

УДК 69.059.1

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270224.150.1035

РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПТУ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДОСВІДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

ШАТОВ С. В.¹, *докт. техн. наук, доц.*,
БОГАЧЕНКО С. В.^{2*}, *аспір.*

¹ Кафедра будівельних і дорожніх машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел.: +38 (056)-756-33-73, e-mail: shatov.serhii@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

^{2*} Кафедра технології будівельного виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел.: +38 (056)-756-34-76, e-mail: bohachenko.serhii@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-4787-8737

Анотація. Постановка проблеми. На сьогоднішній день основний спосіб контролю стану будівель та споруд – періодичне оцінювання технічного стану та моніторинг. Це важлива практика, яка гарантує надійність та безпеку експлуатації будівель і споруд та їх конструкцій, допомагаючи виявити та встановити явні і можливі причини появи дефектів та пошкоджень. Однак існуюча практика зберігання результатів обстежень та моніторингу найчастіше зводиться до записів у звітах на паперових носіях, що ускладнює аналіз із часом. Таким чином, виникає необхідність у створенні цифрової інформаційної системи, призначеної для обліку та зберігання результатів моніторингу будівель та споруд. Це дозволить зробити дані доступними та організованими для фахівців, спростивши аналіз та забезпечивши їх ефективне використання для прийняття рішень. Така система зможе значно підвищити безпеку та ефективність управління будівлями та спорудами. **Мета роботи** – розроблення архітектури бази даних для цифровізації інформації, пов'язаної з обстеженням та моніторингом технічного стану будівель та споруд. **Висновки.** Створена структура бази даних дозволить зберігати інформацію про будівлі, їх власників, місцезнаходження, конструкції, виявлені в ході візуального та інструментального обстежень дефекти та пошкодження, а також організаційні та технічні заходи направлені на приведення конструкцій у нормальний технічний стан або зменшення впливу негативних факторів. Це сприятиме більш ефективному управлінню та допоможе підтримувати об'єкти нерухомості в працездатному стані, знижуючи ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Ключові слова: оцінка технічного стану; моніторинг технічного стану; експлуатація будівель та споруд; інформаційні системи; база даних

DEVELOPMENT OF A DATABASE CONCEPT FOR DIGITALISING THE EXPERIENCE OF BUILDINGS AND STRUCTURES OPERATING

SHATOV S.V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
BOGACHENKO S.V.^{2*}, *Postgrad. Stud.*

¹ Department of Construction and Road Vehicles, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel.: +38 (056)-756-33-73, e-mail: shatov.serhii@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

^{2*} Department of Construction Technology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel.: +38 (056)-756-34-76, e-mail: bohachenko.serhii@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-4787-8737

Abstract. Problem statement. These days, the main method of monitoring the buildings and structures state is through periodic technical state assessment and monitoring. This is an important practice that guarantees the reliability and safety of the operation of buildings and structures, helping to identify and establish the obvious and possible causes of defects and damages. However, the current practice of storing the results of surveys and monitoring is often limited to records in paper reports, which makes it difficult to analyse over time. Thus, there is a need to create a digital information system designed to record and store the results of monitoring of buildings and structures. This will make the data accessible and organised for specialists, simplifying analysis and ensuring their effective use for decision-making. Such a system will significantly improve the safety and efficiency of buildings and structures management. **The purpose of the article** is the development of a database architecture for the digitalisation of information related to the inspection and monitoring of the technical state of buildings and structures. **Conclusions.** The developed database structure will allow storing information about buildings, their owners, location, structures, defects and damage

identified during visual and instrumental inspections, as well as organisational and technical measures aimed at bringing structures back to normal technical state or reducing the impact of negative factors. This will contribute to more efficient management and help maintain the property in good working order, reducing the probability of emergency situations.

Keywords: *assessment of technical state; monitoring of technical state; exploitation of buildings and structures; information systems; database*

Постановка проблеми. Одні з найбільш поширених механізмів контролю технічного стану будівель та споруд (БтаС) – це моніторинг та обстеження. Моніторинг являє собою комплексну систему, яка забезпечує надійність будівель і споруд, а також дозволяє визначати причини появи дефектів та пошкоджень, що, у свою чергу, сприяє ефективному плануванню необхідних ремонтних робіт.

Проте на даний час результати моніторингу та обстежень здебільшого відображені у вигляді звітів, які зберігаються на паперових носіях або в електронному вигляді, що ускладнює аналіз результатів за подальшого накопичення даних. Цей аспект стає на перешкоді кваліфікованим експертам в оціненні технічного стану для виявлення причин виникнення дефектів та пошкоджень.

Тому постає питання формування цифрової інформаційної системи із забезпечення безпечної експлуатації БтаС, оскільки інтеграція результатів експлуатації БтаС у систему цифрового обліку стала необхідною для розвитку методологічних та технологічно-організаційних процесів у сучасних умовах.

Така цифрова система дозволить не лише ефективно зберігати результати моніторингу, а й забезпечувати, структурованість та легкість доступу до інформації для фахівців.

Аналіз публікацій. У галузі моніторингу та обстеження будівель та споруд наявна значна кількість досліджень [1–4].

Одним з основних напрямів досліджень стало впровадження систем моніторингу, які дозволяють безперервно відстежувати параметри стану будівель та споруд. Це включає використання датчиків і систем автоматизованого збору даних для безперервного контролю і раннього виявлення можливих проблем.

Дослідники Д. В. Попруга та О. І. Валовой у своїй публікації [4] приходять до висновку, що у разі експлуатації висотних будівель доцільно використовувати системи автоматизованого моніторингу.

Проте існує необхідність моніторингу технічного стану звичайних будівель. В таких випадках доцільним стає моніторинг, оснований на періодичному оцінюванні технічного стану. Тут основний акцент спрямований на методологію оцінювання, прогнозування та регулювання технічного стану будівель і споруд. Так, Д. В. Бровко в своїй публікації [1] пропонує методику розрахунку термінів наступного обстеження, а Є. В. Клименко в роботі [3] наводить рекомендації щодо організації робіт із моніторингу, оснований на показниках експлуатаційної придатності, які встановлюються під час обстежень. Однак не порушується питання про прикладний інструментарій, який дозволяє накопичувати та відображати результати моніторингу та обстежень.

Мета роботи – створення архітектури бази даних, яка дозволить перетворити інформацію, пов'язану з відстеженням технічного стану будівель та їх конструкцій, на цифровий формат.

Результати досліджень. Згідно з ДСТУ, [2] інформаційна система (ІС) – система опрацювання інформації, а також пов'язані організаційні ресурси, такі як людські, технічні та фінансові, що забезпечує та поширює інформацію. В більш предметному сенсі ІС – це набір елементів, який включає:

- 1) базу даних – сукупність даних, упорядкованих для спрощення, швидкості пошуку та вилучення за допомогою комп'ютера [6]. База даних являє собою структуроване сховище інформації, де дані організовані та пов'язані між собою, що дозволяє ефективно зберігати, обробляти та отримувати інформацію;

2) систему управління базою даних (СУБД) – програмне забезпечення, яке дозволяє користувачам створювати та підтримувати базу даних. СУБД – це програмна система загального призначення, яка полегшує процеси визначення, створення, обробки та спільного використання баз даних між різними користувачами та програмами [6].

Основні функції системи управління базою даних включають:

- створення та визначення схеми бази даних: СУБД дозволяє визначити структуру бази даних, включаючи таблиці, поля, індекси та зв'язки між таблицями;

- зберігання даних: СУБД забезпечує механізми для ефективного зберігання та організації даних на диску або пам'яті;

- обробка запитів: СУБД дозволяє виконувати запити на вилучення даних, оновлення, видалення та вставку даних у базу даних;

- забезпечення цілісності даних: СУБД підтримує механізми для перевірки та підтримки цілісності даних, включаючи обмеження цілісності та транзакції;

- управління доступом: СУБД управляє доступом користувачів та додатків до даних,

визначаючи різні рівні доступу та права користувачів;

- оптимізація запитів: СУБД автоматично оптимізує виконання запитів, вибираючи найефективніші шляхи виконання та використання індексів;

- забезпечення безпеки: СУБД надає механізми для безпеки даних, включаючи шифрування, автентифікацію та аудит дій користувачів;

3) прикладну програму – це комп'ютерна програма, розроблена для виконання конкретних завдань та певних функцій у межах певної предметної галузі. Прикладні програми створюються для задоволення потреб користувачів в обробці даних, автоматизації завдань і виконання конкретних операцій.

Після визначення компонентів ІС з'ясовано процес взаємодії користувача з інформаційною системою, який схематично відображено на рисунку 1. При визначенні процесу взаємодії вибрано клієнт-серверну СУБД, однак можливе і використання файл-серверної СУБД, тобто коли СУБД встановлена на робочих станціях, а на сервері тільки БД.

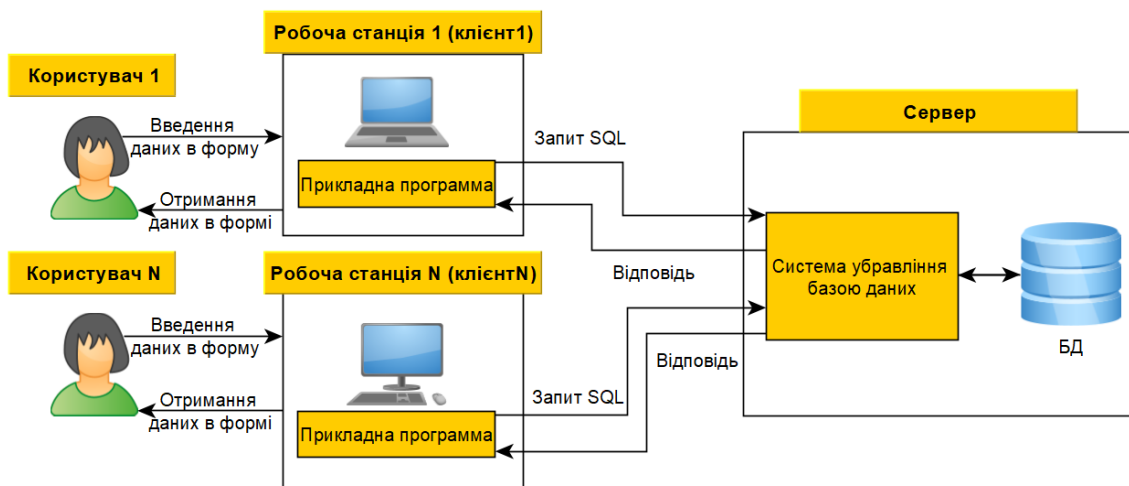


Рис. 1. Процес взаємодії користувачів із базою даних

Взаємодія користувача з базою даних відбувається за допомогою прикладної програми з графічним інтерфейсом, в якій закладені готові рішення SQL-запитів для звернення до СУБД.

Після визначення елементів ІС та процесу взаємодії користувачів із базою даних визначено топологію експлуатації БтаС, яка у загальному вигляді відображена на рисунку 2.

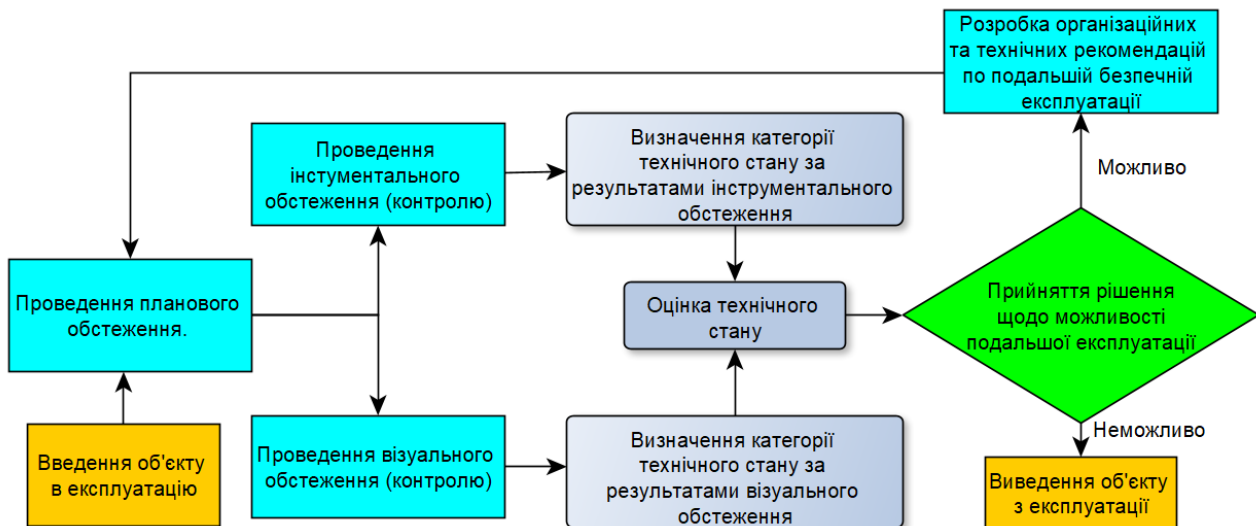


Рис. 2. Топологічна схема експлуатації БтаС

Ця топологічна схема прийнята за основу для створення інформаційної системи з моніторингу технічного стану будівель та споруд, оскільки як охоплює наявні дефекти та пошкодження, так і враховує характеристики будівельних матеріалів об'єктів будівництва. Так, після введення об'єкта в експлуатацію в ході планового обстеження виконується візуальний та інструментальний контроль будівельних конструкцій, після чого визначається категорія технічного стану за кожним типом конструкцій.

За результатами визначених категорій технічного стану виконується оцінка технічного стану об'єкта у цілому. На основі оцінки технічного стану об'єкта приймається рішення про доцільність подальшої експлуатації. У разі продовження експлуатації розробляються рекомендації щодо усунення виявлених дефектів і пошкоджень, що дозволить знизити рівень (або швидкість) деградації та попередить відмову конструкцій до проведення наступного планового обстеження. В іншому випадку об'єкт виводиться з експлуатації.

Наступним етапом визначено перелік необхідної інформації, яка повинна

міститися в базі даних, щоб задовольняти вимоги законодавчих та нормативних документів.

У Наказі [5] затверджено форму паспорта об'єкта будівництва, яка включає набір необхідних параметрів для кожного виду будівлі або споруди. Дані параметри були прийняті як необхідний мінімум при внесенні загальних відомостей про будівлю або споруду в базу даних.

Ці параметри в основні своїй частині мають статичний характер і не впливають на технічний стан об'єкта, однак їх наявність у базі даних зумовлена необхідністю ідентифікації параметрів будівель, конструкцій та їх особливостей. Крім вище зазначеного, в даний блок вноситься інформація про територію розташування об'єкта, оскільки характеристика території може впливати на стан будівлі та її конструкції.

Окрім параметрів будівлі і території розташування в архітектурі бази даних передбачена і необхідна інформація щодо технічного стану кожної конструкції.

В узагальненому вигляді архітектура бази даних із моніторингу технічного стану БтаС зображена на рисунку 3.

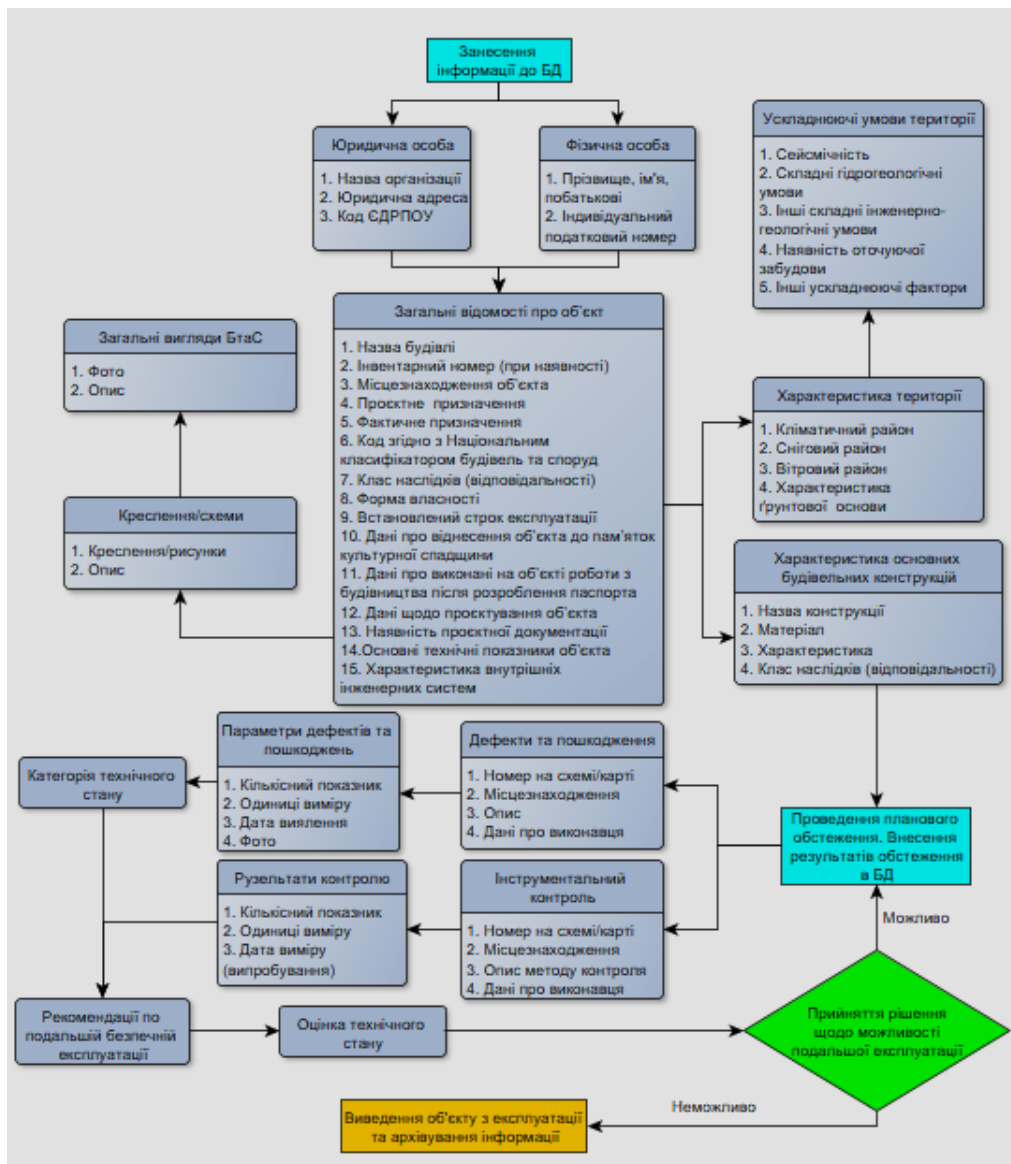


Рис. 3. Архітектура бази даних із моніторингу технічного стану Бтас

Для всебічного відображення технічного стану конструкцій передбачено два блоки, які ґрунтуються на результатах візуального та інструментального обстежень. Інформація в цих блоках динамічна, оскільки параметри дефектів та пошкоджень, а також характеристики конструкцій можуть змінюватись у часі.

За накопиченими даними в динамічному блоці можливий аналіз динаміки змін показників будівельних конструкцій і, як наслідок, зважене прийняття рішення щодо подальшої експлуатації Бтас або виведення їх з експлуатації.

Висновки

Цифровізація досвіду експлуатації будівель та споруд – необхідний крок у розвитку сучасної інженерної галузі. Впровадження цифрових технологій в експлуатацію будівель та споруд дає можливість створення централізованих інформаційних систем, що поєднують дані про технічний стан та рекомендації щодо ремонту, що, у свою чергу, дозволяє краще розуміти поточний стан об'єктів, передбачати можливі проблеми та приймати поінформовані рішення.

Шляхом аналізу накопиченої інформації можна виявляти тенденції, визначати оптимальні терміни щодо проведення ремонтів та уникати аварійних ситуацій.

Визначена топологія експлуатації будівлі та споруди, їх власників, майданчик будівель та споруд дозволяє відслідковувати розміщення об'єктів, перелік та стан конструкцій протягом усього терміну експлуатації за умови проведення планових характеристики конструкцій, виявлені обстежень, а розроблена архітектура бази дефекти та пошкодження будівельних конструкцій і рекомендації щодо їх усунення даних дозволить зберігати інформацію про або зменшення рівня деградації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бровко Д. В. Урахування технічного стану конструкцій і елементів промислових будівель та споруд, що реконструюються, для визначення терміну наступного обстеження і паспортизації. *Вісник Криворізького національного університету*. Вип 35. 2013. С. 26–30.
2. ДСТУ ISO/IEC 2382-15:2017 (ISO/IEC 2382:2015, IDT). Інформаційні технології. Словник термінів. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 464 с.
3. Клименко Є. В. Методологія оцінювання, прогнозування та регулювання технічного стану будівель і споруд із залізобетону : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.23.01 Львів, 2008. 26 с.
4. Попруга Д. В., Валовой О. І. Проблеми моніторингу технічного стану будівель і споруд. *Вісник Криворізького національного університету*. Вип. 34. 2013. С. 186–190.
5. Про затвердження форми паспорта об'єкта будівництва : наказ від 10.11.2017 р. № 298. Київ : Мін-во регіонального розвитку, буд-ва, ЖКГ України, 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1460-17#Text>
6. Elmasri R., Navathe S. B. *Fundamentals of Database Systems*. Pearson, 2016. 1242 с.

REFERENCES

1. Brovko D.V. *Urakhuvannya tekhnichnoho stanu konstruktiv i elementiv promyslovykh budivel' ta sporud, shcho rekonstruyuyut'sya dlya vyznachennya terminu nastupnoho obstezhennya i pasportyzatsiyi* [Taking into account the technical condition of structures and elements of industrial buildings and structures that are being reconstructed to determine the term of the next inspection and certification]. *Visnyk of Kryvyi Rih National University* [Bulletin of Kryvyi Rih National University]. 2013, vol. 35, pp. 26–30. (in Ukrainian).
2. *DSTU ISO/IEC 2382-15:2017 (ISO/IEC 2382:2015, IDT). Informatsiyini tekhnolohiyi. Slovnyk terminiv* [DSTU ISO/IEC 2382-15:2017 (ISO/IEC 2382:2015, IDT). Information Technology. Dictionary of terms]. Kyiv : SE "UkrNDNC", 2017, 464 p. (in Ukrainian).
3. Klymenko Ye.V. *Metodolohiya otsinyuvannya, prohnozuvannya ta rehulyuvannya tekhnichnoho stanu budivel' i sporud iz zalizobetonu : avtoreferat dissertatsii kandidata tekhnicheskikh nauk : 05.23.01* [Methodology of assessment, forecasting and regulation of the technical condition of buildings and structures made of reinforced concrete : abstract of the diss. ... candidate technical sciences: 05.23.01]. Lviv, 2008, 26 p. (in Ukrainian).
4. Popruha D.V. and Valovoy O.I. *Problemy monitorynhu tekhnichnoho stanu budivel' i sporud* [Problems of monitoring the technical condition of buildings and structures]. *Visnyk of Kryvyi Rih National University* [Bulletin of Kryvyi Rih National University]. 2013, vol. 34, pp. 186–190. (in Ukrainian).
5. *Pro zatverdzhennya formy pasporta ob'yekta budivnytstva : Nakaz vid 10.11.2017 r. № 298* [On approval of the passport form of the construction object : Decretal from November 10, 2017, no. 298]. Kyiv : Ministry of Regional Development, Civil Engineering, Housing and Communal Services of Ukraine, 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1460-17#Text> (in Ukrainian).
6. Elmasri R. and Navathe S.B. *Fundamentals of Database Systems*. Pearson, 2016, 1242 p.

Надійшла до редакції: 17.03.2024.