

УДК 550.8.04

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.310821.85.793

ДОСВІД ПЕРШИХ ГЕОРАДАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ ПАЛАЦУ СТУДЕНТІВ ДНУ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКУ КУЛЬТУРИ ІМ. Т. Г. ШЕВЧЕНКА У М. ДНІПРО

СЄДІН В. Л.¹, докт. техн. наук, проф.,

БАУСК Є. А.², зав. лаб.,

УЛЬЯНОВ В. Ю.³, асист.,

КОВБА В. В.^{4*}, канд. техн. наук, доц.,

ІЄВЛЕВ С. В.⁵, м. н. с.,

ФРОЛОВ М. О.⁶, асп.

¹. Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: sedin.volodymyr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

². Лабораторія досліджень атомних та теплових електростанцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: bauskas@pgasa.dp.ua

³. Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (093) 724-31-91, e-mail: uluanov.vasilii@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9028-3408

^{4*}. Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 588-46-71, e-mail: kovba.vladyslav@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

⁵. Лабораторія досліджень атомних та теплових електростанцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна

⁶. Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: templatar1995@gmail.com

Анотація. Постановка проблеми. Геофізичні дослідження на місці розташування Палацу студентів ДНУ (колишнього Потьомкінського палацу) в Центральному парку культури ім. Т. Г. Шевченка м. Дніпро проведені у зв'язку з вирішенням питання стосовно наявності прихованих підземних конструкцій та підтвердження історичної легенди, що тривалий час існує навколо цієї пам'ятки архітектури XVIII століття. В ході досліджень проведено георадарну зйомку, що передбачала ретельний аналіз історичних джерел, який повинен спростувати легенду або, навпаки, – її підтвердити. Дослідження виконані за допомогою георадара MALA з робочими частотами 250 МГц і 800 МГц (дуже обмежено). **Мета статті** – з'ясування стану існуючих інженерних комунікацій, а також пошук прихованих давніх конструкцій в парку культури ім. Т. Г. Шевченка на ділянках, прилеглих до будівлі Палацу студентів ДНУ. Дослідження виконувалися також і на Площі Шевченка (колишня назва – Палацова площа) біля центрального входу в парк. **Висновки.** В результаті проведених досліджень отриманих георадарних профілів виявлено особливості відображення поверхневих і заглиблених будівельних конструкцій, водоносних та інших комунікацій на ділянках сухих і зволжених лесових ґрунтів цієї території. На ділянках можливих витоків у зволжених лесових ґрунтах будь-які об'єкти на робочих глибинах при частоті 250 МГц приладом не відображалися через високий ступінь загасання сигналу. У розшифрованні радарограм значно допомогали земляні роботи, що проводилися для реконструкції Площі Шевченка. Глибокі траншеї, які часто збігалися з георадарними профілями на цій ділянці, могли вважатися еталонними і дозволили обійтися без дорогих бурових робіт. На георадарних профілях досліджуваної ділянки не виявлено будь-яких аномалій, які свідчать про наявність об'ємних лінійних підземних споруд, що підтверджується і результатами фотофіксації в ході проведення земляних робіт. Наші дослідження можуть вважатися тільки первинними і передбачають проведення подальшого, більш детального вивчення обраних ділянок, в тому числі і всередині самої будівлі. Оскільки відомостей про раніше виконані георадарні дослідження на території Палацу студентів ДНУ і прилеглої до парку Площі Шевченка виявити не вдалося, проведені співробітниками ЛДАТЕ ПДАБА дослідження можуть вважатися первинними у сфері геофізики для цієї території.

Ключові слова: георадар; Центральний парк культури ім. Т. Г. Шевченка; Потьомкінський палац; підземний хід; археологічний об'єкт; фундамент; лесовий ґрунт

EXPERIENCE OF THE FIRST GEORADAR RESEARCH ON THE TERRITORY OF THE DNU PALACE OF STUDENTS OF THE CENTRAL PARK OF CULTURE NAMED AFTER T.G. SHEVCHENKO IN DNIPRO

SEDIN V.L.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
BAUSK Ye.A.², *Lab. Manager*,
ULIANOV V.Yu.³, *Ass.*,
KOVBA V.V.^{4*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
PIEVLEV S.V.⁵, *Junior Res. Ass.*,
FROLOV M.O.⁶, *Postgrad. Stud.*

¹ Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: sedin.volodymyr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

² Laboratory of Research of Nuclear and Thermal Power Plants, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: bauskas@pgasa.dp.ua

³ Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38(093) 724-31-91, e-mail: uluanov.vasiliy@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9028-3408

^{4*} Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38(096) 588-46-71, e-mail: kovba.vladyslav@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

⁵ Laboratory of Research of Nuclear and Thermal Power Plants, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine

⁶ Department of Reinforced Concrete and Stone Constructions, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: templatar1995@gmail.com

Abstract. Problem statement. Geophysical research at the location of the Palace of Students of DNU (former Potiomkin Palace) in the Central Park of Culture. T.G. Shevchenko city of Dnipro were held in connection with the issue of the existence of hidden underground structures and confirmation of the historical legend, long existing around this monument of architecture of the XVIII century. In the course of the research, a georadar survey was carried out, which involved a careful analysis of historical sources, which should refute the legend or, conversely, confirm it. The studies were performed using MALA georadar with operating frequencies of 250 MHz and, 800 MHz (very limitedly).

Purpose of the article. The purpose of the work was to clarify the state of existing utilities, as well as the search for hidden ancient structures in the Central Park of Culture. T.G. Shevchenko in the areas adjacent to the building of the the Palace of Students of DNU. The research was also carried out on Shevchenko Square (formerly called Palace Square) near the central entrance to the park. **Conclusion.** As a result of the conducted researches of the received georadar profiles features of display of superficial and deepened building designs, aquifers and other communications on sites of dry and moistened loess soils of the given territory were revealed. In the areas of possible leaks in moist loam soils, any objects, at working depths at a frequency of 250 MHz by the device, were not reflected due to the high degree of signal attenuation. When deciphering the radar patterns on Shevchenko Square, the excavation work carried out for the reconstruction of the area proved to be a significant help. No anomalies indicating the presence of sufficiently voluminous linear underground structures were found on the georadar profiles of this area, which is confirmed by the results of photofixation during excavation. The conducted researches can be considered only primary and provide carrying out of further more detailed researches on the chosen sites, including in the building. As information on previously performed georadar surveys on the territory of the Palace of Students of DNU and adjacent to the park – Shevchenko Square could not be found, the conducted Laboratory of research of nuclear and thermal power plants PSACEA surveys can be considered the first of its kind.

Keywords: *georadar; Shevchenko's park; Potomkinsky palace; underground walk; archeological object; foundation; loess soil*

Постановка проблеми. У 1787 році під час подорожі Катерини II на південь князь Г. О. Потьомкін намагався продемонструвати імператриці свої зусилля щодо «перетворення» південного краю, в тому числі і відвойованих у Туреччини

нових земель. У Катеринославі Катерина II заклала перший камінь у фундамент майбутнього Спасо-Преображенського кафедрального собору та стала свідком різних починань князя Потьомкіна, серед

яких були роботи зі спорудження палацу намісника краю.

Запроектований архітектором І. Є. Старовим палац князя Потьомкіна (далі по тексту Потьомкінський палац) будували протягом 1787–1790 рр. (за іншими даними, його зводили до 1792 р.). Палац мав класичну композицію та складався із трьох частин: центральної, де розташовувалися



а

велика і дві менші зали, і бокових крил із лоджіями (галереями і колонадами), де були кімнати різного призначення (див. рис. 1). Головний вхід прикрашав доричний шестиколонний портик із фронтоном [0]. Центральний зал палацу був настільки великим, що в ньому міг розміститися мало не цілий кінний полк.



б

Рис. 1. Палац студентів ДНУ (колишня назва – Потьомкінський палац) та прилегла територія: а – фото палацу на початку ХХ ст. [20]; б – фото сучасного стану

Навколо палацу був улаштований сад в англійському стилі з екзотичними рослинами, оранжереями і квітниками. Хоча на цьому самому місці вже існував сад, посаджений козацьким осавулом Лазарем Глобою, який згодом перекупив Г. О. Потьомкін.

Після раптової смерті князя Потьомкіна палац почав занепадати, як і вся прилегла територія.

У 1837 році майже зруйновану будівлю передано у володіння катеринославського дворянства. Палац частково був перебудований для засідань дворянських зборів. У 1899–1903 роках в його приміщенні відбувалися заняття студентів першого вищого навчального закладу міста – Вищого гірничого училища. Під час Першої світової війни палац перетворювався на госпіталь, який навіть відвідав останній російський імператор Микола II.

У роки Великої Вітчизняної війни палац було зруйновано. Його відновлено в 1952 р. за проектом архітекторів А. Баранського,

С. Глушкова та інженера А. Мучника. Заодно було виконано методом шурфування уточнення конструкції і глибини залягання фундаментів будівлі [2]. Навколо будівлі створили парк та насадили дерева. Перед самою будівлею палацу був влаштований фонтан, а в лівому крилі – газова котельня.

Все це разом із прокладеними без належного обґрунтування в безпосередній близькості від будівлі численними водоносними трубопроводами різного діаметра вплинуло на технічний стан палацу несприятливим чином. До того ж, ці самі комунікації проходять уздовж усього фасаду палацу. Відбудований Потьомкінський палац перейменували на Палац культури студентів Дніпропетровська. З 1961 року палац студентів носить ім'я Юрія Олексійовича Гагаріна.

Після додаткової реконструкції, проведеної в 1990-х рр., створено концертний зал на 600 місць, де проводять губернаторські бали, цікаві вечори, концерти, фестивалі, засідання Клубу

веселих і кмітливих. Наразі Палац входить у структуру ДНУ і являє собою пам'ятку архітектури. У підвальной частині будівлі влаштовано невеликий музей, що дозволяє ознайомитися як з улаштуванням його фундаменту, так і з деякими археологічним знахідками.

Постійна зацікавленість палацом пов'язана з існуючими легендами про підземні ходи, що зв'язують його не тільки з Монастирським островом (під Архієрейською протокою р. Дніпро), але, і з вище розташованим Спасо-Преображенським кафедральним собором. За останні десятиліття на цю тему опубліковано (і продовжує публікуватися) чимало статей в місцевій пресі та інтернет-виданнях, спогадів очевидців на всляких інтернет-форумах, і навіть знято кілька роликів на місцевих телеканалах.

Тією чи іншою мірою згадувалися підземні ходи в книгах місцевих краєзнавців, причому як старовинних, так і сучасних [3–5]. На наведених картах і схемах вони вказували мало не точне розташування ходів та їх внутрішній устрій. Все це достатня підстава для того, щоб фізично підтвердити наявність підземних ходів, використовуючи сучасні технічні досягнення в пошуковій геофізиці.

Мета статті – з'ясування стану існуючих інженерних комунікацій, а також пошук прихованих давніх конструкцій в Центральному парку культури ім. Т. Г. Шевченка на ділянках, прилеглих до будівлі Потьомкінського палацу (нині – Палац студентів ДНУ). Дослідження виконувалися також і на Площі Шевченка (колишня назва – Палацова площа) біля центрального входу в парк.

Результати досліджень. Можливість просвічування гірських порід радіохвилями була встановлена ще на початку ХХ століття. Уже в середині ХХ ст. імпульсні радіолокатори почали використовуватися для визначення потужності материкових льодовиків.

У наш час, із використанням сучасних можливостей апаратних і програмних засобів, метод георадіолокації широко

застосовується й активно розвивається у всьому світі.

У роботу георадара закладені класичні принципи радіолокації. Антена приладу випромінює ультракороткі електромагнітні імпульси (одиниці і частки наносекунд), які мають 1,0–1,5 періоду квазігармонічного сигналу і досить широкий спектр випромінювань. Центральна частота сигналу визначається типом антени. Проходячи в землю через поверхневі шари, деяка частина енергії хвилі відбивається від межі між пластами і направляється в зворотному напрямку до поверхні, а частина енергії, що залишилася, проникає вглиб (див. рис. 2).

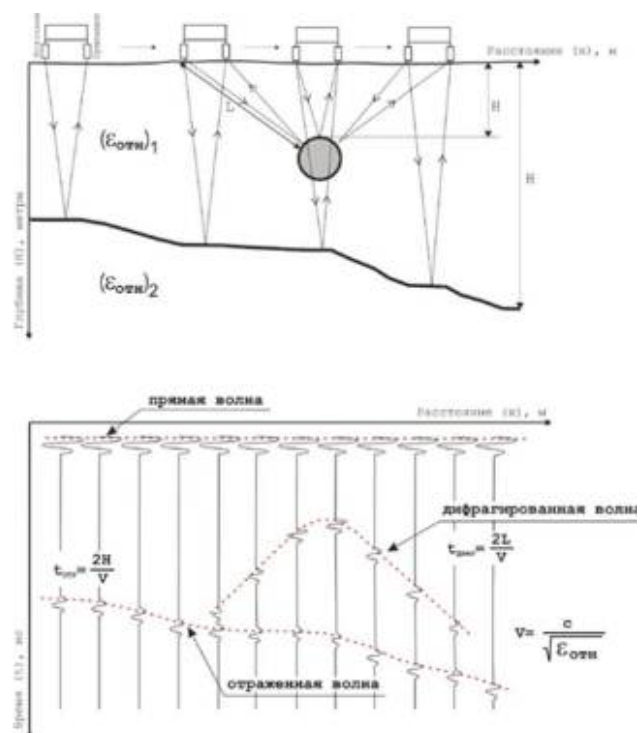


Рис. 2. Схема утворення електромагнітних хвиль

Енергія відбитої хвилі приймається, посилюється і перетворюється на цифровий вигляд. Потім сигнал обробляється і відображається на дисплеї залежно від часу на вертикальній шкалі. За рівномірного пересування антени по поверхні отримуємо безперервний тимчасовий «рисунок» поверхневих умов уздовж лінії руху (т. зв. радарограму). Відображення виникають залежно від різних ґрунтових умов, меж пластів, зміни вологості ґрунтів, розущільнення ґрунтів, пустот, різних штучних об'єктів (труби, кабелі тощо).

Глибина проникнення радіохвиль залежить від електричної провідності і діелектричної проникності ґрунтів на кожній окремій ділянці. Також глибина досліджень залежить від частоти збудження електромагнітних хвиль – збільшується у разі зменшення частоти і навпаки.

Всі питання проведення досліджень і інтерпретації їх результатів наразі вже висвітлені у відкритому доступі [6–10].

Георадарний метод широко застосовується також і в археологічних дослідженнях, особливо в останні десятиліття. А використання георадарів для вивчення архітектурних споруд взагалі вже стало звичайною практикою [11; 12]. В архітектурно-археологічних дослідженнях георадар застосовується під час вивчення елементів будівельних конструкцій, тектонічних і зволжених зон, а також, найбільш успішно, в пошуку комунікацій і різних заглиблених об'єктів.

Наразі існує багато літератури, присвяченої георадарному скануванню в культових спорудах [13; 14]. Пошуку підземних споруд в Україні (зокрема, в лесових ґрунтах) присвятили свої праці багато дослідників [15–19]. Проводилися такі вишукування і в нашому місті, але в переважній більшості з технічною (інженерно-будівельною) метою.

Апаратура методу георадіолокації

Польові дослідження виконувалися з використанням георадара «MALA ProEx» шведського виробництва – світового лідера з розроблення та виробництва георадарного обладнання.

Під час зйомки дані радара й інша інформація відображаються на моніторі або на екрані комп'ютера. Збирання даних може бути перерване і продовжене в будь-який момент. (Для додаткової інформації див. Керівництво користувача для програмного забезпечення Ground Vision-2 і Керівництво експлуатації для монітора). Для посилення і прийому радіохвиль використовувалися наземні екрановані антени з центральною частотою 250 і 800 МГц. Зовнішній вигляд MALA ProEx показано на рисунку 3.



Рис. 3. Зовнішній вигляд MALA ProEx

Глибина проникнення радіохвиль із різною частотою варіюється залежно від місцевих умов ґрунту. У таблиці наводяться дані, які можуть допомогти вибрати частоту антени на основі інтервалу глибин, що цікавить.

Методика георадарних досліджень

Дослідження виконували в 2016–2017 рр. співробітники Лабораторії досліджень атомних та теплових електростанцій (ЛДАТЕ) Придніпровського науково-освітнього інституту інноваційних технологій в будівництві, що являє собою структурний підрозділ Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (ПДАБА), за участю викладачів і студентів-магістрів цього навчального закладу.

Всі роботи здійснювали в два етапи. На першому етапі узагальнено і проаналізовано всю доступну інформація з архівних і фондових джерел із даного питання. Проведений аналіз послужив надійною основою для складання плану робіт, а також для коректної інтерпретації отриманих у ході польових робіт даних.

На другому етапі виконано власне георадарні дослідження. Їх проводили в сухий літній період року (див. рис. 4).

Діапазон глибин в антен із різними частотами

Частота, МГц	Радіальне розширення @, $c = 100$ [m/ μ s], $\lambda c/4$ [cm]	Максимальна глибина проникнення, м
250	10	8
500	5	6
800	3	2,5



Рис. 4. Проведення робіт на профілі I-I' біля лівого крила будівлі Палацу студентів ДНУ

Георадарне дослідження проводилися з усіх боків будівлі палацу (на території Центрального парку культури ім. Т. Г. Шевченка), з найбільшим згущенням профілів у місцях прокладання інженерних комунікацій, тому що саме з ними імовірно пов'язані максимальні видимі пошкодження самої будівлі (див. рис. 5). Ряд профілів (XIII–XIII', XIV–XIV' на схемі) розташовувався на прилежній Площі Шевченка, перед центральним входом до парку, обрамленим колонадою в архітектурному стилі 40–50-х рр. XX століття.

Як видно на схемі, дослідження проводилися за системою довгих і коротких поздовжніх, а також поперечних профілів. Короткі профілі в основному розташовувалися на ділянці головного фасаду будівлі палацу паралельно один

одному та навхрест трас водогінних комунікацій (водопровід, зливово та господарсько-побутова каналізація).

Із метою більш точного виділення опорних шарів геоелектричного розрізу і визначення будь-яких предметів у товщі ґрунтів усі профілі виконувалися в основному одним антенним блоком з частотою 250 МГц і з глибиною досліджень до 5 м.

Усього на даному етапі досліджень пройдено 18 базових профілів довжиною від 22 до 177 м. Загальна довжина пройдених профілів склала 1 365 м.п. Розбивку і прив'язку профілів проводили інструментальним способом, як правило, до кутів і елементів будівлі палацу, а також до постійних сучасних малих архітектурних форм.

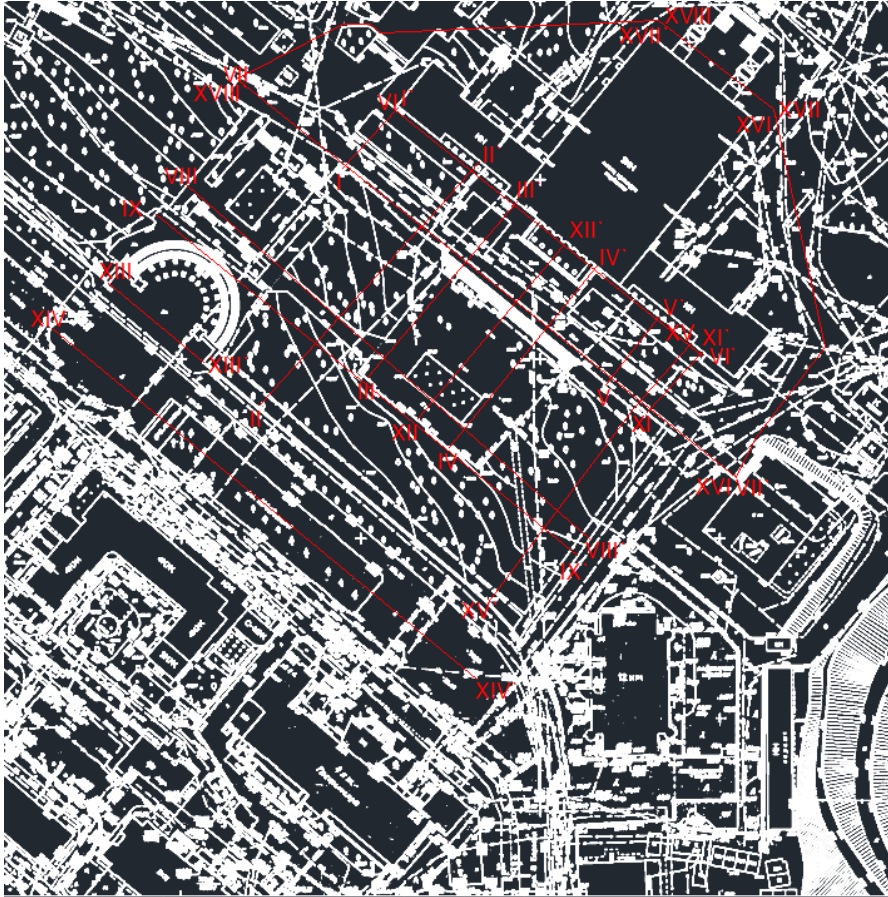


Рис. 5. Схема місць георадарних вимірювань на території, прилеглої до Потьомкінського палацу, із зазначенням номерів і орієнтації георадарних профілів

Спостереження записувалися і зберігалися у внутрішній пам'яті блока обробки і візуалізації даних георадара. Посилення параметрів фільтрації й обробки радіохвильових імпульсів вибиралися таким чином, щоб забезпечити максимальне збільшення корисного сигналу порівняно із фоном і різними перешкодами для умов даної території.

Камеральні роботи з дешифрування георадарних профілів проводилися із застосуванням стандартного програмного комплексу обробки даних георадіолокації GROUND VISION (редакція 1 і 2). Метою обробки стало перетворення георадіолокаційних даних на розріз, що відображає всі геологічні та техногенні об'єкти, які залягають у досліджуваному середовищі. За допомогою різноманітних прийомів перешкоди і шуми послаблюються, а корисний сигнал підкреслюється.

На розрізах виділялися аномальні області, характерні для локальних неоднорідностей у ґрунті. Фактом наявності розущільнених зон, пов'язаних із лінійними підземними спорудами невеликого перерізу, також може служити і присутність на радарограмах чітко фіксованих куполоподібних (гіперболоїдних) структур, однак такі практично не спостерігалися.

За використання антенних блоків із частотою 250 МГц на радарограмах за профілями, які перетинають естакади теплотрас та кабельних коробів, чітко простежуються т. зв. хвилі синфазності від поверхневих об'єктів. Такі ж хвилі відмічені на радарограмах за профілями поблизу стін будівель. Для зручності інтерпретації частина радарограм представлена в червоному кольорі. Глибина чіткого проникнення з антенним блоком 250 МГц у середньому не перевищувала 4...5 м.

Геологічний розріз досліджуваної території у верхній його частині складається з лесових супісків (горизонту vdQIIIbd), перекритих ґрунтовими нашаруваннями і сучасними техногенними відкладами різної потужності. Супіски жовті і сірувато-жовті, тверді, високопористі, з журавчиками карбонатів, схильні до просідання. На ділянках витоків із комунікацій – пластичні. У місцях витоків на поверхні біля будівлі відмічені численні засипані і заасфальтовані воронки, що не відображаються на георадарних профілях у вигляді локальних депресій.

Результати та обговорення. Як уже згадувалося вище, найбільшу увагу під час проведення польових робіт приділено ділянці перед головним фасадом будівлі, яка насичена підземними трубопроводами і комунікаціями, розташованими, до того ж, на різних глибинах (інформація впливає з топогеодезичної карти М 1:500). Частина оглядових люків, які були позначені на карті, засипана ґрунтом і будівельним сміттям.

Радарограми розташованих паралельно один одному і перпендикулярно до будівлі палацу коротких (II', VV', XI–XI') і довгих (II–II', III–III', XII–XII', IV–IV', XV–XV') профілів у цілому схожі. Незважаючи на наявність зволжених зон, на них досить упевнено візуалізуються з/б трубопроводи зливової каналізації діаметром 1 000 мм і прокладені набагато раніше чавунні труби діаметром 400 мм, діючі електричні кабелі і сталеві водопровідні труби малого діаметра (до 150 мм).

На профілях III–III', IV–IV', XII–XII' достатньо чітко проглядаються залишки фундаменту чаші засипаного фонтана, зведеного у 1950-х роках на майданчику перед палацом і згодом демонтованого. По краю чаші фонтана з боку площі по всіх трьох профілях в інтервалі глибин 1,3...2,1 м проглядається лінійна об'ємна аномалія незрозумілого генезису шириною до 1 м – можливо, частина технічного підвалу споруди фонтана. На суміжних профілях за межами чаші фонтана ця аномалія вже відсутня. Також не ідентифікуються будь-

які подібні об'ємні структури незрозумілого генезису в товщі ґрунту, безпосередньо перед фасадом будівлі.

Паралельно фасаду будівлі палацу були закладені і пройдені також довгі георадарні профілі VI–VI', VII–VII', причому перший профіль прямо вздовж вимощення будівлі, незважаючи на можливі перешкоди від його стін. На профілі VI–VI' чітко видно, як входять до будівлі сталеві водопровідні труби діаметром 150 мм з місцями витоків та електричні кабелі. На профілі VII–VII' додатково визначаються ймовірно фрагменти бруківки, безнапірні з/б каналізаційні труби діаметром 400, 600, 800 мм, а також водопровідні труби діаметром 50 і 150 мм.

Значна кількість невеликих аномалій, переважно металевої природи, виявлена в техногенному поверхневому шарі. Паралельно зазначеним профілям (рис. 5) уздовж кам'яної огорожі парку були пройдені та створені довгі профілі (VIII–VIII', IX–IX'), що показали об'ємні аномалії, за винятком ділянки фонтана за профілем VIII–VIII'.

До спорудження кам'яного муру парку і висадки дерев зазначена територія, за даними архівної аерофотозйомки 40-х рр. XX ст., була зайнята великими квітковими газонами з пішохідними доріжками, фрагменти яких відмічаються на радарограмах у поверхневому шарі, поряд із великою кількістю точкових аномалій металевої природи, імовірно, це залишки огорож квітників тощо (що і підтвердилося згодом під час земляних робіт із реконструкції площі у 2020 р.). На ділянці фонтана доцільні додаткові георадарні дослідження, які матимуть лише локальний характер.

З боку Дніпра і розташованого по сусідству в низині, на дні яру, стадіону, будівлю палацу охоплюють георадарні профілі XVI–XVI', XVII–XVII', XVIII–XVIII'. З огляду на те, що ділянки зазначених профілів відрізняються складною геологією, великою кількістю провальних явищ поряд із водогінними комунікаціями, що супроводжуються

витоками з подальшими просіданнями ґрунтів, ці ділянки повинні бути додатково обстежені в ході подальших робіт. У місцях витоків на поверхні відмічені численні засипані і заасфальтовані воронки, проте й це позначається на георадарних профілях у вигляді локальних депресій і просідних явищ у лесових ґрунтах.

Виходячи з особливостей проведення та інтерпретації результатів георадарної зйомки, в районі Палацу студентів ДНУ можна стверджувати таке:

- в маловологих лесових ґрунтах з/б труби зливової каналізації Ø1 000 мм менше видно, ніж чавунні труби Ø400 мм;

- сталеві труби Ø100...150 мм видно чітко, однак такі ж позначки можуть бути і від інших металевих предметів у техногенному поверхневому шарі, яким насичений розріз на ділянці робіт;

- глибокі траншеї під труби Ø400 мм і обриси самих труб, як правило, не завжди проглядаються, особливо в місцях витоків;

- діючі електричні кабелі, як правило, видно чітко, недіючі – далеко не завжди;

- точкові металеві аномалії в техногенному поверхневому шарі, як правило, впевнено діагностуються відповідно до так названого ефекту «дощу»;

- інтерпретація радарограм із застосуванням фільтрів помітно полегшується, але це стосується ділянок порушень структури ґрунту (стілки засипаних траншей та ін.);

- визначення глибини розташування труб Ø 400 і 1 000 мм в основному неможливе без топографічної основи, особливо у вологих ґрунтах;

- дифраговані хвилі у вигляді повної гіперболи є також і «супутниками» плоских відбивних поверхонь у поверхневому шарі, таких як: фрагменти з/б плит; багат шарове мощення вулиць; бетонні пішохідні доріжки тощо;

- бетонні покриття на поверхні (пішохідні доріжки, плити), як правило, створюють потужну чітку широку смугу «засвічення» на радарограмах, спроможну приховувати у своїй так званій «тіні» шукані об'єкти.

Найбільш типові радарограми наведені на рисунках 6–8.

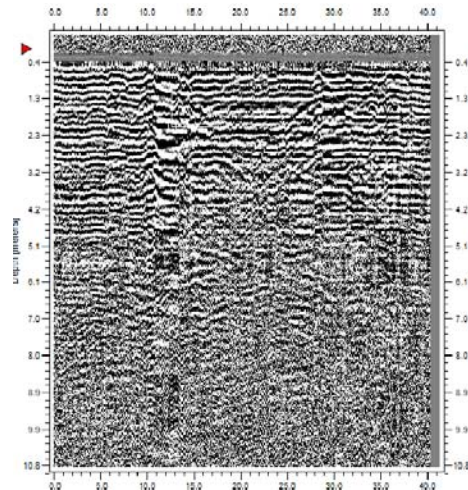


Рис. 6. Георадарний профіль XVII-XVII' з тильної частини головного корпусу

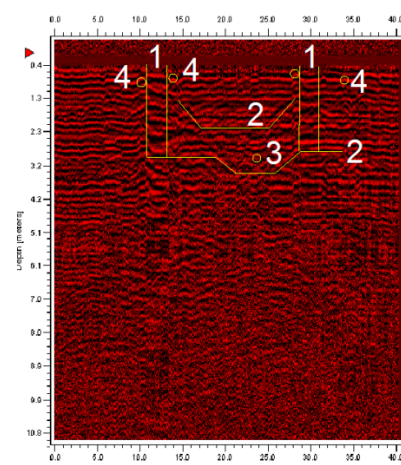


Рис. 7. Георадарний профіль XVII-XVII' з тильної частини головного корпусу з імовірною розшифровкою: 1 – фундаменти сходів пізньої прибудови до будівлі; 2 – контури котлованів; 3 – імовірно давній колектор стічних вод із будівлі палацу; 4 – металеві залишки, імовірно фрагменти труб

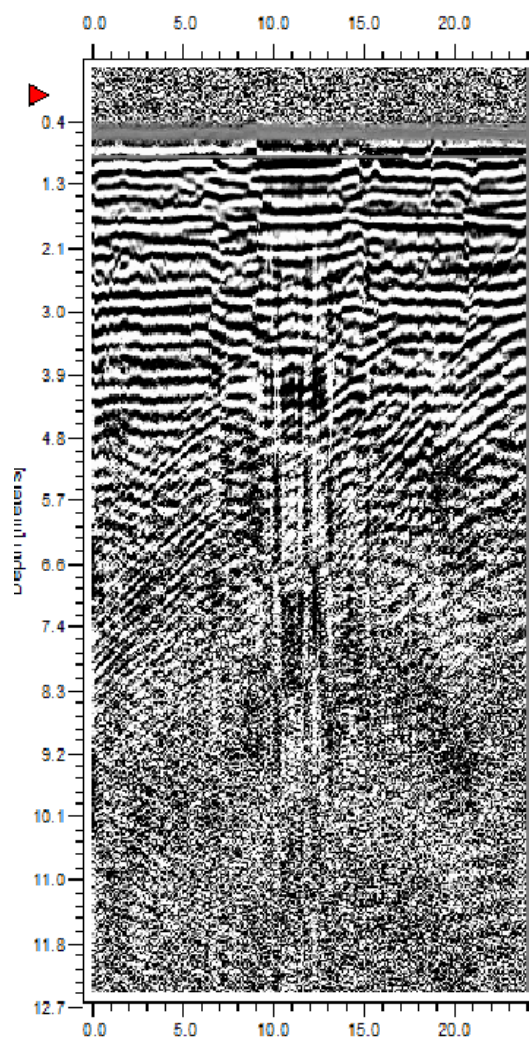


Рис. 8. Георадарний профіль V-V біля правого крила будівлі

У розшифруванні радарограм на ділянці Палацової площі (нині – Площа Шевченка) серйозно допомогли проведені через кілька років земляні роботи з реконструкції площі. Глибокі (до 2 м) траншеї на цій ділянці часто збігалися у напрямку з георадарними профілями. Розроблені траншеї вважалися верифікувальними, оскільки не потрібно було проводити дорогі бурові роботи (рис. 9–11).

Траншеями були розкриті ділянки бруківки, залишки зливової каналізації і численні металеві фрагменти, котрі чинили перешкоди під час польових робіт на профілях за допомогою георадара. Будь-яких аномалій, які свідчать про наявність досить об'ємних лінійних підземних споруд, на георадарних профілях цієї ділянки не виявлено, що підтверджується і результатами фотофіксації траншей у ході земляних робіт.

Також, з урахуванням того факту, що паралельно і вище показаної на фото (рис. 9) траншеї пройдена ще одна – аналогічного призначення – траншея (по вул. Івана Акінфєєва) не виявила будь-яких несподіванок, легенда про підземний хід, що з'єднує Спасо-Преображенський собор і Потьомкінський палац, – це лише легенда.



Рис. 9. Земляні роботи паралельно профілям XIII-XIII, XIV-XIV на Площі Шевченка перед центральним входом у парк культури ім. Т. Г. Шевченка



Рис. 10. Відсутній на схемах, однак виявлений під час земляних робіт фрагмент трубопроводу ймовірно зливової каналізації на площі Шевченка перед центральним входом у парк ім. Т. Г. Шевченка



Рис. 11. Залишки зливоприймачів, виявлені під час земляних робіт на площі Шевченка перед центральним входом у парк ім. Т. Г. Шевченка

Дослідження на прилеглій безпосередньо до палацу території парку не закінчені, але питання про наявність старовинних заглиблених комунікацій можна вважати закритим. Особливо це стосується ділянки з боку схилу до Дніпра і стадіону, де дослідження повинні бути продовжені, а також ділянки фонтана (перед будівлею палацу).

Також повинні бути досліджені і внутрішні приміщення палацу, особливо на самому нижньому поверсі головного корпусу – з боку річки Дніпро.

Висновки. В результаті проведених досліджень на георадарних профілях виявлено особливості відображення поверхневих і заглиблених будівельних конструкцій, водоносних та інших комунікацій на ділянках сухих і зволжених лесових ґрунтів, притаманних верхній частині розрізу цієї території. На ділянках можливих витоків, у зволжених лесових ґрунтах, будь-які об'єкти на робочих глибинах за використання частоти 250 МГц приладом не були зафіксовані через високий ступінь загасання сигналу.

Незважаючи на наявність зволжених зон, на більшості радарограм досить чітко фіксуються фрагменти похованих конструкцій, з/б трубопроводу зливової каналізації діаметром 400...1 000 мм. Також

зафіксовано діючі електричні кабелі і сталеві водопровідні труби малого діаметра (до 150 мм).

У процесі розшифрування радарограм, отриманих на території Площі Шевченка, значно допомогли проведені через кілька років (після завершення першого етапу досліджень ЛДАТЕ ПДАБА) земляні роботи з реконструкції площі. Глибокі (до 2 м) траншеї, які часто збігалися у напрямку з георадарними профілями на цій ділянці, могли вважатися верифікувальними і дозволили обійтися без дорогих бурових робіт.

Будь-яких аномалій, які свідчать про наявність досить об'ємних лінійних підземних споруд, на георадарних профілях цієї ділянки не виявлено, що підтверджується результатами фотофіксації траншей у ході земляних робіт.

Таким чином, легенда про підземний хід, що з'єднує Спасо-Преображенський кафедральний собор і Потьомкінський палац – це лише легенда. Проведені дослідження передбачають виконання подальших, більш детальних досліджень на обраних ділянках, в тому числі і всередині самої будівлі.

Оскільки відомостей про раніші георадарні дослідження на території будівлі Потьомкінського палацу і прилеглої до парку Шевченка площі виявити не вдалося,

виконані співробітниками ЛДАТЕ ПДАБА унікальними для цієї території з цікавою дослідження можуть вважатися першими і історією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яворницький Д. И. История города Екатеринослава. Днепропетровск : «Січ», 1996. 277 с.
2. Министерство путей сообщения, СОЮЗТРАНСПРОЕКТ, Днепропетровское отделение. АЛББОМ натурной съёмки разрушенного здания б. дворца Потёмкина в г. Днепропетровске. Днепропетровск, 1949.
3. Акинфеев И. Я. Очерк флоры г. Екатеринослава с планом г. Екатеринослава и его окрестностей. Зап. Новороссийск. общ-ва естествоисп. Т. X, вып. 1. С. 1–114.
4. Акинфеев И. Я. Растительность Екатеринослава в конце первого столетия его существования. Ч. I, II. Екатеринослав : Изд-во Екатеринославск. гор. Думы, 1889. 116 с.
5. Машуков В. Воспоминания об Екатеринославе за последние двадцать три года его существования (1887–1910 гг.). Екатеринослав : изд-во Екатеринославск. гор. Думы, 1910.
6. Владов М. Л., Старовойтов А. В. Введение в георадиолокацию : учеб. пособ. Москва : Изд-во МГУ, 2004. 153 с.
7. Денисов Р. Р., Капустин В. В. Обработка георадарных данных в автоматическом режиме. *Геофизика*. 2010. № 4. С. 76–80.
8. Капустин В. В. Дополнительные возможности компьютерной обработки георадарных и сейсмических данных. *Разведка и охрана недр*. 2005. № 12. С. 26–30.
9. Набатов В. В., Морозов П. А., Семенихин А. Н. Выявление подземных коммуникаций на площадке строительства с помощью георадаров с резистивно-нагруженными антеннами. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2012. № 10. С. 120–134.
10. Шилин А. А., Кириленко А. М., Знайченко П. А. Результаты интерпретации георадиолокационных исследований грунтовых массивов в городских условиях. *Транспортное строительство*. Москва. 2015. № 6. С. 19–23.
11. Goodman D., Piro S. GPR Remote Sensing in Archaeology. Springer, 2013. 233 p.
12. Conyers L. B. Ground-penetrating Radar. In: A. Gilbert (Ed.), *Encyclopedia of Geoarchaeology*. Heidelberg, London, New York : Springer, 2017. Pp. 367–379.
13. Barilaro D., Branca C., Gresta S., Imposa S., Leo ne A., Majolino D. Case stu dy. Ground penetrating radar (G.P.R.) surveys applied to the research of crypts in San Sebastiano’s church in Catania (Sicily). *Journal of Cultural Heritage*. 2003. Vol. 8(1). Pp. 73–76. URL : <https://doi.org/10.1016/j.culher.2006.10.003>
14. Chernov A., Dziubacki D., Cogoni M., Bădescu A. First conclusions about results of GPR investigations in the Church of the Assumption of the Blessed Virgin Mary in Klodzko, Poland. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems*. 2018. Vol. 7(1). Pp. 123–128. URL : <https://doi.org/10.5194/gi-7-123-2018>
15. Бондар К. М., Бобровський Т. А., Цюпа І. В. Вивчення ефективності георадарних досліджень на території національного заповідника «Софія Київська» для вирішення археологічних завдань. *Геоінформатика*. 2016. № 4 (60). С. 75–80.
16. Старостенко В. И., Рыбин В. Ф., Звольский С. Т., Корчагин И. Н., Левашов С. П., Черевко И. А., Черный Г. И., Куцыба В. А., Кетов А. Ю. Памятники Киево-Печерской лавры : геолого-геофизические наблюдения и использование их результатов для сохранения заповедника. *Геофизический журнал*. 2006. Т. 28, № 6. С. 3–28.
17. Старостенко В. И., Рыбин В. Ф., Джепо С. П., Звольский С. Т., Кендзера А. В., Кожан Е. А., Корчагин И. Н., Кулик В. В., Левашов С. П., Омельченко В. Д., Скальский А. С., Черный Г. И., Бондаренко М. С., Ситникова В. А. Национальный заповедник «София Киевская» : геолого-геофизический мониторинг и его результаты. *Геофизический журнал*. 2005. Т. 27, № 3. С. 335–368.
18. Бондарь К. М., Хоменко Р. В., Чернов А. П., Кукса Н. В. Результаты георадарного обследования Ильинской церкви – усыпальницы Богдана Хмельницкого в Субботове. *Геофизический журнал*. № 3, т. 42. 2020. С. 175–194.
19. Левашов С. П. Геофізичні дослідження на території Звіринецьких печер м. Київ. *Геоінформатика*. 2004. № 2. С. 75–77.
20. Кавун М. Дворец Потемкина: тайны главного здания Екатеринослава. *Відкритий* : веб-сайт. URL : <https://opentv.media/dvoretz-potemkina-tajny-glavnogo-zdaniya-ekaterinoslava>

REFERENCES

1. Yavornitskiy D.I. *Istoriya goroda Yekaterinoslava*. [History of the city of Yekaterinoslav]. Dnipropetrovsk : "Sich", 1996, 277 p. (in Russian)
2. *Ministerstvo putey soobshcheniya, SOYUZTRANSPROYEKT, Dnepropetrovskoye otdeleniye. AL'BOM naturnoy s"yomki razrushennogo zdaniya b. dvortsa Potomkina v g. Dnepropetrovske* [Ministry of Railways,

SOYUZTRANSPROEKT, Dnipropetrovsk branch. ALBUM of the destroyed building b. Potemkin Palace in Dnipropetrovsk]. Dnipropetrovsk, 1949. (in Russian)

3. Akinfeev I.Ya. *Ocherk flory g. Yekaterinoslava s planom g. Yekaterinoslava i yego okrestnostey. Zap. Novorossiysk. ob-va yestestvoisp.* [Sketch of the flora of Yekaterinoslav with a plan of Yekaterinoslav and its environs. Zap. Novorossiysk. natural islands]. T. X, no. 1, pp. 1–114. (in Russian)

4. Akinfeev I.Ya. *Rastitel'nost' Yekaterinoslava v kontse pervogo stoletiya yego sushchestvovaniya. Rastitel'nost' Yekaterinoslava v kontse pervogo stoletiya yego sushchestvovaniya* [Vegetation of Yekaterinoslav at the end of the first century of its existence. Vegetation of Yekaterinoslav at the end of the first century of its existence]. P. I, II. Yekaterinoslav : Ed. Yekaterinoslav's City Duma, 1889, 116 p. (in Russian)

5. Mashukov V. *Vospominaniya ob Yekaterinoslave za posledniye dvadtsat' tri goda yego sushchestvovaniya (1887–1910 gg.)* [Memories of Yekaterinoslav for the last twenty-three years of its existence (1887–1910)]. Yekaterinoslav : Ed. Yekaterinoslav's City Duma, 1910. (in Russian)

6. Vladov M.L. and Starovoitov A.V. *Vvedeniye v georadiolokatsiyu* [Introduction to GPR]. Moscow : Publishing House of Moscow State University, 2004, 153 p. (in Russian)

7. Denisov R.R. and Kapustin V.V. *Obrabotka georadarnykh dannykh v avtomaticheskom rezhime* [Processing of GPR data in automatic mode]. *Geofizika* [Geophysics]. 2010, no. 4, pp. 76–80. (in Russian)

8. Kapustin V.V. *Dopolnitel'nyye vozmozhnosti komp'yuternoy obrabotki georadarnykh i seismicheskikh dannykh* [Additional possibilities of computer processing of georadar and seismic data]. *Razvedka i okhrana nedr* [Exploration and Protection of Mineral Resources]. 2005, no. 12, pp. 26–30. (in Russian)

9. Nabatov V.V., Morozov P.A. and Semenikhin A.N. *Vyyavleniye podzemnykh kommunikatsiy na ploshchadke stroitel'stva s pomoshch'yu georadarov s rezistivno-nagruzhenymi antennami* [Revealing underground utilities at the construction site using georadars with resistive-loaded antennas]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining Information and Analytical Bulletin]. 2012, no. 10, pp. 120–134. (in Russian)

10. Shilin A.A., Kirilenko A.M. and Znaichenko P.A. *Rezultaty interpretatsii georadiolokatsionnykh issledovaniy gruntovykh massivov v gorodskikh usloviyakh* [The results of the interpretation of ground-penetrating radar studies of soil massifs in urban conditions]. *Transportnoye stroitel'stvo* [Transport Construction]. Moscow, 2015, no. 6, pp. 19–23. (in Russian)

11. Goodman D. and Piro S. *GPR Remote Sensing in Archaeology*. Springer, 2013, 233 p.

12. Conyers L.B. *Ground-penetrating Radar*. In: A. Gilbert (Ed.), *Encyclopedia of Geoarchaeology*. Heidelberg, London, New York : Springer, 2017, pp. 367–379.

13. Barilaro D., Branca C., Gresta S., Imposa S., Leone A. and Majolino D. *Case study. Ground penetrating radar (G.P.R.) surveys applied to the research of crypts in San Sebastiano's church in Catania (Sicily)*. *Journal of Cultural Heritage*, 2007, vol. 8 (1), pp. 73–76. URL : <https://doi.org/10.1016/j.culher.2006.10.003>

14. Chernov A., Dziubacki D., Cogoni M. and Bădescu A. *First conclusions about results of GPR investigations in the Church of the Assumption of the Blessed Virgin Mary in Klódzko, Poland. Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems*, 2018, vol. 7 (1), pp. 123–128. URL : <https://doi.org/10.5194/gi-7-123-2018>

15. Bondar K., Bobrovskiy T. and Tsiupa I. *Vyvchennya efektyvnosti georadarnykh doslidzhen' na terytoriyi natsional'noho zapovednyka "Sofiya Kyivska" dlya vyrishennya arkheolohichnykh zavadan'* [Efficiency of GPR survey for archaeological targets detection in the National conservation area of "ST. SOPHIA OF KYIV"]. *Heoinformatyka* [Geoinformatyka]. 2016, no. 4 (60), pp. 75–82. (in Ukrainian)

16. Starostenko V.I., Rybin V.F., Zvol'skiy S.T., Korchagin I.N., Levashov S.P., Cherevko I.A., Chernyi G.I., Kutsyba V.A. and Ketov A.Yu. *Pamyatniki Kiyev-Pecherskoy lavry : geologo-geofizicheskiye nablyudeniya i ispol'zovaniye ikh rezultatov dlya sokhraneniya zapovednika* [Memorials of the Kyiv-Pechersk Lavra : geological-geophysical observations and application of their results for preservation of the reserve]. *Geofizicheskiy zhurnal* [Geophysical Journal]. 2006, vol. 28, no. 6, pp. 3–28. (in Russian)

17. Starostenko V.I., Rybin V.F., Jepo S.P., Zvol'skiy S.T., Kendzera A.B., Kozhan E.A., Korchagin I.N., Kulik V.V., Levashov S.P., Omelchenko V.D., Skalckiy A.S., Chernyi G.I., Bondarenko M.S. and Sytnikova V.A. *Natsional'nyy zapovednik "Sofiya Kiyevskaya": geologo-geofizicheskiy monitoring i yego rezultaty* [National reserve "SofiyaKyivskaya": geological-geophysical monitoring and its results]. *Geofizicheskiy zhurnal* [Geophysical Journal]. 2005, vol. 27, no. 3, pp. 335–368. (in Russian)

18. Bondar K.M., Khomenko R.V., Chernov A.P. and Kuksa N.V. *Rezultaty georadarnogo obsledovaniya Il'inskoy tserkvi – usypal'nitsy Bogdana Khmel'nitskogo v Subbotove* [Results of the ground penetrating radar survey in the church of St. Elias – Bohdan Khmelnytsky burial vault in Subotiv]. *Geofizicheskiy zhurnal* [Geophysical Journal]. 2020, no. 3, vol. 42, pp. 175–194. (in Russian)

19. Levashov S.P. *Heofizychni doslidzhennya na terytoriyi Zvirynets'kykh pecher m. Kyiv* [Geophysical research on the territory of Zvirynets Caves in Kyiv]. *Heoinformatyka* [Geoinformatics]. 2004, iss. 2, pp. 75–77. (in Ukrainian)

20. *Dvorec Potemkina : tajny glavnogo zdaniya Ekaterinoslava* [Potemkin's Palace : secrets of the main building of Yekaterinoslav]. *Vidkritij : veb-sajt* [Open: website]. URL : <https://opentv.media/dvorets-potemkina-tajny-glavnogo-zdaniya-ekaterinoslava>

Надійшла до редакції : 08.08.2021.