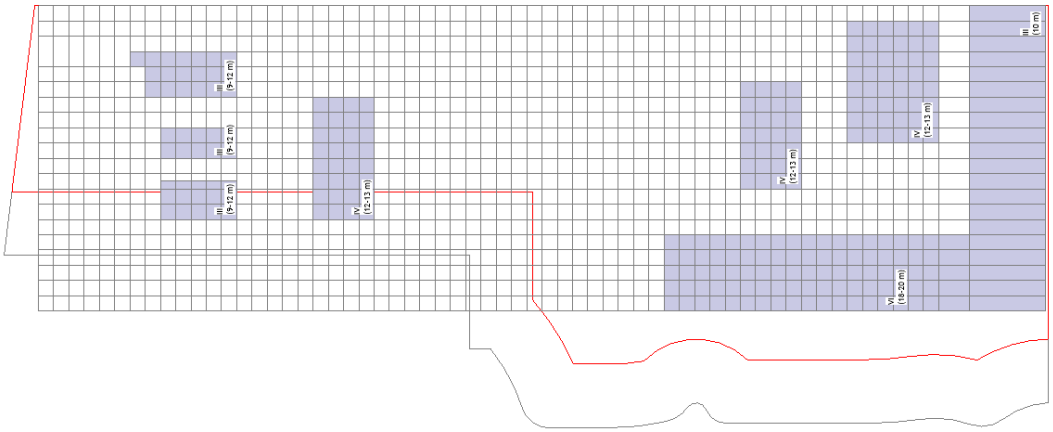


Рис. 60. Аналіз розташування існуючих будівель заводу

Попри те, що залишаються лише два найбільших корпуси, було вирішено лишити таку решітку як базову формотворчу. Вона є достатньо універсальною та в подальшому могла би сприяти облаштуванню

благоустрою, зокрема через визначення за допомогою технологічної решітки системи структурної, інфраструктурної та просторової організації.

Зокрема це сприяє ефективному повторному використанню інфраструктури та адаптації вже наявних мереж. На культурному рівні збереження існуючої решітки пов'язує нову забудову з минулим ділянки як постіндустріальної території.

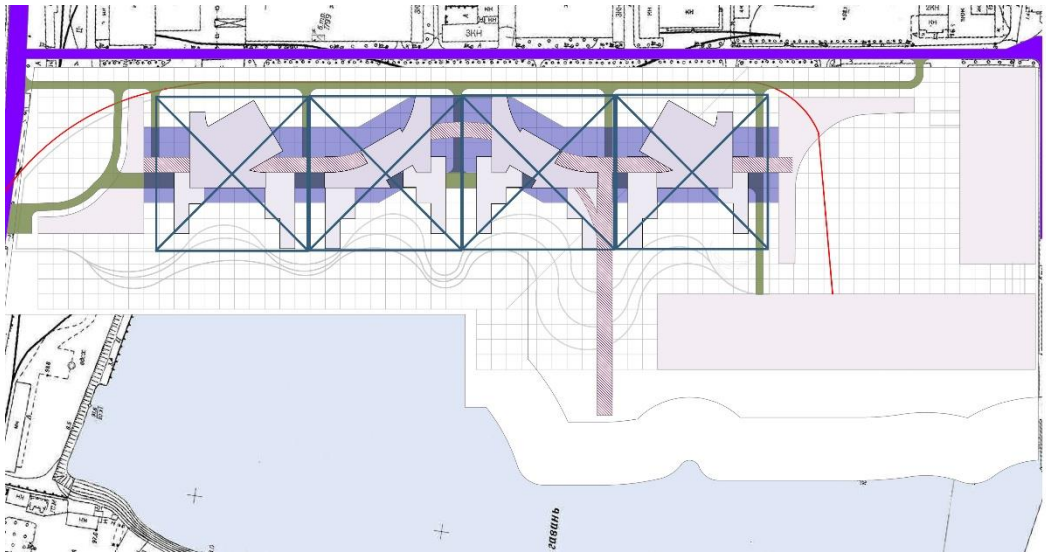


Рис. 61. Схема розбивки на макромодулі

У зв'язку із великим розміром ділянки, що складає 800*200 м, для проектування схожих за функцією науково-дослідних блоків, було визначено макро-модуль розмірами 108*120 м, у який вписані будівлі.

Мікромодуль було використано в плануванні лабораторій, що в майбутньому мають потенціал до розширення.

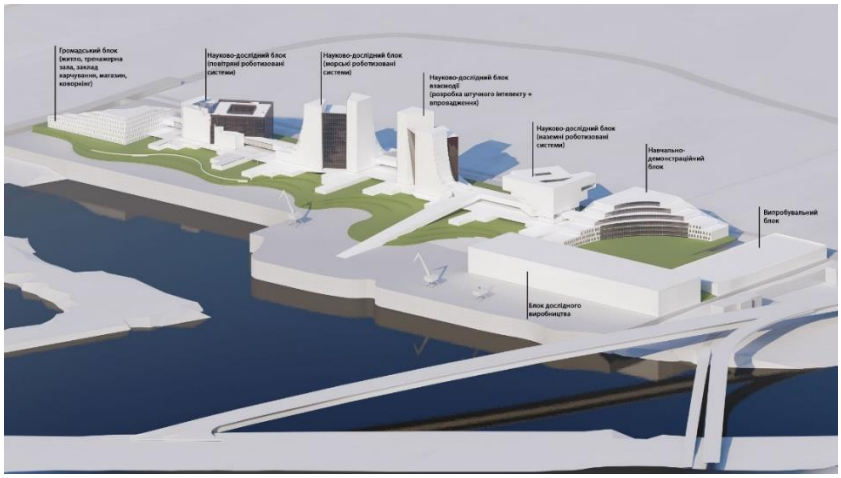


Рис. 62. Аксонометрична схема планування території

Загалом комплекс складається з 8 будівель, дві з яких є колишніми реконструйованими цехами, а інші – нові. Окрім безпосередньо науково-дослідних корпусів до складу комплексу входить будівля навчально-демонстраційного закладу, найбільш відкритого для відвідувачів; багатофункціональна будівля, в якій розташоване тимчасове житло для наукових співробітників та студентів, фітнес-клуб, ресторан та магазин, що є необхідним, враховуючи слабко розвинуту громадську інфраструктуру довкола та складність шляху туди; також є корпус, де відбувається дослідне виробництво, та випробувальний блок.

Попри рівнинність ділянки, на ній влаштовано штучний рельєф, який дозволяє улаштувати укриття за рахунок обвалування ґрунтом, а також сховати автомобілі, забезпечивши, таким чином, виключно пішохідний простір на видимій частині підприємства.

Функціонально ділянка розділена на дві великі зони: науково-дослідну та рекреаційну – уздовж берега; а також є дві вхідні зони з організованими там площами для проведення заходів.

Рекреаційна зона являє собою безперервну набережну, що з’єднує вулицю Електриків із Рибальським мостом. Цей простір, хоч і належить науково-дослідному центру, є живим, доступним для громадськості. До набережної каскадом спускаються озеленені тераси. Частину портових кранів збережено як пам’ять про промислове минуле цієї території з адаптацією їх під оглядові майданчики. Стапелі інтегровано в благоустрій.

Техніко-економічні показники ділянки забудови:

Загальна площа ділянки: 18 га

Площа плями забудови:

- Багатофункціональний громадський блок – 2250 м^2
- Науково-дослідний блок №1 – 4980 м^2
- Науково-дослідний блок №2 – 3500 м^2
- Науково-дослідний блок №3 – 3000 м^2

- Науково-дослідний блок №4 – 4980 м^2
- Навчально-демонстраційний блок – 3700 м^2
- Блок дослідного виробництва – 18000 м^2
- Випробувальний блок – 9000 м^2

Площа озеленення – 100462 м^2

Площа доріг і майданчиків – 71808 м^2

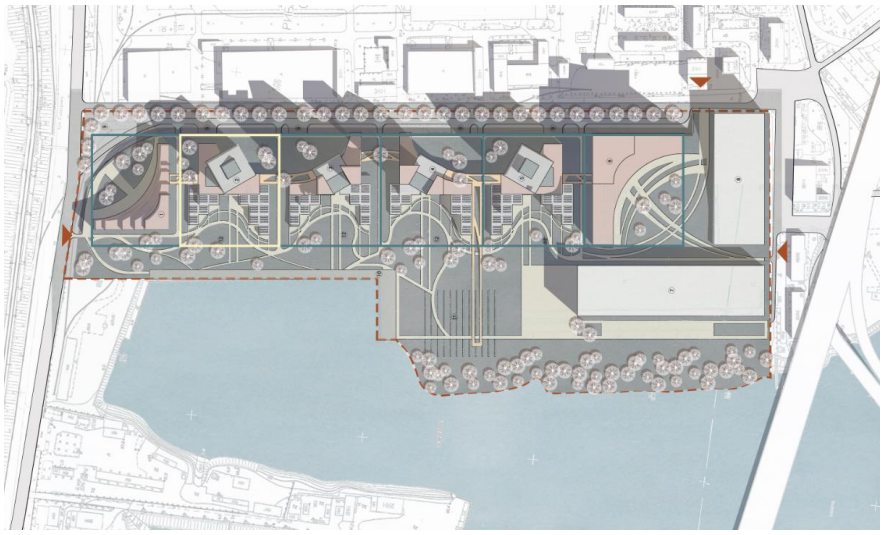


Рис. 63. Схема генерального плану

5.3. Об’ємно-планувальне рішення

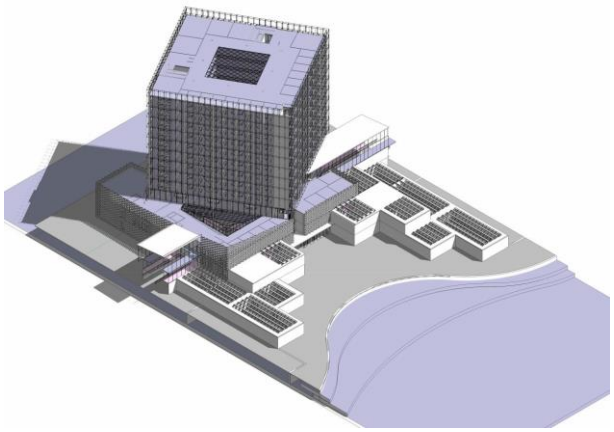


Рис. 64. Аксонометрична схема розроблюваного корпусу

Для більш детальної розробки було обрано науково-дослідний блок, що спеціалізації та розробці літальних роботизованих систем та безпілотних

апаратів. Функціонально він складається з чотирьох частин: блоку лабораторій, пішохідного пасажу, офісної частини для дослідників та для адміністрації.

Площа будівлі складає 15000 м2, він розрахований на 700 дослідників.

Блок лабораторій розвивається лінійно в напрямку від висотної частини до річки. Він має висоту в один або два поверхи, розташований в сітці колон 12*12 м. Ця частина відповідає за інтеграцію науково-дослідного комплексу із довкіллям та є максимально простою. Лабораторії мають освітлення через зенітні ліхтарі та улаштовані модульно так, аби за потреби можна було легко змінити конфігурацію приміщень, їхню кількість та габарити.

Ці приміщення призначені для виготовлення та тестування окремих деталей та для процесів, що не викликають сильних вібрацій тощо. В цих майстернях відбувається прототипування, тоді як безпосередньо дослідне виробництво перенесене в окремий корпус.

Над лабораторіями скляною призмою височіє блок офісів для аналітичної роботи дослідників. Дев’ятиповерховий об’єм розвивається довкола атріума, що слугує основною комунікаційною зоною та простором для неформальної взаємодії. Основу функціонального наповнення складають кабінети, конференц-та переговорні кімнати, а також дослідні майстерні для виконання робіт, що не вимагають важкого спеціалізованого обладнання.

Адміністративний блок з двох сторін охоплює офісний блок дослідників. Він є триповерховим, також розвивається чарунковою структурою довкола атріуму. Однак у цій частині чарунки є дрібнішими.

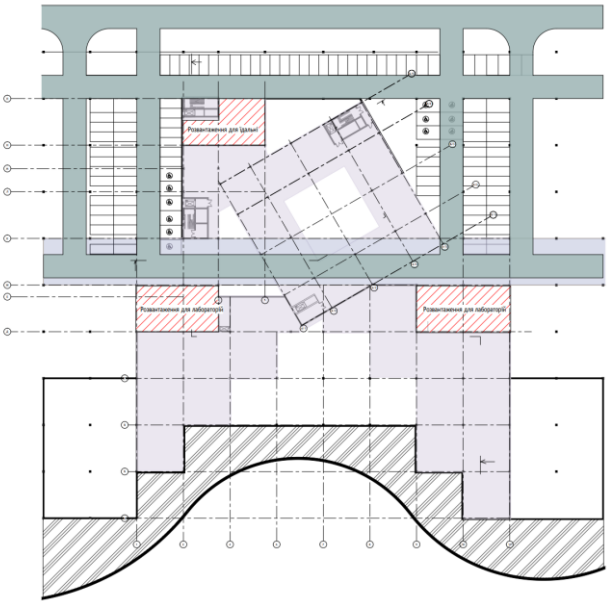


Рис. 65. Схема влаштування паркінгу

Пішохідний пасаж слугує єдиною горизонтальною віссю, що з'єднує всі нові блоки між собою. Цей простір є пішохідним. Нижній рівень пасажу є найбільш відкритим та дає можливість прямого транзиту через корпуси, тоді як другий та третій рівні призначені для користування виключно науковими працівниками та вимагають наявності ключ-карти для доступу до корпусу. Таким чином забезпечується приватність та певна закритість наукового процесу від небажаних осіб, водночас є вільне переміщення уздовж усього атріуму.

Конструктивні рішення

Для будівлі використано каркасну конструктивну систему. Через потребу в гнучкості для перекриття було обрано систему Cobiax в частині лабораторій та кесонне перекриття в офісній частині. Завдяки цим системам є можливість забезпечувати прольоти до 18 м, що є особливо важливим для наукоємної діяльності, мінливої та напряму залежної від інновацій.

Для скління використана система double-skin facade, що сприяє захисту від перегріву влітку та від переохолодження в холодну пору року, а також захищає фасад від вітру. Водночас воно сприяє ефективній вентиляції.

Висновки до розділу 5

Розробку архітектурно-планувального рішення науково-дослідного центру інформаційних технологій зі спеціалізацією на роботизованих системах було виконано на основі попереднього аналізу з урахуванням сучасних тенденцій проектування подібних установ. Були враховані як функціональні вимоги, так і морфологічні, адже для проектування було обрано ділянку колишнього суднобудівного заводу.

Ревіталізація пост-індустріальних територій у середмісті та винесення промисловості за межі міста є важливою тенденцією в поверненні міста його користувачам. Окрім відкриття та благоустрою великої закритої та занедбаної території, перевагою проєктування НДЦ на обраній ділянці є наявність транспортної та інженерної інфраструктури. При виборі ділянки також були враховані соціальні та технологічні чинники.

Генеральний план запроектовано з метою створити жвавий та комфортний для всіх громадський простір, забезпечити баланс між роботою та відпочинком, а також зробити зручні пішохідні зв’язки. Завдяки вертикальному плануванню та штучним платформам, автомобілі заховано на нижній рівень таким чином, аби вони не перетиналися з пішоходами.

Для науково-дослідних корпусів було обрано атріумну об’ємно-просторову композицію. Вона є оптимальною в цьому випадку з точки зору забезпечення зручних відстаней, ефективного використання простору, енергоефективності та композиційної виразності. Частина лабораторій, хоч і входить до складу науково-дослідного блоку, має лінійну організацію та перспективи для розвитку в разі потреби.

Розроблене рішення є максимально гнучким там обґрунтованим з точки зору функціональних, технологічних та естетичних потреб.

Загальні висновки

Проектування та розвиток науково-дослідних центрів є складним і динамічним процесом, який формується під впливом складної взаємодії соціальних, економічних, технологічних та містобудівних факторів. Такі центри відіграють ключову роль у просуванні наукових знань, стимулюванні інновацій та перетворенні досліджень у практичне застосування, особливо в національному контексті, що характеризується постійними соціально-політичними та економічними перетвореннями.

На розміщення та формування науково-дослідних центрів значною мірою впливають існуючі академічні, промислові, інфраструктурні та фінансові екосистеми. Нинішня геополітична ситуація також переорієнтувала увагу на технологічний розвиток, орієнтований на безпеку, особливо в галузі робототехніки та інформаційно-комунікаційних технологій.

З архітектурної точки зору, ефективний дизайн науково-дослідних центрів повинен поєднувати технологічну функціональність з просторовою адаптивністю та комфортом для користувачів. Об'ємне і функціональне планування має підтримувати окремі етапи досліджень і розробок, заохочуючи при цьому взаємодію і співпрацю. Використання модульних і каркасних структурних систем підвищує гнучкість, дозволяючи будівлям адаптуватися до майбутніх технологічних або організаційних змін. Наголос на енергоефективності та сталості має важливе значення, що узгоджується як з екологічною відповідальністю, так і з еволюціонуючими кліматичними викликами.

Важливою тенденцією є ревіталізація колишніх промислових зон в інноваційні центри. Таке адаптивне повторне використання не лише зберігає цінний міський простір та інфраструктуру, але й реінтегрує недостатньо використовувані території в соціальну та економічну структуру міст. Трансформація таких ділянок, як це продемонстровано у

запропонованому проекті в Києві, може забезпечити функціональне, естетично привабливе та стійке середовище, яке підтримує інновації, одночасно покращуючи громадський простір та доступність.

Архітектурне рішення інтегрує міркування безпеки, цивільного захисту та інклюзивності. У контексті сучасних викликів, включаючи військові загрози та щільність міської забудови, включення захисних споруд та забезпечення доступності для всіх користувачів стає критично важливою частиною проектування.

Як висновок можна зазначити, що науково-дослідні центри - це не просто будівлі для наукової роботи, це стратегічні, адаптивні та людиноцентричні простори, які сприяють підвищенню стійкості, інноваційної спроможності та сталому розвитку суспільства. Їхнє успішне формування вимагає продуманого синтезу урбаністичних, архітектурних, соціальних і технологічних вимірів.

Перелік використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б В.2.2-38:2013 – «Настанова з улаштування пожежних ліфтів в будинках та спорудах»
2. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»
3. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення»
4. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»
5. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій»
6. ДБН В.1.1-7:2016 – «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»
7. ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення»
8. ДБН В.1.2-7:2021 – «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека»
9. ДБН В.1.2-4:2019 – «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту»
10. ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти»
11. ДБН В.2.2-5:2023 – «Захисні споруди цивільного захисту»
12. ДСТУ EN 81-72:2017 (EN 81-72:2015, IDT) – Безпека конструкції та експлуатації ліфтів. Частина 72. Ліфти пожежні
13. Кодекс цивільного захисту України

14. Арюх О.М., Дударенко О.В., Сосик А.Ю., Щербина А.В. ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни «Основи мехатроніки» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») усіх форм навчання. Частина 1 - змістовий модуль 1. Промислова робототехніка. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 86 с. . Режим доступу: https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8499d839-d0d0-423d-8423-560340d8fa3c/content (дата звернення: 20.02.2025)
15. Дідур К.М. Сутність, класифікація в структурі інвестиційної та інноваційної діяльності підприємства. Інвестиції: практика та досвід. 2022. с.9-10, 30-37. Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/9-10_2022/7.pdf (дата звернення: 15.01.2025)
16. Єжов С.В., Дивак В. І.. Особливості формування багатофункціональних комплексів: навч. посібник для студ. спец. 191/С.В.Єжов, В.І.Дивак; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.-Київ:КНУБА,2020
17. Закон України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" (Відомості Верховної Ради України, 2012 р., № 19-20, ст. 166; із змінами, внесеними Законом України від 1 лютого 2022 року № 2031-IX)
18. Закон України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" (Відомості Верховної Ради України, 2011 р., № 4, ст. 23; із змінами, внесеними законами України від 29 січня 2021 року № 1162-IX, від 1 лютого 2022 року № 2031-IX та від 12 січня 2023 року № 2859-IX)
19. Ісак Л. Інформаційні технології. Міжнародний науковий журнал «Грааль науки». Серпень 2023. С. 187 – 191. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/373309297_INFORMACIJNI_TEHNOLOGII (дата звернення: 20.02.2025)

20. Наказ Міністерства Оборони України «Про затвердження Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності в системі Міністерства оборони України» від 16.07.2024 №480
21. Наукова, науково-технічна та інноваційна діяльність в Україні у 2023 році: науково-аналітична доповідь / Т.В. Писаренко, Т.К. Куранда та ін. – К.: УкрІНТЕІ, 2024. – 108 с.
22. Наукові установи України : довідник : станом на 1 берез. 2013 р. / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Укр. ін-т наук.-техн. і екон. інформації; [упоряд.: Д. В. Чеберкус та ін.]. – Київ: [УкрІНТЕІ], 2013. – 219 с. Режим доступу: https://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/ua/elib.exe?Z21ID=&I21DBN=UKRLIB&P21DBN=UKRLIB&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=online_book&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=FF=&S21STR=ukr0003181 (дата звернення: 15.08.2024)
23. Нойферт Ернст. Будівельне проектування:пер. з нім./Ернст Нойферт .-40-ве вид., перероб. і доп.-Київ:ФЕНІКС,2017 .-613 с.-(іл.)
24. Плоский В.О. та ін. Енергоефективні матеріали та конструкції в сучасній архітектурі: навчально-методичний посібник. Ч.1 / В.О. Плоский, К.К. Пушкарьова, О.В. Кривенко та ін. Київ: Видавництво Ліра-К, 2024. 328 с.
25. Трет'як А. Основи робототехніки: навчальний посібник для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / А.В. Трет'як, А.М. Кльон. – Полтава, видавництво національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. – 135 с. Режим доступу: https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/17597/1/%D0%9E%D0%A1%D0%9D%D0%9E%D0%92%D0%98%20%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9E%D0%A2%D0%9E%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%86%D0%9A%D0%98%20.pdf (дата звернення: 20.02.2025)
26. Сергейчук О В.. Архітектурно-будівельна фізика: теплотехніка огороджуючих конструкцій будинків:навч. посібник для студ. архіт. та будівельн. спец./О.В.Сергейчук; Київ. держ. техн. ун-т буд-ва і архіт.-Київ:Такі справи,1999. 158 с.
27. ЦДНТА України. Ф. Р-202. Оп. 2. Од. зб. 324. Арк. 1
28. «КиївЗНДІЕП» – 60 років на сторожі цивільного будівництва». Центральний державний науково-технічний архів України. Жовтень 2023. Режим доступу: https://cdnta.archives.gov.ua/київздніеп-60-років/ (дата звернення: 11.11.2024)
29. АТ "Український зональний науково-дослідний і проектний інститут по цивільному будівництву". Історія і сьогодення. Режим доступу: https://zniiep.com.ua/istoriya_i_sogodennya/ (дата звернення: 11.11.2024)
30. Державна служба статистики. Методологічні пояснення. 25.07.2019. Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/ni/ind_rik/ind_u/ind_met.html (дата звернення: 07.01.2025)
31. Поле — зрощуємо ідеї, продукти та професійну спільноту. Режим доступу: https://pole.works/ (дата звернення: 05.12.2024)

32. Промприлад. 2023. Річний звіт. Режим доступу: https://promprylad.ua/wp-content/uploads/2024/04/Annual-report-2023-public.pdf (дата звернення: 05.12.2024)
33. Промприлад. Про проект. Режим доступу: https://promprylad.ua/ua/ (дата звернення: 05.12.2024)
34. Центр інновацій зсередини. Як влаштований R&D Metinvest Digital. 18 чер. 2021 р. Режим доступу: https://metinvest.digital/ua/page/centr-nnovac-j-zseredini-yak-vlashtovanij-r-d-metinvest-digital (дата звернення: 28.01.2025)
35. Шевченко Л. Монстри модернізму: комплекс університету ім. Т. Шевченка в Голосієві. Хмарочос. 23 груд. 2015 р. Режим доступу: https://hmarochos.kiev.ua/2015/12/23/monstri-modernizmu-kompleks-universitetu-im-shevchenka-v-golosiyevi/ (дата звернення: 26.01.2025)

36. EN 13150:2001 – Workbenches for Laboratories: Safety Requirements and Test Methods
37. EN 14056:2003 – Laboratory Furniture: Recommendations for Design and Installation
38. EN 15251:2007 – Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings
39. EN 16121:2023 – Non-domestic storage furniture – Requirements for safety, strength, durability, and stability

40. Analysis of war damage to the Ukrainian science sector and its consequences. UNESCO. 2024.34 с. Режим доступу: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388803 (дата звернення: 02.01.2025)
41. Amit, & Grant, A. (2019). A Review of Soil Stabilization Using Polymers - of IJIIRD. Режим доступу: https://ijiird.com/wp-content/uploads/040119.pdf (дата звернення: 20.04.2025)
42. Barnaś. J. Technical transactions architecture. double-skin façades – the shaping of modern elevations – technology and materials, 2014. 11с. Режим доступу: https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/redo/resources/30100/file/suwFiles/BarnasJ_DoubleskinFacades.pdf (дата звернення: 20.04.2025)
43. Braun H., Grömling D. Entwurfsatlas Forschungs- und Technologiebau. 2005. 238 с. Режим доступу: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1007/978-3-7643-7671-0/html?lang=de&srsltid=AfmBOoqxYRgMQUN9W2nHBnbFcSu2oVPFlP7I5N21mUYUjaMSo5B5xB7R&utm (дата звернення: 26.01.2025)
44. Colovic, A. Towards a better understanding of multifunctional enterprises' R&D location choices. 2010. с.168 – 190. Режим доступу: https://nscpolteksby.ac.id/ebook/files/Ebook/Business%20Administration/Global%20outsourcing%20and%20offshoring%20-%20Contractor%20(2011)/6%20-%20Towards%20a%20Better%20Understanding%20of%20Multinational%20Enterprise%20R%20and%20D%20Location%20Choice.pdf (дата звернення: 07.01.2025)
45. Colovik A., Mayrhofer U. Optimizing the Location of R&D and Production Activities: Trends in the Automotive Industry. *European Planning Studies*. Routledge Aug. 2011. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/254253203_Optimizing_the_Location_of_RD_a

nd_Production_Activities_Trends_in_the_Automotive_Industry (дата звернення: 07.01.2025)

46. Dutta S., Lanvin B., Leon L.R., Wunsch-Vincent S. Global Innovation Index 2024. Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. 17th Edition. Geneva, Switerland, 2024. 325 с. Режим доступу: https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024_WEB3lite.pdf (дата звернення: 07.01.2025)
47. Eno E. Effects of high groundwater on the stability of buildings and how to control these effects. Режим доступу: https://www.academia.edu/27091028/effects_of_high_groundwater_on_the_stability_of_buildings_and_how_to_control_these_effects (дата звернення: 30.04.2024)
48. Gazetas, G., Petrakis, E., Tassoulas, J. L., & Tsantilas, K. (2021). [PDF] Offshore Caissons on Porous Saturated Soil - Scholars' Mine. Режим доступу: https://scholarsmine.mst.edu/context/icrageesd/article/2558/viewcontent/_Offshore_caissons_on_porous_satu.pdf (дата звернення: 20.04.2025)
49. Gonchar J. MIT Media Lab. 19 June 2010. Режим доступу: https://www.architecturalrecord.com/articles/8235-mit-media-lab (дата звернення: 20.03.2025)
50. Granath, Jan A (2012 Architecture, Technology and Human Factors - Design in a Socio-Technical Context. Режим доступу: https://www.academia.edu/1416124/Architecture_Technology_and_Human_Factors_Design_in_a_Socio_Technical_Context (дата звернення: 30.04.2024)
51. Guerrero, M., & Urbano, D. Effectiveness of technology transfer policies and legislation in fostering entrepreneurial innovations across continents: an overview. Journal of Technology Transfer, 2019. С. 44, 1347–1366. Режим доступу: https://doi.org/10.1007/s10961-019-09736-x (дата звернення: 13.01.2025)
52. Jaglarz, Anna. Architectural aesthetics in the 21st century. 2023. 13 с. Режим доступу: https://jomardpublishing.com/UploadFiles/Files/journals/NDI/SI2023/YasarD.pdf (дата звернення: 02.05.2025)
53. Jóźwik, Anna, (2021) Influence of Environmental Factors on Urban and Architectural Design—Example of a Former Paper Mill in Nanterre. Режим доступу: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/1/86 (дата звернення: 30.04.2024)
54. Kravchenko Iryna L. External and internal factors of influence on development of architecture of non-formal education establishments. Zewnętrzne i wewnętrzne czynniki wpływające na rozwój architektury przedsiębiorstw edukacyjnych. Structure and environment. 2019, 14 с. Режим доступу: https://sae.tu.kielce.pl/2019/sae-2019-013.pdf (дата звернення: 30.04.2024)
55. Kropp H. The impact of location on architecture and urban design (2023). Режим доступу: https://designhorizons.org/the-impact-of-location-on-architecture-and-urban-design/ (дата звернення: 30.04.2024)

56. Laboratory Design, Construction, and Renovation: Participants, Process, and Product. *National Academies Press*. Mai 2000. 170 с. Режим доступу: https://nap.nationalacademies.org/read/9799/chapter/1#xi (дата звернення: 25.01.2025)
57. Laboy M. Landscape as a Conceptual Space for Architecture: Shifting Theories and Critical Practices. Режим доступу: https://www.theplanjournal.com/article/landscape-conceptual-space-architecture-shifting-theories-and-critical-practices (дата звернення: 02.05.2025)
58. Lei, M., & s, C. (2019). Research Progress on Stability of Slurry Wall Trench of Underground Diaphragm Wall and Design Method of Slurry Unit Weight. Режим доступу: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2019/3965374 (дата звернення: 20.04.2025)
59. Liahocska O., Koval L. Current Trends of Innovative Development of Ukraine. Zesyty Naukowe wyżsej szkoły Bankowej w Pozaniu. 2023, t. 101, r 2. c. 74 – 80. Режим доступу: https://journals.wsb.poznan.pl/index.php/znwsb/article/download/593/1737/1669?utm (дата звернення: 07.01.2025)
60. Ličová, Dagmar (2021) Optimization of a Truss Structure Used to Design of the Manipulator Arm from a Set of Components. Режим доступу: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/21/10193 (дата звернення: 20.04.2025)
61. Marthong C., Sutnga D., Khardshandi O., Khryiemmujat I.J. Mechanical Strength of Galvanized Steel Wire Mesh (GSWM) as a Strengthening Material of Short RC Column. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331722781_Mechanical_Strength_of_Galvanized_Steel_Wire_Mesh_GSWM_as_a_Strengthening_Material_of_Short_RC_Column (дата звернення: 20.04.2025)
62. National Security Guidelines for Research Partnership. Jan. 2024. 11 с. Режим доступу: https://science.gc.ca/site/science/sites/default/files/documents/national_security_guidelines_for_research_partnerships_Jan2024.pdf (дата звернення: 02.01.2025)
63. Northeastern School of Architecture. Case Studies: Macro and Micro. publisher, N. S. O. A. T. (2011). Режим доступу: https://issuu.com/neuarchitecture/docs/macro_and_micro (дата звернення: 09.04.2025)
64. Spence, Charles et al.. "Senses of place: architectural design for the multisensory mind." 18.09 .2020. Режим доступу: https://cognitiveresearchjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41235-020-00243-4 (дата звернення: 02.05.2025)
65. Srinath A., Dr. Laboratory Design Concepts for Effective Utilization of Resources and Obtaining Greater Efficacy. International Journal of Emerging Technologies in Learning. September 2010. с. 47-51. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/46142200_Laboratory_Design_Concepts_for_Effective_Utilization_of_Resources_and_Obtaining_Greater_Efficacy (дата звернення: 26.01.2025)
66. Sulejmani M., Emini B., Replacement Of A Monolith Reinforced Concrete Slab With A Lightweight Cobiax System Construction. P. 43-57 Режим доступу: https://knowledgecenter.ubt-uni.net/cgi/viewcontent.cgi?article=1475&context=conference&unstamped=1 (дата звернення: 20.04.2025)

67. Steel Sheet Piles – Applications and Elementary Design Issues. Режим доступу: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/2/022072/pdf (дата звернення: 20.04.2025)
68. Tseng, Mitchell M., Yue Wang, Roger J. Jiao. (2018) Modular Design. In:Chatti S., Laperrière L., Reinhart G., Tolio T., The International Academyfor Production (eds) CIRP Encyclopedia of Production Engineering.Springer, Berlin, Heidelberg (PDF) Available from: https://www.researchgate.net/publication/323834472_Modular_Design [дата звернення 09.04.2025].
69. Tümtürk O. The Impact of Plot Configuration on the Patterns of Spatial Change. Urban Morphology versus Urban Redevelopment and Revitalization. 26.03.2025 Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-77752-3_14 (дата звернення: 30.04.2024)
70. Urenev, V. P. ., & Dmitrik, N. O. (2022). Assessment of the factors of influence on the formation of multifunctional complexes under conditions of renovation of industrial facilities. Advances in Civil and Architectural Engineering, 13(25), 14–23. Режим доступу: https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/acae/article/view/23762 (дата звернення: 30.04.2024)
71. Wagner J., Watch D. Innovation Spaces: the new design of work. April 2017. 64 с. Режим доступу: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/04/cs_20170404_innovation_spaces_pdf.pdf (дата звернення: 26.01.2025)
72. Wang, Shusheng, (2024) Towards an Effective Architectural Form: The Composition of Squareness and Roundness Based on Scale Proportion Режим доступу: https://www.mdpi.com/2075-5309/14/5/1472 (дата звернення: 30.04.2024)
73. Wärmeplanung - Kaltstart in die Transformation zur Klimaneutralität 2045. PLANERIN 2/2024. 72 с.
74. Watch Daniel D. Building Type Basics for Research Laboratories. April 2002. 288 с. Режим доступу: https://books.google.com.ua/books?id=EblFLQES7t0C&pg=PA59&hl=uk&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false (дата звернення: 23.01.2025)
75. Zeitoun J. Trames planes : introduction a une etude architecturale des trames. Paris : Dunod, 1977 175 с. : ill.
76. Alison Furuto. "Innovation Tower, Hong Kong Polytechnic University / Zaha Hadid Architects" 28 Oct 2012. ArchDaily. Режим доступу:. https://www.archdaily.com/279631/innovation-tower-hong-kong-polytechnic-university-zaha-hadid-architects. (дата звернення:10.04.2025)
77. Aron R&D Center / Osamu Morishita" 17 Aug 2012. ArchDaily. Режим доступу:. https://www.archdaily.com/264413/aron-rd-center-osamu-morishita. (дата звернення:10.04.2025)
78. Architectural Design Trends 2024: Innovations in Sustainability. 26, 2024. Режим доступу: https://www.format.com/magazine/resources/architecture/architectural-design-trends-2024 (дата звернення:21.02.2025)

79. Caramel Architekten. World-architects.com. Profiles of Selected Architects. Режим доступу: https://www.world-architects.com/en/caramel-architekten-wien/project/science-park-johannes-kepler-university-scholastik-construction-part-3 (дата звернення: 09.01.2025)
80. CenturyLink HQ. LigMan Lighting USA. Режим доступу: https://www.ligmanlightingusa.com/project-galleries/centurylink-hq (дата звернення: 17.04.2024)
81. CenturyLink Technology Center of Excellence / Moody Nolan. 26 Sep 2018. ArchDaily. Режим доступу: https://www.archdaily.com/902481/centurylink-technology-center-of-excellence-moody-nolan (дата звернення: 17.04.2024)
82. CHYBIK+KRISTOF Reveals Timber Design for Czech National Forestry Headquarters" 19 Mar 2025. ArchDaily.. Режим доступу: https://www.archdaily.com/1028111/chybik-plus-kristof-reveals-timber-design-for-czech-national-forestry-headquarters (дата звернення: 10.04.2025)
83. David Basulto. "Zollverein School of Management and Design / SANAA" 28 Mar 2010. ArchDaily. Режим доступу: https://www.archdaily.com/54212/zollverein-school-of-management-and-design-sanaa (дата звернення: 10.04.2025)
84. Dilger D.E. Apple Inc Campus 2, Phase 2 plans R&D facilities big enough to design a car. *Apple Insider*. 17 Feb 2015. Режим доступу: https://appleinsider.com/articles/15/02/17/apple-inc-campus-2-phase-2-plans-rd-facilities-big-enough-to-design-a-car (дата звернення: 27.09.2024)
85. Foster+Partners. Projects / Apple Park. Режим доступу: https://www.fosterandpartners.com/projects/apple-park (дата звернення: 20.08.2024)
86. Gulezian L. Apple campus 2 case study. Issuu. 24 Yan 2014. 74 с. Режим доступу: https://issuu.com/jacobgulezian/docs/apple_campus_2_case_study_full (дата звернення: 20.08.2024)
87. Hidma A., Kühler S., Sandström V. The present-focused, future-ready R&D organization. July 27, 2020. . Режим доступу: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-present-focused-future-ready-rd-organization (дата звернення: 20.08.2024)
88. Kreitlein S. Flexible, Adaptable And Focused: Designing The Future Laboratory Workplace. November 21, 2023. Режим доступу: https://www.bhdp.com/insights/flexible-adaptable-and-focused-designing-future-laboratory-workplace (дата звернення: 21.02.2025)
89. Mechatronik / Caramel Architekten" 02 May 2010. ArchDaily. Режим доступу: https://www.archdaily.com/57999/mechatronik-caramel-architekten?ad_medium=gallery (дата звернення: 10.01.2025)
90. Modulares Forschungszentrum in Vizovice . Zukunft des modularen Bauens. Режим доступу: https://www.baunetzwissen.de/beschlaege/objekte/buero-gewerbe/modulares-forschungszentrum-in-vizovice-8054265 (дата звернення: 10.04.2025)
91. Moody Nolan. CenturyLink. Technology Center of Excellence. Режим доступу: https://moodynolan.com/projects/centurylink-technology-center-of-excellence/ (дата звернення: 17.04.2024)
92. NEERO-Façade – A New Concept of Façade Design with Lightweight Thin Glass-Plastic-Composite Panels. Режим доступу: https://www.glassonweb.com/article/neero-

facade-new-concept-facade-design-with-lightweight-thin-glass-plastic-composite-panels (дата звернення: 17.04.2024)
93. NHBC. Curtain walling and cladding Режим доступу: https://nhbc-standards.co.uk/2021/6-superstructure-excluding-roofs/6-9-curtain-walling-and-cladding/6-9-17-curtain-walling/ (дата звернення: 17.04.2025)
94. NVIDIA Campus Headquartersю. anta Clara, California Режим доступу: https://tlslandarch.com/portfolio_page/nvidia/ (дата звернення: 10.04.2024)
95. Oodi Helsinki Central Library. Archello. Режим доступу: https://archello.com/project/oodi-helsinki-central-library (дата звернення: 20.04.2025)
96. Pier 70. Made of the Bay. Режим доступу: https://pier70sf.com/the-bay/ (дата звернення: 17.01.2025)
97. Promprylad. Renovation. Режим доступу: https://promprylad.ua/wp-content/uploads/2018/12/Promprylad.Renovation-project-plan-eng.pdf (дата звернення: 05.12.2024)
98. Revised field of science and technology (fos) classification in the frascati. Manual. 27 Feb. 2007. 12 с. Режим доступу: https://web-archive.oecd.org/2012-06-15/138575-38235147.pdf (дата звернення: 07.01.2025)
99. Science Park Linz / Caramel Architekten" 08 Feb 2012. ArchDaily. Режим доступу: https://www.archdaily.com/205502/science-park-linz-caramel-architekten (дата звернення: 09.01.2025)
100. Science Park Linz. 2021 Linz. Caramel Architekten. Режим доступу: https://caramel.at/portfolio/science-park-linz/ (дата звернення: 10.01.2025)
101. Science Park Linz. Freiraum auf Linie. Idealice. Режим доступу: https://www.idealice.com/sh_projects/science-park-linz/ (дата звернення: 10.01.2025)
102. Svendborg International Maritime Academy / C.F. Møller + EFFEKT" 16 Jan 2024. ArchDaily. Accessed 7 Mar 2025.Режим доступу: https://www.archdaily.com/1012198/svendborg-international-maritime-academy-cf-moller (дата звернення: 7.03.2024)
103. Uber Offices. Architizer. Режим доступу: https://architizer.com/projects/uber-offices/ (дата звернення: 17.01.2025)
104. Was lange währt, wird endlich gut. Austria-architects.com. Режим доступу: https://www.austria-architects.com/de/architektur-news/bau-der-woche/was-lange-wahrt-wird-endlich-gut-1 (дата звернення: 10.01.2025)
105. Wong Logan Architects. Uber Advanced Technologies Group R&D Center. 2021. Режим доступу: https://wonglogan.com/uber-advanced-technology-group-rd-center (дата звернення: 17.01.2025)
106. Workplace Design Trends & Their Relationship with Well-being. Режим доступу: https://www.businessgrouphealth.org/en/topics/blog/5-workplace-design-trends--their-relationship-with-well-being (дата звернення: 21.02.2025)
107. Xinsu Group R&D Center / Minax Architects" 20 Feb 2019. ArchDaily. Режим доступу: https://www.archdaily.com/911630/xinsu-group-r-and-d-center-minax-architects (дата звернення: 7.03.2024)