

ЛАНДШАФТНА МАГНІТОМЕТРІЯ (НА ПРИКЛАДІ ДОЛИНИ р. КОЗИНКА)

О.І. Меньшов¹, О.В. Круглов², Р.В. Хоменко¹, А.В. Сухорада¹

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», вул. Васильківська, 90, м. Київ, Україна, e-mail: menshov.o@ukr.net, suhorada@univ.kiev.ua, hristianin@bigmir.net

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського». вул. Чайковська, 4., м. Харків, Україна, e-mail: alex_kruglov@ukr.net

Розглянуто основні магнітні та магнітометричні характеристики ґрунтового покриву долини р. Козинка та навколишніх ландшафтів. Наведено ландшафтні, геоморфологічні та ґрунтознавчі характеристики, а також результати магнітометричних дослідів і педомагнітного моделювання. Визначено ефективну намагніченість ґрунтового покриву досліджуваного району. Можна припустити, що на локальне аномальне магнітне поле території впливає ґрунтовий покрив. Зроблено висновки щодо ефективності застосування отриманих даних в археології, інженерній геології, меліоративній геології.

Ключові слова: ґрунти, долина, магнетизм, магнітометрія, тераса.

Вступ. Свого часу автори цієї статті ввели поняття «ландшафтна геофізика». Як відомо [8], відповідні дослідження пов'язані з вивченням впливу ландшафту та, зокрема, його дзеркала ґрунтового покриву на інтенсивність і морфологію геофізичних полів. З усього розмаїття ландшафтів особливе значення, на наш погляд, мають ландшафти річкових долин, які відіграють визначну роль у житті людини. Річкові долини є місцями максимальної концентрації населених пунктів. Важливий елемент у структурі річкової долини — заплава [5] — піднята над межовим рівнем води у річці частина дна долини, що вкрита рослинністю та затоплюється під час повеней. Існує помітний зв'язок між геоморфологічними процесами, що відбуваються у річкових ландшафтах, річковим матеріалом, процесами ґрунтоутворення [3, 10], геологічними процесами та геофізичними явищами [9]. Традиційно заплави людство не використовувало для будівництва. Проте нині у зв'язку з будівельним бумом (особливо поблизу мегаполісів, таких, наприклад, як Київ) ця традиція порушена і заплави стали об'єктами численних реконструкцій (переміщення значних об'ємів піску та інших гірських порід, створення штучних водойм, і нарешті, капітальне будівництво котеджів), незважаючи на ризикованість цих акцій. Разом з тим ґрунтовий покрив заправ надзвичайно погано вивчений.

Крім суто прикладного аспекту дослідження ґрунтів заплави становлять значний науковий інтерес [11], зокрема, у зв'язку з тим, що у складі ґрунтових розрізів заплави постійно виявляють горизонти так званих викопних ґрунтів [6, 7], які несуть унікальну інформацію про характер зміни фізико-географічних обстановок, особливо впродовж голоцену [4]. Останнє слід детально вивчати при розв'язанні проблеми моніторингу сучасного клімату та прогнозування його розвитку (так званого

глобального потепління). Слід зазначити, що еолові утворення є нерозривною складовою формування палеопедосфери та борових терас, які є наступним рівнем за шкалою часу у ландшафтній геофізиці. З огляду на зазначені вище передумови автори провели дослідження долини в межах басейну Дніпра, а саме його давнього русла — р. Козинка в районі с. Плюти поблизу котеджного містечка Плютове.

Мета роботи — дослідити інформативність магнітних властивостей ґрунтів річкової долини та показати перспективи їх застосування.

Об'єкт дослідження. У середній течії профіль річки загалом складається з русла, долини та кількох терас (рис. 1). Власне долина — це найнижча сучасна тераса, яка під час паводків затоплюється водою. Її ширина може сягати 10 км [2].

Нижче наведено результати педомагнітних і магнітометричних досліджень ландшафтів річкової долини в межах заплави р. Козинка в околі с. Плюти (Київська обл.). Мезорельєф представлений прирусловою високою заплавою [1], мікрорельєф — рівнина. Територія утворена природними луками, рослинність — різнотрав'я, хвощі, кінській шавель тощо. Підстильна порода утворена супіщаним алювієм, нижче суглинком. Ґрунт — алювіальний, дерновий, шаруватий з похованими лучними ґрунтами на супіщаному прирусловому алювії. Похований ґрунт лежить на глибині приблизно 50 см і нижче. Крім того, в межах борової тераси дослідної території поширені еолові утворення, які вкриті сосновим лісом; ґрунтовий покрив молодий, дерновий.

Власне с. Плюти та прилеглі землі розміщуються в центральній частині Київської області в межах північно-східного схилу Українського щита. Для цієї території характерний рівнинний тип рельєфу з наявністю добре розвиненої яружно-балкової сітки. Стінки ярів порізані промінами. В долині

р. Козинка чітко виражені заплава та дві надзаплавні тераси. Заплавний алювій представлений внутрішньо-заплавною та старичною фаціями — оторфованими суглинками. В межах заплави на ділянках міграції русла річки спостерігається характерна лучно-болотяна рослинність. Прослідковується ерозійна діяльність тимчасових водотоків у балках першої надзаплавної тераси на дерново-підзолистих піщаних і субпіщаних ґрунтах, на яких росте соноший ліс.

Методика робіт. У методичному аспекті роботи виконано за методикою ландшафтних й геоморфологічних опробувань, ультрадетаальної магнітометрії, педомагнітних досліджень. Вони включали рекогносцирувальні геоморфологічні дослідження території, виокремлення основних форм рельєфу, вибір точок для закладення ґрунтового-геофізичних розрізів та їх ґрунтознавчий опис, відбір орієнтованих й неорієнтованих зразків ґрунтів.

У польових умовах вимірювали об'ємну магнітну сприйнятливість ґрунтів за допомогою польового вимірювача ПИМВ-М. У лабораторії вимірювали питому магнітну сприйнятливість неорієнтованих зразків ґрунту за допомогою лабораторного вимірювача KLY-2 і двочастотного капаметра MS2.

Колекцію орієнтованих зразків вимірювали на лабораторному астатичному магнітометрі LAM-24 з метою визначення їх сумарної та ефективної намагніченості для обрахунку внеску ґрунтового покриву у формування локального аномального магнітного поля території досліджень [12].

Методика магнітометричних робіт. На ділянці досліджень проведено магнітометричне знімання, що включало серію замірів за фіксованим профілем ортогонально дослідному шурфу. Як реєструвальні використано квантові магнітометри ПКМ-1. Довжина профілю 12 м. Висота положення магніточувливого датчика над рівнем земної поверхні — 0,5 та 1 м. Дискретність реєстрації — 10 вимірів за 1 с з точності виміру 0,1 нТл. З метою визначення внеску ґрунтового покриву у формування локального аномального магнітного поля поінтервально видаляли шари ґрунту з ґрунтового розрізу через 10—30 см з подальшим вимірюванням повного вектора магнітного поля поблизу ґрунтового-геофізичного розрізу та безпосередньо над ним.

При інтерпретації результатів застосовували графіки магнітного поля для фіксованих глибин шурфу, що дало змогу розрахувати ефект відсутності верхнього магнітного шару ґрунту. Як модельні тіла

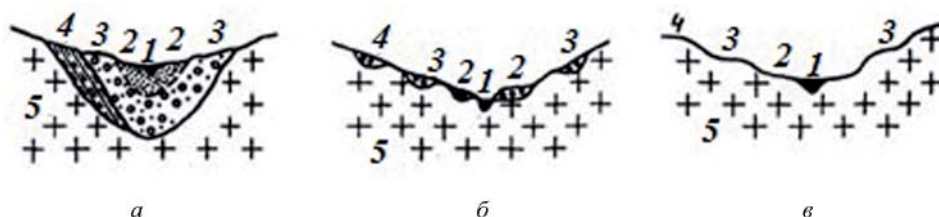


Рис. 1. Поперечні профілі річок [2]. *Tunu терас*: а — акумулятивна, б — цокольна, в — ерозійна; 1 — русло; 2 — заплава; 3, 4 — надзаплавні тераси; 5 — корінні породи

Fig. 1. Transverse profiles of rivers [2]. *Types of terraces*: а — accumulative, б — basement, в — erosive; 1 — bed; 2 — floodplain; 3, 4 — floodplain terraces; 5 — bedrock

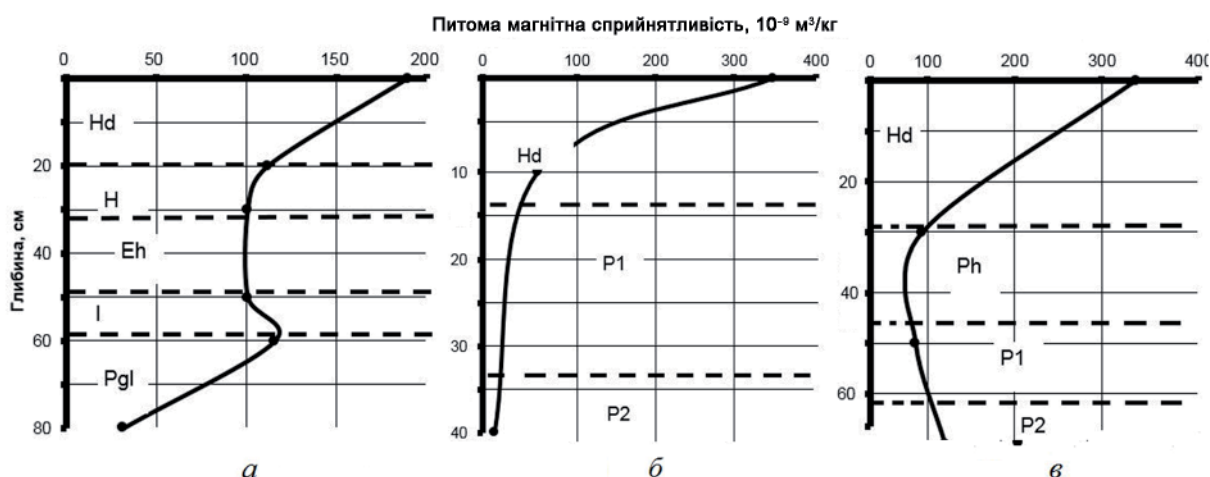


Рис. 2. Педомагнітні характеристики різних типів ґрунтового покриву долини р. Козинка. *Ґрунт*: а — лучний, б — дерновий алювіальний, в — дерновий

Fig. 2. Pedomagnetic characteristics of different types of soil cover of the Kozynka river valley. *Soil*: а — meadow, б — sod alluvial, в — sod

використано горизонтальні пластини з ефективною намагніченістю: $J_{\text{еф}} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ А/м}$.

Результати та їх обговорення. Проведено комплекс робіт, який включав геоморфологічний опис території, педомагнітні дослідження найхарактерніших різновидів ґрунтового покриву дослідної ділянки, магнітометричні роботи з вивчення ландшафтів заплавної території р. Козинка, а також ділянок еолових утворень, що вкриті сосновим лісом. Результати педомагнітних досліджень показано на рис. 2.

Лучний ґрунтовий покрив безпосередньо заплави р. Козинка характеризується невисокими значеннями питомої магнітної сприйнятливості (рис. 2, а). Відзначається додатковий пік магнітної кривої на глибині близько 50 см, що відповідає ілювіальному горизонту ґрунтового розрізу. Підстильна оглеєна ґрунтоутворювальна порода слабомагнітна. Розрахована ефективна намагніченість становить $(2...4) \cdot 10^{-3} \text{ А/м}$.

ґрунтово-геофізичні розрізи (рис 2, б, в) розташовані на території борової тераси р. Козинка,

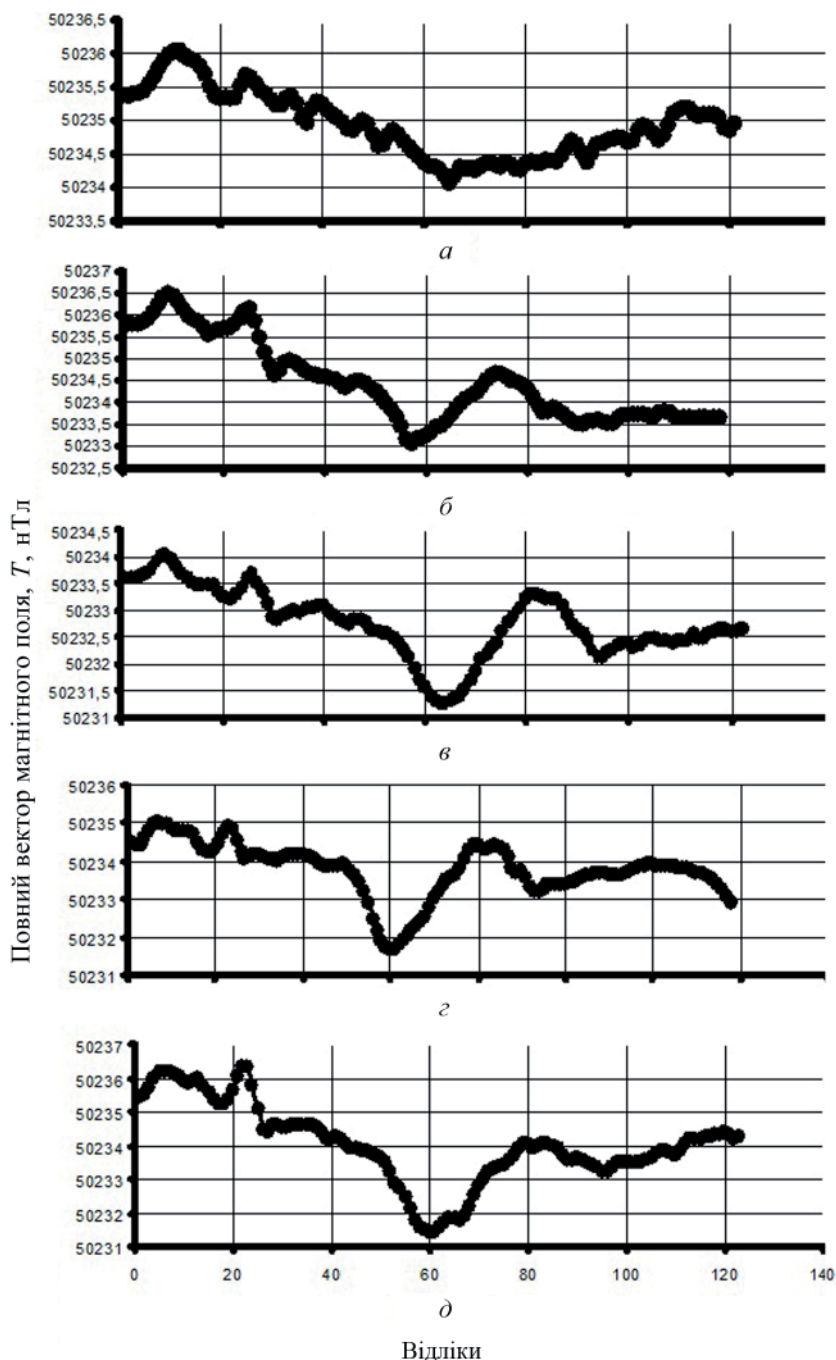


Рис. 3. Результати магнітометричних досліджень у межах долини р. Козинка в околі ґрунтового розрізу при знятті шарів ґрунту. Товщина шарів, см: а – 0, б – 30, в – 45, г – 60, д – 70

Fig. 3. Results of magnetometric studies on the territory of the Kozynka Valley in the vicinity of the soil section when removing soil layers: а – 0, б – 30, в – 45, г – 60, д – 70 cm

вкритої еоловими утвореннями. Максимальні значення питомої магнітної сприйнятливості дещо вищі і властиві верхньому гумусовому горизонту обох розрізів. Досліджувана магнітна величина різко спадає з глибиною при переході до підстильних порід алювіальних пісків та супісків.

Схарактеризована вище педомагнітна інформація була використана нами при подальших магнітометричних дослідженнях ландшафтів заплавної території та педомагнітному моделюванні. Результати магнітометричного дослідження представлені на рис. 3. Він полягав у поступовому знятті шарів ґрунту з ділянки 1×1 м (фактично ґрунтовий розріз (рис. 2, а)) та вимірюванні магнітного поля над даним розрізом та безпосередньо біля нього.

Аналіз графіків магнітного поля дав змогу дійти таких висновків:

- 1) зі збільшенням глибини шурфу магнітний ефект нелінійно зростає — від 1 нТл при знятті шару потужністю 30 см до 2–3 нТл при знятті шару ґрунту усієї потужності розрізу — близько 70 см (рис. 3);
- 2) аномальний ефект складної форми і від'ємного знака зумовлений особливостями орієнтації профілю щодо вектора магнітного поля Землі та впливом власне ґрунтів, які були видалені із розрізу та навколишнього ґрунтового покриву дослідної ділянки.

Графік теоретичного розрахунку ефекту від модельного тіла (результати педомагнітного моделювання) показано на рис. 4.

За результатами моделювання отримано магнітний ефект порядку 0,5 нТл для глибини шурфу 0,7 м. Відповідно, в разі видалення меншого об'єму ґрунту значення магнітної аномалії нижчі. Разом з тим за результатами магнітного знімання ефект відсутності ґрунту дає значення порядку 2 нТл. При розрахунку магнітного ефекту від теоретичної моделі не було, зокрема, враховано просторові особливості шурфу.

Висновки. Згідно з даними педомагнітних та

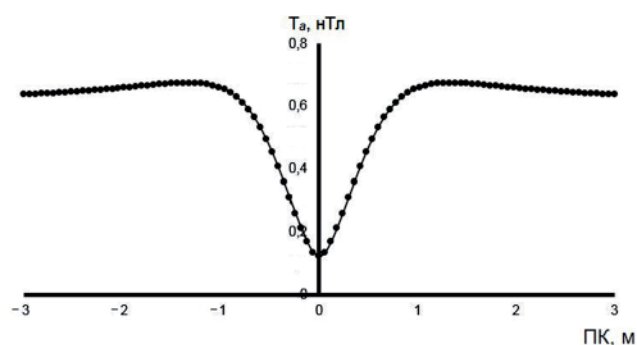


Рис. 4. Результати моделювання внеску лучного ґрунтового покриву території долини р. Козинка у формування локального аномального магнітного поля

Fig. 4. Results of modeling the contribution of meadow soil cover of the territory of the Kozynka valley to the formation of a local anomalous magnetic field

ультрадетальних магнітометричних досліджень у межах долини р. Козинка, заплава складена лучним ландшафтом із лучним типом ґрунтового покриву з максимальною питомою магнітною сприйнятливістю до $300 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3/\text{кг}$. Дернові ґрунти еолових утворень характеризуються подібними максимальними величинами, проте з глибиною магнітна крива спадає стрімкоподібніше. Ефективна намагніченість досліджуваного під час магнітометричних й модельовальних робіт ґрунтового покриву становила $(2...4) \cdot 10^{-3} \text{ А/м}$. Вивчення повного вектора магнітного поля при видаленні ґрунту із розрізу показало, що найбільший ефект (до 2 нТл) зафіксовано на глибині 70 см. Можна припустити, що це і є вплив ґрунтового покриву на локальне аномальне магнітне поле досліджуваної території. Результати педомагнітного моделювання також вказують на найбільшу інтенсивність магнітної аномалії за глибини розрізу 70 см, проте за абсолютними величинами така аномалія становить 1 нТл.

З урахуванням відсутності прецедентів досліджень подібного напрямку зазначений фактичний матеріал слід розглядати як унікальну вихідну інформацію, що дає змогу раціонально проектувати і виконувати ультрадетальні магнітометричні дослідження, які можуть бути використані під час детального вивчення будови річкової долини. Необхідність останніх може виникати при використанні магнітометрії в археологічних дослідженнях, а також в інженерній геології, меліоративній геології тощо.

Список бібліографічних посилань

1. Барщевский Н.Е., Купраш Р.П., Швидкий Ю.Н. Геоморфология и рельефообразующие отложения района г. Киева. Киев: Наукова думка, 1989. 178 с.
2. Борголов И.В. Курс геологии. Москва: Агропромиздат, 1989. 215 с.
3. Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа. Ленинград: Недра, 1984. 208 с.
4. Кармазиненко С.П. Мікроморфологічні особливості викопних ґрунтів для відтворення фізико-географічних умов верхнього плейстоцену. *Моніторинг геологічних процесів: IX Міжнар. наук. конф.: матеріали*. Київ, 2009. С. 193–195.
5. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. Москва: Высш. шк., 1979. 277 с.
6. Матвіїшина Ж.М., Герасименко Н.П., Передерій В.І. Палеогеографічний підхід до вивчення голоценових ґрунтів. *Географічні проблеми сталого розвитку*. Київ, 2004. Т. 2. С. 28–30.
7. Матвіїшина Ж.М., Пархоменко О.Г. Методи вивчення стадійності розвитку голоценових ґрунтів. *Моніторинг геологічних процесів: IX Міжнар. наук. конф.: матеріали*. Київ, 2009. С. 185–188.
8. Меньшов О., Хоменко Р., Сухорада А. Можливість педомагнітної інтерпретації та моделювання для підвищення ефективності магнітометричних досліджень. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2008. № 43. С. 41–43.

9. Меньшов О.І., Круглов О.В., Сухорада А.В. Інформативність показників магнетизму ґрунтового покриття при вирішенні агрогеофізичних та ґрунтознавчих задач. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2012. № 3. С. 7–12.
10. Назарок П.Г., Круглов О.В., Куценко М.В. та ін. До проблеми картографування ерозійних процесів. *Вісник аграрної науки*. 2015. Вип. 9. С. 63–68.
11. Kruglov O., Menshov O. To the soil magnetic susceptibility application in modern soil science. 16th EAGE International Conference on Geoinformatics-Theoretical and Applied Aspects. Kyiv. 2017; диск CD.
12. Menshov O., Sukhorada A., Homenko R., Kruglov O. Ultradetailed Environmental Magnetic Investigations in Ukraine. *EarthDoc. Near Surface Geoscience 2012*. Paris, France, 2012. Диск CD.

Надійшла до редакції 02.09.2019 р.

ЛАНДШАФТНАЯ МАГНИТОМЕТРИЯ (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ р. КОЗИНКА)

А.И. Меньшов¹, А.В. Круглов², Р.В. Хоменко¹, А.В. Сухорада¹

¹*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, УНІ «Інститут геології», ул. Васильківська, 90, г. Київ, Україна, e-mail: menshov.o@ukr.net, suhorada@univ.kiev.ua, hristianin@bigmir.net*

²*ННЦ «Інститут почвознавства і агрохімії ім. А.Н. Соколовського». ул. Чайківська, 4, г. Харків, Україна, e-mail: alex_kruglov@ukr.net*

Рассмотрены основные магнитные и магнитометрические характеристики почвенного покрова долины р. Козинка и окружающих ландшафтов. Приведены ландшафтные, геоморфологические и почвоведческие характеристики. Представлены результаты магнитометрических опытов и педомагнитного моделирования. Эффективная намагниченность исследуемого почвенного покрова при магнитометрических и моделирующих работах составляет $(2...4) \cdot 10^{-3}$ А/м. Согласно результатам изучения полного вектора магнитного поля при удалении почвы из разреза, наибольший эффект (до 2 нТл) выявлен при глубине 70 см, возможно, вследствие влияния почвенного покрова на локальное аномальное магнитное поле исследованной территории. Сделаны выводы относительно применения полученных данных в археологии, инженерной геологии, мелиоративной геологии.

Ключевые слова: почвы, долина, магнетизм, магнитометрия, терраса.

LANDSCAPE MAGNETOMETRY (ON AN EXAMPLE OF RIVER KOZYNKA VALLEY)

A.I. Menshov¹, O.V. Kruglov², R.V. Homenko¹, A.V. Sukhorada¹

¹*Taras Shevchenko National University of Kiev, Institute of Geology. str. Vasilkovskaya, 90, Kyiv, Ukraine, e-mail: menshov.o@ukr.net, suhorada@univ.kiev.ua, hristianin@bigmir.net*

²*NSC «Institute of Soil Science and Agrochemistry n.a. O.N. Sokolovsky». str. Tchaikovskaya, 4, Kharkiv, Ukraine. e-mail: alex_kruglov@ukr.net*

The purpose of the work is to investigate the informative magnetic properties of river valley soils and to show the prospects for their application.

Methods of work. In methodical terms, the works were performed according to the methods of landscape and geomorphological tests, ultradetal magnetometry, pedagogical studies. Basic magnetic and magnetometric characteristics of the soils of the river Kozynka valley are considered.

Findings. Landscape, geomorphological and soil characteristics are presented. The results of the magnetometric experiments and pedomagnetic modelling are described. a complex of works was carried out, which included a geomorphological description of the territory, pedomagnetic studies of the most characteristic changes of the soil cover of the study area, magnetometric works on the study of landscapes of the floodplain territory of the Kozynka River, as well as areas of aeolian formations covered with pine forest. The effective magnetization of the soil cover studied during magnetometric and modeling works is $(2...4) \cdot 10^{-3}$ A/m. The results of studying the complete vector of the magnetic field when removing the soil from the section showed that the greatest effect up to 2 nTl is observed at a depth of 70 cm. We can assume that this is the effect of the soil cover on the local anomalous magnetic field of the area.

Conclusions have been made regarding the use of the data obtained in archeology, engineering geology, melioration geology.

Keywords: soil, valley, magnetism, magnetometry, terrace.

References

1. Barshchevskiy N.E., Kuprash R.P., Shvydkiy Yu.N. Geomorphology and relief-forming deposits of the Kiev city. Kyiv: Naukova dumka, 1989. 178 p. (in Russian).
2. Borholov Y.V. Geology course. Kyiv: Naukova dumka, 1989. 178 p. (in Russian).

3. Gerrard A.J. Soils and landforms. Leningrad: Nedra, 1984. 208 p. (in Russian).
4. Karmazynenko S.P. Micromorphological features of fossil soils for reproduction of the physical and geographical conditions of the Upper Pleistocene. Materials of IX International Scientific Conference Geological Process Monitoring. Kyiv, 2009. P. 193–195 (in Ukrainian).
5. Leont'ev O.K., Rychahov H.Y. General geomorphology. Moscow: Vysshaya shkola, 1979. 277 p. (in Russian).
6. Matviishyna Zh.M., Herasymenko N.P., Perederii V.I. Paleogeographic approach to the study of Holocene soils. *Geografichni problemy staloho rozvytku*. 2004. Vol. 2. P. 28–30 (in Ukrainian).
7. Matviishyna Zh.M., Parkhomenko O.H. Methods for studying the stage of development of Holocene soils. Materials of IX International Scientific Conference Geological Process Monitoring. Kyiv, 2009. P. 185–188 (in Ukrainian).
8. Menshov O., Khomenko R., Sukhorada A. Possibilities of pedomagnetic interpretation and modeling to increase the efficiency of magnetometric studies. *Visnyk KNU imeni Tarasa Shevchenka. Geolohiia*. 2008. Vol. 43. P. 41–43 (in Ukrainian).
9. Menshov O., Kruglov O., Suhorada A. Informativeness of indicators of soil magnetism in solving agro-geophysical and soil science problems. *Visnyk Nacionalnogo girnychogo universytetu*. 2012. № 3. P. 7–12 (in Ukrainian).
10. Nazarok P., Kruglov O., Kutsenko M., Menshov O., Suhorada A. To the problem of mapping erosion processes. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2015. Fasc. 9. P. 63–68 (in Ukrainian).
11. Kruglov O., Menshov O. To the soil magnetic susceptibility application in modern soil science. 16th EAGE International Conference on Geoinformatics-Theoretical and Applied Aspects. Kyiv, 2017. Диск CD.
12. Menshov O., Sukhorada A., Homenko R., Kruglov O. Ultradetailed Environmental Magnetic Investigations in Ukraine. EarthDoc. Near Surface Geoscience 2012. Paris, France, 2012. Диск CD.

Received 02/09/2019