

УДК 624.012.3:681.3.06

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.7>

Симонов С.І.

к.т.н., завідувач кафедри «Архітектура»,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

Гаркуша В.С.

к.т.н., доцент кафедри «Архітектура»,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

Пузачова А.С.

аспірант кафедри «Архітектура»,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

Годун Т.М.

старший викладач кафедри «Архітектура»,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

Сергієнко Ю.В.

к.т.н., доцент кафедри «Архітектура»,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

**ПІСЛЯВОЄННА ВІДБУДОВА МАРІУПОЛЯ
ЗА ДОПОМОГОЮ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ «ПРИАЗОВСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

***Анотація.** У статті наводиться приклад застосування BIM-технологій післявоєнної відбудови Маріуполя на прикладі ДВНЗ «Приазовського державного технічного університету». У статті відзначено, що вперше з часів Другої світової війни більшість міст Східної України були зруйновані. Деякі міста, такі як Бахмут, Мар'їнка, Попасна, були повністю знищені, і їх доведеться відновлювати з нуля. Маріуполь став найбільшим містом, на території якого йшли запеклі бойові дії і в наслідок яких на території міста велика кількість будівель та споруд зазнали пошкоджень, частина з них була повністю знищена. Навчальні заклади не стали винятком, у тому числі і вищої школи. У ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» більша частина корпусів була повністю знищена внаслідок бойових дій у Маріуполі. У статті доведено, що найшвидше відновлення міст повоєнної України є найголовнішим завданням, актуальним на даний момент. Провідну роль у цьому відіграватиме будівельна галузь. У статті згадуються досвід відновлення міст після воєн та природних катастроф. Ці міста пізнали багато пошкоджень, але були відновлені. Одним з прикладів було відновлення Варшави. Для цього були задіяні спогади очевидців, документи та збережені візуалізації. Зараз з застосуванням сучасних технологій ми можемо зробити віртуальне відновлення міста, яке можливо втілювати в життя, одразу після його звільнення. Зараз ми маємо не тільки спогади очевидців, а й мільйони фотографій та відео окупованого Маріуполя в інтернеті, що дозволяє нам дізнатися масштаби його пошкоджень онлайн, тому ми можемо розробити план його відновлення вже зараз. Ми маємо фотографії ПДТУ до війни та фотографії, зроблені працівниками ПДТУ після воєнних дій. Також збереглися креслення будівель корпусів ПДТУ, тому вже зараз зроблені декілька візуалізацій, якими вони будуть після деокупації міста. Вже зараз ми можемо створити віртуальний макет ПДТУ, зробити візуалізацію його приміщень та погодити його відновлення з міською радою, а також знайти інвесторів для реалізації цієї ідеї.*

***Ключові слова:** BIM-технології, ЛІРА-САПР, AutoCAD, САПФІР-3D, 3D-моделі.*

Постановка проблеми. Вперше з часів Другої світової війни більшість міст Східної України були зруйновані, деякі міста, такі як Бахмут, Мар'їнка, Попасна, були повністю знищені, і їх доведеться відновлювати з нуля. Маріуполь став найбільшим містом, на території якого йшли запеклі бойові дії, і в наслідок масштабних воєнних дій на території цього міста велика кількість будівель та споруд зазнали пошкоджень, частина з них була повністю знищена. Навчальні заклади не стали винятком, у тому числі і вищої школи, наприклад Приазовський державний технічний університет, більша частина корпусів якого була повністю знищена внаслідок бойових дій у Маріуполі. Реконструкція та відновлення Маріуполя та ПДТУ вже зараз має високу актуальність. У світовій історії був досвід відновлення Варшави, Дрездена, Роттердама, та інших міст, які були знищені не тільки після бойових дій, а й після природних катастроф. Відновлення займало багато років, але технології відтоді пішли далеко вперед, і ми можемо заздалегідь створити планування міста за допомогою комп'ютерних програм, таких як ЛІРА-САПР, AutoCAD, САПФІР-3D, SketchUP, спостерігаючи за містом практично онлайн та коригуючи планування у разі змін у ньому. Ми можемо заздалегідь підготувати макет та шукати інвесторів для його реалізації. Після закінчення війни, не втрачаючи часу, ми можемо починати відновлювати Маріуполь за заздалегідь підготовленими планами.

Аналіз досліджень. Найшвидше відновлення міст повоєнної України є найголовнішим завданням, актуальним на даний момент. Провідну роль у цьому відіграватиме будівельна галузь. Для того щоб люди повертались назад, їм треба десь жити, тому відразу після закінчення бойових дій, треба відновлювати міста для комфортного проживання у них. Житловий фонд, дитячі садки, школи, заклади вищої освіти – це все потрібно відновлювати для повернення наших громадян з-за кордону, тому цим питанням треба займатися вже зараз.

Історія людства знає багато прикладів руйнування міст через війни чи природні катастрофи [1]. Тому Україна може вибрати найбільш зручний для себе шлях відновлення. Так, наприклад, для міста Маріуполя можлива «віялова» система планування, це половина радіально-кільцевої системи. Основним

об'єктом Маріуполя є порт, у міру розширення міста утворюються напівкільцеві вулиці. «Віялова» система характерна для приморських портових міст, що розташовані на водних берегах. Три (п'ять) головних осей Маріуполя розширюються по мірі віддалення від порту та утворюють транспортні вузли поздовжніх та поперечних осей [2]. Ми можемо згадати досвід відбудови німецьких міст Ганновер і Берлін після Другої світової війни як альтернативні моделі повоєнної реконструкції міста. Реконструкцію Ганновера представлено як модель, що передбачала кардинальну модернізацію міської структури, істотну зміну просторової організації міста та територіального розміщення ресурсів. План відбудови Берліну націлений на створення простору для комфортного життя мешканців, тому при проектуванні нових будівель було приділено велику увагу дизайну, просторовому розміщенню та принципам ергономіки [3].

У теперішній час проблемою відбудови міст також займаються дніпровські вчені, які вивчають застосування 3D-друку для потреб післявоєнної відбудови України [4]. Можливо використання будівельних принтерів, за допомогою яких зводять цілі будівлі або їх збірні компоненти швидко та надійно. З точки зору варіації підходів, можливо 3D-друкувати елементи фасаду й дизайну, щоб зробити їх складнішими та більш деталізованими. Технологія також може використовуватися для друку деталей, пристроїв та предметів інтер'єру, виготовлення підлог, несучих та не несучих стін [5].

Мета роботи: забезпечення ефективності процесу відновлення зруйнованих міст за допомогою BIM-технологій на прикладі ПДТУ.

Результати досліджень. Війни та відновлення міст після них були і раніше, одним з прикладом є відновлення Варшави після Другої Світової війни. Це місто пізнало багато пошкоджень, але було відновлено. Для цього були задіяні спогади очевидців, документи та збережені візуалізації. Використовували навіть картини із зображенням міста, датовані 18 століттям. Зараз, з застосуванням сучасних 3D-технологій, ми можемо зробити віртуальне відновлення міста, яке можливо втілювати в життя, одразу після його звільнення. Вже зараз ми можемо створити віртуальний макет ПДТУ, зробити візуалізацію його приміщень та погодити його відновлення з міською

радою Маріуполя, а також знайти інвесторів для реалізації цієї ідеї.

Зараз ми маємо не тільки спогади очевидців, а і багато фотографій та відео окупованого Маріуполя в інтернеті, що дозволяє нам дізнатися масштаби його пошкоджень онлайн, тому ми можемо розробити план його відновлення вже зараз та корегувати його при змінах під час визволення та після закінчення бойових

дій. Так ми маємо фотографії ПДТУ до війни та маємо його фотографії, зроблені працівниками ПДТУ після воєнних дій, та можемо використовувати креслення будівель корпусів ПДТУ, тому вже зараз зроблені декілька візуалізацій, яким він буде після деокупації міста, які представлені нижче. Також ми зараз можемо робити не тільки реконструкцію, а й робити нові проекти на місці, де були знищені будівлі.



Рис. 1. Корпус ПДТУ до війни



Рис. 2. Корпус № 5 після бойових дій (вид зовні)

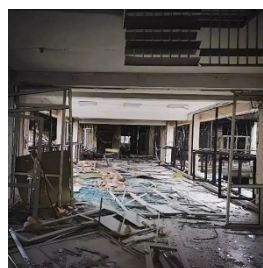


Рис. 3. Корпус № 5 після бойових дій (вид зсередини)



Рис. 4. Візуалізація корпусу ПДТУ

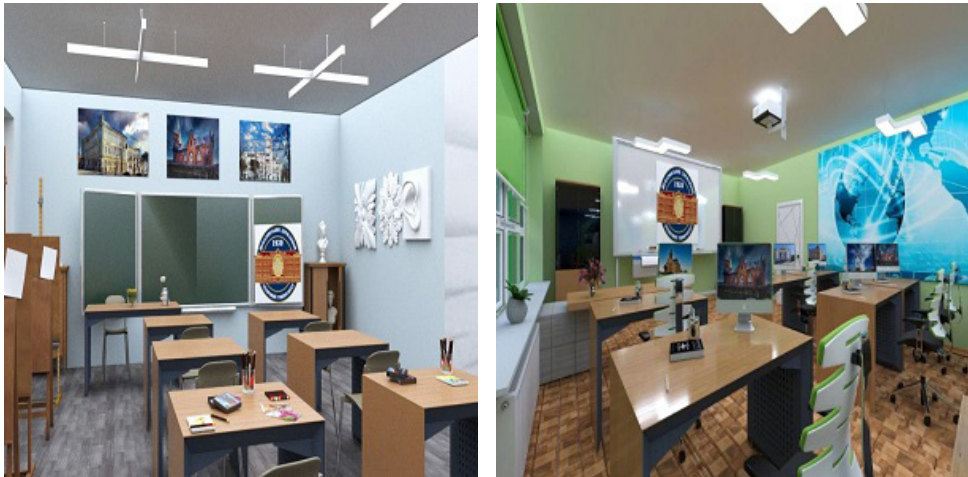


Рис. 5. Проект візуалізації майбутньої реконструкції корпусу № 5 (аудиторія цифрової лабораторії на 2 поверсі корпусу) ДВНЗ ПДТУ, виконаний по кресленням та фотокарткам пошкоджень будівлі у 2022 році

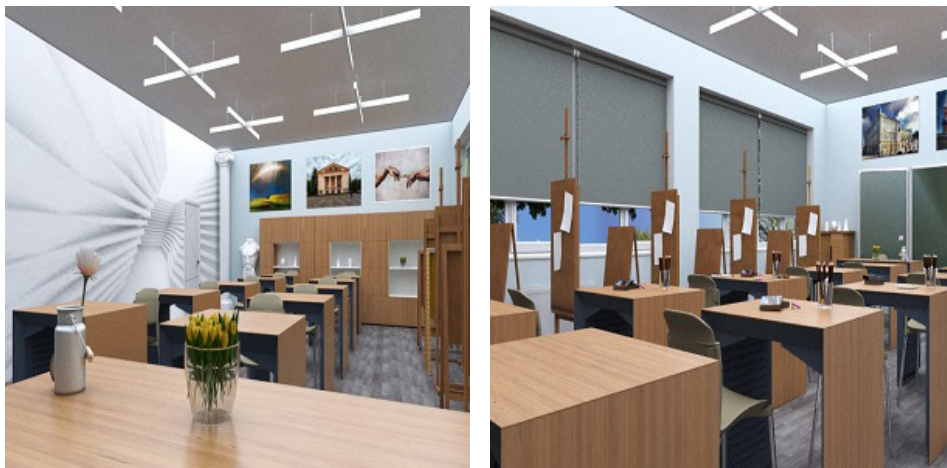


Рис. 6. Проект візуалізації майбутньої реконструкції корпусу № 5 ДВНЗ ПДТУ



Рис. 7. Студентська їдальня до війни



Рис. 8. Проект бізнес-центру



Рис. 9. Студентська їдальня до війни вид збоку



Рис. 10. Екстер'єр проекту бізнес-центру

Висновки. Війни відбуваються майже всю історію людства, тому ми маємо багато прикладів знищення та відновлення міст. Також ми маємо приклади відновлення не тільки після бойових дій, а й після масштабних природних катастроф. Раніше відновлення міст

займало багато років, але сучасні технології не стоять на місці, що може пришвидшити відновлення та реконструкцію будівель. За допомогою застосування сучасних 3D-технологій ми можемо вже зараз незважаючи на бойові дії, що ще йдуть, створити віртуальні будівлі

ПДТУ, розробити їх макети, узгодити їх з планом міста та робити зміни, якщо ще вцілілі будівлі будуть зазнавати пошкодження. Також можливо знайти інвесторів для своїх проектів, які ми можемо будувати і відновлювати, застосовуючи 3D-друк для потреб післявоєнної відбудови України відразу ж після звільнення її території.

Література

1. 7 міст, що були повністю зруйновані, але постали з попелу: URL: <https://dovkola.media/7-mist-shcho-buly-povnistiu-zruynovani-ale-povstaly-z-popelu/>
2. Кюнцлі Р.В., Степанюк А.В., Деякі міркування щодо відбудови зруйнованих війною міст України / Міждисциплінарні дослідження: гуманітарні та природні ресурси, О: Видавництво «Молодий вчений», 2022- с.11-13.
3. Супрун Н.А., Альтернативні моделі повоєнної реконструкції міста: Досвід Німеччини / Економіка відновлення міст, К, 2023- с.169-172
4. Саньков П.М., Ткач Н.О., Шевцова С.А., Палагіна Л.П., Леонова М.Д. Застосування 3D-друку для потреб післявоєнної відбудови України / The 3 International scientific, experience and trends, В: International Science Group, 2022- с.32-37
5. Розмір будівельного ринку 3-D друку, частка та звіт про аналіз тенденцій: URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-constructions-market>

Referenses

1. 7 places that were completely destroyed, but were left behind: URL: <https://dovkola.media/7-mist-shcho-buly-povnistiu-zruynovani-ale-povstaly-z-popelu/>
2. Kunzli R.V., Stepanyuk A.V., Actions for the destruction of war-torn cities in Ukraine / Interdisciplinary research: humanitarian and natural resources, O: publishing house "Young scientist", 2022, pp. 11-13.
3. Suprun N.A., Alternative models of wartime reconstruction of a place: Evidence of Germany / Economics of Renewal Places, K, 2023- p.169-172
4. Sankov P.M., Tkach N.O., Shevtsova S.A., Palagina L.P., Leonova M.D. Design of a 3D hand for the needs of post-war Ukraine / The 3 International scientific, experience and trends, B: International Science Group, 2022- p.32-37
5. The size of the future 3-D market, partly about trend analysis: URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-constructions-market>

POST-WAR RECONSTRUCTION OF UKRAINE WITH THE HELP OF BIM TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF "PRIAZOVSKYI STATE TECHNICAL UNIVERSITY"

Abstract. *The article provides an example of the use of BIM technologies in the post-war reconstruction of Mariupol on the example of Priazovsky State Technical University. The article notes that for the first time since the Second World War, most of the towns of Eastern Ukraine were destroyed, some towns such as Bakhmut, Maryinka, Popasna were completely destroyed and will have to be rebuilt from scratch. Mariupol became the largest city on the territory of which fierce hostilities took place and as a result of large-scale hostilities on the territory of this city, a large number of buildings and structures were damaged, some of them were completely destroyed. Educational institutions are no exception, including higher education, such as Pryazovskyyi State Technical University (PSTU), most of the buildings of which were completely destroyed as a result of hostilities in Mariupol. The article says that the fastest restoration of the cities of post-war Ukraine is the most important task relevant at the moment. The construction industry will play a leading role in this. The article mentions reconstruction of cities after wars and natural disasters. These cities suffered a lot of damage, but were rebuilt. One example was the reconstruction of Warsaw. For this purpose, eyewitness memories, documents and preserved visualizations were used. Now, with the use of modern technologies, we can make a virtual restoration of the city, which can be implemented, immediately after its liberation. Now we have not only the memories of eyewitnesses, but also millions of photos and videos of occupied Mariupol on the Internet, which allows us to find out the extent of its damage online, so we can develop a plan for its restoration right now. So we have photos of PSTU, before the war, and we have his photographs taken by PSTU employees after the war, drawings of the buildings of the PSTU buildings have also been preserved, so several visualizations of what it will be like after the de-occupation of the city have already been made. We can already create a virtual model of PSTU, visualize its premises and coordinate its restoration with the city council, as well as find investors to implement this idea.*

Key words: *BIM-technologies, LIRA-CAD, AutoCAD, SAPPHIRE-3D, 3D-models.*

Simonov S.I

Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of «Architecture»,
SHEI «Pryazovskyi State Technical University», Mariupol

Harkusha V.S.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of «Architecture»,
SHEI «Pryazovskyi State Technical University», Mariupol

Puzachova A.S.

Postgraduate Student at the Department of «Architecture»,
SHEI «Pryazovskyi State Technical University», Mariupol

Godun T.M.

Senior Lecturer at the Department of «Architecture»,
SHEI «Pryazovskyi State Technical University», Mariupol

Sergienko U.V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of «Architecture»
SHEI «Pryazovskyi State Technical University», Mariupol