

УДК 69.059.4

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ ПО ВУЛИЦІ ГОРОДОЦЬКІЙ, 2 У МІСТІ ЛЬВОВІ

С. Бурчєня, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-6903-1134

Ю. Фамуляк, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-3044-5513

Львівський національний університет природокористування

С. Віхоть, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-1063-2103

Національний університет «Львівська політехніка»

О. Грицина, інженер з контролю якості

ORCID ID: 0000-0003-4600-3728

ТзОВ «Техексперт-Захід»

<https://doi.org/10.31734/architecture2022.23.027>

Бурчєня С., Фамуляк Ю., Віхоть С., Грицина О. Результати технічного обстеження фундаментної плити адміністративної будівлі по вулиці Городоцькій, 2 у місті Львові

Щоб забезпечити надійність експлуатованого об'єкта нерухомості, необхідно правильно його експлуатувати та проводити оцінювання його технічного стану.

Адже за допомогою обстеження будівель установлюють і оцінюють технічний стан конструктивної системи об'єкта, інженерних систем і прилеглої середовища, у результаті чого можна своєчасно виявити дефекти в конструкціях, запобігти обвалу, провести роботи щодо необхідного ремонту об'єкта, що істотно збільшить термін його подальшої експлуатації.

Наведено результати обстеження фундаменту будівлі адміністративної будівлі та проведено розрахунок несучої здатності та деформативності фундаментної плити, армування якої було частково пошкоджено внаслідок довготривалої експлуатації будівлі.

Результати теоретичних розрахунків, які проводились у програмному комплексі MONOMAX-SAPR 2013, дають підставу вважати, що несуча здатність фундаментної плити забезпечена. Проте розрахунок за другою групою граничних станів засвідчив, що деформативність плити є більшою за гранично допустимі значення. Це спричинило нерівномірне осідання різних частин плити та тріщини у стінах будівлі. Технічний стан фундаменту – непридатний до нормальної експлуатації (категорія технічного стану «3»).

Місце демонтажу частини фундаментної плити необхідно терміново усунути відновленням бетонного шару та влаштуванням методом захваток штаб під колону К-7 із заведенням армокаркасів відповідних перерізів з включенням їх у роботу як із колоною, так і з фундаментною плитою.

У місцях розкриття тріщин фундаментної плити годиться влаштувати водостійкі марки та стежити за їхнім розкриттям. Утім, такий варіант має рекомендаційний характер і потребує детальних проектних розробок у процесі виготовлення проєктно-кошторисної документації з реконструкції будівлі.

Ключові слова: обстеження, категорії відповідальності, категорії технічного стану, фундаментна плита.

Burchenia S., Famuliak Yu., Vikhot S., Hrytsyna O. Results of the technical inspection of the foundation slab of the public building in Horodotska Street, house 2 in the city of Lviv

A real estate object should be correctly used and its technical conditions should be assessed in order to ensure its reliability. One can establish and assess the technical conditions of the structural system of the object, engineering systems and the surrounding environment due to building inspection. As a result, one can detect defects in structures, prevent collapse, and carry out work on the necessary repairs on time, which will significantly increase its further exploitation.

The article presents the results of the inspection of the office building foundation and calculates the load-bearing capacity and deformability of the foundation slab, the reinforcement of which has been partially damaged due to long-term exploitation of the building.

Concerning the results of the theoretical calculations carried out in the software package MONOMAX-SAPR 2013, it is believed that the load-bearing capacity of the foundation slab is provided. However, the calculation of the second group of limit states showed that the deformability of the plate is greater than the maximum allowable values. This caused uneven subsidence of various parts of the slab and the appearance of cracks in the building walls. Technical conditions of the foundation is unsuitable for normal exploitation (category of technical condition – «3»).

The place of dismantling the part of the foundation slab should be urgently eliminated by restoring the concrete layer and installing a groove under the K-7 column with the installation of reinforcement frames of appropriate cross-sections with their inclusion in work with both the column and the foundation slab.

In places where cracks in the foundation slab are opened, it is necessary to install water resistant plywood stamp and monitor their opening. However, such solution is recommendatory and it is required to perform a detailed design work in the process of preparing design and estimate documentation for the building reconstruction.

Key words: technical inspection, categories of responsibility, categories of technical condition, foundation slab.

Постановка проблеми. Обстеження об'єкта поділяються на планові та позапланові. Моніторинг окремих показників технічного стану об'єкта є елементом нагляду, які визначають загальний його технічний стан. Термін чергового планового обстеження рекомендується призначати так, щоб до його настання можна було зберегти придатність об'єкта для експлуатації за визначеним призначенням при дотриманні встановлених правил експлуатації і технічного обслуговування та за відсутності форс-мажорних обставин [1].

Аби забезпечити надійність експлуатованого об'єкта нерухомості, а саме – здатність зберегти необхідні експлуатаційні якості протягом розрахункового періоду, необхідно правильно провести оцінювання його технічного стану. Найчастіше руйнування об'єкта нерухомості не відбуваються миттєво – для цього потрібен тривалий вплив певних чинників. Однак це може статися в результаті стихійного лиха, пожежі або людського чинника [1; 2].

За допомогою обстеження будівель встановлюють і оцінюють технічний стан конструктивної системи об'єкта, інженерних систем у прилеглому середовищі, у результаті чого можна своєчасно виявити дефекти в конструкціях, запобігти обвалу, провести роботи щодо необхідного ремонту об'єкта, що істотно збільшить термін його подальшої експлуатації [1; 3; 5].

Нині значна кількість будівель Львова фізично і морально зношена, оскільки збудована за часів Австро-Угорщини та у післявоєнний період. Тому такі будівлі потребують технічного обстеження, на основі якого можна обґрунтувати їх надійність і безпечно використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою для проведення обстеження є технічне завдання, яке формує замовник обстеження, а діагностування технічного стану окремих будівельних конструкцій та об'єкта загалом здійснюють через виконання необхідної сукупності обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур, перелік і повноту яких зазначають у технічному завданні. Залежно від наслідків [2], які

можуть бути відмовою, розрізняють три категорії відповідальності конструкцій та їх елементів: А – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до непридатності до експлуатації будівлі або її частини; Б – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівлі або до відмови інших конструкцій, які не належать до категорії А; В – конструкції, відмова яких не призводить до порушення функціонування будівлі в цілому або інших конструкцій чи їх елементів. Загалом технічний стан об'єкта оцінюють залежно від технічного стану несучих та огорожувальних конструкцій віднесенням його до однієї з чотирьох категорій технічного стану: «1» – нормальний; «2» – задовільний; «3» – не придатний до нормальної експлуатації; «4» – аварійний [3].

Постановка завдання. Наша мета – на основі аналізу результатів попереднього та інструментального обстежень визначити ступінь пошкодження фундаментної плити та визначити категорію її технічного стану; провести розрахунок і запропонувати способи її підсилення.

Виклад основного матеріалу. Роботи з проведення технічного обстеження громадського будинку виконано згідно з технічним завданням на технічне обстеження та під керівництвом провідного експерта Гереги Тараса Богдановича.

Опишемо коротко об'ємно-планувальне рішення підвального приміщення обстежуваної будівлі: будівля в плані нагадує літеру «П», утворюючи своєрідний внутрішній двір, та споруджена приблизно 1910–1913 рр. (рис. 1); загальна кількість поверхів – 5 (з підвальним приміщенням та мансардним поверхом); висота підвального приміщення становить 2–3,0 м; фундамент – монолітна залізобетонна плита; колони – цегляні та металеві на рівні 1–5 поверхів, які опираються на цегляні стовпи та стіни в підвальному поверсі, що виконані з керамічної повнотілої цегли; перекриття над підвалом – цегляні пологі арочні конструкції та монолітний залізобетон по сталевих прокатних двотаврових

балках, що опираються на цегляні стіни; сходи в підвалі – одномаршеві залізобетонні та гвинтові залізобетонні; підлога – бетонна; дверні конструкції – дерев'яні та металеві; вікна в підвальному приміщенні – відсутні; інженерні мережі – у підвальному приміщенні проходять трубопроводи водопостачання та каналізації, силові кабелі електромереж; вентиляція природна через цегляні вентиляційні канали. Конструктивна схема будівлі змішаного типу із зовнішніми несучими стінами та колонами.

Ділянка досліджень характеризується складними інженерно-геологічними умовами. Вона розташована в межах сильно антропогенно зміненої заплавної тераси р. Полтва.

У геологічній будові на розвідану глибину наявна потужна (до 7,0 м) товща слабких, техногенних та алювіально-болотних, різного ступеня заторфованості м'якопластичних суглинків із низькими показниками механічних властивостей.



Рис. 1. Загальний вигляд будівлі

За складністю інженерно-геологічних умов ділянка, на якій знаходиться будівля, належить до III категорії.

Грунтові води залягають на різних глибинах – від 0,5 до 5,3 м. Такий великий діапазон їхнього коливання на невеликій відстані вказує на потужний вплив антропогенних чинників, про-

відну роль серед яких виконують витoki з водонесних мереж. Не допускається зниження рівня ґрунтових вод нижче фундаменту наявної будівлі, оскільки це може призвести до дегідратаційного самоущільнення ґрунтів з органічними рештками.

Згідно з ДБН В.1.1-12:2014, ґрунти ІГЕ-1,2 належать до IV, ІГЕ-3 – до II категорії за сейсмічними властивостями [4].

Результати обстежень конструкцій будівлі підвального приміщення такі: фундаментом будівлі є монолітна залізобетонна плита товщиною 90–100 см. Плита складається з трьох площин на різних висотних відмітках з уступами 450 мм, армована двотавровими балками ($h=82-84$ мм) кроком 500×500 мм (таким чином утворюючи армувальну сітку) (рис. 2). Під час обстеження виявлено ділянку фундаментної плити (зі сторони проспекту В. Чорновола) площею приблизно 4 м^2 , де було демонтовано армування (двотаврові балки) та верхній шар бетону товщиною 400 мм, де товщина плити становить 600 мм (рис. 3). Відсоток корозії металу фундаментної плити становить на час обстеження 50–90 % у зв'язку з низьким класом міцності бетону та наявністю у верхній частині плити каналів частково зруйнованих дренажних лотків. Звітрілий бетон плити – це слабозцементований щебінь з уламками цегли, вапняку, частинок кераміки, скла та, відповідно, зумовлює наявність води безпосередньо в тілі залізобетонної плити. Модуль деформації матеріалу фундаменту дуже низький (за результатами обстеження та зі слів геолога, оскільки циліндричні проби матеріалу бетону фундаменту неможливо виконати через крихкість матеріалу) близько 6 МПа, що відповідає класу бетону від C5/7,5 до C8/10, кут внутрішнього тертя 45 градусів, питоме зчеплення – 14 кПа .

У процесі шурфування в тілі фундаментної плити були виявлені лотки прямокутної форми та дренажні керамічні трубки у верхній частині плити. Лотки (дренажні трубки) розташовуються у верхній зоні плити на рівні жорсткої арматури з двотаврів. Проте дослідити їх призначення, протяжність і схему розташування в тілі фундаментної плити не вдалося.

Щоб визначити несучу здатність і деформативність фундаментної плити, визначаємо сумарне навантаження від усіх цегляних колон і простінків:

$$N_{\text{сум.}} = \sum N_{\text{К1-К26}}: \text{C1-C-3} = 28,0 + 33,5 + 41,5 + 44 + 109 + 116 + 132 + 129 + 123 + 121 + 46 + 39,4 + 81 + 108,5 + 195 + 118,5 + 123,5 + 120,5 + 134 + 52 + 24 + 37 + 82,5 + 42,8 + 54,5 + 56,5 + 29 + 47,5 + 118 + 41 = 2429,0 \text{ т.}$$



Рис. 2. Загальний вигляд армування залізобетонної монолітної фундаментної плити



Рис. 3. Ділянка зруйнованої фундаментної плити загальною площею приблизно 4 м, де було демонтовано армування (двограврові балки) та верхній шар бетону на глибину 400 мм

Корисне нормативне навантаження становить

$$N_{\text{кор.}} = (521,8 \cdot 0,4) + (728,9 \cdot 0,4 \cdot 5) + 113,81 + (595,9 \cdot 0,4) = 1896,89 \text{ т.}$$

Додатково визначаємо навантаження від фундаментної плити:

$$N_{\text{фунд.}} = 1 \times 595,9 \text{ м}^2 \cdot 24 \text{ кН/м}^3 = 14301,6 \text{ кН/м}^3 = 143,016 \text{ т.}$$

Сумарне навантаження на 1 м^2 фундаментної плити та, відповідно, ґрунту за умови абсолютної жорсткості фундаменту становить

$$2429,0 + 1896,89 + 143,016 / 595,9 = 7,5 \text{ т/м}^2.$$

Для визначення несучої здатності існуючих конструкцій використовуємо комп'ютерну програму МОНОМАХ-САПР 2013. На основі проведеного розрахунку визначено: переміщення (осідання) ґрунту під плитою в обох випадках перевищують гранично допустимі, а саме:

при $t = 1,0 \text{ м}$ становлять $0,304 \text{ м} - S_{\text{н}} \cdot 1,5 = 12 \cdot 1,5 = 18 \text{ см}$;

при $t = 0,6 \text{ м}$ становлять $0,299 \text{ м} - S_{\text{н}} \cdot 1,5 = 12 \cdot 1,5 = 18 \text{ см}$.

Такі значення осідань зумовлені:

неврахуванням роботи піщаної подушки у зв'язку з її повним або частковим вимиванням;

неврахуванням роботи пружної стадії ґрунтової основи в часі (а саме – великим проміжком часу експлуатації будинку) та загальним зниженням рівня ґрунтових вод у центральній частині міста Львова, внаслідок чого відбулося доущільнення ґрунтів основи.

Тепер розглянемо випадок необхідної площі армування плити у випадках існуючого стану ($t = 1,0 \text{ м}$) та можливості зрізу на $0,4 \text{ м}$ ($t = 1,0 \text{ м}$) (рис. 4–7).

Як зазначалось, плита заармована дво-гравровими сітками $500 \times 500 \text{ мм}$ у верхній та нижній зонах відповідно.

Площа армування на 1 м^2 становить:

$$A \cdot F \cdot n = 0,1032 \cdot 4 \cdot 2 = 0,826 \text{ м}^2 = 82,6 \text{ см}^2.$$

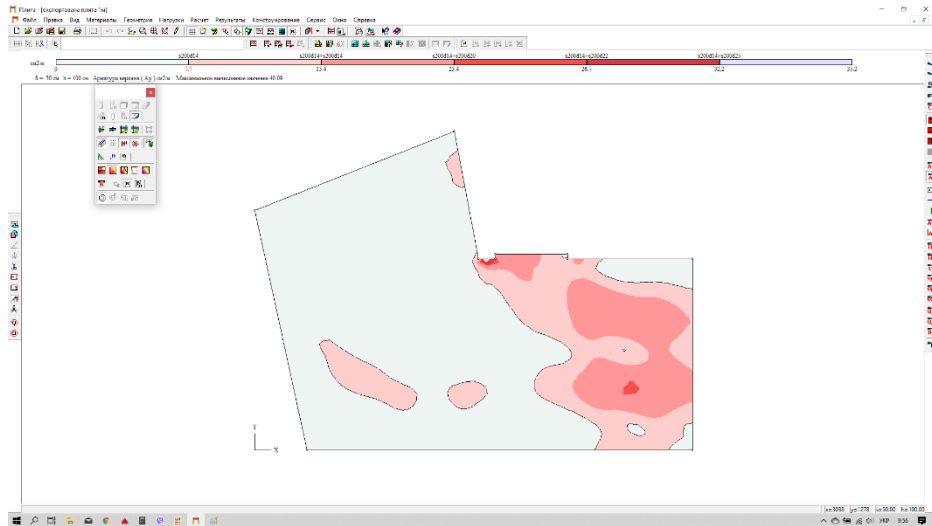


Рис. 4. Необходимое армирование плиты по A_y ($t = 1,0$ м)

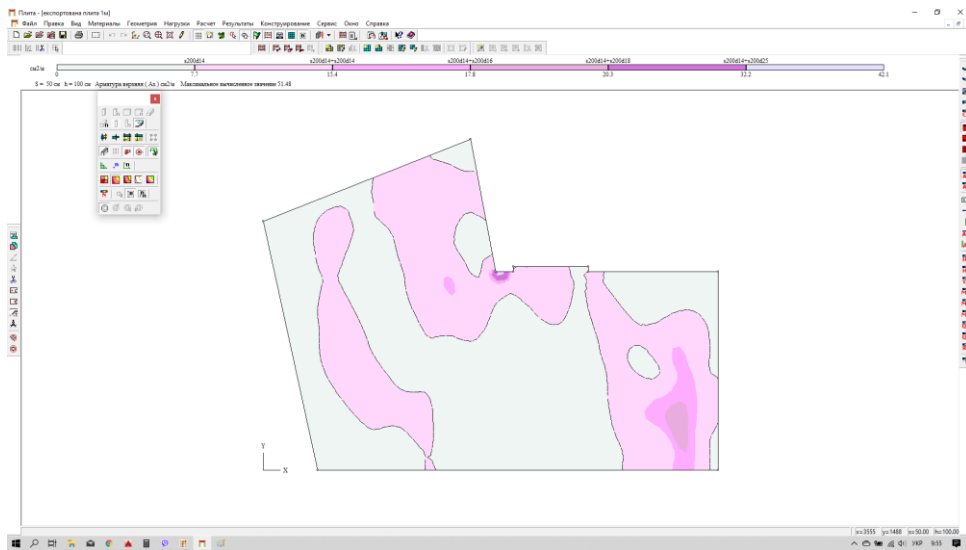


Рис. 5. Необходимое армирование плиты по A_x ($t = 1,0$ м)

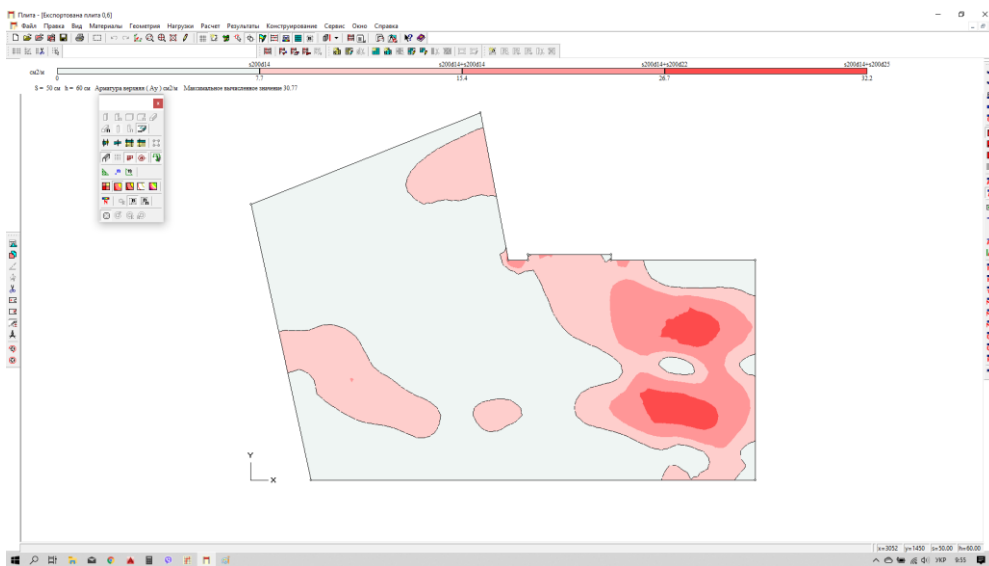


Рис. 6. Необходимое армирование плиты по A_y ($t = 0,6$ м)

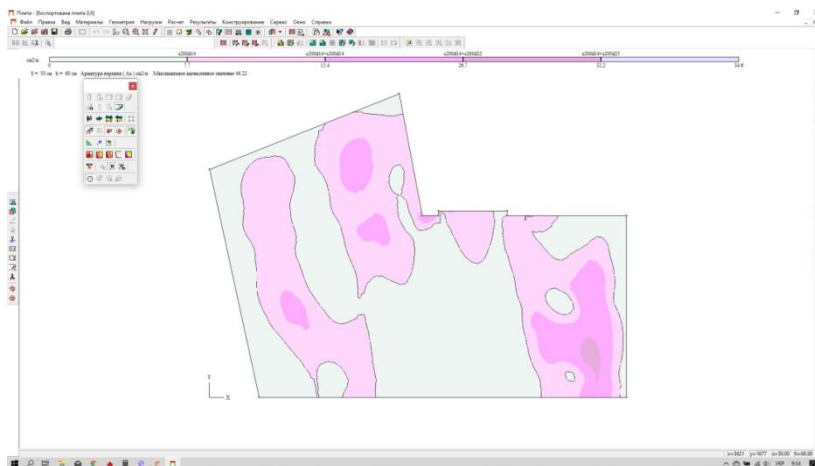


Рис. 7. Необхідне армування плити по A_x ($t = 0,6$ м)

Отже, необхідний коефіцієнт армування плити за її товщини 1,0 м становить $51,48 + 40,09 = 91,57 \text{ см}^2$ при існуючому $82,6 \text{ см}^2/\text{м}$.

За товщини плити 0,6 м становить $30,77 + 46,22 = 76,99 \text{ см}^2/\text{м}$ при існуючому $41,3 \text{ см}^2/\text{м}$.

Доволі великі значення необхідних площ армування плити зумовлені низькими значеннями характеристик бетону.

Отже, недоармування плити ($t = 1,0$ м) становить:

$$(82,6/91,57) \cdot 100\% = 9,79 \%$$

недоармування плити ($t = 0,6$ м) становить:

$$(41,3/76,99) \cdot 100\% = 46,36 \%$$

Висновки. Визначивши фізико-механічні характеристики матеріалів, промодельовано роботу залізобетонної фундаментної плити. Результати теоретичних розрахунків, які проводились у програмному комплексі, дають підставу вважати, що несуча здатність фундаментної плити забезпечена. Проте розрахунок за другою групою граничних станів засвідчив, що деформативність плити більша за гранично допустимі значення. Це спричинило нерівномірне осідання різних частин плити та появу тріщин у стінах будівлі. Технічний стан фундаменту – непридатний до нормальної експлуатації (категорія технічного стану «3»).

Відтак демонтаж існуючої фундаментної плити категорично забороняється у зв'язку з можливою повною втратою несучої здатності та стійкості плити. Підсилення фундаментної плити методом ін'єктування небажане з огляду на його непридатність для цього методу (відсутність великоуламкових і гравійних наповнювачів, $e=1,2$, велику товщу залягання, можливість закупорювання наявних інженерних мереж тощо).

Підсилення фундаментної плити методом вдавлюваних трубобетонних або буроін'єкційних паль небажане з огляду на можливе часткове

підтоплення підвалу та зменшення гідростатичного тиску води під фундаментною плитою як наслідок зниження несучої здатності фундаменту.

Місце демонтажу частини фундаментної плити слід терміново усунути відновленням бетонного шару та влаштуванням методом захваток штаб під колону К-7 із заведенням армокаркасів відповідних перерізів із включенням їх у роботу як з колоною, так і з фундаментною плитою. У місцях розкриття тріщин фундаментної плити годиться влаштувати водостійкі марки та стежити за їхнім розкриттям. Утім, цей варіант має рекомендаційний характер і потребує детальних проектних розробок у процесі виготовлення проектно-кошторисної документації з реконструкції будівлі.

Бібліографічний список

1. ДСТУ Н Б В.1.2-18:2017. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення їх оцінки та технічного стану. [Чинний від 2017-04-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 47 с.
2. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель I споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Київ: М-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 30 с.
3. Барашиков А. Я. Оценка технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений. Київ: Держнаглядхоронпраці України, 1998. 232 с.
4. ДБН В. 1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. Київ: М-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 110 с.
5. Реконструкция зданий и сооружений: учеб. пособие / А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко, В. Б. Гончаров; под ред. А. Л. Шагина. Москва: Высш. шк., 1991. 352 с.

Стаття надійшла 22.05.2022