

Бондар К.М., Рижов С.М., Тимофєєва Ж.Б.

Магнітні дослідження на палеолітичних стоянках хребта Великий Шолес на Закарпатті

При з'ясуванні просторових відносин археологи визначають яким чином залишки матеріальної культури групуються в рамках певного ландшафту і відображують взаємодію з доквіллям, що постійно змінюється.

Просторовий контекст є важливим для археології палеоліту Закарпаття з огляду на великий проміжок часу, що охоплює кам'яна доба, протягом якого на території відбулися значні кліматичні зміни.

Джерелами палеогеографічної та археологічної інформації в нашому дослідженні виступають дані високоточної магнітометрії, незамінної при картуванні приповерхневих неоднорідностей ґрунтової товщі, а також результати вимірювань магнітних властивостей ґрунтів і відкладів з археологічних шурфів. Ґрунтотворення з точки зору магнітної мінералогії сприяє швидкому накопиченню дрібнозернистого магнетиту і магеміту – мінералів, які зокрема обумовлюють підвищення магнітної сприйнятливості. На сьогодні магнітні дані є єдиним надійним інструментом кількісної палеокліматології похованих ґрунтів [Evans, Heller, 2003; Liu et al., 2012].

У 2015 р. проведені магнітометричні дослідження та виконані лабораторні магнітні дослідження на зразках ґрунтів з розчисток і розкопів на пам'ятках Малий Раковець IV та Великий Шолес. Дослідження дозволили зробити низку важливих наукових та методичних висновків.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.

На майданчиках, що примикають і частково захоплюють археологічні розкопки, виконана високоточна магнітна зйомка за допомогою цезієвого магнітометра ПКМ-1 (Геологоразведка, РФ) з роздільною здатністю 0,001 нТл. Детальність зйомки 0,5x0,15 м. Нормальна складова магнітного поля враховувалася шляхом віднімання середнього значення магнітної індукції для майданчика. У результаті були отримані карта локальних аномалій магнітної індукції.

На двох пам'ятках з розрізів пухких відкладів, попередньо описаних палеопедологами

д-ром геогр. наук Ж. Матвіїшиною та канд. геогр. наук С. Кармазиненко [Ryzhov et al., 2015], відбиралися насипні зразки з кроком 5 см по глибині. На всіх зразках ґрунтів в лабораторних умовах були здійснені вимірювання низькочастотної та високочастотної магнітної сприйнятливості (χ_{LF} та χ_{HF} відповідно) за допомогою приладу Bartington з датчиком MS 2B Dual Frequency Sensor (Великобританія). Була обрахована частотна залежність магнітної сприйнятливості (K_{fd}) за наступною формулою:

$$K_{fd}(\%) = (\chi_{LF} - \chi_{HF}) / \chi_{LF} * 100\%$$

χ_{LF} є показником концентрації магнітних мінералів [Evans, Heller, 2003; Liu et al., 2012], а K_{fd} чутлива до вмісту дрібнодисперсних суперпарамагнітних часток (розмір <30 нм) [Dearing J.A., 1999]. Згідно [Dearing J.A. et al., 1996], якщо магнетизм ґрунту визначається переважно дрібними зернами у доменному стані на межі суперпарамагнетизм-однодоменність, для зразків характерні значення $K_{fd} > 6\%$, тоді як при переважанні багатодоменних зерен K_{fd} демонструє низькі значення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НА СТОЯНЦІ МАЛИЙ РАКОВЕЦЬ IV.

Багатшарова палеолітична стоянка Малий Раковець IV досліджується більше 25 років. Загальна площа розкопів складає більше 200 м². На стоянці було виявлено 8 культурно-хронологічних горизонтів, з яких 7 належать до палеолітичного часу. Більшість артефактів належать II-му культурно-хронологічному (більше 3000). Культурні горизонти залягали в голоценових та плейстоценових нашаруваннях на глибини 0,10-2,20 м. від рівня сучасної поверхні. Більшість артефактів було виготовлено з місцевого обсидіану (Карпатський 3) [Рижов, Матвіїшина і др., 2009; Ryzhov, 2014].

Геомагнітне поле в межах майданчика 19x19 м, розташованого впритул до західної стінки розкопу 2006 року багатшарової палеолітич-

ної стоянки **Малий Раковець IV**, змінюється в межах ± 250 нТл (рис. 2). Невеликі лінійні розміри локальних аномалій магнітного поля (4-8 м), їх неправильна форма і високі градієнти по краях дозволяють вважати їх джерелами неоднорідності будови верхнього шару ґрунту до глибини 5 м.

Поблизу майданчика зйомки шурфами 4 та 19 відкриті два розрізи у яких вирізняються два типи матеріалу: лесово-ґрунтовий та вулканогенний (пірокластичний). По всій товщі в шурфах зустрічаються уламки й окатиші вулканічних порід (переважно галузиту) різного розміру (до 10-15 см в діаметрі).

Нами детально досліджений шурф 19, в якому згідно схеми палеогеографічної етапності М.Ф. Веклича [Веклич и др. 1993], розкриті наступні стратиграфічні горизонти лесово-ґрунтової формації: hl, vt, ud, pl, kd, dn, zv. Верхня частина червоно-бурих озалізненних відкладів (ґрунтів -педоседиментів) віднесена до завадівського стратиграфічного горизонту (1,50-3,0 м) і є перехідною до власне пірокластичної товщі.

Магнітна сприйнятливості ґрунтів в шурфі №19, змінюється в межах $50 \dots 1290 \cdot 10^{-8}$ м³/кг (рис. 2). При цьому верхня частина розрізу, що охоплює горизонти від голоценового (hl) до дніпровського (dn), за виключенням окремих зразків, куди, ймовірно потрапили уламки вулканічних порід, має $\chi_{LF} = 50 \dots 65 \cdot 10^{-8}$ м³/кг, для завадівського (zv) горизонту характерні дещо вищі значення $\chi_{LF} = 64 \dots 383 \cdot 10^{-8}$ м³/кг, високі значення $> 500 \cdot 10^{-8}$ м³/кг приурочені до нижніх шарів пірокластичних відкладів.

K_{fd} верхньої товщі до глибини 2,3 м має мінливий характер і змінюється в межах 0,1...15,5% відповідно до кількості уламків вулканічних порід у зразку. Як бачимо, велика кількість зразків демонструє $K_{fd} > 6\%$, що свідчить про домінуючу роль магнітних мінералів у суперпарамагнітному стані, що характерно для ґрунтів і лесів. Нижче 2,3 м K_{fd} становить 0...3,8%, що вказує на переважання багатодомених зерен первинних магнітних мінералів вулканічних порід.

Таким чином, на рівні 2,3 м від сучасної денної поверхні відбувається перехід від лесо-ґрунтів і педоседиментів до пірокластичних відкладів. Коли вулканічна діяльність на території припиняється, не пізніше завадівського часу територію заселяє первісна людина, про що свідчать археологічні знахідки в шурфі 19 на рівні 1,8-2,1м, представлені масивними рублячими знаряддями та скреблами.

В шурфі 4 завадівський горизонт починається на рівні 0,9 м від денної поверхні, а археологічні знахідки лежать на рівні 1,6-1,8 м – тобто вище, ніж в шурфі 19.

З рис. 1 видно, що шурф 19 знаходиться ближче до негативної локальної аномалії, а шурф 4 – ближче до позитивної аномалії, відповідно у шурфі 4 спостерігається скорочення потужності слабкомагнітних лесово-ґрунтових відкладів, а сильнонамагнічена товща лежить дещо ближче до поверхні.

Отже, можна стверджувати, що аномалії магнітного поля пов'язані з перерозподілом магнітних мас у пірокластичній товщі (в шурфі 19 це інтервал 2,3...5,5м) і відображають мікрорельєф її поверхні, на якому і вела свою господарську діяльність давня людина у завадівський час.

Крім того, в зонах негативних аномалій слід очікувати кращої розчленованості культурно-хронологічних горизонтів пам'ятки, тоді як в зонах позитивних аномалій більшість горизонтів може бути просто відсутня.

При інтерпретації планіграфії пам'ятки слід приймати до уваги, що зникнення культурно-хронологічних горизонтів у лесово-ґрунтовій товщі може пояснюватись природним згладжуванням ландшафту під дією процесів фізичного вивітрювання і денудації на пост-вулканічному етапі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НА МІСЦЕЗНАХОДЖЕННІ ВЕЛИКИЙ ШОЛЕС.

Місцезнаходження Великий Шолес було виявлено у 2014 році на південних околицях с. Великий Раковець Іршавського району. В кар'єрі по видобуванню туфів на поверхні одного з природних майданчиків (280 м над рівнем моря) були зібрані кам'яні вироби нижньопалеолітичного часу. Більшість артефактів було виготовлено з ріоліту та кварцового пісковика [Ryzhov, Karmazinenko, 2015].

Діапазон змін індукції геомагнітного поля на ділянці площею 138 м² на палеолітичному місцезнаходженні **Великий Шолес** становить ± 250 нТл (рис. 3). Область позитивних аномалій співпадає з границями локального виходу кам'яного матеріалу складеного з вулканічного скла (в основному ріоліти) і кварцитової та пісковикової гальки. Лінійна зона високих градієнтів магнітного поля в межах дослідної ділянки відповідає південній границі розповсюдження археологічних знахідок. Лінійна зона негативних магнітних аномалій спостерігається з північного боку від виходу корінних порід, там розкоп розкритий уламковий матеріал, ріолітові брекчії. Зауважимо, що негативна аномалія, швидше за все, не пов'язана з нестачею магнітних мас, а є спряженою до позитивної аномалії від сильнонамагніченого тіла корінних ріолітів, яке проявляється подібно до магнітного диполя.

На ділянцібору поверхневого археологічного матеріалу було зроблено невелику роз-

чистку D1 в місці концентрації артефактів. В розчистці D1 χ_{LF} стрибкоподібно зростає від $32 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ у поверхневому пухкому ґрунтовому горизонті до $>80 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ на глибині 0,18 м, на корі вивітрювання вулканічних порід (рис. 4).

Основні археологічні знахідки приурочені до периферії виходів корінних ріолітів, а отже за геомагнітною картою пошук слід проводити в зонах негативних магнітних аномалій.

ВИСНОВКИ.

Дані магнітних досліджень на палеолітичних стоянках хребта Великий Шолес на Закар-

патті є важливим джерелом інформації щодо стратиграфічних і планиграфічних особливостей пам'яток.

Зокрема, за картами локальних аномалій магнітної індукції встановлені характерні особливості давніх вулканічних ландшафтів і окреслені ділянки перспективні щодо археологічного пошуку.

Криві зміни магнітної сприйнятливості та її частотної залежності по глибині розрізів в археологічних розкопах уточнюють літологічне розчленування товщ відкладів.

ЛІТЕРАТУРА

- Веклич, М.Ф., Сиренко, Н.А. и Матвишина, Ж.Н.** 1993 Стратиграфическая схема четвертичных отложений Украины. Объяснительная записка. 40с. 4 табл, Киев, Госкомгеологии Украины.
- Рыжов, С.Н., Матвишина, Ж.Н., Пудовкина, А.С., Левчук, П.А.** Стратиграфические и планиграфические исследования палеолитической стоянки Малый Раковец IV на Закарпатье. *Vita Antiqua* 7-8, 2009, p.55–59.
- Sergeii Ryzhov, Zhanna Matviyishyna and Sergeii Karmazinenko.** New Archaeological and Palaeogeographic Investigations on the Lower Pleistocene Period in Transcarpathia / *Archaeology and Geology of Ukraine in Regional Context*, 2015, p. 43-64.
- Evans M. E., Heller F.** Environmental magnetism. Principles and Applications of Enviromagnetics. – International Geophysics series, v. 86, Elsevier science (USA), 2003. - 299 p.
- Liu, Q., A.P. Roberts, J.C. Larrasoña, S.K. Banerjee, Y. Guyodo, L. Tauxe, and F. Oldfield** (2012), Environmental magnetism: Principles and applications, *Rev. Geophys.*, 50, RG4002, doi:10.1029/2012RG000393.
- Dearing J.A.** (1999). Environmental magnetic susceptibility using the Bartington MS2 System, Chi Publishing, Kenilworth, P.54.
- Dearing J.A., Dann R.J.L., Hay K., Lees J.A., Loveland P.J., Maher B.A., and O'Grady K.** (1996). Frequency-dependent susceptibility measurements of environmental materials, *Geophys. J. Int.* 124, 228-240.
- Ryzhov S.** Obsidian outcrops in Ukrainian Transcarpathians and their use during the paleolithic time. *Eraul* 138. 2014, p. 117–133.
- Ryzhov S., Karmazinenko S.** Preliminary Results on a New Site of the Lower Palaeolithic in Transcarpathia, Ukraine.» *Archaeology and Geology of Ukraine in Regional Context*. Ed. M.Yamada and S.Ryzhov. Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University, 2015. p. 65–83.

Магнітні дослідження на палеолітичних стоянках хребта Великий Шолес на Закарпатті

У 2015 р. проведені модульні магнітометричні зйомки та виконані лабораторні вимірювання низькочастотної магнітної сприйнятливості (χ_{LF}) та частотної залежності магнітної сприйнятливості (K_{fd}) на зразках ґрунтів з розчисток і розкопів на пам'ятках Малий Раковець IV та Великий Шолес.

Геомагнітне поле в межах майданчика 19x19 м, розташованого впритул до західної стінки розкопу 2006 року багат шарової палеолітичної стоянки Малий Раковець IV змінюється в межах 49100-49650 нТл. Невеликі лінійні розміри локальних аномалій магнітного поля (4-8 м), їх неправильна форма і високі градієнти по краям дозволяють вважати їх джерелами неоднорідності будови верхнього шару ґрунту до глибини 5 м.

χ_{LF} ґрунтів в шурфі №19 квадрату розкопу Н-5, що має глибину 5,5 м і розкриває лесову та туфову товщу, змінюється в межах 50...1148*10⁻⁸ мЗ/кг, при цьому максимальні значення приурочені до інтервалів глибин 3,2-3,6 та 4,1-4,6 м.

K_{fd} становить 10-14% в поверхневій товщі до глибини 0,5 м (голоценовий та вітачівський горизонти за Ж.М. Матвіїшиною та співавт., 2013), в інтервалі 1,0-1,15 м (прилуцький горизонт) та 1,7-1,85 м (завадівський горизонт) що вказує на домінування дрібних суперпарамагнітних зерен у магнітній фракції, які накопичилися в процесі ґрунтоутворення. Нижче по розрізу K_{fd} має низькі значення 1,3-7,9%, що свідчить про переважання багатодомених зерен первинних магнітних мінералів.

Абсолютні значення індукції геомагнітного поля на ділянці площею 138 м² на палеолітичному місцезнаходженні Великий Шолес становлять 48650-49550 нТл. Область позитивних аномалій співпадає з границями локального виходу кам'яного матеріалу складеного з вулканічного скла (в основному ріоліти) і кварцитової та пісковикової гальки. Лінійна зона високих градієнтів магнітного поля в межах розкопу відповідає границі розповсюдження археологічних знахідок.

χ_{LF} в розкопі поступово зростає від 32 на поверхні до 94*10⁻⁸ мЗ/кг на глибині 0,3 м, на корі вивітрювання туфогенних порід.

Дані магнітні дослідження на палеолітичних стоянках хребта Великий Шолес на Закарпатті є важливим джерелом інформації щодо стратиграфічних і планіграфічних особливостей пам'яток.

Magnetic measurements on Palaeolithic sites at Velykyj Sholes ridge in Transcarpathia

In 2015 we performed magnetic surveys and laboratory measurements of low-frequency magnetic susceptibility (χ_{LF}) and the frequency dependence of magnetic susceptibility (K_{fd}) in soil samples from excavation on the sites Maly Rakovets IV and Velykyj Sholes.

The geomagnetic field within the area 19x19 m, at the western wall of the 2006 yr excavation on multilayered Paleolithic site Maly Rakovets IV varies in the range 49100-49650 nT. The small linear dimensions of the local magnetic anomalies (4-8 m), their irregular shape and high gradients of the edges suggest underground heterogeneities to the depth of 5 m to be the sources of anomalies.

χ_{LF} of soil in the pits №19 in H-5 excavated square, which has a depth of 5.5 m and opens loess and tuff layers, varies in between 50 ... 1148 * 10⁻⁸ mЗ/kg. Maximum values are observed at the depth intervals 3,2-3,6m and 4,1-4,6 m.

K_{fd} makes 10-14% in the surface layer to a depth of 0.5 m (Holocene and Vitachyv horizons according to Matviyishyna et al., 2013), in the interval 1,0-1,15 m (Priluky horizon) and 1,7-1,85 m (Zavadivka horizon) indicating the dominance of small superparamagnetic grains in the magnetic fraction that have accumulated due to pedogenesis. Lower layers of the section show low K_{fd} =1,3-7,9%, demonstrating the dominance of multidomain grains of primary magnetic minerals.

The absolute values of the geomagnetic field induction on a plot of 138 m² surveyed on Paleolithic location Velykyj Sholes are 48650-49550 nT. The area of positive magnetic anomaly coincides with the boundaries of the local outcrop of stone material composed of volcanic glass (mostly rhyolite) and quartzite and sandstone pebbles. The linear zone of high gradient magnetic field within the excavation corresponds to border of archaeological finds distribution.

χ_{LF} gradually increases down to excavation wall profile from 32*10⁻⁸ mЗ/kg at the surface to 94*10⁻⁸ mЗ/kg at the depth of 0.3 m, on the tuff rock weathering crust.

Magnetic measurements on Paleolithic sites at Velykyj Sholes ridge in Transcarpathia is an important source of information on planigraphy and stratigraphy of the monuments.

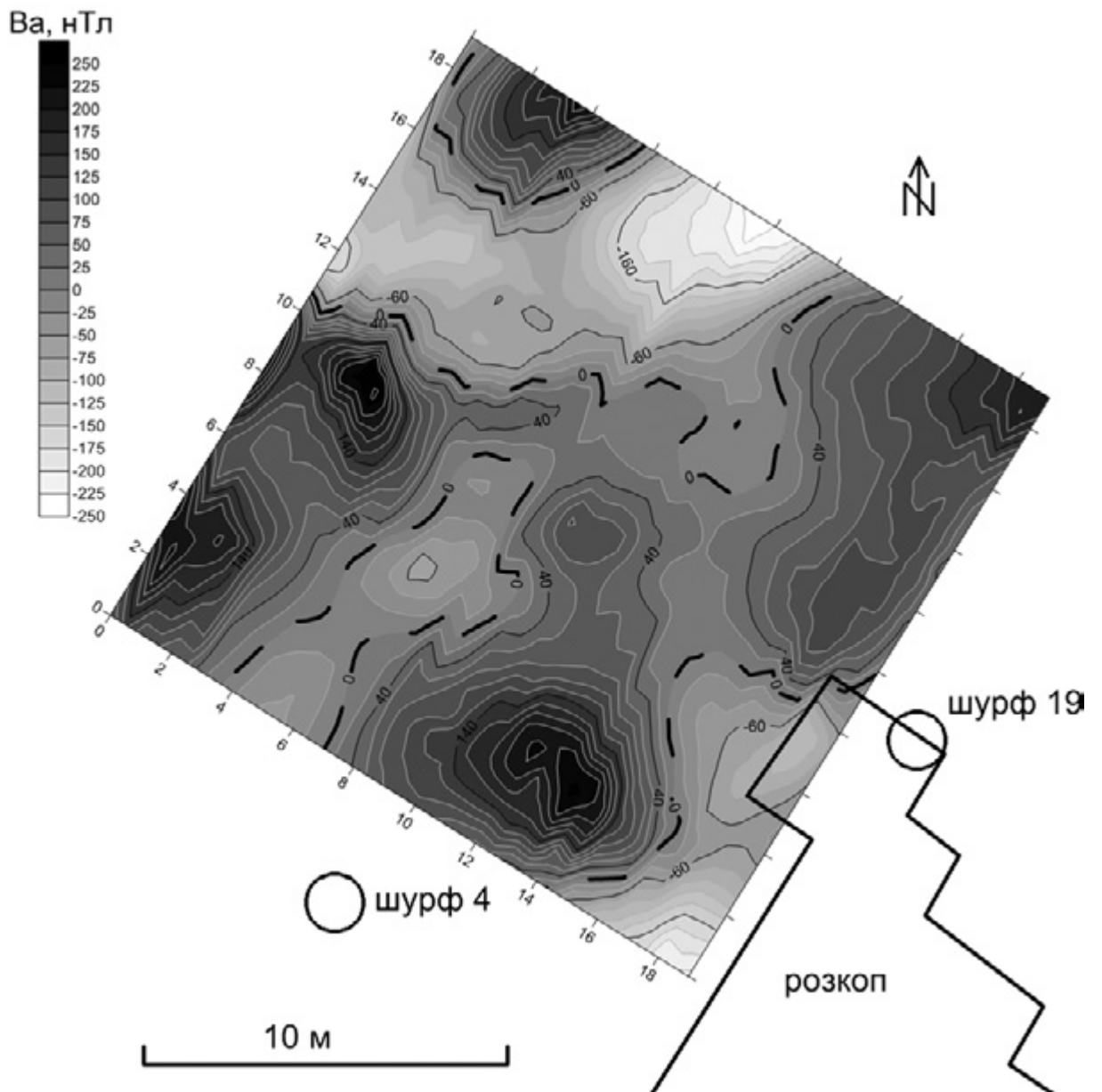


Рис. 1. Картограмма локальних аномалій індукції геомагнітного поля на стоянці Малий Раковець ІV.
Fig. 1. The cartogram of local geomagnetic induction anomalies on the Maly Rakovets IV site.

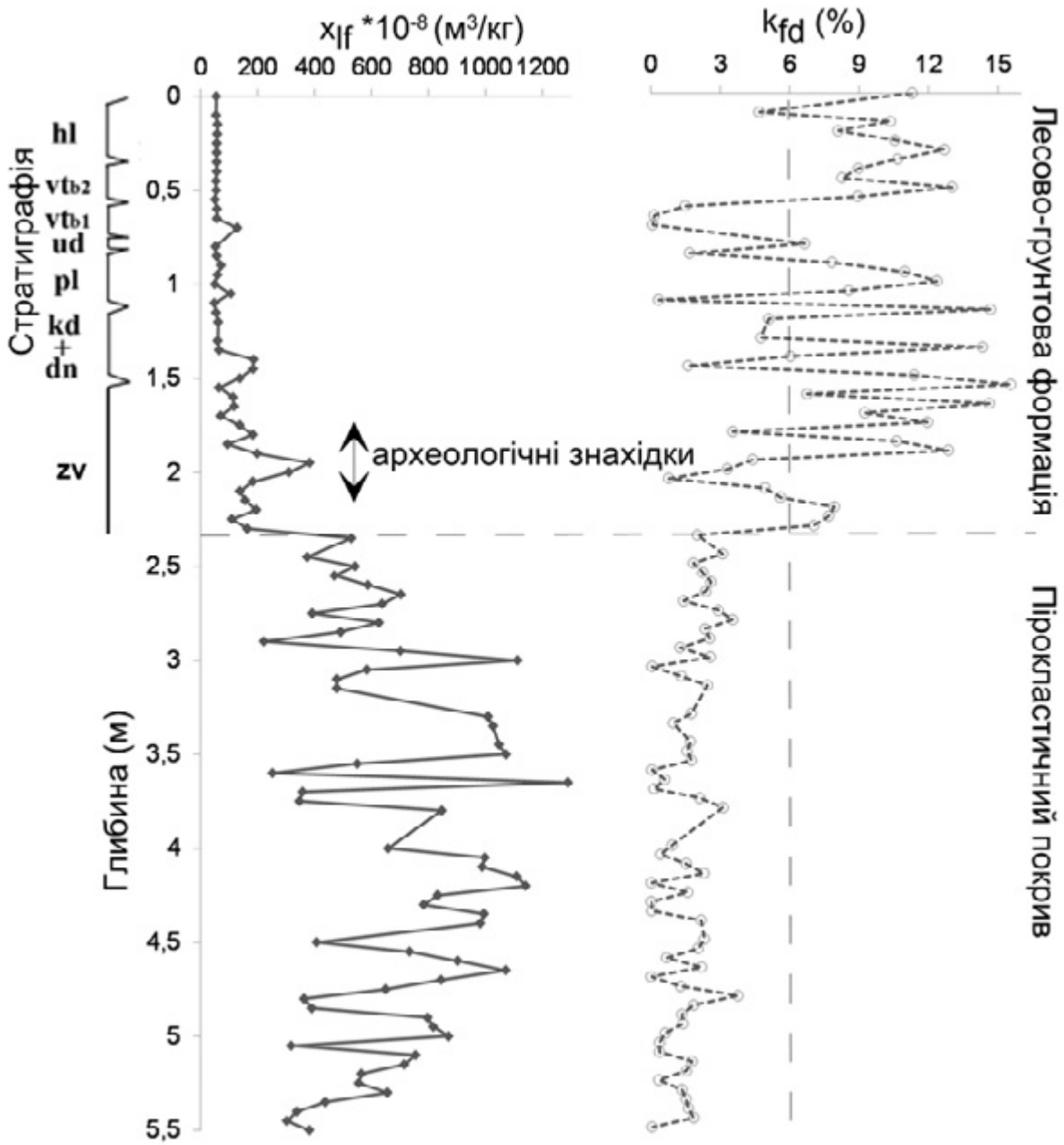


Рис. 2. Розподіл магнітних властивостей відкладів по глибині розрізу 19.
 Fig. 2. Division of sediment magnetic properties along the depth of cut 19.

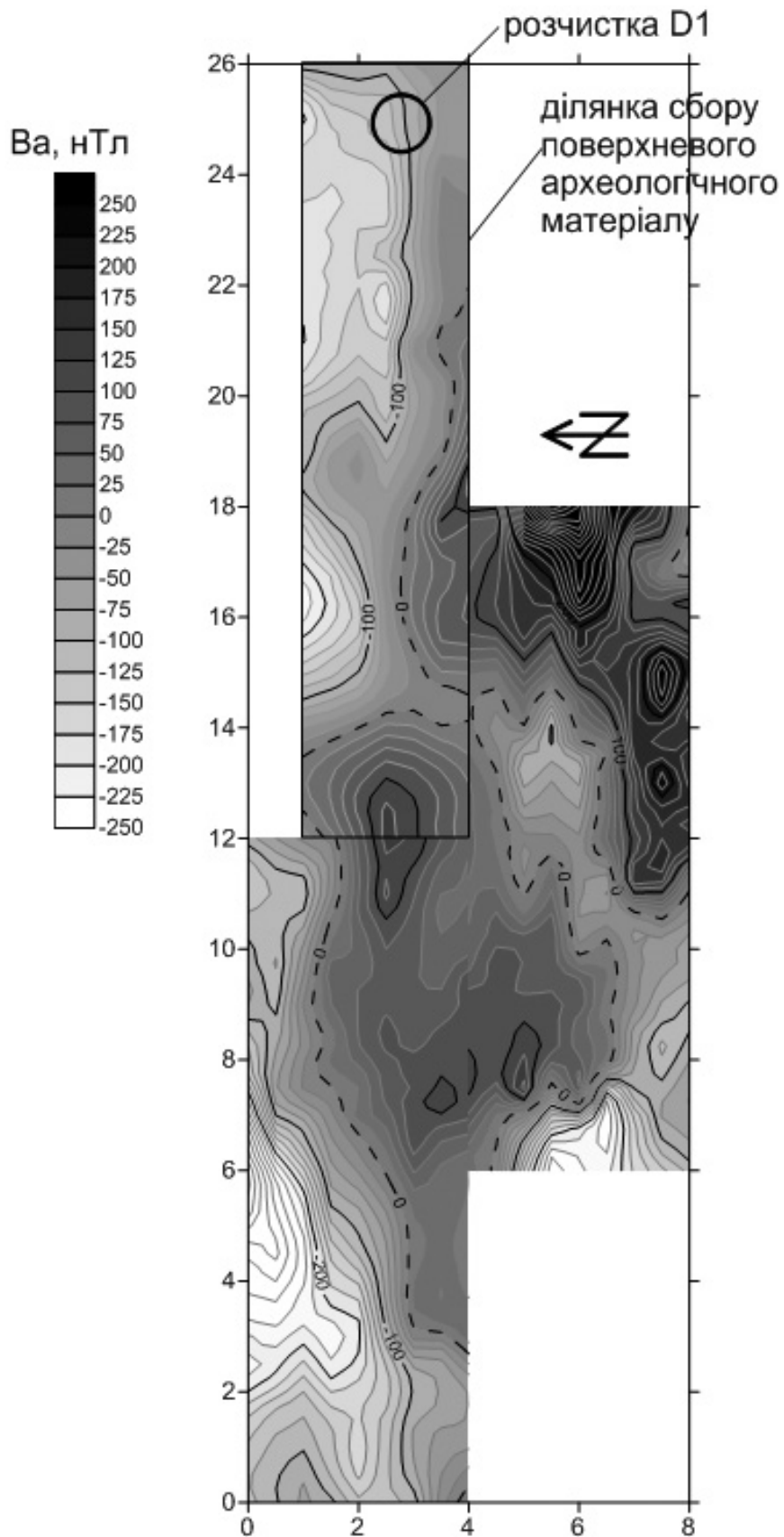


Рис. 3. Картограма локальних аномалій індукції геомагнітного поля на місцезнаходженні Великий Шолес.
Fig. 3. The cartogram of local geomagnetic induction anomalies on the Velykyj Sholess site.

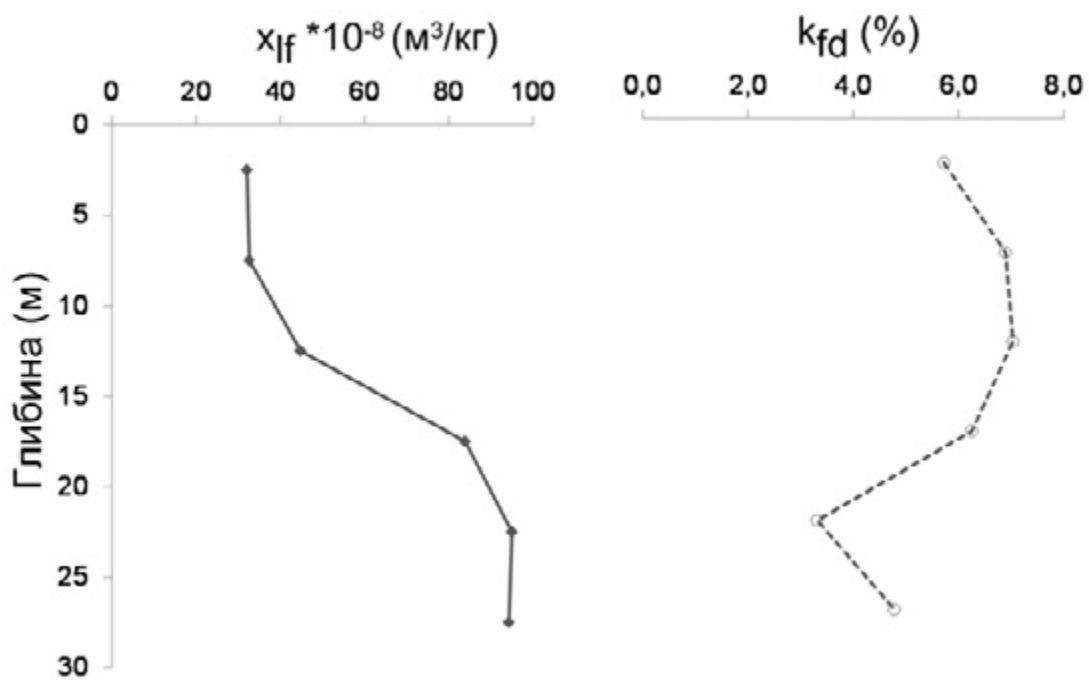


Рис. 4. Розподіл магнітних властивостей відкладів по глибині розрізу розчистки D1.

Fig. 4. Division of sediment magnetic properties along the depth of D1.