

УДК 550.382.3

А. Меньшов, канд. геол. наук, докторант

E-mail: menshov.o@ukr.net,

А. Сухорада, канд. геол.-минерал. наук, доц.

E-mail: suhorada@univ.kiev.ua

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко  
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина

## ОСНОВЫ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ГЕОФИЗИКИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

*(Рекомендовано членом редакционной коллегии д-ром геол. наук, проф. О.М. Карпенком)*

*Магнитометрический раздел геофизики педосферы (почвенной оболочки Земли) является наиболее развитым относительно своей теории и методологии в контексте практического применения. Выделяются три основные задачи, стоящие перед педомагнитологией и касающиеся человечества. Это наращивание ресурсной базы, мониторинг состояния окружающей среды, углубленное изучение почвенного покрова в связи с его деградацией и необходимостью повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Почвенный покров является прямым отражением процессов, происходящих на контакте литосферы и атмосферы. Существуют два типа почвенного покрова. Это почвы с остаточным магнетизмом, магнитные свойства которых определяются литогенной основой и процессами ее выветривания. Роль таких почв в практической педомагнитологии на данный момент до конца неясна. Детальнее изучены почвы с педогенным генезисом магнитного сигнала, магнитные минералы которых сформировались в процессе развития почвенного профиля. Ведущую роль в формировании их магнитных свойств играют окислы и гидроокислы железа, в некоторых случаях сульфиды железа. Магнитная модель почвенного разреза может существенно изменяться под влиянием антропогенных и техногенных факторов. Магнитные параметры изменяются под воздействием выбросов транспорта, промышленных предприятий, теплостанций и т.д. Рельефообразование, форсируя плоскостной смыл, может существенно изменять соотношение между почвенными генетическими горизонтами. Также известны случаи, когда магнитные минералы осадочного происхождения образуются над залежами углеводородов под влиянием миграции их исходного флюида и могут изменять магнитные свойства почвы. Практическое применение этих моделей рассмотрено в статье на конкретных примерах.*

**Ключевые слова:** почва, магнетизм природных объектов, теория и методология, магнитная восприимчивость.

**Вступление.** Магнитометрический раздел геофизики педосферы [3] является на данном этапе наиболее развитым как в своей теоретической части, так и в практическом аспекте. Объясняется это в первую очередь высокой разрешающей способностью магнитного метода применительно к задачам изучения почвенного покрова. Именно он, в классическом определении, выступает зеркалом ландшафта, то есть хранилищем информации о процессах, происходящих на поверхности планеты, а иногда несущем данные о некоторых эндогенных событиях. Сегодня можно говорить о трех главных проблемах, стоящих перед педомагнитологией и вплотную касающихся человечества. Первое – это наращивание ресурсной базы [7], прежде всего сырья. Далее – мониторинг сохранности окружающей среды [10], а также углубленное изучение собственно почвенного покрова [14], особенно в связи с его деградацией и задачей повышения продуктивности земель [13]. Таким образом, нами комплексно рассматриваются все три проблемы, имеющие теоретическое и непосредственно практическое значение.

**Теория и методология.** Классический анализ любого геофизического метода сводится к решению двух основных задач геофизики – прямой и обратной. Кратко изложим их теоретические и методологические принципы для обобщающего разреза почвенного покрова Земли. Почвенный покров является прямым отражением процессов, происходящих на контакте литосферы и атмосферы. С одной стороны, тектоническая эволюция любого региона приводит в конечном счете к формированию литологической основы почвенного покрова, а соответственно создают и предпосылки для формирования собственно почвы. С другой стороны, тектонические движения, а в некоторой степени и сама литогенная основа, служат базисом для формирования исходных условий рельефа. Последнее определяет вертикальный разрез почвенного покрова и его динамику во времени. Следовательно, почвенный покров является обобщающей функцией двух главных составляющих. Первая – это эндогенная история Земли в точке наблюдения, а вторая – ее координаты, в первую очередь широта.

Отсюда, на территориях бурной тектонической деятельности, где превалирует роль магматических горных

пород, на первый план выходит высокая роль остаточных магнитных минералов. Такие ситуации известны для некоторых почв Грузии, Болгарии, Португалии и т.д. [1, 6, 15]. В более спокойных условиях, особенно высоких широт, ведущую роль для формирования магнитного облика почвенного покрова играют аккумулятивные процессы, смыл почвы, окислительно-восстановительный потенциал среды и некоторые другие процессы. В итоге формируются собственные почвенные минералы, в том числе и ферромагнитные.

Таким образом, можно говорить о двух типах почвенного покрова. Это почвы с реститовым (остаточным) магнетизмом, магнитные свойства которых определяются литогенной основой и процессами ее выветривания. Роль таких почв в практической педомагнитологии сегодня до конца неясна. Поэтому более детально рассмотрим почвы с педогенным магнитным сигналом, сформированным в процессе развития почвенного покрова. Ведущую роль в их магнитном облике играют окислы и гидроокислы железа, в некоторых случаях также сульфиды железа. При этом генерация магнитной компоненты происходит главным образом в верхней части почвенного разреза, содержащей гумус. В этих генетических горизонтах под влиянием биоты происходит трансформация железосодержащих минералов литогенного происхождения в упомянутые выше магнитные соединения. Педогенные магнетики чаще всего являются однодоменными (SD) и суперпарамагнитными (SP) фракциями. Их изучение проводится, начиная еще с работ Ле Бурже [5]. Известно, что важную роль играют термические преобразования – антропогенные и природные разогревы, например пожары [8]. В то же время, для так называемого археологического вещества существует связь с изменениями магнитных свойств почвы, что положено в основу использования педомагнетизма как инструмента археологических исследований [12].

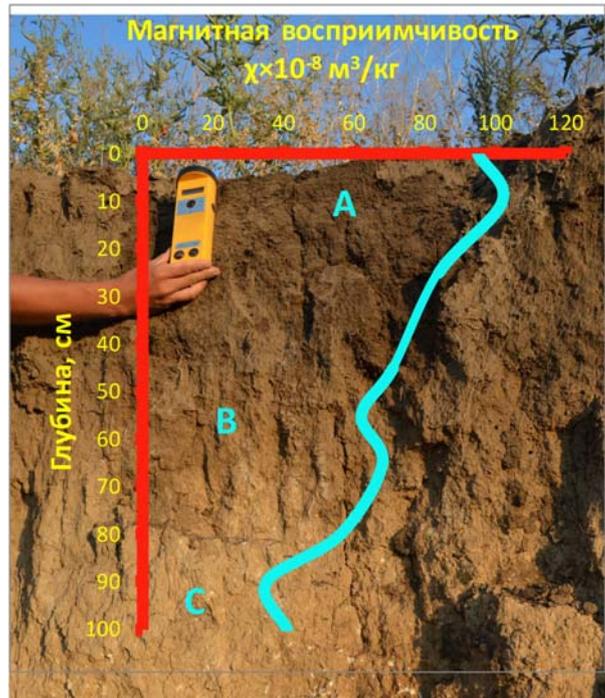
В основном вертикальная зональность магнитных характеристик обусловлена естественной эволюцией почвенного покрова, впервые четко обозначена Докучаевым и превосходно иллюстрирована неоднократно наблюдаемыми магнитными разрезами разных почв и

многими исследователями [4]. Как правило, более магнитные почвы обогащены гумусовыми фракциями, хорошо окислены и аэробны. При этом верхний гумусовый горизонт "А" по классификации WRB чаще всего является и наиболее магнитным как для современных почв, так и для палеопочв.

Рассмотренные выше закономерности строения магнитной модели почвенного разреза могут (иногда существенно) изменяться под влиянием антропогенных и техногенных факторов. Речь идет о повышении значений магнитных характеристик, что связано с выбросами транспорта, промышленных предприятий, теплэлект-

ростанций и т.д. Кроме того, рельефообразование, формируя плоскостной смыв, может существенно изменять соотношение между различными педомагнитными горизонтами. Это отмечалось еще удмуртской школой в их авторском свидетельстве, а позднее демонстрировалось на примерах для разных частей Земли.

**Примеры.** Можно сконструировать некую фоновую педомагнитную модель почвенного покрова (рис. 1). На рисунке представлен классический разрез чернозема Юга Украины. По классификации почв WRB и по магнитной восприимчивости мы выделили три генетических горизонта А, В, С.



**Рис. 1. Пример распределения магнитной восприимчивости с глубиной для условно фонового незагрязненного чернозема южного участка "Санжейка"**

Следует сказать, что величины магнитных параметров довольно высокие как для незагрязненных почв. Почвенный разрез состоит из следующих горизонтов. Верхний гумусовый А залегает на глубине 0–40 см: темно-серого цвета, структура мелкозернистая, на поверхности наблюдается мучнистая присыпка. Гумусовый переходный В1 залегает на глубине 40–70 см: с темно-коричневым оттенком, структура ореховидная, некоторые агрегаты остроконечные, плотный, переход к подстилающим породам резкий. Буровато-палевый плотный горизонт В2 залегает на глубине 70–85 см, по щелям визуализируется затекание гумуса. Следующий горизонт ВС залегает на глубине 85–130 см, большое содержание карбонатов в виде Белозерки. Подстилающий горизонт С на глубине 130–180 см: темно-палевый глинистый лес, на значительных глубинах встречаются кристаллы гипса. Разрез был заложен в непосредственной близости от обрыва с частичным использованием естественного обнажения. Верхний гумусовый горизонт А характеризуется высокой магнитной восприимчивостью  $80\text{--}100 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ . Ниже на глубине 40–70 см залегает переходный горизонт В с магнитной восприимчивостью  $70\text{--}80 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ . На глубине более 80 см четко идентифицируется подстилающий материнский горизонт С с магнитной восприимчивостью  $30\text{--}40 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ , состоящий из суглинистых пород. Отметим, что за счет естественного об-

нажения глубже 10 м мы отслеживали палеопочвы, которые в методологическом отношении являются важной составляющей для построения педомагнитных моделей.

Частотно зависимая магнитная восприимчивость  $\chi_{fd}$  в большинстве случаев для верхнего гумусового горизонта превышает 3–4 % и иногда достигает 10 %. Это говорит о превалировании суперпарамагнитных и однодоменных стабильных ультрадисперсных минералов педогенного происхождения.

Несколько повторяясь, подчеркнем важную роль для теоретического и практического земледелия следующих закономерностей. Решающим для определения плодородия почв и магнитных характеристик является количество и состав гумусовых фракций, сконцентрированных в пахотном слое (0–30 см). Именно детальное его изучение позволяет широко использовать педомагнитологию для решения экологических и аграрных задач.

Вместе с тем, использование реститового (остаточного) магнетизма почвенного покрова дает возможность применять метод для картирования кристаллического фундамента и рудных минералов (рис. 2). Приведенный рисунок позволил на примере площади "Хашчеватое – Завалье" идентифицировать несколько источников, которые являются причинами магнитных аномалий. В геологическом отношении эта площадь представлена вязким разломом в пределах вязкоразломной зоны.

Этот разлом нарушает гиперстен (с гранатом и биотитом), кристаллосланцы и гнейсы, гранитогнейсы (также с гранатом), жильные и гнездовидные тела пегматитов, кристаллы железосодержащих пород и др. [2].

Системная капаметрия коренных обнажений по поверхности указывает на значительную роль остаточных магнитных минералов в составе магнитной фракции почвенного покрова. Это влияние прослеживается в направлении водораздела и подтверждается специально выполненными почвенными разрезами. Эти разрезы доказывают, что остаточные магнитные минералы в почвах фиксируются лишь в случае формирования коры

выветривания кристаллических пород, как материнской подстилающей основы почвы. При этом результаты капаметрии как по коренным, так и по примитивным почвам достаточно близки.

Кроме зафиксированных в пределах обнаженной части территории евлизитов, фиксируется еще один сильно магнитный тектонодомен, залегающий на несколько большей глубине от физической поверхности и, вероятно всего, не выходящий на поверхность кристаллического фундамента. Об этом свидетельствует отсутствие его проявления на карте магнитной восприимчивости почвенного покрова.



Рис. 2. Пример реститового магнетизма почвенного покрова при картировании кристаллического фундамента и рудных минералов на примере площади "Хашеватое – Завалье". (Основа рисунка взята из монографии [1])

Известны случаи, когда магнитные минералы осадочного происхождения образуются над залежами углеводородов под влиянием миграции их исходного флюида. Это способствует преобразованию и новообразованию ферромагнитных, парамагнитных и относительно немагнитных минералов. Как было показано, этот процесс охватывает и почвенный покров [9, 11]. Из этого следует, что для целей практической геологии почва может выступать ценным объектом, несущим эвристическую информацию. Речь идет о настоятельной необходимости вовлечения магнитных исследований в комплекс геологоразведки на нефть и газ, в первую очередь в ландшафтах аккумулятивного типа (рис. 3). Ландшафтные условия опытного участка "Старуня" больше похожи на соседнее Полесье. Горный массив располагается на расстоянии 10–20 км. Ландшафтный профиль включает локальные катены без значимых перепадов высот и сеть мелких рек и ручьев. Конечная часть профиля расположена в пределах леса, где отмечается существенный рост абсолютных высот. В геоморфологическом отношении участок "Старуня" включает равнинные местности, оползни, места эрозионной активности (как речной, так и почвенной), болота. В низменностях преобладают болотные и луговые почвы, а в пределах леса – серые лесные разновидности почв. Согласно данному примеру отметим, что вторая секция ландшафтного пересечения находится в пределах скважины "Надежда-1" и грязевого вулкана в зоне влияния углеводородов. Почвы с ви-

димыми признаками содержания углеводородов характеризуются повышением магнитной восприимчивости в 10–20 раз относительно фоновых значений, изменяется их магнитоминералогический состав. Первая секция является лесным ландшафтом с серыми лесными природными неизменными почвами (пикеты наблюдения 140–440 м.). Магнитная восприимчивость зависит больше от альтитуды точек наблюдения и составляет  $\chi = 20\text{--}45 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$  для верхнего слоя почвы.

Вторая секция ландшафтного пересечения находится в окрестности пикетов 440–840 м. Это наиболее информативная участок в контексте исследования влияния углеводородов на магнетизм почв. Она находится вблизи мест природного вытока на поверхность углеводородов, а, следовательно, почвенный покров и подстилающие породы подверглись наибольшему воздействию процессов микропросачивания. Измененные почвы этого участка характеризуются магнитной восприимчивостью  $\chi = 20\text{--}50 \times 20\text{--}45 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Третья ландшафтная секция находится в пределах пикетов 940–1540 м. Она сложена системой микрокатен, однако переходы от локальных понижений к водоразделам незначительны, так как участок фактически является луговым. Луговые и болотные почвы, распространенные в этих пределах, не проявляют признаков насыщения углеводородными продуктами, верхний слой почвы характеризуется магнитной восприимчивостью  $\chi = 10\text{--}20 \times 20\text{--}45 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ .

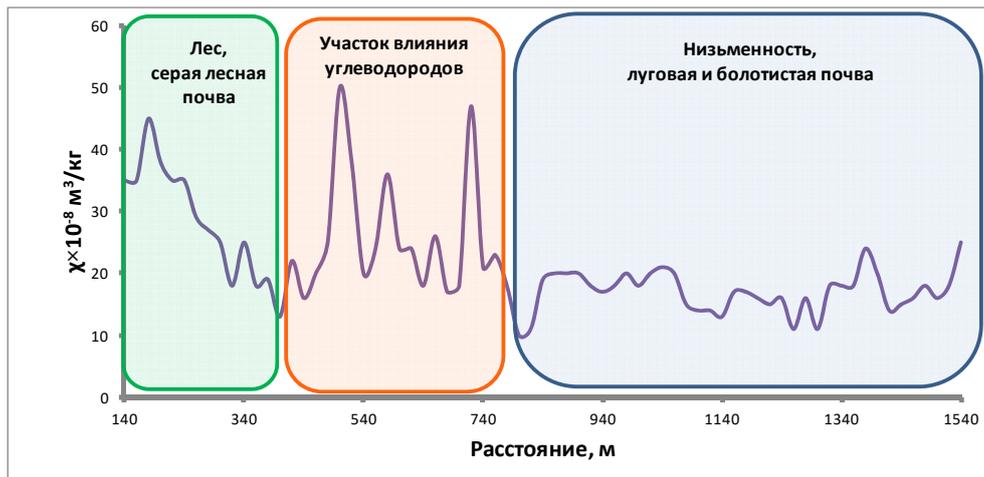


Рис. 3. Пример использования магнетизма почвенного покрова при картировании территории отложений углеводородов вдоль профиля MAG1 полигона "Старуня"

Возвратимся к использованию педомагнитологии как инструмента для решения экологических и аграрных задач. Необходимо подчеркнуть существенную роль глубокого понимания объекта исследований и важность всестороннего учета строения ландшафтов как фоновой характеристики. Например, для целого ряда ландшафтов Предкарпатья, Карпат, где широко распространены буроземы, а также в пределах болотистых местностей, крайне характерным является превалирование парамагнитных минералов в развитии почвы. Это связано с низким окислительным потенциалом среды. Для таких местностей практическое использование магнитных характеристик почв имеет ограниченное значение и слабо изучено. Вероятнее всего можно вести речь только об определенном потенциале магнетизма как инструмента экологических исследований, а также использовании магнитных свойств почв как индикатора ландшафта.

Следует отметить, что наибольшие перспективы практического использования педомагнитологии связаны с почвами, в которых хорошо развиты гумусовые горизонты, а степень их магнитности указывает на потенциальное плодородие (магнитная восприимчивость возрастает с ростом содержания гумуса). С другой стороны, деградация таких почв явно сказывается на их магнитных характеристиках и может четко фиксироваться при картировании эродированных почв, их засоленности, вторичной заболоченности и других опасных аграрных процессах.

**Выводы.** Подводя итоги, поставим акцент на особенностях теории и методологии применяемой в педомагнитологии. Специфичность объекта исследований, сравнительно с классическими геологическими объектами, проявляется в очень малой мощности почвенных горизонтов, низком уровне их намагниченности, значительных площадях исследований. Это ведет к невозможности использования классических геофизических подходов при магнитометрическом опробовании почвенного покрова. В тоже время разработана технология ультрадетального магнитного картирования, которая может применяться для исследования почв геофизическими методами.

Для конечного пользователя важным и интересным является новый элемент физических основ магнитного метода – высокая плотность сетки наблюдений, крупные территории опробований. Такие материалы фактически послужат основой для нового этапа картирования планеты – ее геологии, почвенных покровов, археологии. В любом случае в педомагнитологии уже сейчас сформированы основы ее теории, методологии, перспективы

практического использования во всех направлениях конверсионной геофизики: поисках минерального сырья, сохранении окружающей среды, экологически безупречной методики получения урожая.

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках госбюджетной темы № 16БП049-02 "Наукові засади передумов нафтогазоносності сланцевих товщ і складнопобудованих порід-колекторів".

#### Список использованных источников

1. Вадюнина А.Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв Грузии // А.Ф. Вадюнина, В.Ф. Бабанин // VI делегатский съезд Всесоюзного общества почвоведов : тез. докл. – Тбилиси, 1981. – № 1. – С. 41–42.
2. Лукієнко О.І. Дислокаційна тектоніка та тектонофації докембрію Українського щита / О.І. Лукієнко, Д.В. Кравченко, А.В. Сухорада. – К. : ВПЦ Київський університет, 2008. – 280 с.
3. Сухорада А.В. Геофизика педосферы – проблемы и методология их решения / А.В. Сухорада, М.А. Сухорада // Мониторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища : тез. доп. IV міжнар. конф. – 2003. – С. 128–129.
4. BahiaClay mineralogy and magnetic susceptibility of Oxisols in geomorphic surfaces / L.A. Camargo, J.M. Júnior, G.T. Pereira, A.S. Rabelo de Souza // Sci. agric. (Piracicaba, Braz.). – 2014. – № 71. – P. 3.
5. Leborgne E. Influence of fire on the magnetic properties of soil, of schist, and of granite / E. Leborgne // Annales de Geographie. – 1960. – № 16. – P. 159–195.
6. Lourenço A.M. Integration of magnetic measurements, chemical and statistical analysis in characterizing agricultural soils (central Portugal) / A.M. Lourenço, C.R. Gomes // Environmental Earth Sciences. – 2016. – № 75(11). – P. 1–17.
7. Magnetic enhancement caused by hydrocarbon migration in the Mawangmiao Oil Field, Jiangnan Basin China / Q. Liu, L. Chan, T. Yang, X. Xia, T. Cheng // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2006. – № 53. – P. 25–33.
8. Magnetic enhancement in wildfire-affected soil and its potential for sediment-source ascription / W.H. Blake, P.J. Wallbrink, S.H. Doerr, R.A. Shakesby, G.S. Humphreys // Earth Surface Processes and Landforms. – 2006. – № 31(2). – P. 249–264.
9. Magnetic mapping and soil magnetometry of hydrocarbon prospective areas in western Ukraine / O. Menshov, R. Kudeavets, S. Vyzhva, I. Chobotok, T. Pastushenko // Studia Geophysica et Geodaetica. – 2015. – № 59(4). – P. 614–627.
10. Magnetic screening of a pollution hotspot in the Lausitz area, Eastern Germany: correlation analysis between magnetic proxies and heavy metal contamination in soils / C. Spiteri, V. Kalinski, W. Rosler, V. Hoffmann, E. Appel // Environ Geol. – 2005. – № 49. – P. 1–9.
11. Magnetic studies at Starunia paleontological and hydrocarbon bearing site (Carpathians, Ukraine) / O. Menshov, R. Kuderavets, S. Vyzhva, V. Maksymchuk, I. Chobotok, T. Pastushenko // Studia Geophysica et Geodaetica. – 2016. – № 60(4). – P. 731–746.
12. Rockmagnetic correlation between Holocene cave sediments at the mountain and loess soil deposits in Piedmont Crimea (on example of the trap cave Emine-Bair-Khosar and archaeological site Biyuk-Karasu-XIX) / K. Bondar, B. Ridush, Z. Matviishyna, V. Stepanchuk // Georeview. Scientific Annals of Stefan cel Mare University of Suceava. Geography Series. – 2014. – № 24(2). – P. 8–10.
13. Royall D. Use of mineral magnetic measurements to investigate soil erosion and sediment delivery in a small agricultural catchment in limestone terrain / D. Royall // Catena. – 2001. – № 46(1). – P. 15–34.

14. Shi R. Magnetic survey of topsoils in Windsor-Essex County, Canada / R. Shi, M.T. Cioppa // *Journal of Applied Geophysics*. – 2006. – № 60(3). – P. 201–212.

15. Soil tillage erosion by using magnetism of soils – a case study from Bulgaria / D. Jordanova, N. Jordanova, A. Atanasova, T. Tsacheva, P. Petrov // *Environ. Monit. Assess.* – 2011. – № 183. – P. 381–394.

#### References

1. Vadunina, A.F., Babanin, V.F. (1981). Magnitnaya vospriimchivost' nekotorykh pochv Gruzii. VI *delegatskiy syezd Vsesoyuznogo obshchestva pochvedov: tezisy dokladov, Tbilisi*, 1, 41–42. [In Russian].

2. Lukienko, O.I., Kravchenko, D.V., Sukhorada, A.V. (2008). Dyslokatsiynna tektonika ta tektonofacii dokembriyu Ukrainського schita. K.: VPC Kyivskiy universitet, 280 p. [In Ukrainian].

3. Sukhorada, A.V., Sukhorada, M.A. (2003). Geofizika pedosfery – problem I metodologia ih reshenia. *Tezy Dopovidey IV mizhnarodnoi konferencii "Monotoryng nebezpechnykh geologichnykh procesiv ta ekologichnogo stanu seredovisha"*. Kyiv, 128–129. [In Russian].

4. Camargo, L.A., Júnior, J.M., Pereira, G.T., Rabelo de Souza, A.S. (2014). Bahia Clay mineralogy and magnetic susceptibility of Oxisols in geomorphic surfaces. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*, 71, 3.

5. Leborgne, E. (1960). Influence of fire on the magnetic properties of soil, of schist, and of granite. *Annales de Geographie*, 16, 159–195.

6. Lourenço, A.M., Gomes, C.R. (2016). Integration of magnetic measurements, chemical and statistical analysis in characterizing agricultural soils (central Portugal). *Environmental Earth Sciences*, 75(11), 1–17.

7. Liu, Q., Liu, Q., Chan, L., Yang, T., Xia, X., Cheng, T. (2006). Magnetic enhancement caused by hydrocarbon migration in the Mawangmiao Oil Field., Jiangnan Basin China. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 53, 25–33.

8. Blake, W.H., Wallbrink, P.J., Doerr, S.H., Shakesby, R.A., Humphreys, G.S. (2006). Magnetic enhancement in wildfire-affected soil and its potential for sediment-source ascription. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31(2), 249–264.

9. Menshov, O., Kuderavets, R., Vyzhva, S., Chobotok, I., Pastushenko, T. (2015). Magnetic mapping and soil magnetometry of hydrocarbon prospective areas in western Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 59(4), 614–627.

10. Spiteri, C., Kalinski, V., Rosler, W., Hoffmann, V., Appel, E. (2005). Magnetic screening of a pollution hotspot in the Lausitz area, Eastern Germany: correlation analysis between magnetic proxies and heavy metal contamination in soils. *Environ Geol.*, 49, 1–9.

11. Menshov, O., Kuderavets, R., Vyzhva, S., Maksymchuk V., Chobotok, I., Pastushenko, T. (2016). Magnetic studies at Starunia paleontological and hydrocarbon bearing site (Carpathians, Ukraine). *Studia Geophysica et Geodaetica*, 60(4), 731–746.

12. Bondar, K., Ridush, B., Matviishyna, Z., Stepanchuk, V. (2014). Rockmagnetic correlation between Holocene cave sediments at the mountain and loess soil deposits in Piedmont Crimea (on example of the trap cave Emine-Bair-Khosar and archaeological site Biyuk-Karasu-XIX). *Georeview. Scientific Annals of Stefan cel Mare University of Suceava. Geography Series*, 24(2), 8–10.

13. Royall, D. (2001). Use of mineral magnetic measurements to investigate soil erosion and sediment delivery in a small agricultural catchment in limestone terrain. *Catena*, 46(1), 15–34.

14. Shi, R., Cioppa, M.T. (2006). Magnetic survey of topsoils in Windsor-Essex County, Canada. *Journal of Applied Geophysics*, 60(3), 201–212.

15. Jordanova, D., Jordanova, N., Atanasova, A., Tsacheva, T., Petrov, P. (2011). Soil tillage erosion by using magnetism of soils – a case study from Bulgaria. *Environ. Monit. Assess.*, 183, 381–394.

Надійшла до редколегії 01.10.17

O. Menshov, PhD (Geol.), Doctoral Student  
E-mail: menshov.o@ukr.net,  
A. Sukhorada, PhD (Geol.-Min.), Assoc. Prof.  
Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Institute of Geology, 90, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

## BASIC THEORY AND METHODOLOGY OF SOIL GEOPHYSICS: THE FIRST RESULTS OF APPLICATION

*The magnetometric part of the geophysics of the pedosphere is the most developed one in its theoretical and practical aspects. We talk about three main problems facing pedomagnetology and humanity. This is an increase in the resource base, environment monitoring, and deep soil study, especially land degradation and productivity. The soil is a direct reflection of the processes occurring at the contact of the lithosphere and the atmosphere. There are two types of soils. The soils with residual magnetism have the magnetic properties related to their lithogenic base and processes of weathering. Much more investigated are the soils with the pedogenic magnetic signal origin. The iron oxides, hydroxides, and sometimes iron sulphides play the leading role in their magnetic behavior. The magnetic model of the soil horizons can significantly change under the anthropogenic and technogenic impact. Magnetic contrasts are associated with emission of vehicle, industrial enterprises, and power plants. Relief formation forces the slope erosion. These processes of change are related to the differentiation between soil horizons and soil magnetic properties. There are cases when magnetic minerals of sedimentary origin are formed above hydrocarbon deposits under the influence of fluid migration, which change the magnetic properties of the soil. The practical cases are considered in the examples.*

**Keywords:** soil, environmental magnetism, theory and methodology, magnetic susceptibility.

O. Меньшов, канд. геол. наук, докторант  
E-mail: menshov.o@ukr.net,  
A. Сухорада, канд. геол.-минерал. наук, доц.  
E-mail: suhorada@univ.kiev.ua  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

## ОСНОВИ ТЕОРІЇ І МЕТОДОЛОГІЇ ГЕОФІЗИКИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ: ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

*Магнітометричний розділ геофізики педосфери (ґрунтової оболонки Землі) є найбільш розвиненим щодо своєї теорії та методології в контексті практичного застосування. Виділяються три основні завдання, що стоять перед педомагнітологією і стосуються людства. Це нарощування ресурсної бази, моніторинг стану навколишнього середовища, поглиблене вивчення ґрунтового покриву у зв'язку з його деградацією і необхідністю підвищення продуктивності сільськогосподарських земель. Ґрунтовий покрив є прямим відображенням процесів, що відбуваються на контакті літосфери та атмосфери. Існують два типи ґрунтового покриву. Це ґрунти із залишковим магнетизмом, магнітні властивості яких визначаються літогенною основою і процесами її вивітрювання. Роль таких ґрунтів у практичній педомагнітології на сьогодні остаточно не визначена. Детальніше вивчено ґрунти з педогенним генезисом магнітного сигналу, магнітні мінерали яких сформувалися в процесі розвитку ґрунтового профілю. Провідну роль у формуванні їхніх магнітних властивостей відіграють оксиди і гідроксиди заліза, в деяких випадках сульфід заліза. Магнітна модель ґрунтового розрізу може істотно диференціюватися під впливом антропогенних і техногенних чинників. Магнітні параметри змінюються за рахунок викидів транспорту, промислових підприємств, теплоелектростанцій і т. ін. Рельєфоутворення, форсуючи площинний змив, може істотно змінювати співвідношення між ґрунтовими генетичними горизонтами. Також відомі випадки, коли магнітні мінерали осадового походження утворюються над покладами вуглеводнів під впливом міграції вихідного флюїду і можуть змінювати магнітні властивості ґрунтів. Практичне застосування цих моделей розглянуто в статті на конкретних прикладах.*

**Ключові слова:** ґрунти, магнетизм природних об'єктів, теорія і методологія, магнітна сприйнятливість.