

Віктор Ветров,
завідувач сектору археології
Державного історико-культурного
заповідника «Межибіж»

Ксенія Бондар,
доктор геологічних наук
Інститут геофізики (Варшава, Польща)

Євген Поляченко,
кандидат геологічних наук,
старший науковий співробітник
Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна
НАН України

Семен Черкес,
аспірант Інституту геофізики
ім. С. І. Субботіна НАН України

ГЕОФІЗИЧНІ ТА АРХЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ДІЛЯНЦІ ПІВНІЧНОГО МУРУ МЕДЖИБІЗЬКОГО ЗАМКУ

З 2020 року нами відпрацьовується методика застосування в Меджибізькому замку геофізичних методів дослідження. Найбільш ефективними є георадарна та магнітна зйомки. В 2023-2024 роках дослідження проводились на ділянці Північного муру. Там була проведена георадарна та магнітна зйомка. З метою перевірки геофізичних даних в зонах сканування було закладені два шурфи та дві свердловини. Шурфом №1 зафіксована засипка водовідвідної траншеї каменем. Об'єкт датований 19 сторіччям. Данні георадару підтверджені. Шурфом №2 зафіксована траншея, що була призначена для будівництва замкового муру. Данні магнітної зйомки підтверджені. Об'єкт датований 16 сторіччям. Двома свердловинами простежено продовження траншеї на схід.

Ключові слова: георадар, магнітна зйомка, пошукове буріння, Меджибізький замок, археологія.

Геологічні та геофізичні дослідження Меджибізького замку проводились з метою з'ясування потужності культурного шару на різних ділянках, отримання даних про технічний склад ґрунтів культурного шару та його природної основи, визначення рівня вологості ґрунтів та наявності водоносних горизонтів. Для цього починаючи з 2016 року розроблено методику дослідження та закладено серію свердловин, які були зроблені різними типами бурових установок залежно від потрібного типу ядра та глибини свердловини. Геологічну інформацію частки свердловин продубльовано шурфами, з яких отримано розгорнуту стратиграфічну інформацію. Водночас в деяких стратиграфічних шурфах ручним буром були поставлені свердловини з метою отримання додаткової інформації про геологію, що знаходиться нижче культурного шару на рівнях від 2 до 8 метрів (Гарник, Віславський 2016; Жадан, Ращенко 2017).

З 2020 року відпрацьовується розроблена методика застосування в Меджибізькому замку геофізичних методів для виявлення та картографування підземних об'єктів без проведення розкопок. Найбільш ефективними геофізичними методами в умовах потужного культурного шару та компактної кам'яної забудови є георадарна та магнітна зйомки. (Ветров, Бондар 2023, с. 59-69.) Перевагами цих методів є економічна ефективність, відсутність впливу на навколишнє середовище та можливість швидко отримати інформацію про особливості структури археологічного шару. Тому паралельно з геологічними та архітектурно-реставраційними дослідженнями відбувалась георадарна зйомка. (Bondar, Vietrov 2023, p. 4-10).

Поєднання магнітного та георадарного сканування проводиться в рамках проекту, який має на меті визначення підстав для проведення археологічних розвідок та вибору ділянок розкопок, які пов'язані з пізнім періодом КР, часом ВКЛ та раннього модерну. Така практика зарекомендувала себе при обстеженні багатошарових комплексів із щільною забудовою. Наприклад гарні результати використання такої методики отримані під час дослідження пізньоримських та ранньосеред-

ньовічних об'єктів в Центральній та Південній Італії (об'єкти Монастеро та Мадонна делла Валле) (Bavusi et al. 2010, p. 89–95).

Результати комплексного застосування методів геології та геофізики під час археологічних досліджень Меджибізького замку в повному обсязі використовуються в дослідницьких та архітектурно-реставраційних роботах на ділянках Південного муру, Круглої та Південної башт, Бастіону, Барбакану, палацу Сенявських, Східного корпусу. (Ветров, Ветрова 2024, с. 7-13). Польові роботи 2024 року проводила експедиція сектора археології Державного історико-культурного заповідника «Межибіж» (керівник В. С. Ветров) за участю студентів-практикантів СНУ та ГІМ (керівник д. і. н., проф. Ю. М. Бровендер).

Ділянка геофізичних досліджень 2023-2024 рр. розташована із зовнішньої сторони замку, вздовж Північного муру (рис. 1:1). Західний рубіж ділянки обмежений п'ятигранною Лицарською баштою, зі сходу – Офіцерською баштою. Ділянка має прямокутну форму розміром близько 50x12 м. Археологічні дослідження на цій ділянці раніше не проводились.

Методи. Георадарну зйомку в серпні 2023 р. проводила д.г.н. К. М. Бондар (Інститут геофізики, Варшава; Київський національний університет ім. Тараса Шевченка). Зйомка виконувалась біля північної грані Лицарської башти та в зоні її примикання до Північного муру георадаром Viy2-300, робоча частота 300 МГц, вздовж заздалегідь розмічених паралельних профілів, відстань між якими складала 1,5 м. За результатами зйомки біля північної грані башти визначена аномалія, яку умовно інтерпретовано як «кам'яна стінка». (рис. 1:2)

Магнітну зйомку в серпні 2024 р. проводили кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України Є. Б. Поляченко та аспірант Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України С. І. Черкес. Магнітна зйомка виконувалась наземним способом у пішохідному форматі із застосуванням магнітометра SENSYS MagDrone R3 з двома трьохосовими ферозондовими сенсорами (запис із частотою 200 Гц). Після знаття «фону» у центральній частині проявляється ряд аномалій (рис. 1:3). Аномалія № 6 за параметрами відповідає аномаліям № 1–3, тоді як аномалія № 5 та 10 є більш інтенсивними – з піковими значеннями T_a від -80 нТл до 75 нТл. Як і аномалії № 1–3, аномалії № 5, 6 та 10 мають характерні для невеликих металевих об'єктів параметри. Аномалії № 4, 7 та 8, враховуючи їх витягнуті форми, можуть бути пов'язані із певними лінійними утвореннями/структурами. Червоними точками на рис. 1:3 показано положення елементів блискавкозахисної системи, які характеризуються найбільш інтенсивними аномаліями-завадами.

Результати. *Перевірка геофізичних даних археологічними методами.*

Шурф на ділянці георадарної зйомки (північна грань Лицарської башти). На ділянці аномалії георадарної зйомки (рис. 1:2), що виконувалась у 2023 р., закладено шурф № 1 розміром 4x2 м (рис. 2). Для перевірки георадарних даних біля північної грані Лицарської башти закладено шурф глибиною 1,4 м.

В північній частині шурфу зафіксовано об'єкт у вигляді траншеї шириною 1-1,3 м., глибиною 1-1,2 м. Знайдений об'єкт визначено як траншея водовідведення, що була засипана камінням та битою цеглою. Щільну кам'яну засипку траншеї георадар і визначив як «кам'яну стінку». В шурфі знайдені фрагменти скла, кераміки та парфумна склянка (рис. 4:1). За керамічними та скляними артефактами засипка траншеї датується другою половиною-кінцем ХІХ ст.

Шурф на ділянці магнітної зйомки.

На ділянці аномалії, що розташована безпосередньо вздовж кладки Північного муру, закладено шурф № 2 розміром 2x3 м (рис. 3). Глибина загальної площі шурфу від СДП – 1,45-1,50 м, під південною стінкою (вздовж кладки Північного муру) шурф понижений до рівня – 1,70-1,80 м. Мета закладки шурфу – виявлення археологічних об'єктів в зоні аномалії, з'ясування типу будівельної кладки нижньої частини муру, фіксація нижнього рівня закладки муру.

Стратиграфія шурфу № 2 по західному борту (рис. 3: 2, 4). Дерновий шар відсутній. В материковий суглинок впущений об'єкт, який маркується темно-сірим ґрунтовим заповненням. Це заповнення по верху шурфу займає майже всю ширину борту. Нижче, з рівня -0,35 м об'єкт воронкоподібно звужується донизу. Звуження має два виступи один з яких вірогідно є ямою стовбура шириною в нижній частині 20 см. В нижній частині заповнення лежать масивні каміння. Вірогідно це підкладки під дерев'яні стовбури. По низу шурфу суглинок світло-жовтий однорідної структури, в нижній частині не мішаний. Зафіксований об'єкт вірогідно є будівельною траншеєю, що пов'язана з муруванням основи Північного муру.

Артефакти в шурфі представлені керамічним матеріалом. У верхній частині заповнення зафіксовано розвал горщика (світло-сірого, кружального) (рис. 4:4). Знайдено фрагменти кахель з жовтою та жовто-зеленою поливою (рис. 4:3). У східній частині в 50 см від східно-південного кута в кладці зафіксовано металевий виріб циліндричної форми розміром 35x10 см (рис. 3:3). Стан збереження поганий, виріб дуже кородований. Можливо це фрагмент ствола вогнепальної зброї. Під час стратиграфічних зачисток західного борту, на рівні -0,68 від СДП знайдена срібна монета (½ гроша Сигізмунда I Старого, 1507 р.) гарного стану збереження (рис. 4:2). Знайдені артефакти датують об'єкт в шурфі першою половиною 16 сторіччя.

Пошукове буріння на ділянці магнітної зйомки (Північний мур).

На ділянці магнітної аномалії, яка розташована вздовж Північного муру, закладено дві пошукових свердловини. Свердловини розташовані в 6 та 11 метрах на схід від шурфу (рис. 5). Мета проведення бурових робіт: отримати дані про структуру ґрунтів в зоні аномалії. Свердловини зроблені ручним буром, стаканом, діаметром 110 мм на глибину 1,5 м. За результатами аналізу кернів можна стверджувати, що досліджені ґрунти представлені мішаними суглинками жовтого, темно-коричневого, темно-сірого кольору та мають антропогенну деструкцію на рівнях від 0 до -1,1 м (-1,3 м) від СДП. Результати досліджень включено до археологічного звіту. Таким чином можна вважати ймовірним продовження будівельної траншеї першої половини 16 ст. від шурфу на схід, в напрямку Офіцерської башти.

Висновки. Досвід використання георадара в археологічних дослідженнях Меджибізького замку є позитивним. Якщо зробити поправки на нерівність поверхні ділянок дослідження, то метрично всі виявлені споруди відповідають метричній розмітці на радарограмах. Рівень заглиблення об'єктів в ґрунт, відповідає рівням що наведені в радарограмах. Таким чином за результатами георадарної зйомки ми отримали коректні дані, що було підтверджено археологічними дослідженнями.

Оскільки розкопки останніх років підтвердили високу якість георадарного дослідження, сектор археології Державного історико-культурного заповідника «Межибіж» запропонував продовжити такі роботи. Після проведення суцільного сканування північно-західної частини подвір'я замку, а також внутрішнього простору пристінних корпусів, палаців, бастіону та барбакану (за грантом ISAP (International Society for Archaeological Prospection) була отримана інформація, що закладена в основу планування архітектурно-археологічних досліджень на найближчі роки.

Практика георадарної зйомки в Меджибізькому замку довела її ефективність для виявлення підземних споруд, таких як стіни, тунелі та канали. Сумісно з георадаром магнітометрію можна використовувати для виявлення чорних матеріалів, таких як залізні гармати або артилерійські знаряддя. Не виключно, що аномалія яка визначена магнітною зйомкою під Північним муром, частково пов'язана з металевим виробом (частиною вогнепальної зброї (?)) в шурфі. Враховуючи характер аномалії, можливою є наявність таких артефактів в східному, від шурфу напрямку. Результати нових даних магнітної зйомки будуть покладені в основу методики археологічних досліджень комплексу Меджибізького замку.

ЛІТЕРАТУРА

- Ветров, В. С., Ветрова, Т. М. 2024. Досвід проведення комплексних археологічних досліджень під час реставрації Південного муру Меджибізької фортеці. *Збірник матеріалів IV Всеукраїнської наукової конференції «Дослідження, збереження та популяризація пам'яток історико-культурної спадщини»* 18 квітня 2024 р. Переяслав, с. 7-13.
- Ветров, В., Бондар, К. 2023. Результати археологічних досліджень у зонах георадарного сканування подвір'я Меджибізької фортеці. *Простір в історичних дослідженнях*, 4, с. 59-69.
- Гарник, В. Ф., Віславський, В. Т. 2016. Робочий проект реставрації мосту з брамою (складова частина мурів з баштою, XVI ст.) в смт. Меджибіж, Летичівського району Хмельницької області. Шифр 416/16. *Технічний звіт з інженерно-геологічних вишукувань*. Укладач В. Ф. Гарник, В. Т. Віславський. Хмельницький.
- Жадан, П. П., Ращенко, А. М. 2017. Реставрація об'єкту: «Палац замку XIV-XVI ст. в смт. Меджибіж Летичівського району Хмельницької області». *Інженерно-геологічні вишукування. Технічний звіт з інженерно-геологічних вишукувань на майданчику реставрації*. /15-В. Том 2.6. Укладач П. П. Жадан, А. М. Ращенко. Київ.

- Bavusi, M., Loperte, A., Lapenna, V., Moscatelli, U., Minguzzi, S. 2010. Magnetic and ground penetrating radar for the research of Medieval buried structures in Marche Region. *Advances in Geosciences*, 24, pp. 89-95. <https://doi.org/10.5194/adgeo-24-89-2010>
- Bondar, K. M., Vietrov, V. S. 2023. Geophysics reveals hidden architecture of the Medzhybizh Fortress, Ukraine. *ISAP news. The Newsletter of the International Society for Archaeological Prospection*, 69, pp. 4-10.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- КР - Київська Русь
ВКЛ - Велике князівство Литовське
СНУ - Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля
ГПМ - Горлівський інститут іноземних мов
СДП - сучасна денна поверхня
-

Victor Vietrov

State Historical and Cultural Reserve «Mezhybizh»

Kseniia Bondar

Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences,
Warsaw, Poland

Yevhen Poliachenko

Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine

Semen Cherkes

Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine

GEOPHYSICAL AND ARCHAEOLOGICAL RESEARCH ON THE SECTION OF THE NORTHERN WALL OF MEDZHYBIZH CASTLE

Since 2020, we have been developing a methodology for employing geophysical methods at Medzhybizh Castle to detect and map underground features. Among these methods, ground-penetrating radar (GPR) and magnetic surveys have proven to be particularly effective in the context of multicultural stratigraphy.

In the years 2023-2024, we conducted research near the Northern defensive wall, utilizing both GPR and magnetic surveys. To validate the geophysical data, we excavated two archaeological test pits and drilled two boreholes in the surveyed areas. Test pit No. 1 revealed a drainage trench filled with stones, dating back to the 19th century, which corroborated our GPR findings. Meanwhile, test pit No. 2 uncovered a trench associated with the construction of the castle wall, dating to the 16th century. Additionally, the two boreholes traced the continuation of this trench towards the east.

The integration of magnetic and GPR scanning is part of a project aimed at establishing a basis for archaeological exploration and selecting optimal excavation sites. This approach has been highly effective in surveying the multilayered archaeological complexes of Medzhybizh Castle.

Keywords: *ground-penetrating radar, magnetic survey, archaeological test pits, Medzhybizh Castle, archaeology.*

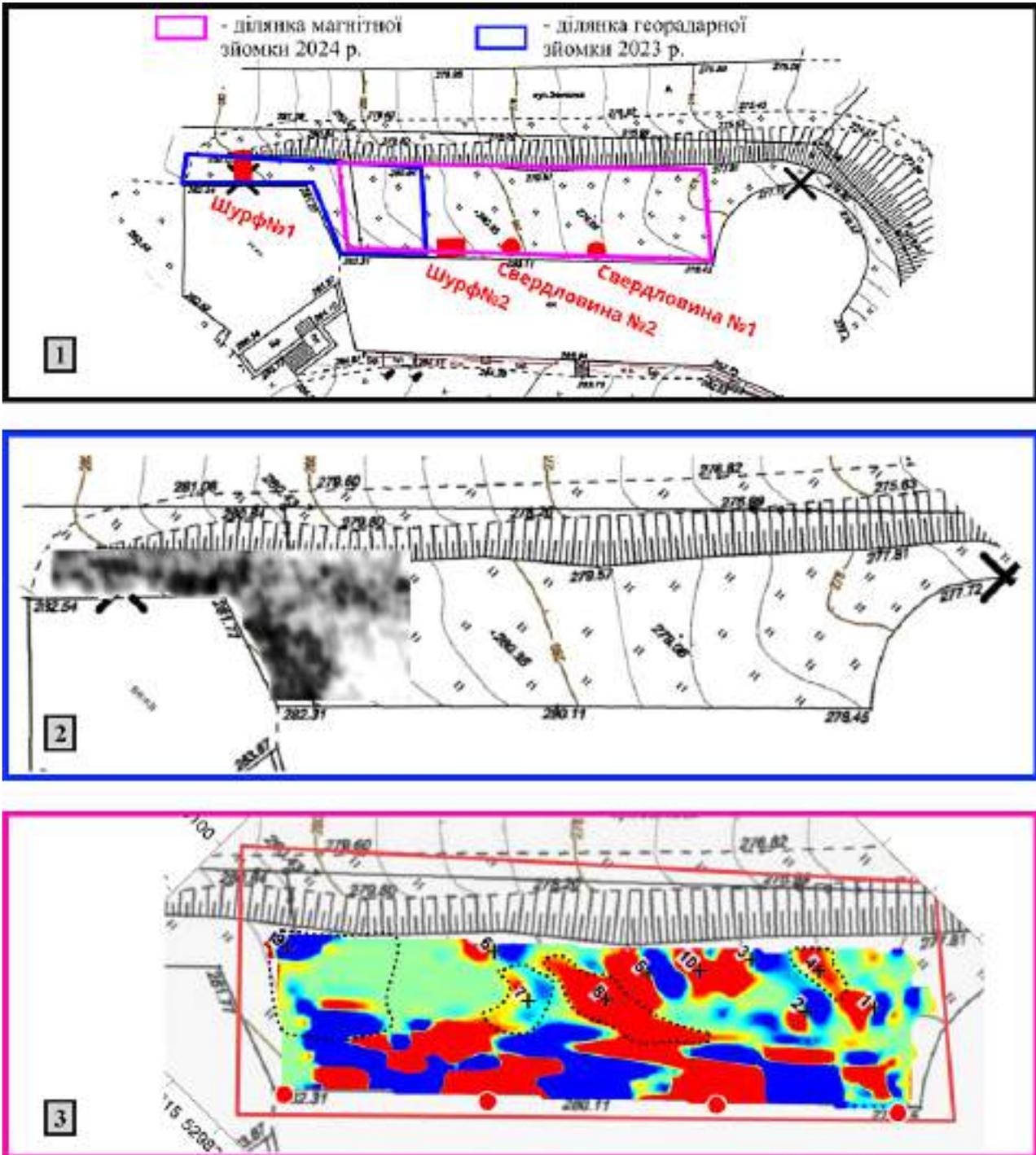


Рис. 1. Схема ділянки дослідження.
1 – межі зйомки з позначенням шурфів та свердловин;
2 – аномалія георадарної зйомки 2023 р.;
3 – аномалій магнітної зйомки 2024 р.

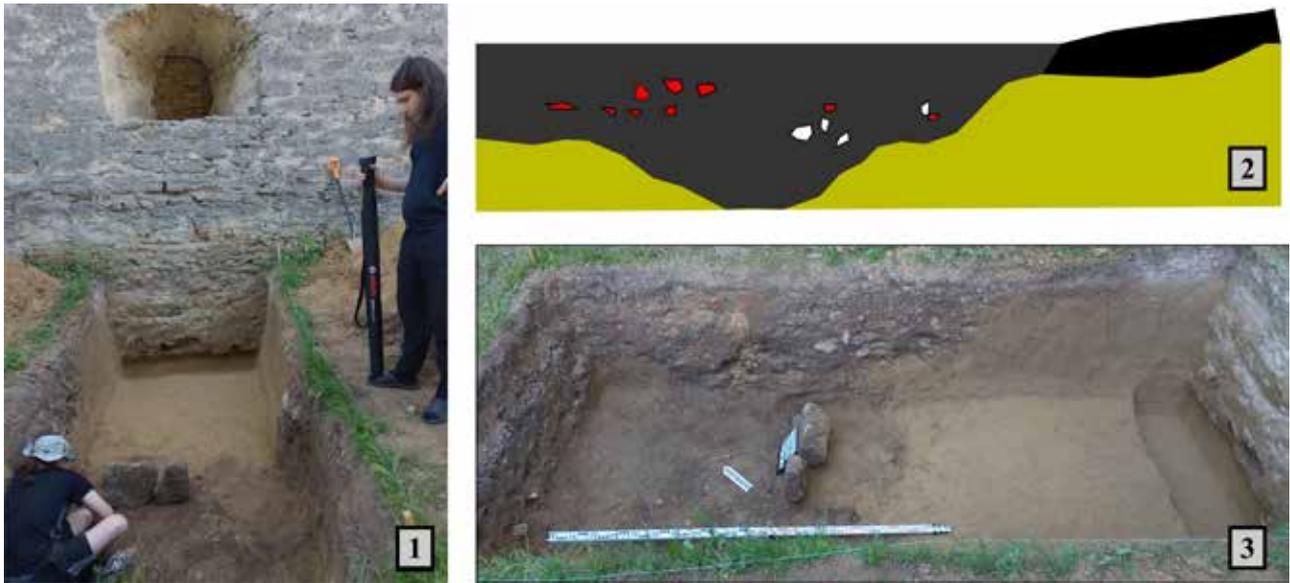


Рис. 2. Шурф № 1. 1 – шурф, вигляд з півночі; 2 – стратиграфія західного борту; 3 – шурф вигляд з заходу

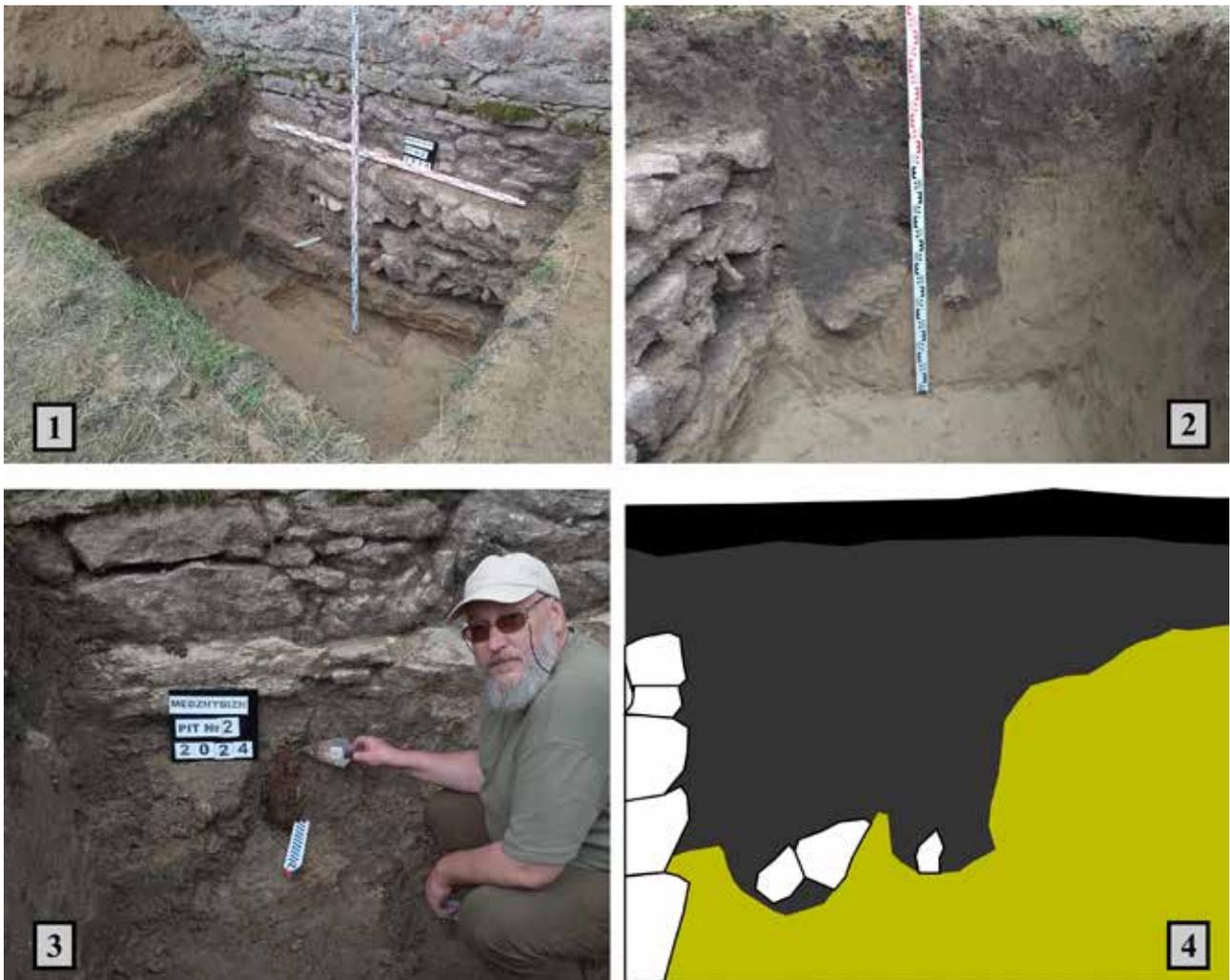


Рис. 3. Шурф № 2. 1 – вигляд шурфу з півночі; 2, 4 – стратиграфія західного борта; 3 – металевий артефакт в шурфі.



Рис. 4. Артефакти. 1 – шурф № 1; 2-4 – шурф № 2

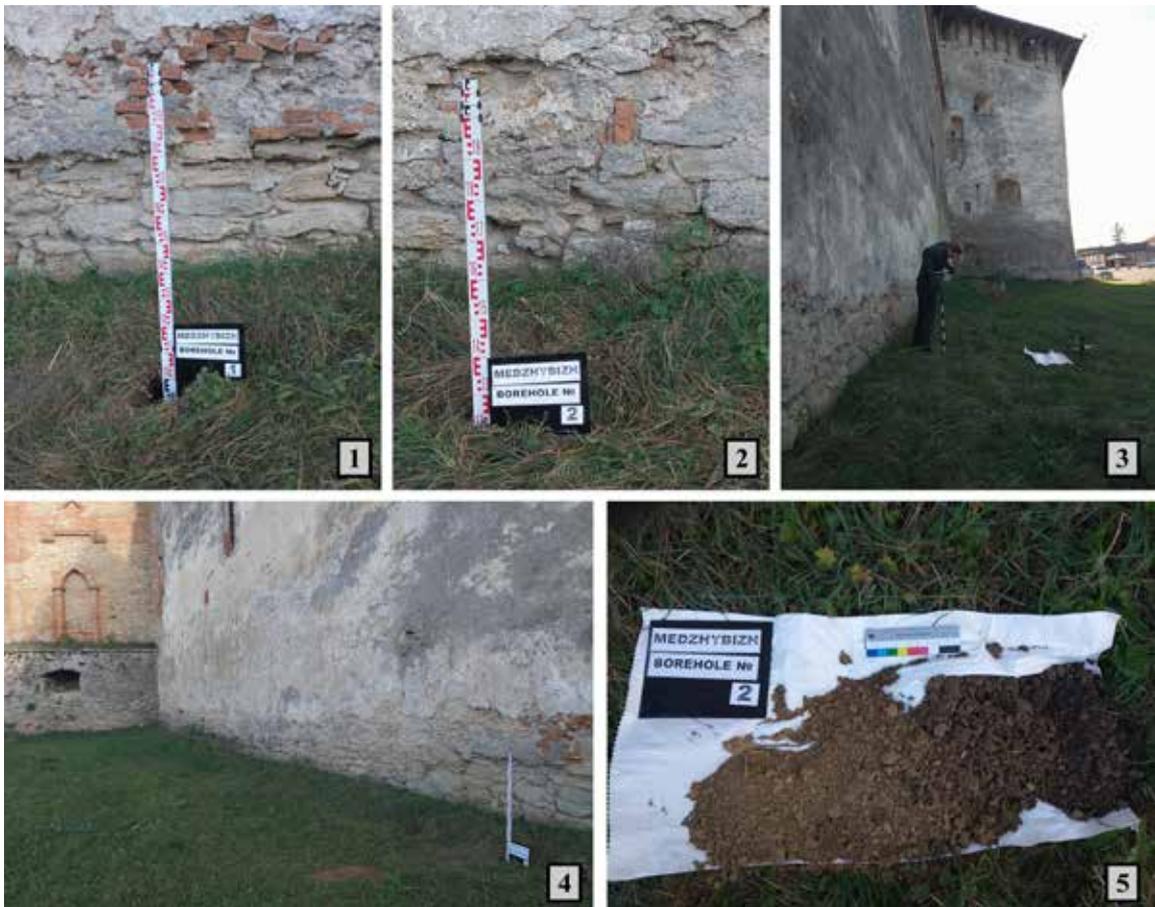


Рис. 5. Буріння в зоні магнітної зйомки.
1 – свердловина № 1; свердловина № 2; 3 – робочий момент;
4 – свердловина № 2 вигляд з півночі; 5 – керн свердловини № 2