

between the appearance or development of damage to the building structure and the probable reasons for the deterioration of its technical condition is systematized.

Keywords: building; deformation; hydrogeological regime; forensic building and technical examination; subsidence loess soil.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2021.66.78>
УДК 343.98, 72.01

Олексій Вікторович Командиров
завідувач відділу досліджень проектної документації
та вартості будівельних робіт

ORCID 0000-0002-3655-780x
E-mail: oleksii.komandyrov@kndise.gov.ua

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

Олексій Вікторович Левченко
кандидат архітектури, доцент
кафедра інформаційних технологій в архітектурі

ORCID 0000-0002-5254-2114
ResearcherID: AAH-4990-2020/
E-mail: levchenko.ov@knuba.edu.ua

Раддаміла Олександрівна Косаревська
кандидат архітектури, доцент,
кафедра дизайну

ORCID 0000-0003-1076-0364
ResearcherID: AAT-7391-2020/

E-mail: kosarevska.ro@knuba.edu.ua

Київський національний університет будівництва і архітектури

**НВІМ ЯК ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ ОБЛІКОВОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТА
ЕКСПЕРТНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ**

Урядове затвердження (17.02.2021) концепції впровадження BIM-технологій у будівництві України надає широкі можливості розробляти та запроваджувати BIM у якості інструментарію для створення облікової документації та ведення державного реєстру пам'яток культурної спадщини України, зокрема пам'яток архітектури.

Застосування принципів BIM-технологій до історичних споруд широко впроваджується і в країнах ЄС та дозволяє об'єднувати тривимірні моделі (3D-models) з текстовою інформацією (базами даних) та входить до міжнародної практики як HBIM (BIM technology to the historical heritage – BIM технології, які застосовуються до об'єктів історичної спадщини). Запропонована методика моделювання та опису засобами програмних інструментів, що застосовують найліпші здобутки світового рівня, дозволяє покращити стан пам'яткоохоронної реєстрації історичних об'єктів на території України.

Ключові слова: BIM; HBIM; LOD; LOI; реєстр; паспорт; спадщина; реставрація; реконструкція; пам'ятка; експерт; система; Allplan; ArchiCAD; Revit; облікова; картка.

Постановка проблеми. Інформатизація середовища, простору, спільноти, стосунків, оточення та багатьох інших ознак сприйняття навколишнього світу впливає на наші особисті (людські, професійні, творчі, почуттєві) контакти як в межах професійної спільноти, так і з суспільством у цілому. Синергетичне наповнення структури цих взаємозв'язків ставить нові вимоги до сприйняття, збереження та утримання пам'яток культурної спадщини.

Уявлення про «інформаційний простір» з'явилося ще багато століть тому і тісно пов'язане з давнім поняттям «палац пам'яті», а також з мнемосхематичними прийомами, розробленими у риторичі. У II ст. до н. е. римський оратор Цицерон подумки записав теми свого виступу на стінах певних кімнат будинку, а потім, проголошуючи промову подумки переходив з однієї кімнати в іншу. Тобто основою уявлення про «інформаційний простір» є розуміння того, що наша пам'ять розгортається в просторі (метод Цицерона, або система римської кімнати).

У XVI столітті техніки і методи, що використовувалися в мнемонічних практиках, були організовані у знакові системи і фізичні структури, які повинні були використовуватися як ключ до трансцендентного знання про світ. Таким чином виникла можливість маркування, каталогізації та бібліографії.

Сучасне сприйняття облікової документації (в тому числі облікових карток та паспортів) нерухомих об'єктів культурної спадщини у поєднанні з проектом ремонтно-реставраційних робіт та пристосуванням чи музеєфікацією можна розглянути як систему умовних позначок, креслень, схем, фото тощо, котрі потребують глибокого професійного знання від кожного, хто буде користуватися даною інформацією.

Оскільки інформатизація усіх сфер знання потребує перекладу на певну технологічну мову даних проектно-вишукувальної документації, зокрема з охорони пам'яток архітектури, потребують узгодження технічні вимоги з BIM-технологією [8] (англ. Building Information Models), яка активно впроваджується на сьогодні в Україні і в країнах Європейського Союзу (ЄС).

Завдяки BIM-технології [8] стає можливим висвітлити та вирішити проблемні питання вартісної оцінки пам'яток культурної спадщини [9], як за ресурсним методом так і за специфікою технологічних процесів ремонтно-реставраційних робіт. Технологічна можливість таких рішень (цифрове 3D

сканування та фотограмметрія) вже має практичні надбання, зокрема компанії BIM-Point з Польщі [10], тобто створюється певна віртуальна модель, але ця модель для реставратора повинна бути в автентичному історичному середовищі.

Авторами також узагальнено тлумачення поняття «віртуальної реальності» (VR) для історичного середовища, але треба засвідчити, що термін «віртуальна реальність» широко використовується для посилання на будь-який простір, який створюється або доступний через комп'ютер. Однак первинне значення VR розуміли як реальність, яка повністю занурила користувача у тривимірний світ, створений комп'ютером, і дозволила взаємодіяти йому з віртуальними об'єктами – компонентами цього світу (Джарон Леніер¹, 1983 [11]). VR – найрадикальніший спосіб занурити користувача у віртуальний простір, оскільки припускає, що екран знаходиться прямо перед глядачем (шолом або окуляри), а користувач занурюється у віртуальний штучний світ, який замінює або доповнює фізичний.

Таким чином, саме для збереження культурної спадщини є необхідним поєднання культурного та технічного направлення щодо вирішення питань збереження культурної спадщини та особливо пам'яток архітектури як осередків культурних пластів історичної свідомості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світова спільнота вже визначилася з техніко-технологічними засадами використання інформаційного середовища у сфері управління культурною спадщиною. Проведена та опублікована робота італійських фахівців Costantino D., Pepe M., Restuccia A. G. (Scan-to-NBIM for conservation and preservation of Cultural Heritage building [4]) показує простоту та ефективність взаємодії операційного ланцюжка від сканування до NBIM.

Однак не тільки формотворення а й дослідження інженерного вишукування провадиться для NBIM об'єктів. Так Abbate E., Invernizzi S. та Spano A. (NBIM parametric modelling from clouds to perform structural analyses based on finite elements: a case study on a parabolic concrete vault [2]) дослідили питання розробки моделі скінченних елементів для структурної оцінки існуючих структур на основі лазерного сканування до параметричних моделей, створених за технологією NBIM. Труднощі такого дослідження збільшуються через особливості структурної поведінки і особливості геометричних форм. Об'єкт будівництва відноситься до ранньої залізобетонної практики (Італія), він є автентичним прикладом італійської бетонної промислової спадщини в основному завдяки тонкому параболичному склепінню і методології будівництва, яка була інноваційною для свого часу.

Авторами та нашими колегами вже порушено низку питань з вишукування і збереження пам'яток архітектури України [8, 9, 12], але рівень технологічного забезпечення пам'яток охоронних організацій України потребує

¹ Jaron Zepel Lanier VPL Research, заснована в 1983 році, була однією з перших, хто приніс на ринок продукти занурення до віртуальної реальності. Серед цих продуктів були рукавичка для взаємодії з віртуальними світами (1984), шоломи дисплеїв, які «перемістили» користувача у віртуальний світ (1987) і мережеву систему віртуального світу (1989) [4]

розробки програми дій створення загальної бази обліку та напрацювання досвіду з опису та моделювання в об'єктно-орієнтованому середовищі структури даних для запровадження НВІМ [2-8].

Мета дослідження. Метою публікації є обґрунтування застосування НВІМ-технологій [2-8] для охорони пам'яток культурної спадщини архітектури та містобудування.

Викладення основного матеріалу. Експертна оцінка базується на фактичних, перевірених та підтверджених характеристиках стану споруди, тобто маємо показники, що вносяться до інформаційної бази ВІМ-моделі та є набором даних у рамках цілісної інформаційної системи [8, 13, 14], а процес накопичення цих даних (збереження, архівування, каталогізація) та їх систематизація відповідають процесам створення бази об'єктів у будівельно-інформаційному моделюванні [8, 13, 14]. ВІМ, будучи системою впорядкування великої кількості даних, має відповідати потребам збереження даних в цілісній системі – в загальному середовищі даних (CDE – Common Data Environment [14]). Саме структурована база формує концепцію та є ключовою для будь-якого успішного проекту ВІМ.

Розглянемо рівень даних для збереження у проекті структури ВІМ за різними рівнями об'єктно-орієнтованої ієрархії та визначимо якими параметрами потрібно наповнити таку базу. Виділимо рівні, що відповідають територіальному зосередженню такого об'єкта.

1. Містобудівні системи, які всією планувальною структурою підпадають під охоронний статус – міста і населені пункти з об'єктами історико-культурної спадщини світового, державного і регіонального значення.

2. Окремі ділянки забудови – історичні центри міст, районів, площ, вулиць з цінним історичним плануванням, будівлями та спорудами, що знаходяться під охороною держави.

3. Об'єктний рівень комплексної реконструкції – фрагменти ділянок історичного розвитку.

4. Поодинокі визначні елементи історико-культурної спадщини – пам'ятки історії та культури:

– пам'ятки містобудування та архітектури, архітектурні ансамблі, історико-архітектурні заповідники, окремі будівлі та споруди архітектурної цінності;

– твори монументального, образотворчого та декоративно-прикладного мистецтва, які пов'язані з архітектурними ансамблями та заповідниками;

– пам'ятки археології, залишки укріплень і курганів, виробництв, інженерні споруди і комунікації, стародавні поховання, ділянки історико-культурного шару стародавніх поселень;

– пам'ятки історичних подій та пов'язаних з ними будівель і споруд, а також районів населених пунктів та окремих територій.

5. Елементи історичного просторово-планувального і природного середовища, а саме: історичні планування, просторова організація і композиція міст і поселень, приклади історичної забудови, природні та садово-паркові ландшафти.

Виходячи з наведених типологічних рівнів за структурою укрупнення і насичення історичного осередку та рівня щільності історичного середовища на

окремій ділянці можемо стверджувати, що рівні інформаційного опису – LOD (Level of Development [15]) (Рис. 1), які в BIM відповідають за структурні уточнення інформації, що буде включена в модель під час проектування, будівництва та експлуатації, найліпшим чином забезпечують структурованість історичних даних.

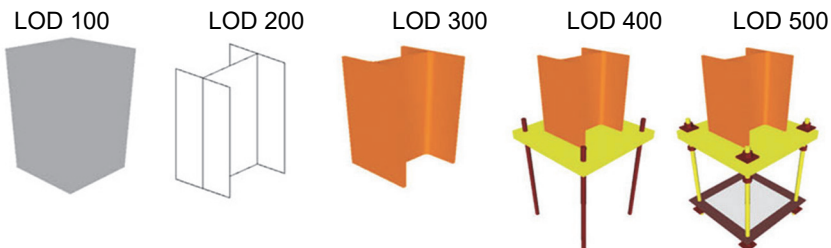


Рис. 1. Представлення рівнів LOD за BIM технологією [16]

Рівень проробки чи деталізації (LOD) дозволяє визначити і сформулювати зміст інформаційних моделей (BIM) на різних етапах проектування, при будівництві та експлуатації. Тобто для опису пам'ятки архітектури – це будуть рівні деталізації інформаційно-графічного опису. У подальшому інформаційна складова – LOI (Level of Information [3, 17]), може модифікуватися без зміни графічної компоненти моделі пам'ятки у разі отримання нових даних з археологічних, мистецьких, історичних чи інших напрямлень вишукування.

За архівними даними дослідники культурної спадщини нашої держави виділили великий нашарування різноманітних історичних об'єктів, що складають аутентичний код для збереження його в BIM структурованих даних та потребують узагальнення і найшвидшого перекладу на мову об'єктно-орієнтованого моделювання. Такі практичні та наукові роботи потрібно впроваджувати, оскільки існує нагальна потреба загального опису визнаних і нещодавно-виявлених пам'яток для поліпшення загальної зведеної бази – пам'яткоохоронного реєстру, чи пам'яткоохоронного кадастру. Прикладом можуть бути дослідження минулого, які набрали чинності за постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.2001 № 878 «Про затвердження Списку історичних населених місць України» (Рис. 2) [18], у якості типологічного реєстру пам'яток архітектури історичних міст та поселень.

Як зазначено у ст. 5 Закону України, від 16.10.2020 «Про охорону культурної спадщини» [19]: «До повноважень центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони культурної спадщини, належить:

- 1) формування державної політики з питань охорони культурної спадщини;
- 2) розроблення, затвердження та погодження нормативно-правових актів, розроблення та погодження державних програм охорони культурної спадщини;



Рис. 2. Типологічний реєстр пам'яток архітектури історичних міст та поселень [18]

2-1) затвердження порядку інформування Комітету всесвітньої спадщини ЮНЕСКО про намір здійснення містобудівних, архітектурних та ландшафтних перетворень, меліоративних, шляхових, земляних робіт на об'єкті всесвітньої спадщини, його території, в буферній зоні;...», отже головним вищим рівнем інформаційної бази є територія пам'ятки, тобто структура має бути окреслена за BIM в відповідності до структури IFC як: територія, пам'ятка, окремі елементи пам'ятки, які мають історичну цінність.

За наведеною мапою (Рис. 2) фахівці охорони пам'яток виділять типологічний реєстр, який потрібно узгодити за рівнями LOD та LOI до співставлення та опрацювання в загальній структурі моделі BIM, а саме:

- пам'ятка архітектури;
- пам'ятка оборонної архітектури;
- пам'ятка культової архітектури;
- пам'ятка цінного історичного планування;
- пам'ятка історико-архітектурного парку;
- пам'ятка садово-паркового мистецтва;
- пам'ятка археології.

Досліджуючи практику закордонних фахівців та стратегії створення BIM для архітектурно-будівельної галузі, необхідно звернути увагу на формати обміну даними та зазначити, що спеціально створеним для обміну проектними даними в структурі OpenBIM [20, 21] є формат IFC [5, 21] з встановленою специфікацією, яку підтримує рада AEC® (Architecture, Engineering & Construction – Архітектура, Інженерія та Будівництво) країн ЄС, а відповідно

і світова спільнота. Даними для обміну є структурний поділ об'єкта: ділянка забудови, будівля та загальні характеристики до неї, структура поверхів та всі елементи, які існують в позначках вказаного поверху (Рис. 3).

За наведеною структурою (Ділянка, Будівля, Поверх) виконується проектування в усіх додатках сучасного BIM-моделювання, до яких, в першу чергу, можна віднести визнані в світовій практиці та Україні: Allplan (від Nemetschek Group[®]), Archicad (від Graphisoft[®] Nemetschek Group[®]), Revit (від Autodesk[®]).

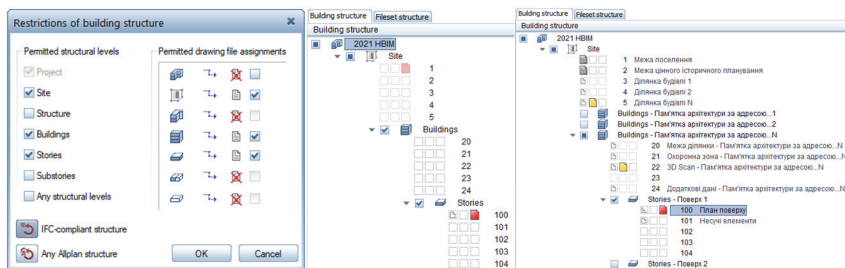


Рис. 3 Типологічний аналіз даних за форматом обміну проектами BIM (IFC) (авторський)

За наведеною структурою (Ділянка, Будівля, Поверх) досліджено та запропоновано відповідно до LOD схема опрацювання та подальшого масштабування чи уточнення, створення графічного та інформаційного насичення проекту HBIM охоронного реєстру пам'яток культурної спадщини та пам'яток архітектури, зокрема. Вже на поточному етапі, відповідно створивши такий проект в адміністративних кордонах України, дослідники, реставратори та інші експерти отримують інструментарій зведення меж історичних об'єктів та території, що до неї відноситься. Оскільки до меж ділянки пам'ятки має безпосереднє відношення ще багато кількісних та якісних показників, вбачається актуальним безпосередньо використовувати такі проекти для вирішення судових питань та експертизи містобудівельної ситуації одразу за об'єктно-структурованим принципом.

Така система впроваджена в світовий досвід, особливо в Італії, але для України необхідно розпочати такий процес з рівня зрілості BIM=1, хоча за станом накопиченої бази вітчизняних пам'яток охоронних агенцій, окремі осередки території держави мають змогу перейти і до вищих рівнів. Наприклад, висвітлення технології «нашарування» інформаційно-графічного наповнення проекту HBIM, за принципом рівнів LOD (Рис. 4). Наведеним алгоритмом проілюстровано на схематичному прикладі об'єкту деталізацію (LOD), від завдання структури та внесення в базу проекту загальних креслень та параметрів до опису окремої будівлі та її елементів (Рис. 4).

Також доцільно зазначити, що попередньо наведене дослідження про використання HBIM є рішенням розділу VI. Інвентаризація об'єктів культурної спадщини Міністерства культури України Наказу від 27.06.2019 № 501 «Про внесення змін до Порядку обліку об'єктів культурної спадщини» [22], де наведено шаблон «Облікової картки», в якій зазначається найпершими пунктами наступне:

«Основні відомості
Найменування об'єкта _____
Дата утворення об'єкта _____
Місцезнаходження:
КОАТУУ _____
область _____
район _____
населений пункт (тип та назва) _____
район населеного пункту (за наявності) _____
адреса (тип та назва вулиці, номер будинку) _____
GPS координати _____
Орієнтовна територія об'єкта: площа, опис меж __
* додаються графічні матеріали
Тип об'єкта (рекомендований)
споруда
комплекс
визначне місце».

У розділі VI. Інвентаризація об'єктів культурної спадщини [22] зазначено:
пункт 1 – «Інвентаризація об'єктів культурної спадщини здійснюється з метою запобігання руйнуванню або заподіянню шкоди, забезпечення захисту, збереження, утримання, відповідного використання об'єкта культурної спадщини, його території та зон охорони пам'яток (далі – території, що охороняються) в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь шляхом впровадження системи моніторингу».

пункт 3 – «Постійний моніторинг проводиться шляхом аналізу відомостей Реєстру, Переліків об'єктів культурної спадщини; облікової документації, охоронних договорів, встановлених режимів використання об'єкта культурної спадщини, науково-проектної документації, що визначає зони охорони пам'ятки та запланованих робіт, архівних матеріалів наукових установ, державних інформаційних систем та інших відомостей, які свідчать про стан об'єкта культурної спадщини та території, що охороняється».

пункт 4 – «Періодичний моніторинг проводиться шляхом збору, обробки та аналізу інформації про об'єкт культурної спадщини та територію, що охороняється з безпосереднім візуальним обстеженням його на місці».

Отже маємо наочну необхідність використання НВІМ для обліку території, об'єкта та окремих елементів з використанням інформаційних систем, що повністю відповідає запропонованій в статті технології.

Висновки. Авторами досліджено, запропоновано та проілюстровано технологію застосування НВІМ-технологій до об'єктів культурної спадщини, незалежно від їх рівня та типу. Запропонований принцип та технологічні рішення дозволяють масштабувати облікові дані, пов'язувати статистичну інформацію з матеріалами, що додаються, стандартизувати якість та кількість цих матеріалів за встановленими критеріями LOD, виходячи з рівня якості (зрілості) моделі, реалізованої за технологією BIM.

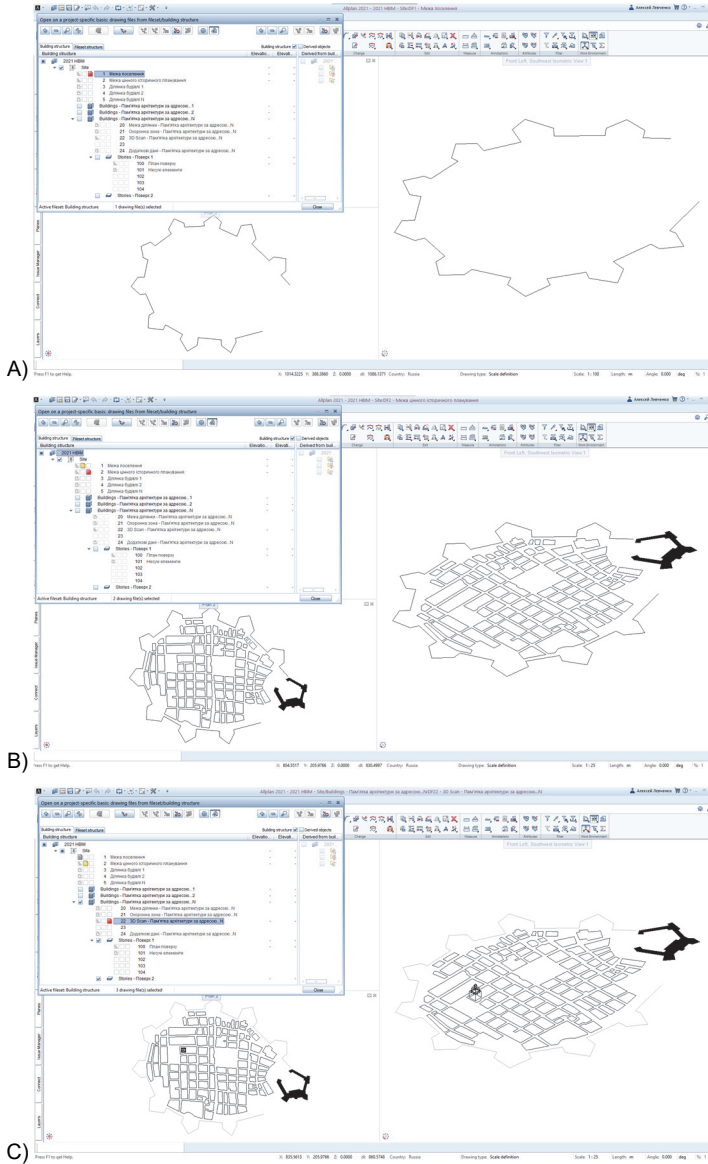


Рис. 4. Типологічна структура проекту НВІМ (авторський) А – загальні межі пам'ятки, чи держави (для державного рівня), В – зони цінного планування (тощо), С – будівля (пам'ятка)

Перелік посилань

1. Уряд затвердив Концепцію впровадження в Україні BIM-технологій у будівництві. – 2021. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-zatverdiv-koncepciyu-vprovadzhennya-v-ukrayini-vim-tehnologij-u-budivnictvi> (дата звернення: 17.02.2021).

2. Abbate E., Invernizzi S., Spano A. HBIM parametric modelling from clouds to perform structural analyses based on finite elements: a case study on a parabolic concrete vault. *Applied Geomatics*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00341-4>

3. Costantino D., Pepe M., Restuccia A. G. Scan-to-HBIM for conservation and preservation of Cultural Heritage building: the case study of San Nicola in Montedoro church (Italy). *Applied Geomatics*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12518-021-00359-2>

4. Cheng, Y.-M., Kuo, C.-L., & Mou, C.-C. (2021). Ontology-Based HBIM for historic buildings with traditional woodwork in Taiwan. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27 (1), P. 27-44. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14115>

5. Diara F., Rinaudo F. IFC Classification for FOSS HBIM: Open Issues and a Schema Proposal for Cultural Heritage Assets. *Applied Sciences-Basel*. 2020. T. 10, № 23. <https://doi.org/10.3390/app10238320>

6. Piselli C., Guastaveglia A., Romanelli J., Cotana F., Pisello A. L. Facility Energy Management Application of HBIM for Historical Low-Carbon Communities: Design, Modelling and Operation Control of Geothermal Energy Retrofit in a Real Italian Case Study. *Energies*. 2020. T. 13, № 23. <https://doi.org/10.3390/en13236338>

7. Santoni A., Martin-Talaverano R., Quattrini R., Ignacio Murillo-Fragero J. HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The case of the real

References

1. The Government has approved the Concept for the introduction of BIM-technologies in construction in Ukraine 2021. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-zatverdiv-koncepciyu-vprovadzhennya-v-ukrayini-vim-tehnologij-u-budivnictvi> (in Ukrainian).

2. Abbate, E., Invernizzi, S., Spano, A. (2020). HBIM parametric modelling from clouds to perform structural analyses based on finite elements: a case study on a parabolic concrete vault. *Applied Geomatics*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00341-4> (in English).

3. Costantino, D., Pepe, M., Restuccia, A. G. (2021). Scan-to-HBIM for conservation and preservation of Cultural Heritage building: the case study of San Nicola in Montedoro church (Italy). *Applied Geomatics*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s12518-021-00359-2> (in English).

4. Cheng, Y.-M., Kuo, C.-L., Mou, C.-C. (2021). Ontology-Based HBIM for historic buildings with traditional woodwork in Taiwan. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1), P. 27-44. Retrieved from: <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14115> (in English).

5. Diara, F., Rinaudo, F. (2020). IFC Classification for FOSS HBIM: Open Issues and a Schema Proposal for Cultural Heritage Assets. *Applied Sciences-Basel*, 10 (23). Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/app10238320> (in English).

6. Piselli, C., Guastaveglia, A., Romanelli, J., Cotana, F., Pisello, A. L. (2020). Facility Energy Management Application of HBIM for Historical Low-Carbon Communities: Design, Modelling and Operation Control of Geothermal Energy Retrofit in a Real Italian Case Study. *Energies*, 13 (23). Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/en13236338> (in English).

7. Santoni, A., Martin-Talaverano, R., Quattrini, R., Ignacio Murillo-Fragero, J. (2021). HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The

- colegiata of san isidoro (LEON, SPAIN). *Virtual Archaeology Review*. 2021. Т. 12, № 24. P. 49-65. <https://doi.org/10.4995/var.2021.13661>
8. Командиров О. В., Левченко О. В., Косареvська Р. О. Аспекти залучення BIM-технологій для паспортизації об'єктів культурної спадщини. *Криміналістика і судова експертиза: міжвідом. наук.-метод. зб.* Київ, 2020. Вип. 65. С. 485-496. <https://doi.org/10.33994/kndise.2020.65.48>
9. Герасименко І. В., Максимов С. Й. Проблемні питання вартісної оцінки пам'яток культурної спадщини. *Криміналістика і судова експертиза: міжвід. наук.-метод. зб.*, 2020. Вип. 65. С. 477-485. <https://doi.org/10.33994/kndise.2020.65.47>
10. Santoni A., Martin-Talaverano R., Quattrini R., Ignacio Murillo-Fragero J. HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The case of the real colegiata of san isidoro (LEON, SPAIN). *Virtual Archaeology Review*. 2021. Т. 12, № 24. С. 49-65. <https://doi.org/10.4995/var.2021.13661>
11. Ланье Д. Jaron Lanier. 1983. URL: <http://britannica.com/biography/Jaron-Lanier> (дата звернення: 02.19.2021).
12. Kysil O., Kosarevska R., Levchenko O. The innovation of accounting and certification of historic architectural monuments using BIM technology. *Budownictwo i Architektura*. 2020. Т. 19, № 2. С. 005-018. URL: <https://doi.org/10.35784/bud-arch.888>
13. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. 2014. С. 36. URL: http://afo.com.ua/doc/DBN_A.2.2-3-2014.pdf
14. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). Information management using building information
- case of the real colegiata of san isidoro (LEON, SPAIN). *Virtual Archaeology Review*, 12 (24). P.49-65. Retrieved from: <https://doi.org/10.4995/var.2021.13661> (in English).
8. Komandyrov, O. V., Levchenko, O. V., Kosarevska, R. O. (2020). Aspects of BIM-technology involvement to certification of cultural heritage. *Criminalistics and Forensics: interdepartmental scientific and methodological collection*. Kyiv. Issue. 65. P. 485-496. Retrieved from: <https://doi.org/10.33994/kndise.2020.65.48> (in Ukrainian).
9. Herasymenko, I. V., Maksymov, S. Y. (2020). Problematic issues of cultural heritage valuation of monuments *Criminalistics and Forensics: interdepartmental scientific and methodological collection*. Kyiv. Issue 65. P. 477-485. Retrieved from: <https://doi.org/10.33994/kndise.2020.65.47> (in Ukrainian).
10. Santoni, A. Martin-Talaverano, R., Quattrini, R., Ignacio Murillo-Fragero, J. (2021). HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The case of the real colegiata of san isidoro (LEON, SPAIN). *Virtual Archaeology Review*. Vol. 12, No. 24. P. 49-65. Retrieved from: <https://doi.org/10.4995/var.2021.13661> (in Ukrainian).
11. Lanie, D. (1983). Jaron Lanier. Retrieved from: <http://britannica.com/biography/Jaron-Lanier> (in English).
12. Kysil, O., Kosarevska, R., Levchenko, O. (2020). The innovation of accounting and certification of historic architectural monuments using BIM technology. *Budownictwo i Architektura*, Vol. 19 No.2, P. 005-018. Retrieved from: <https://doi.org/10.35784/bud-arch.888> (in English).
13. DBN A.2.2-3-2014. Composition and content of project documentation for construction. 2014. Retrieved from: http://afo.com.ua/doc/DBN_A.2.2-3-2014.pdf (in Ukrainian).
14. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). Information management using building information

- modelling. Part 1: Concepts and principles. 2018. URL: <https://www.iso.org/cms/render/live/ru/sites/isoorg/contents/data/standard/06/80/68078.html> (дата звернення: 20.02.2021).
15. BIM Dictionary. LOD. URL: <https://bimdictionary.com/en/level-of-development/1> (дата звернення: 20.02.2021).
16. Бенклян С. Уровни детализации элементов информационной модели здания. 2014. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17329 (дата звернення: 25.07.2021).
17. BIM Dictionary. LOI. URL: <https://bimdictionary.com/en/level-of-information/1> (дата звернення: 20.02.2021).
18. Про затвердження Списку історичних населених місць України. Постанова Верховна Рада України від 26.07.2001 № 878. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-%D0%BF#Text>
19. Про охорону культурної спадщини: Закон України від 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1805-14>
20. Levchenko O., Mykhailenko A. BIM personnel: from users to managers. *Current problems of architecture and urban planning*. 2020. № 56. С. 88-102. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.56.88-102>
21. BIM_IFC4 compendium. Allbau-Software – 2018. URL: <http://www.allbau-software.de/index.php/podderzka/download/dokumentatsiya/file/166-posobie-bim-kompendium-r3-na-baze-ifc4.html> (дата звернення: 23.07.2020).
22. Про внесення змін до Порядку обліку об'єктів культурної спадщини: Наказ Міністерства культури України від 27.06.2019 № 501. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0941-19>
- modelling. Part 1: Concepts and principles. 2018. Retrieved from: <https://www.iso.org/cms/render/live/ru/sites/isoorg/contents/data/standard/06/80/68078.html> (in English).
15. BIM Dictionary. LOD. Retrieved from: <https://bimdictionary.com/en/level-of-development/1> (in English).
16. Benklian, S. (2014). Levels of detail of building information model elements. Retrieved from: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17329 (in Russian).
17. BIM Dictionary. LOI Retrieved from: <https://bimdictionary.com/en/level-of-information/1> (in English).
18. On the statement of the List of historical settlements of Ukraine. Resolution of the Verkhovna Rada of Ukraine as of July 26, 2001 No. 878. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
19. On protection of cultural heritage: Law of Ukraine as of October 16, 2020. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1805-14> (in Ukrainian).
20. Levchenko, O., Mykhailenko, A. (2020). BIM personnel: from users to managers. *Current problems of architecture and urban planning*, No. 56, P. 88-102. Retrieved from: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.56.88-102> (in Ukrainian).
21. BIM_IFC4 compendium. 2018. Allbau-Software. Retrieved from: <http://www.allbau-software.de/index.php/podderzka/download/dokumentatsiya/file/166-posobie-bim-kompendium-r3-na-baze-ifc4.html> (in German).
22. On Amendments to the Procedure for Accounting for Cultural Heritage Objects: Order of the Ministry of Culture of Ukraine dated June 27, 2019 No. 501. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0941-19> (in Ukrainian).

HBIM КАК РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ УЧЕТА И ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

**А. В. Командиров
А. В. Левченко
Р. А. Косаревская**

Утверждение правительством Украины концепции внедрения технологий BIM в строительстве Украины предоставляет широкие возможности для разработки и внедрения BIM как инструмента создания архивной документации и хранения государственного реестра объектов культурного наследия Украины, в частности архитектурных памятников.

Применение принципов BIM-технологий к историческим зданиям широко распространено в странах ЕС и позволяет сочетать 3D-модели с текстовой информацией (базами данных) и включено в международную практику как HBIM (BIM технологии, применимые к объектам исторического наследия). Предлагаемый метод моделирования и описания с помощью программных средств, применяя лучшие достижения мирового уровня, позволяет улучшить состояние регистрации исторических объектов, памятников архитектуры и градостроительства на территории Украины.

Ключевые слова: BIM; HBIM; LOD; LOI; реестр; паспорт; наследие; реставрация; реконструкция; памятник; эксперт; система; Allplan; ArchiCAD; Revit; учетная карточка.

HBIM AS A SOLUTION TO THE ACCOUNTING AND EXPERT RESEARCH OF CULTURAL HERITAGE SITES

**O. Komandyrov
O. Levchenko
R. Kosarevska**

The approval by the Ukrainian government of the concept for the introduction of BIM technologies in the construction of Ukraine provides many opportunities for the development and implementation of BIM as a tool for creating archival documentation and storing the state register of cultural heritage sites of Ukraine, in particular architectural monuments.

The application of the principles of BIM technologies to historical buildings is widespread in the EU countries and allows combining 3D-models with textual information (databases) and is included in international practice as HBIM (BIM technologies applicable to the sites of historical heritage). The proposed method of modeling and description using software tools, applying the best excellent achievements, allows improving the state of registration of historical sites, architectural monuments and urban planning on the territory of Ukraine.

Key words: BIM; HBIM; LOD; LOI; registers; passport; heritage; restoration; reconstruction; monument; expert; system; Allplan; ArchiCAD; Revit; registration card.