

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ДИЗАЙНУ І МИСТЕЦТВ

Факультет «ДИЗАЙН СЕРЕДОВИЩА»

Кафедра «Архітектури»

СТОРЧАЙ Діана Олександрівна
РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ (REBUILDING)
ГІМНАЗІЇ № 46 у м. ХАРКОВІ
Reconstruction and rebuilding of gymnasium No. 46 in Kharkiv

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО «Бакалавр»
зі спеціальності 191 «Архітектура та містобудування»

Бакалаврська робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело.

 Діана СТОРЧАЙ

Керівник: Сергій ІЛЬЧЕНКО,
доктор філософії з архітектури та містобудування, старший викладач
Консультант: Олександр КОЛЕСНИКОВ,
старший викладач.

Харків-2024

Харківська державна академія дизайну і мистецтв

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення

"Дизайн середовища"

Кафедра, циклова комісія

архітектури

Ступінь вищої освіти

бакалавр

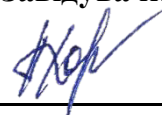
Спеціальність

191 «АРХІТЕКТУРА ТА МІСТОБУДУВАННЯ»

(шифр і назва)

Спеціалізація

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри

Наталя ХОРОЯН

29.04.2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
(КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ) СТУДЕНТЦІ
СТОРЧАЙ Діані Олександрівні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проєкту (роботи)

Реконструкція та відновлення (rebuilding) гімназії № 46 у м. Харкові

Керівник проєкту (роботи)

Ільченко Сергій Анатолійович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 29 " квітня 2024 р. № 110

2. Строк подання студентом проєкту (роботи)

18.06.2024

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) :

Типовий проєкт існуючої будівлі, топогеодезичні знімання М 1:200, 1:500, фотофіксації,
Технічний звіт-обстеження, типологічні рішення групової фази роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

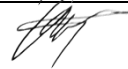
Вступ (актуальність роботи, постановка проблеми), науково-дослідний розділ,
містобудівні рішення, архітектурно-планувальні рішення, конструктивні рішення,
теплотехнічний розрахунок, список літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Ситуаційний план (схема) (М 1: 2000), Генеральний план (схема) (М 1:500,)

Фасади (4) (М 1:200), розрізи суміщені з фасадом (2) (М 1:200), плани поверхів 4 (М 1:200) конструктивний розріз фрагменту будівлі(М1:50), діаграми, перспективні зображення

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Аналіз ситуації	Ільченко С.А., ст. викл. каф. архітектури ХДАДМ	06.05.2024 	17.05.2024 
Генеральний план	Ільченко С.А., ст. викл. каф. архітектури ХДАДМ	17.05.2024 	22.05.2024 
Об'ємно-планувальне рішення	Ільченко С.А., ст. викл. каф. архітектури ХДАДМ	22.05.2024 	27.05.2024 
Архітектурні конструкції	Колесников О.Є., ст. викл. каф. архітектури ХДАДМ	27.05.2024 	04.06.2024 
Теплотехнічний розрахунок	Колесников О.Є., ст. викл. каф. архітектури ХДАДМ	04.06.2023 	10.06.2023 

7. Дата видачі завдання 06.05.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір та опрацювання конкретної містобудівної ситуації для розміщення об'єкта проектування: обстеження, дослідження, фотофіксація (або пошуки в інтернеті), схематизація ситуації проектування. Соціальний та містобудівний контекст. Проблематизація.	17.05.2024	виконано
2	Самовизначення, формулювання концепції та проектної задачі. Пошуки варіантів об'ємно-просторового і планувального рішення об'єкту. Затвердження ескізу-ідеї.	22.05.2024	виконано
3	Комплексне проектування об'єкту, уточнення зонування, опрацювання об'ємно-просторової структури, функціонального зонування, організації руху, конструктивної структури об'єкту.	27.05.2024	виконано
4	Уточнення розділів генерального плану, просторових технологічних рішень по проектуваному об'єктові. Виконання креслень ескізу. Затвердження ескізу проектного рішення.	04.06.2024	
5	Розробка креслень проекту та компоновання графічних матеріалів проекту. Затвердження ескізу експозиції.	10.06.2024	
6	Виконання демонстраційного матеріалу і пояснювальної записки до проекту, виконання теплотехнічного розрахунку. Передзахист проекту.	15.06.2024	

Студент

Діана СТОРЧАЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Сергій ІЛЬЧЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)



метадані

Заголовок

Пояснювальна_записка_4_АПС_20_Сторчай_

Автор

Науковий керівник / Експерт

- Сторчай

С. Ільченко

підрозділ

KSADA

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Б	0
Інтервали	A→	1
Мікропробіли	:	6
Білі знаки	®	0
Парафрази (SmartMarks)	a	13

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

2.15%

2.15%

КП 1

25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

0.59%

0.59%

КП 2

5115

Кількість слів

0.63%

0.63%

КЦ

40706

Кількість символів

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Копію тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Technological features of metal structures strengthening by gluing of high-strength FRP-systems during reconstruction Ірина Руднева;	30	0.59 %
2	Technological features of metal structures strengthening by gluing of high-strength FRP-systems during reconstruction Ірина Руднева;	22	0.43 %
3	http://khimvolokno.com.ua/wp-content/uploads/2018/01/Proekt-organizatsiyi-budivnytstva-Rekonstruktsiya-obladnannya-pylovlovyuvachiv-pylosystem-kotloagregatu-BKZ-220-100-GTS-st.-5.pdf	19	0.37 %

4	http://khimvolokno.com.ua/wp-content/uploads/2018/01/Proekt-organizatsiyi-budivnytstva.-Rekonstruktsiya-obladnannya-pylovloviyuvachiv-pylosystem-kotloagregatu-BKZ-220-100-GTS-st.-5.pdf	15	0.29 %
5	http://um.co.ua/13/13-2/13-24110.html	11	0.22 %
6	Technological features of metal structures strengthening by gluing of high-strength FRP-systems during reconstruction Ірина Руднева;	8	0.16 %
7	Technological features of metal structures strengthening by gluing of high-strength FRP-systems during reconstruction Ірина Руднева;	5	0.10 %

з бази даних RefBooks (1.27 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
джерело: Paperity			
1	Technological features of metal structures strengthening by gluing of high-strength FRP-systems during reconstruction Ірина Руднева;	65 (4)	1.27 %

з домашньої бази даних (0.00 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
------------------	-----------	--	--

з програми обміну базами даних (0.00 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
------------------	-----------	--	--

з Інтернету (0.88 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	http://khimvolokno.com.ua/wp-content/uploads/2018/01/Proekt-organizatsiyi-budivnytstva.-Rekonstruktsiya-obladnannya-pylovloviyuvachiv-pylosystem-kotloagregatu-BKZ-220-100-GTS-st.-5.pdf	34 (2)	0.66 %
2	http://um.co.ua/13/13-2/13-24110.html	11 (1)	0.22 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------

ЗМІСТ

I. ВСТУП	1
1.1 Мета і завдання роботи	1
II. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	2
2.1 Актуальність дослідження.....	2
2.2 Вітчизняний та зарубіжний досвід проектування, відновлення та посилення конструкцій малоповерхових каркасних будівель громадського призначення	3
2.2.1 Методи підсилення конструкції будівлі	6
2.2.2 Приклади проектів реконструкції малоповерхових громадських будівель.....	9
III. МІСТОБУДІВНІ РІШЕННЯ.....	9
3.1 Природно-кліматичні особливості ділянки забудови	9
3.2 Геодезичні особливості ділянки забудови	10
3.3 Опис ділянки проектування та її розташування в системі району	11
3.4 Аналіз стану будівлі та ділянки забудови.....	12
IV. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	14
4.1 Архітектурна ідея проекту.....	14
4.2 Планувально-функціональна організація об'єкта.....	15
4.3 Принцип просторової, композиційно-функціональної організації об'єкта.....	16
4.4 Техніко-економічні показники об'єкта	17
V. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	18
5.1 Конструктивна схема.....	18

5.2	Фундаменти	18
5.3	Стіни та перегородки.....	18
5.4	Перекриття	18
5.5	Покрівля	19
5.6	Фасадне рішення.....	19
5.7	Рішення внутрішнього простору.....	20
5.8	Інженерно-технічні рішення.....	21
VI.	ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	23
VII.	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	25

I. ВСТУП

1.1 Мета і завдання роботи

З перших днів повномасштабної агресії Російської Федерації українська система освіти зазнає жорстокого удару. За два роки окупанти зруйнували або пошкодили понад 10% шкіл країни. За даними Міністерства освіти і науки України, станом на травень 2024 року від бомбардувань та обстрілів постраждали 3798 закладів освіти, 365 з них зруйновано повністю.[1] Це призвело до масового позбавлення українських дітей доступу до освіти, що є фундаментальним правом людини.

Тривала перерва в навчанні, відсутність спілкування з однолітками та вчителями негативно впливають на розвиток дітей. Вони втрачають знання, набуті навички, а також базові комунікативні та соціальні здібності. Це підтверджують як дані опитувань, так і результати оцінювання успішності учнів. [2]

Однак, попри всі складнощі, освітня система України продовжує жити та розвиватися навіть в умовах війни. Школи шукають шляхи забезпечення безперервного навчального процесу. Громади об'єднуються, щоб знайти кошти на відбудову пошкоджених шкіл, облаштування бомбосховищ та забезпечення учнів і вчителів необхідними гаджетами для дистанційного навчання.

Цей проект покликаний покращити якість та безпеку освітнього процесу в Україні, він передбачає забезпечення реконструкції та модернізації освітніх закладів, які зазнали шкоди або були повністю зруйновані внаслідок збройної агресії Росії.

Щонайменше 10% з пошкоджених з початку повномасштабного вторгнення шкіл було зруйновано вщент. Це означає, що тисячі українських дітей

втрапили доступ до освіти та змушені навчатися в небезпечних або невідповідних умовах.

Найбільш критична ситуація склалася на Сході України, де зосереджена більшість пошкоджених шкіл. За статистикою Міністерства освіти і науки України, лише у *Харківській області станом на червень 2024 року було зруйновано 73 та пошкоджено 707 закладів освіти.* [3]

Цей дипломний проект присвячений реставрації та модернізації гімназії № 46 ім. М. В. Ломоносова у місті Харкові. На жаль, як і багато інших населених пунктів України, Харків зазнав значних руйнувань внаслідок військового конфлікту.

Метою даного проекту є не лише відновлення зруйнованих елементів будівлі гімназії а й модернізація будівлі згідно з принципами сталого розвитку, що включає в себе: забезпечення енергоефективності, використання екологічно чистих матеріалів та впровадження сучасних технологій, що економлять ресурси при експлуатаванні будівлі. Основним аспектом є підвищення безпеки працівників навчального закладу та учнів шляхом зміцнення конструкції будівлі та створення додаткових захисних споруд на випадок надзвичайних та небезпечних ситуацій.

II. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Актуальність дослідження

Збройні конфлікти, що тривають у різних частинах світу, мають руйнівні наслідки, впливаючи не лише на життя людей, але й на критичну інфраструктуру. Школи, лікарні, культурні центри та інші важливі громадські будівлі піддаються обстрілам, що позбавляє людей доступу до необхідних послуг і перешкоджає відновленню нормального життя.

Відновлення зруйнованих будівель та інфраструктури – це не лише питання гуманітарної допомоги, але й важливий фактор стабілізації суспільства та економічного розвитку. Міжнародні організації, такі як ЮНЕСКО, Червоний Хрест та численні благодійні фонди, докладають значних зусиль для допомоги постраждалим країнам у цій важливій справі.

Згідно з даними ЮНІСЕФ, руйнування шкіл та перебої в електропостачанні в Україні через обстріли критичної інфраструктури завдають значного удару по системі освіти. Мільйони дітей втрачають можливість навчатися як у звичайному режимі, так і онлайн, що ставить під загрозу їхнє майбутнє.

Навчальні заклади відіграють важливу роль не тільки як місця здобуття освіти, але й як соціокультурні центри, що сприяють соціалізації та роблять певні території більш привабливими для життя. Відновлення пошкоджених шкіл включає не лише ремонт будівель, але й модернізацію всієї системи освіти. Міністерство освіти і науки України планує переглянути організацію навчального процесу після війни, приділяючи особливу увагу цифровій трансформації та розширенню міжнародної співпраці.

Відновлення зруйнованих будівель та інфраструктури – це складний та багатогранний процес, який вимагає значних зусиль та ресурсів. Проте, крім подолання наслідків війни, цей процес відкриває можливості для модернізації та покращення умов життя.

2.2 Вітчизняний та зарубіжний досвід проектування, відновлення та посилення конструкцій малоповерхових каркасних будівель громадського призначення

Вітчизняний досвід

1. Гімназія №47 у м. Харкові. VILNA School, яка зазнала руйнувань від російського ракетного обстрілу 4 липня 2022 року. Будівля втратила кілька поверхів, рухнули перекриття, вибухом повибивало вікна.

а)

б)

Рис. 2.2.1 V i l n a S c h o o l : а) перспектива б) аксонометрії

Будівля має складну структуру, що поєднує дерев'яні об'єми функціональних блоків із складною полігональною структурою рекреаційного простору. Використання дерева на фасаді підкреслює природну орієнтацію архітектури та виражене ставлення до екології, що є частиною освітнього процесу. Перший поверх вирізняється прозорістю завдяки великій заскленій вхідній групі та внутрішнім дворикам, відокремленим склом від основного простору. Полігональні дахи будівлі органічно вписуються в навколишній ландшафт, створюючи відчуття природного продовження лісу та пагорбів.

Команда архітекторів переосмислила рекреаційну функцію, поєднавши її з функціональними елементами. Вони створили громадський мультифункціональний простір у межах навчального закладу, що включає відкритий простір для спілкування, зону кафетерії, читальний зал з робочими місцями, амфітеатр для відкритих лекцій, місце зустрічей і виступів школярів, а також види на внутрішні дворики, що створюють візуальні коридори між внутрішнім та зовнішнім просторами.

Проект VILNA School відповідає сучасним тенденціям в архітектурному проектуванні шкіл, міжнародним стандартам та критеріям Active House. Включено наступні елементи сталої архітектури та альтернативних джерел енергії:

1. Тепловий насос, що використовує енергію землі для обігріву взимку та охолодження влітку.

2. Мультифункціональне скло та рулонні ролети на кожному вікні для регулювання температурного режиму та прогріву повітря в аудиторіях.
3. Сонячні батареї на даху, що забезпечують потреби навчального закладу.
4. Сучасна система вентиляції з вбудованими датчиками CO₂ для комфортного перебування у приміщенні.
5. "Розумне" LED-освітлення, що змінює температуру світла протягом дня відповідно до циркадних ритмів людини.
6. Трирівнева система очищення води. [4]

Зарубіжний досвід

У зарубіжних країнах також широко використовуються каркасні конструкції в будівництві малоповерхових будівель громадського призначення. Існують різні методи проектування, відновлення та посилення цих конструкцій, які адаптовані до місцевих умов та специфічних вимог.

1. Шкільна група «De La Pomme De Pin » у Франції. Архітектори: Céline Teddé & Jérôme Apack architectes + DSA Damien Surocca Architectes. Площа: 4138 m². Рік: 2015

Для проєкту було обрано централізовану композиційну схему. Головний вхід до школи розташований у північно-західній частині ділянки, щоб учні могли проходити до школи через захищену територію. Також біля входу до будівлі створено відкритий громадський простір, поєднаний із функціональною структурою учнівських груп на трьох поверхах. На невеликій ділянці було необхідно знайти оптимальне рішення для організації ігрових майданчиків великого розміру, забезпечуючи прямий зв'язок зі школою: вестибюль із гардеробними, які логічно розташовані на першому поверсі, а також основну навчально-виховну групу приміщень.

Рис.2.2.2 Перспективне зображення оточуючого середовища школи

Рис.2.2.3 План першого поверху будівлі

Внутрішній простір має зручну циркуляцію та хороший розподіл класних кімнат з видом на шкільне подвір'я з південного боку. Північно-східний фасад непрозорий і більш захищений з боку вулиці, тут розташовані кімнати відпочинку та приміщення для персоналу. Вікна їдальні виходять на південно-східну частину фасаду. Ця частина будівлі має відкритий простір, захищений критим ігровим майданчиком, що дозволяє дітям виходити у двір з їдальні в будь-яку погоду. [5]

2.2.1 Методи підсилення конструкції будівлі

Малоповерхові каркасні будівлі є популярними завдяки своїй економічності, швидкості будівництва та гнучкості в архітектурних рішеннях. Ці будівлі широко використовуються для громадського призначення, включаючи школи, лікарні, культурні центри та адміністративні будівлі. Проектування, відновлення та посилення конструкцій таких будівель вимагає врахування місцевих кліматичних умов, нормативних вимог та сучасних технологій. Після руйнувань, спричинених війною та природними катастрофами, в Україні розроблено спеціальні методики для швидкого відновлення малоповерхових каркасних будівель. Особлива увага приділяється використанню легких та міцних матеріалів, що дозволяє зменшити навантаження на фундамент та скоротити терміни будівництва. Посилення конструкцій здійснюється за допомогою додаткових металевих елементів, зміцнення фундаменту та стін. Використовуються сучасні композитні матеріали, такі як вуглецеві волокна, що підвищують стійкість конструкцій до сейсмічних впливів.

Використання вуглецевих волокон

Полімерні пластини, армовані вуглецевим волокном (CFRP), виготовляються з полімерного композиту, що містить вуглецеві нитки товщиною від 5 до 15 мікрон. Завдяки своїм винятковим технічним характеристикам, зокрема високій твердості, вуглецеве волокно значно перевершує метал, що дозволяє його використовувати у військовій промисловості, аерокосмічній галузі та будівництві. Технологія підсилення включає наклеювання вуглецевих стрічок на поверхні армованих елементів за допомогою спеціальних клеїв.

Використання CFRP забезпечує надійні та ефективні системи підсилення конструкцій. Ці рішення складаються з пластин і стрижнів CFRP, а також конструкційних клеїв на основі епоксидної смоли. Вони широко застосовуються для підсилення динамічно та статично навантажених будівель та інших конструкцій, таких як мости, балки, стелі та стіни, забезпечуючи тривалу експлуатаційну довговічність.

Композитні матеріали, такі як вуглецеві волокна, відзначаються високою міцністю та малою вагою, що робить їх ідеальними для підсилення конструкцій без значного збільшення навантаження. Вуглецеве волокно та інші композити мають високу продуктивність, адже маючи невелику вагу, вони можуть витримувати значні навантаження. Вуглецеве волокно, завдяки своїй гнучкості та легкій вазі, легко переміщати. Модулі можна транспортувати та з'єднувати для створення більших збірок, що робить композитні конструкції набагато гнучкішими, ніж традиційні будівлі. Це дозволяє адаптувати їх під різні потреби, що не завжди можливо при використанні звичайних матеріалів. [6]

Використання склопластика

Склопластик використовується для тих самих цілей, що й вуглепластик, але має різні характеристики і може бути застосований у випадках, коли важлива прозорість або хімічна стійкість. Ця технологія використовує скловолоконні композитні матеріали, які складаються зі скловолокна, просоченого

полімерною смолою. Основні переваги цього матеріалу включають низьку вагу разом з високою міцністю, стійкість до корозії, низьку теплопровідність і доступність за ціною. Склопластикова (композитна) арматура — це міцний стержень, виготовлений зі склопластику і армований вуглепластиковою ниткою, що підсилює стержень і забезпечує надійну адгезію з бетоном. Для з'єднання склопластикової арматури використовують спеціальні пластикові хомути, не потрібне зварювання, як у випадку з металевією арматурою.

У Європі та Америці деякі історичні мости були відновлені за допомогою композитних матеріалів з підсиленням FRP. Методи з'єднання таких систем з розтягнутою зоною конструкції можуть включати мокре укладання, попереднє напруження або приклеювання пултрузійних пластин. Наприклад, в Італії міст Корона, який є пішохідним чавунним аромним мостом [7], був підсилений за допомогою полімерних матеріалів, армованих арамідними волокнами. У США міст Крістін Крік 1-704 був підсилений плитами CFRP [8]. У Великобританії однопрольотний транспортний міст Слаттокса, побудований у 1936 році, був підтриманий дванадцятьма двотавровими балками, які були посилені пластинами з вуглецевого волокна CFRP. Це збільшило несучу здатність мосту з 170 кН до 400 кН [9]. Застосування FRP дозволило заощадити близько 40%, порівняно з традиційним методом підсилення з використанням металу, який вимагав встановлення світлофорів для контролю потоку транспортного руху. [10]

Для підсилення стакана (підколонника) проти розколювання доцільно використовувати залізобетонну або металеву обойму. Посилення залізобетонною обоймою проводиться аналогічно до посилення інших типів фундаментів. Металева обойма має свої особливості. Навколо периметра стакана встановлюються поздовжні кутики, які закріплюються розчином і з'єднуються між собою металевими пластинами шляхом зварювання. Після цього всю конструкцію штукатурять цементно-піщаним розчином. Якщо є ризик продавлювання фундаменту колоною, потрібно зменшити

навантаження під колоною. Це можна досягти шляхом встановлення металевої обойми, яка передає частину навантаження на верхню частину стакана. При проведенні робіт слід забезпечити повне прилягання елементів підсилення до існуючих конструкцій. Це досягається використанням вирівнювального шару розчину під металеві пластини та з'єднанням пластин обойми з арматурою колони за допомогою зварювання. [11]

2.2.2 Приклади проектів реконструкції малоповерхових громадських будівель

Гарним прикладом вдалої реконструкції без знесення, або так званої реконструкції з адаптацією є один з корпусів **Університету Твенте в Енсхеде, Нідерланди.**

Будівлю спроектували Civic Architects, VDNDP, Studio Groen+Schild і DS Landscape architects. Вона включає в себе класи, лабораторії, навчальний центр, офіси, ресторан і три сади у внутрішньому дворіку, на території площею 13 605 м². Факультет вирішив трансформувати колишню лабораторію «Langezijds», побудовану в 1972 році, замість будівництва нового об'єкту. Існуюча споруда з розмірами: довжина 220 метрів і глибина 38 метрів, з низьким першим поверхом і високим верхнім рівнем. Архітектура символізує глобальну місію сталого розвитку ІТС, зберігаючи «бруталістську» структуру в основі. Нова конструкція ефективно адаптується до свого призначення за допомогою однієї реконструкції. Чотири атріуми, висічені в конструкції, забезпечують зелень, свіже повітря та природне денне світло. [12]

III. МІСТОБУДІВНІ РІШЕННЯ

3.1 Природно-кліматичні особливості ділянки забудови

Клімат району (м. Харків, Україна) в якому розташований об'єкт реставрації, є помірно-континентальним з середньорічною температурою повітря $+7,6^{\circ}\text{C}$ і абсолютною мінімальною температурою від -37°C до -40°C . Середньорічна кількість опадів складає 527 мм, а максимальна середньомісячна кількість опадів у липні - 62 мм. Переважаючі вітри у зимовий період йдуть зі східного напрямку із середньою швидкістю 4,5 м/с. Об'єкт розташований на території IV типу місцевості (міська територія з середньою висотою понад 15 метрів) у другому вітровому районі міста Харків. Вітрове навантаження для цього району характеризується характеристичним значенням вітрового тиску 430 Па. Вітрове навантаження при ожеледі враховано для II вітрового району з характеристичним значенням товщини стінки ожеледі 15 мм. Сейсмічна активність характеризується наступними параметрами: вірогідність 10% перевищення сейсмічної інтенсивності в балах за шкалою MSK-64 протягом 50 років - 5 балів, вірогідність 1% перевищення - 6 балів (період повторюваності струсів один раз в 500 і 5000 років відповідно). Об'єкт розташований в рівнинній зоні. [13]

3.2 Геодезичні особливості ділянки забудови

Місто Харків розташоване на північному сході України, на перетині лісостепової та степової зон. Місто локалізується на семи пагорбах. Найвища точка регіону досягає 236 метрів над рівнем моря, а найнижча на рівні близько 94 метрів над рівнем моря; середня висота в долинах коливається від 60 до 70 метрів. Балки та яри часто зустрічаються, особливо в річкових долинах. Харків розташований у басейні річки Сіверський Донець, головні річки якого – Харків, Лопань і Уди – утворюють складну гідрографічну мережу, що формує численні долини і заплави. Ці природні умови активно використовуються для створення зелених зон, парків та місць для відпочинку.

Ґрунти на території Харкова в основному складаються з суглинків, супісків та лесовидних суглинків з різними властивостями водопроникності і

пластичності. Лесовидні суглинки є особливо поширеними і у деяких місцях досягають товщини до 20 метрів. Алювіальні відкладення покривають долини річок і тераси, з товщиною від кількох метрів до 20 метрів.

Потенціальні геологічні проблеми області:

- зсуви;
- утворення ярів;
- ерозійні процеси.

Ці геологічні особливості можуть вплинути на будівництво в будь-якій частині регіону, тому геологічні дослідження дуже важливі для будівництва в Харкові, Змієві, Ізюмі та Лозовій. [13]

3.3 Опис ділянки проектування та її розташування в системі району

Гімназія № 46 розташована на вулиці Державінська, 4-А, у Слобідському адміністративному районі міста Харкова. Вона оточена житловими та комерційними будівлями, а також промисловими підприємствами, такими як завод імені Малишева, що виробляє машини та військову техніку, і завод імені Фрунзе, спеціалізований на металевих виробках. Район також включає розвинену соціальну та культурну інфраструктуру з парками, бібліотеками, культурними центрами і навчальними закладами. Житловий фонд представлений як старими, так і новими масивами з різною кількістю поверхів. Основними матеріалами будівництва є цегла, газобетон та керамоблоки з утепленням з мінеральної та базальтової вати.

Район має добре розвинуту транспортну мережу, включаючи станції метро «Спортивна» та «Метробудівників», що знаходяться у безпосередній близькості до гімназії і забезпечують зручний доступ для дітей, батьків та працівників. Також через район проходять важливі транспортні артерії, такі як проспекти Гагаріна, Героїв Сталінграда та вулиця Плеханівська.

Окремо варто відзначити, що гімназія № 46 має особливе розташування поряд з міським стадіоном «Металіст» і прилеглою до нього великою автомобільною стоянкою. Це створює підвищений рівень трафіку та шумової активності у районі гімназії під час проведення заходів на стадіоні, що також потребує врахування при плануванні будівельних проектів в цьому районі.

Район забудови навколо гімназії № 46 характеризується добре розвиненою соціальною та комунальною інфраструктурою, що забезпечує комфортні та безпечні умови для проживання сімей з дітьми шкільного віку. Це, в свою чергу, створює стійкий попит на освітні послуги гімназії і підкреслює важливість відновлення цього навчального закладу. [13]

3.4 Аналіз стану будівлі та ділянки забудови

За результатами детального обстеження технічного стану Комунального закладу «Харківська гімназія №46 ім. М.В. Ломоносова Харківської міської ради Харківської області» на вул. Державінській, 4-А в м. Харків, виконаного ТОВ «ЕНЕРГОПРОМПРОЕКТ» на замовлення «Департаменту житлово-комунального господарства Харківської міської ради», встановлено наступне.

Гімназія, збудована у 1987 році за типовим проектом 222-1-126 (222-1-158), розрахована на 30 класів (1176 учнів). Триповерхова будівля з технічним підземним поверхом має орієнтовну висоту 12,45 метра, загальну площу 8461,2 м² та такі техніко-економічні показники.

Триповерхова будівля, орієнтовно 12,45 метра заввишки, з технічним підземним поверхом, загальною площею 8461,2 м² та наступними техніко-економічними показниками:

- Площа забудови: 3254,74 м²
- Площа покриттів: 5043 м²
- Площа покриття: 533 м²

- Площа озеленення: 3912 м²
- Продовжність проекрованої огорожі: 394

Водовідведення атмосферних вод з прилеглої території здійснюється відкритим способом відповідно до існуючого рельєфу. Природною основою фундаментів будівлі є ґрунти ІГЕ-3 — суглинки у водонасиченому стані, що мають тугопластичні властивості.

Технічний стан об'єкта позначений як аварійний. Всі пошкодження, дефекти та руйнування є наслідком воєнних дій.

Під час обстеження було встановлено наступне:

- ґрунти основи фундаментів будівлі залишаються у стабільному стані;
- фундаменти не мають нерівномірних просядок, зсувів, кренів та інших дефектів;
- необхідно замінити несучі конструкції каркасу, сходової клітки та вхідної групи;
- деякі зовнішні стінові панелі потребують негайного підсилення та ремонту;
- конструкції каркасу на деяких ділянках об'єкту пошкоджені і потребують ремонту через вичерпання несучої здатності;
- покрівля пошкоджена і також потребує ремонту;
- внутрішнє оздоблення пошкоджено і потребує відновлення;
- склопакети та віконні блоки пошкоджені та непридатні для подальшого використання.

Внаслідок воєнних дій та потрапляння засобів ураження на певних ділянках сталося руйнуванням несучих конструкцій каркасу, що призвело до обвалення 1-3 поверхів, руйнування зовнішніх стінових панелей, скління вікон та гідроізоляційного покриття покрівлі.

Орієнтовний ступінь пошкоджень об'єкта в цілому – 60-65%. [13]

IV. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

4.1 Архітектурна ідея проекту

Цей проект спрямований не лише на відновлення будівлі, але й на популяризацію принципів сталої архітектури в Україні та переосмислення загальної ролі навчального закладу в житті освітян. Предпроектне дослідження виявило переваги ретельно спроектованого простору і те, як архітектурне середовище може діяти як навчальний інструмент поряд із вчителями та книжками. Навчальний простір повинен не тільки відповідати фізичним потребам учнів і шкільного персоналу, але й збагачувати навчальний досвід. Це означає - зосередження на додаткових навчальних просторах поза основним класом, включаючи кімнати для самопідготовки, тихі зони та відкриті класи, що дозволить учням самостійно обирати робоче середовище, яке найкраще відповідає їхнім особистим навчальним уподобанням. Вже на етапі концептуального проектування було розуміння важливості мінімізування негативного впливу на довкілля та взяття за одну із головних задач проекту виконання будівлі з нульовим споживанням енергії (Zero-energy building). Що в свою чергу знизить експлуатаційні витрати.

Проект гімназії виконано з урахуванням довговічності, мінімальними витратами на ремонт та експлуатацію. Зовнішня оболонка будівлі облицьована шаром клінкерної плитки, яка є відгуком на місцеву архітектуру. Використання клінкерної плитки не тільки підкреслює історичний контекст, але й забезпечує високу стійкість до погодних та впливу інших негативних факторів.

Дизайн фасаду забезпечує захист від надмірного сонячного випромінювання, яке заважатиме в процесі навчання, за допомогою сонцерізів та перфорованих навісних стін. Впровадження цих елементів дозволяє зменшити нагрівання приміщень та забезпечити комфортні умови для учнів і

викладачів. При цьому, відсутність зайвих елементів декору на фасаді надає архітектурному образу гімназії стриманості та естетичності, створюючи елегантний вид. Особливістю цього проекту є поєднання сучасних тенденцій, історичного середовища міста та принципів сталого розвитку.

Важливим аспектом є енергозбереження та енергоефективність, за для цього були впроваджені фотоелектричні сонячні панелі, припливно-витяжна вентиляція приміщень із рекуперацією, геотермальні теплові насоси та акумуляція дощової води для використання у технічних цілях. Використання відновлюваних джерел енергії та ресурсі свідчать про використання принципів сталого розвитку при проектуванні.

4.2 Планувально-функціональна організація об'єкта

Об'єктом проектування є десятирічна загальноосвітня школа на 30 класів, що складається з 5 наземних блоків (3-, 2-, 1- поверхових), об'єднаних внутрішнім двором.

За планувальним рішенням установа включає такі зони і приміщення:

- Головних вхід, технічні та аварійні виходи, зони відпочинку, холи та коридори
- Сходові клітини і ліфт
- Гардероб і роздягальні
- Навчальні класи
- Лабораторії для хімії, фізики, біології
- Кабінети інформатики з комп'ютерною технікою
- Майстерні для уроків праці та технології, домогосподарства, крою та шиття.
- Кабінет образотворчого мистецтва
- Адміністративні приміщення
- Спортивний блок і роздягальні

- Кабінет тренера
- Санвузли роздільні
- Бібліотека
- Приміщення медпункту
- Кабінет психолога
- Їдальня та кухня
- Рекреаційні зони
- Технічні та господарські приміщення

4.3 Принцип просторової, композиційно-функціональної організації об'єкта

Комплекс гімназії складається з п'яти масивних блоків, які гармонійно об'єднані у початковій конфігурації, створюючи єдиний архітектурний ансамбль. Форма будівлі зберігає вже існуючий внутрішній двір, де залишилися збережені дерева та зелені зони, що служать місцем для вільного відпочинку освітян. Це забезпечує затишний та безпечний простір для відпочинку та релаксації. Водовідведення атмосферних вод з прилеглої території здійснюється відкритим способом, який враховує природний рельєф місцевості, що допомагає уникнути затоплень.

Проектом передбачена висадка різнотрав'я, чагарників і квітів, які створюють приємний мікроклімат як у внутрішньому дворі, так і в зовнішніх просторах гімназії. Рослини обрані з урахуванням їх стійкості до місцевих кліматичних умов, що сприяє збереженню існуючих видів тварин, які населяють цю територію. У зонах активної фізичної та ігрової діяльності дітей передбачено використання безпечних м'яких покриттів, таких як гумове покриття та штучна трава. Це значно знижує ризик травм і забезпечує комфортне середовище для гри. Крім того, проектом врахована необхідність якісного

освітлення, що забезпечує безпеку та можливість використовувати двір у вечірній час.

Існуюча форма будівлі також відіграє важливу роль у захисті внутрішнього двору від активного сонця, створюючи тіньові зони, які забезпечують комфорт навіть у найспекотніші дні.

Класи розташовані по периметру будівлі з вікнами для природного освітлення. Через географічне розташування будівлі вікна навчальних приміщень орієнтовані на південь і схід, а їдальні – на північ, що може призводити до перегріву повітря в приміщеннях. Для вирішення цієї проблеми встановлені навісні перфоровані стіни та солнцерізи, які створюють буферний шар, що максимізує ефективність природного освітлення, водночас захищаючи від прямих сонячних променів. Для забезпечення достатньої інсоляції шкільних коридорів з вікнами, що виходять на внутрішній двір і орієнтовані на північ та захід, передбачені міжкімнатні світлові та стельові вікна, які наповнюють світлом транзитні зони.

4.4 Техніко-економічні показники об'єкта

Площа забудови, м²: 3680,7

Загальна площа першого поверху, м²: 3639,8

Корисна площа першого поверху, м²: 3559,0

Площа другого поверху, м²: 2809,5

Корисна площа другого поверху, м²: 2728,7

Площа третього поверху, м²: 1708,0

Корисна площа другого поверху, м²: 1679,1

Продовженість проектованої огорожі, м: 440

V. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

5.1 Конструктивна схема

Конструктивна система будівлі складається із залізобетонного збірно-монолітного каркасу з сітковою структурою кроком 6000х6000 мм зі збірних залізобетонних колон перерізом 400х400 мм. Це повнозбірний каркас.

5.2 Фундаменти

Фундаменти під колони каркасу виконані зі збірних залізобетонних елементів стаканного типу за розмірами 1300х1300х1050 М200, а під пінобетонні стіни — зі збірних стрічкових елементів 1200х1000х400, які забезпечують належну підтримку легким стінам з пінобетону.

5.3 Стіни та перегородки

Зовнішні стіни будівлі виготовлені з СІП-панелей з оздобленням клінкерною плиткою щільність яких дорівнює 200 кг/м³, товщиною 270 мм. Внутрішні стіни для сепарації приміщень виконані із газоблоків розмірами 100х500х625. Висота стіни на один поверх становить 3000 мм без урахування висоти плити перекриття.

5.4 Перекриття

Перекриття складаються зі збірних залізобетонних багатопустотних плит із круглими пустотами з параметрами довжина - 5780 мм, ширина - 1490 мм, товщина - 220 мм, навантаження - 800 кг/м², та ребристих плит з довжиною 5970 мм, шириною 2980 мм, товщиною 220 мм із отворами для прокладання

інженерних мереж, таких як електропроводка, водопостачання та вентиляція, без порушення цілісності перекриттів.

5.5 Покрівля

У проекті використовується плоска неексплуатована покрівля з інтеграцією сонячних панелей. Це рішення сприяє підвищенню енергоефективності будівлі, дозволяючи значно знизити витрати на електроенергію за рахунок використання відновлюваних джерел енергії. Сонячні панелі розташовані таким чином, щоб максимально використовувати доступне сонячне світло протягом дня, що підвищує їхню продуктивність і ефективність. Конструкція покрівлі передбачає також застосування теплоізоляційних матеріалів, які допомагають підтримувати оптимальний мікроклімат всередині будівлі, знижуючи теплові втрати в холодну пору року і перегрівання влітку.

5.6 Фасадне рішення

Фасад будівлі виконаний із зовнішнім шаром з червоної клінкерної плитки, доповнений солнцерізами та навісними перфорованими стінами, які слугують захистом від сонця.

Червона клінкерна плитка забезпечує фасад естетичний вигляд, підкреслюючи архітектурну виразність будівлі. Цей матеріал характеризується високою міцністю, стійкістю до атмосферних впливів та довговічністю, що дозволяє зберегти первісний зовнішній вигляд протягом тривалого часу. Клінкерна плитка також має низьке водопоглинання, що підвищує її морозостійкість і захищає будівлю від негативного впливу вологи.

Солнцерізи є екологічною стратегією охолодження будівель без додаткового споживання енергії, встановлені на фасаді, ефективно зменшують надмірне сонячне випромінювання, запобігаючи перегріванню приміщень у теплу пору

року. Вони розташовані під певним кутом, що дозволяє блокувати прямі сонячні промені, одночасно забезпечуючи достатній рівень природного освітлення всередині будівлі. Солнцерізи також створюють динамічні світлотіньові ефекти на фасаді, додаючи будівлі сучасного вигляду.

Навісні перфоровані стіни додають фасаду додатковий захисний шар. Перфорація забезпечує природну вентиляцію та вільну циркуляцію між зовнішнім шаром і фасадом будівлі, сприяючи природному охолодженню та зменшенню вологості, покращуючи загальний мікроклімат та запобігаючи накопиченню тепла, тим самим підвищуючи комфорт внутрішнього середовища. Перфоровані стіни сприяють зменшенню використання кондиціонерів і опалювальних систем, що призводить до зниження викидів CO₂ та сприяє збереженню навколишнього середовища. Перфоровані стіни також слугують декоративним елементом, додають будівлі сучасного та стильного вигляду. Візуальні ефекти, створені світлотінню, роблять фасад більш динамічним і привабливим, що гармонійно поєднується з червоною клінкерною плиткою.

5.7 Рішення внутрішнього простору

На підтримку стриманому об'єднаному екстер'єру інтер'єри школи виконані, наскільки це можливо з огляду на функцію, в мінімалістичному стилі з використанням великої кількості клеєної деревини. Інтер'єри доповнені світлими відтінками, які створюють затишну атмосферу, що сприяє комфортному перебуванню.

Внутрішні приміщення організовані з урахуванням потреб дітей різного віку та інтересів. Наприклад, класні кімнати можна легко трансформувати в зони відпочинку або креативних занять. Це досягається завдяки використанню

легких ергономічних меблів та , що забезпечують комфортне середовище для навчання та відпочинку. Додатково з класних кімнат є вихід на тераси, де можна організувати невелику оранжерею для розвитку природознавчих навичок у дітей.

Коридори обладнані місцями для відпочинку, зокрема зручними сидіннями на підвіконнях, а також крейдовими стінами, де діти можуть проявляти свою творчість. Стельові вікна між поверхами додають простору та світла, створюючи відчуття відкритості та зв'язку між приміщеннями. Вони також служать додатковою вертикальною комунікацією повітря, покращуючи вентиляцію.

Для оздоблення стін школи використовується комбінація дерев'яних стінових панелей та оштукатурених поверхонь, пофарбованих у світлі тони. Це поєднання додає інтер'єрам природної теплоти та сучасного вигляду.

Підлоги виконані з використанням довговічних та надійних матеріалів. Зокрема, у приміщеннях використовуються наливні епоксидні покриття, гумове покриття для спортивної зали та керамограніт для зон з підвищеним навантаженням.

Стелі оздоблені звукоабсорбуючими матеріалами, які також мають антистатичний ефект, щоб запобігти накопиченню пилу. Дроти та інші інженерні комунікації приховані за допомогою спеціальних систем для стель, що забезпечує чистий та організований вигляд приміщень.

5.8 Інженерно-технічні рішення

Вентиляція

В навчальних закладах надзвичайно важливо мати ефективні системи вентиляції, які забезпечують високу якість повітря, видалення шкідливих речовин, а також контроль температури і вологості в приміщеннях. Система

вентиляції повинна забезпечувати постійний притік свіжого повітря та видалення забрудненого. Найчастіше використовують комбіновану вентиляцію з механічним і природним спонуканням. У даному проекті застосована припливно-витяжна вентиляційна система з рекуперацією тепла, що дозволяє зберігати енергію, знижуючи витрати на опалення та охолодження приміщень [18].

Водопостачання, водовідведення і опалення

В будівлі школи передбачена інтегрована система водопостачання, що забезпечує подачу води питної якості для господарсько-питних та виробничих потреб. Проектом передбачено використання систем акумулювання дощової води для технічних цілей, таких як полив зелених насаджень та технічне обслуговування будівлі.

Холодну та гарячу воду підводять до умивальників у класних кімнатах, медпункті, їдальні, санвузлах, до раковин та мийок у навчальних майстернях і їдальні, а також до змішувачів душових кабін та внутрішніх поливальних кранів. Температура води, що надходить до кранів, не повинна перевищувати 60°C [18]. Для опалення будівлі використовуються геотермальні теплові насоси, які є енергоефективним і екологічним рішенням. У випадку можливих перебоїв у постачанні гарячої проточної води передбачена система резервного гарячого водопостачання, яка забезпечить безперебійну подачу гарячої води в будь-яких умовах [19].

I. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Теплотехнічний розрахунок для будівлі, яка зводиться в м. Харків – перша температурна зона. Для проведення теплотехнічного розрахунку стіни з SIP-панелі (Structural Insulated Panel), що складається з клінкерної плитки, базальтової вати різної щільності, ЦСП і інших матеріалів з загальною товщиною 270 мм, необхідно розрахувати опір теплопередачі кожного шару та загальний опір теплопередачі конструкції.

№ п/п	Найменування шару	Щільність ρ_0 , кг/м ³	Товщина δ , м	Теплопровідність λ_p , Вт/(м ² ·К)
1.	Клінкерна плитка на клейовій суміші	2000	8	1.3
2.	Базальтова вата	150	100	0.045
3.	Базальтова вата	200	150	0.04
4.	ЦСП (цементно-стружкова плита)	1400	12	0.22

Розрахунок теплового опору кожного шару:

Тепловий опір R кожного шару розраховується за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

де (δ) — товщина шару в метрах, (λ) — коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

1. Клінкерна плитка (8 мм):

$$R_{\text{клінкер}} = \frac{0.008}{1.3} \approx 0.00615 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

2. Базальтова вата (100 мм, 150 кг/м³):

$$R_{\text{вата 150}} = \frac{0.1}{0.045} \approx 2.22 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

3. Базальтова вата (150 мм, 200 кг/м³):

$$R_{\text{вата 200}} = \frac{0.15}{0.04} \approx 3.75 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

4. ЦСП (12 мм):

$$R_{\text{цсп}} = \frac{0.012}{0.22} \approx 0.0545 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

Загальний тепловий опір стіни:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{клінкер}} + R_{\text{вата 150}} + R_{\text{вата 200}} + R_{\text{цсп}}$$

$$R_{\text{заг}} = 0.00615 + 2.22 + 3.75 + 0.0545 \approx 6.03 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі (U):

$$U = \frac{R_{\text{заг}}}{1}$$

$$U \approx \frac{1}{6.03} \approx 0.166 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

II. Отже, загальний коефіцієнт теплопередачі стіни з SIP-панелі становить приблизно 0.166 Вт/(м²·К).

III. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інфографіка руйнувань освітніх установ в Україні під час війни.
URL: <https://saveschools.in.ua/> (дата звернення: 15.06.2024)
2. Війна та освіта. 2 роки повномасштабного вторгнення. Бриф за результатами дослідження. Київ - 2024 р.
URL:
<https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2024/02/10/Bryf.Viyna.ta.osvita.Dva.roky.povnomasshtabnoho.vtorhnennya.2024.ukr-10.02.2024.pdf> (дата звернення: 15.06.2024)
3. Інфографіка руйнувань освітніх установ в Харківській області під час війни. URL: <https://saveschools.in.ua/#harkivska-oblast-popup> (дата звернення: 15.06.2024)
4. Проект відновлення Харківської гімназії № 47 у м. Харкові, Україна.
URL: https://ik-architects.com/ua/portfolio_page/vilna-school/ (дата звернення 14.06.2024)
5. Шкільна група «De La Pomme De Pin » у Франції. Céline Teddé & Jérôme Apack architectes + DSA Damien Surocca Architectes
URL: <https://www.archdaily.com/889144/groupe-scolaire-de-la-pomme-de-pin-celine-tedde-and-jerome-apack-architectes>
(дата звернення 14.06.2024)
6. УДК 624.012:69.07, О. І. Танчук, В. М. Андрухов, РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА ПІДСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ ВУГЛЕЦЕВОЮ СТРІЧКОЮ, Вінницький національний технічний університет

URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/30425/%D0%A2%D0%B0%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення 14.05.2024)

7. **Ceriolo, L. & Di Tommaso, A. 2001.** Cast Iron Bridge Failure Due to Impact: reduced Vulnerability thcough FRP Composite Materials Strengthening. In National Con! On Structure failures and reliability of civil constructions; Proc. symp., *Istituto Universitario di Architettura di Venezia*, 6-7 December 2001. (дата звернення 15.06.2024)
8. **Miller, T.e., Chajes, M.J" Mertz, D.R. & Hastyings, J. 2001.** Strengthening of a Steel Bridge Girder Using CFRP Plates, *Journal of bridge engineering, ASCE*, 6(6): from 514-522. (дата звернення 15.06.2024)
9. **V. Zerbo, A. Di Tommaso & L. Ceriolo.** FRP strengthening systems for metallic structures: a state ofthe art. *Structural Analysis of Historical Constructions Modena, Lourenço & Roca (eds), 2005. Taylor & Francis Group, London, ISBN 04 15363799.*
URL: <http://www.hms.civil.uminho.pt/sahc/2004/891.pdf> (дата звернення 15.06.2024)
10. Руднєва, І. (2021). Технологічні особливості підсилення металевих конструкцій методом наклеювання високоміцних фіброармованих систем при реконструкції . *Будівельні конструкції. Теорія і практика*, 1(8), 32–43. URL: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.8.2021.32-43> (дата звернення 15.06.2024)
11. Національний стандарт України ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд ДСТУ Б В.3.1-2:2

URL:<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/montazh-mk-nac-onalna-gilka-standarty/6-dstu-b-v-3-1-2-2016-remont-p-dsilennya-nesuchih-ogorodzhuvalnih-bud-velnih-konstrukc-j-ta-osnov-bud-vel-sporud.pdf> (дата звернення 15.06.2024)

12. Міжнародний інститут геоінформаційних наук / Civic Architects + VDND «використовують недосконалості» для модернізації голландського університету.

URL: <https://www.archdaily.com/1009355/international-institute-for-geo-information-sciences-civic-architects-plus-vdndp>

(дата звернення 15.06.2024)

13. ТОВ «ЕНЕРГОПРОМПРОЕКТ» Звіт про результати обстеження технічного стану Харківської гімназії №46 ім. М.В. Ломоносова Харківської міської ради Харківської області за адресою: місто Харків, вулиця Державінська, 4-А; Обліковий номер 170136; ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ; Шифр Ш46/2023-ТЗ; Харків - 2023 р (дата звернення: 14.06.2024)

- 14.ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги"

URL:https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3080743763845318619?doc_type=2 (дата звернення 16.06.2024)

- 15.ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"

URL:https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046?doc_type=2 (дата звернення 16.06.2024)

16. ДБН В.1.1-31:2013 "Захист територій, будинків і споруд від шуму"

URL:https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3083626778627933844?doc_type=2 (дата звернення 16.06.2024)

17. ДБН В.1.1-46:2017 "Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення" URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3074317981392569420?doc_type=2 (дата звернення 16.06.2024)
18. ДБН В.2.2-3:2018 "Заклади освіти" URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199639927805445716?doc_type=2 (дата звернення 16.06.2024)
19. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування." URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3307711387089765865?doc_type=2 (дата звернення 16.06.2024)