

УДК 550.83–1029.12

**А.И. Меньшов<sup>1</sup>, Р.С. Кудеравец<sup>2</sup>, И.А. Чоботок<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ул. Васильківська, 90, Київ 03022, Україна, e-mail: pova@list.ru*

*<sup>2</sup>Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботина НАН України, ул. Научна, 3-б, Львів 79060, Україна, e-mail: romankud@cb-igph.lviv.ua, icbt@i.ua*

## **МАГНЕТИЗМ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ УКРАИНЫ**

Существование локальных магнитных аномалий интенсивностью в несколько нанотесла в пределах контуров соответствующих структур нефтегазовых месторождений подтверждается результатами практических магнитных измерений для различных углеводородных структур. Данная информация может использоваться как один из критериев поиска ловушек углеводородов. Миграция флюидов углеводородов и эффект их просачивания ведет к изменению состава магнитных минералов в горных породах ареала месторождения и приповерхностных геологических горизонтах включая почвенный покров. Приводятся результаты магнитных исследований в пределах газовых месторождений Вижомлянское и Судово-Вишнянское в украинской части Предкарпатского прогиба. Анализируются особенности структуры локального аномального магнитного поля и магнитной восприимчивости почвы. Локальные магнитные аномалии с амплитудой 4–7 нТл и протяженностью около 3 км обнаружены в пределах исследуемых геологических структур. Исследования магнитной восприимчивости почв и в пределах месторождения газа Судовая Вишня показали тесную корреляцию с изменениями ландшафта. Почвы характеризуются низкой степенью магнетизма. Для эффективной и более однозначной интерпретации результатов изучения магнитного поля, магнетизма почв и природы локальных магнитных аномалий над углеводородными структурами в Предкарпатском прогибе необходимо комплексирование с другими геофизическими, геохимическими, литологическими, неотектоническими, почвоведческими исследованиями.

**Ключевые слова:** нефть и газ, магнитная восприимчивость, магнитометрия, почва.

**Введение.** С целью изучения особенностей структуры аномального магнитного поля над газовыми месторождениями Внешней зоны Предкарпатского прогиба и их генетических связей проведена магнитная съемка на Вижомлянском и Судово-Вишнянском месторождениях, а также изучен почвенный покров и его магнитные характеристики.

Ранее, в работе [2] на Орховичском нефтегазовом месторождении в Предкарпатье, уже рассматривались результаты магнитных исследований, которые включали в себя изучение магнитного поля и магнитной восприимчивости (МВ) почв. Отмечалось, что, с одной стороны, изменение МВ почв вдоль профиля над месторождением может быть проинтерпретировано как ландшафтные аномалии, вызванные изменением характера рельефа и типов почвенного покрова, с другой стороны, можно говорить и об изменении магнитных свойств среды, вызванном наличием углеводородов. При этом проявление слабоинтенсивных аномалий магнитного поля в дальнейшем может служить индикатором наличия месторождений нефти и газа.

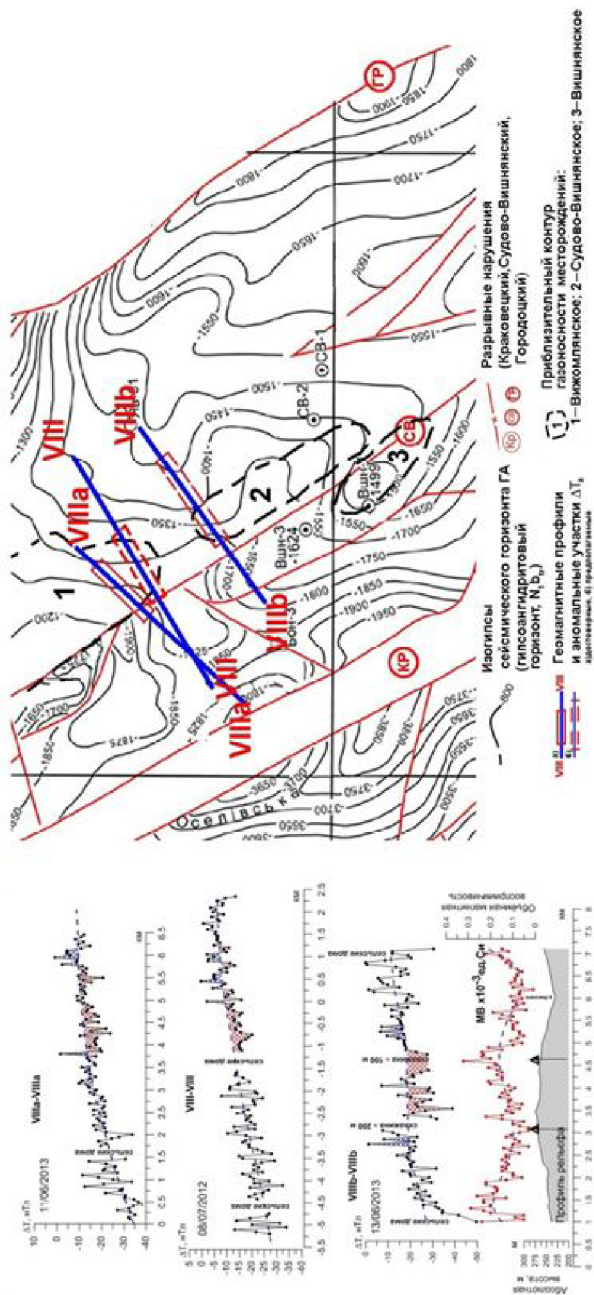
Отметим, что работы по применению магнитных методов для поисков углеводородов продолжаются и за рубежом. Обнадешивающие результаты получены на побережье Индии [6]. Связь между наличием нефти и газа и изменением МВ пород ареалов рассеивания флюидов изучается и для разных территорий Венесуэлы [5].

**Методика исследований.** Магнитная съемка была выполнена с шагом 50 м с помощью протонных магнитометров ММП-203 и МВ-01 по трем профилям 8, 8а и 8б в пределах юго-восточной части Вижомлянського и северо-западного окончания Судово-Вишнянського месторождений. Газовые залежи этих месторождений связаны с песчано-глинистыми отложениями нижнего сармата – горизонты НД-8, НД-9 и НД-10 на глубинах около 1,2–1,3 км (рис. 1).

Магнитное изучение почв включало в себя полевые рекогносцировочные исследования и полевую каппаметрию – измерения объемной МВ почв с помощью портативного каппаметра ПИМВ-М. Работы проводились по единой сети наблюдений с магнитометрией вдоль профиля 8б.

**Анализ результатов.** На рис. 1, а приведены графики аномального магнитного поля  $\Delta T$  на профилях 8, 8а и 8б. Анализируя структуру магнитного поля, в целом отметим, что на фоне региональной аномалии  $\Delta T$  на всех профилях видны отдельные участки, где поле  $\Delta T$  заметно осложняется локальными минимумами с амплитудой от 2 до 8 нТл и шириной от 1 до 3 км. Кроме того, на краях этих локальных аномалий отмечаются короткопериодные максимумы интенсивностью в 10–20 нТл.

В 2012 г. были проведены измерения на профиле 8 для изучения локальной структуры магнитного поля в районе Краковецкого и Судово-Вишнянського разломов. После обработки результатов и выделения ло-



б

а

Рис. 1. Аномальное магнитное поле  $\Delta T$  (а) вдоль профилей 8, 8а, 8б и участки локальных магнитных аномалий  $\Delta T_a$  (выделено красным); объёмная магнитная восприимчивость и профиль рельефа 8б; структурная карта гипсоангидритового горизонта с расположением геомагнитных профилей и аномальных участков  $\Delta T_a$  (б) в пределах Вижомлянского и Судово-Вишнянского месторождений

кальной составляющей поля  $\Delta T$  юго-западная часть аномального участка  $\Delta T_a$  между пикетами  $-1700 \div -1000$  м оказалась сильно искаженной помехами. Поэтому был заложен профиль 8а под некоторым углом к профилю 8, обходящий поселок. Как видно из рис. 1, на профиле четко выделяется отрицательная аномалия  $\Delta T_a$  амплитудой 4–6 нТл, которая дополнительно осложняется на краях положительными максимумами (8–10 нТл), (пикеты 3000, 6000 м), достигая длины свыше 3 км (пикеты 2750–6250 м). При сравнении пространственных положений этих двух локальных аномальных участков видны их высокая корреляция и приуроченность к контурам Вижомлянського газового месторождения. Обе аномалии  $\Delta T_a$  смещены относительно антиклинальных поднятий по гипсоангидритовому горизонту и тяготеют к крыльям структуры и Судово-Вишнянському регіональному разлому.

Для изучения структуры магнитного поля в юго-восточном направлении были проведены измерения модуля  $T$  на профиле 8б длиной около 6 км. Вследствие расположения вблизи профиля эксплуатационных скважин Судово-Вишнянського месторождения структура аномального магнитного поля очень искажена. Тем не менее можно проследить характерную уже для этого района отрицательную магнитную аномалию  $\Delta T_a$  амплитудой порядка 5–7 нТл и шириной около 2 км в её центральной части с осложнениями на флангах высокочастотными максимумами.

О прямой генетической связи выделенных локальных магнитных аномалий с газоносностью изученных месторождений на данном этапе исследований говорить пока рано. Однако по облику и амплитуде [1] эти аномалии приближаются к выделенным нами ранее над нефтегазовыми месторождениями в Предкарпатском прогибе и Днепровско-Донецкой впадине. В их формировании принимали участие эпигенетические магнитные неоднородности в верхней части разреза геологических структур над залежами нефти и газа [2, 3].

Рассмотрим распределение МВ почв вдоль профиля 8б. Почвенный покров главным образом слабоманитный (рис. 1, а). Представлен дерново-подзолистыми, дерновыми, местами ясно-серыми почвами. Часто преобладает луговой с переходом к болотному почвенный покров. Значения МВ повышаются в местах сельскохозяйственной обработки земель, например пикеты 1200–1800 м. В пределах лесного участка серых лесных почв (пикеты 4200–4800 м) МВ также увеличивается. Заслужи-

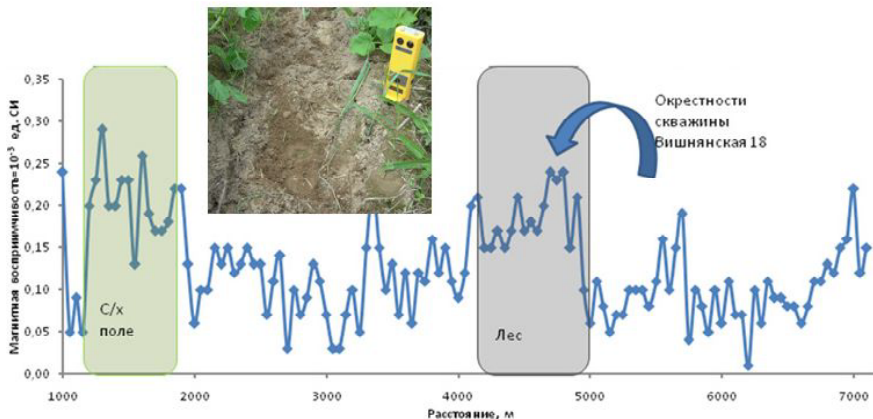
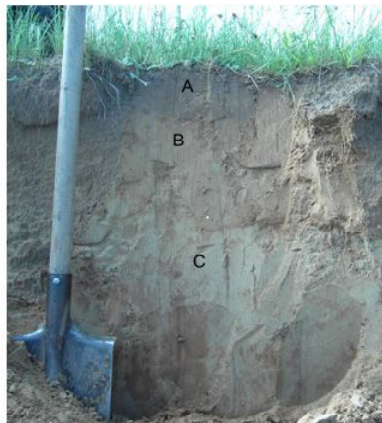
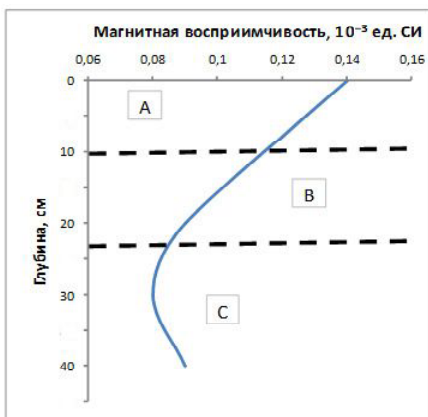


Рис. 2. Магнитная восприимчивость почв и тип почвенного покрова вдоль профиля 86, Судово-Вишнянская структура

вает внимания и тот факт, что именно в этом промежутке расположена скв. Вишнянская 18 (рис. 2).

На рис. 3 представлены результаты изучения вертикального распределения МВ почвы при переходе между почвенными генетическими горизонтами с выходом к подстилающей материнской породе. Опыт был проведен в окрестностях пикета 7000 профиля 86. Почвенный покров представлен слабосформированными дерновыми почвами. Верхний гу-



а

б

Рис. 3. Распределение магнитной восприимчивости почв с глубиной в почвенных генетических горизонтах (а) и структура почвенного разреза (б) на Судово-Вишнянской структуре

мусовый глинистый горизонт А составляет всего около 10 см. Магнитная восприимчивость составляет  $0,14 \cdot 10^{-3}$  ед. СИ. С глубиной можно условно выделить генетические горизонты В и С, сложенные супесями и песками. Значения МВ фактически стремятся к нулю.

Сравнение почвенного покрова профилей 8б (Судово-Вишнянское месторождение) и 6а (Орховичское месторождение) показало, что почвы профиля 6а более магнитные [2]. Отмечается большая дисперсия значений МВ. Структура почвы профиля 6а, ее состав, минералогия более “приспособлены” к возможным изменениям магнитных свойств под воздействием разных факторов. Поэтому в пределах профиля 6а в окрестностях углеводородных скважин отмечаются магнитные аномалии, которые можно связывать с миграцией флюида и его воздействием на почвенный покров. В то же время почвы профиля 8б являются крайне слабо магнитно дифференцируемыми. В их структуре отсутствуют компоненты, на которые может влиять рассеивание нефти и газа.

Из изложенного выше приходим к следующему выводу. Использование почвенного магнетизма при поисках углеводородов возможно скорее всего при распространении в окрестностях соответствующих магнитных типов почв, таких как черноземы, серые лесные почвы. В случае доминирования луговых и дерновых почв интерпретация результатов изучения магнетизма природных объектов представляет собой более сложную задачу.

Для более точной интерпретации результатов измерений магнитных параметров необходимо понимание природы изменений магнитной минералогии при наличии углеводородного вещества. С этой целью построено несколько моделей с участием микроорганизмов, ответственных за такие преобразования (рис. 4) [4]. В данном случае микроорганизмы *Geothrix fermentans* HradG1 являются группой бактерий в загрязненной углеводородами среде, которые принимают участие в динамических кислородно-бескислородных окислительно-восстановительных процессах.

**Выводы.** В структуре аномального магнитного поля над Вижомлянским и Судово–Вишнянским газовыми месторождениями выявлены отрицательные магнитные аномалии амплитудой 4–7 нТл, шириной 3 км со сложной морфологией, сопоставимые с контурами газовых залежей.

Почвенный покров данного района представлен слабомагнитными почвами. Дифференциация магнитной восприимчивости по вертикали и латерали слабая. При доминировании дерновых, луговых и болотных почв

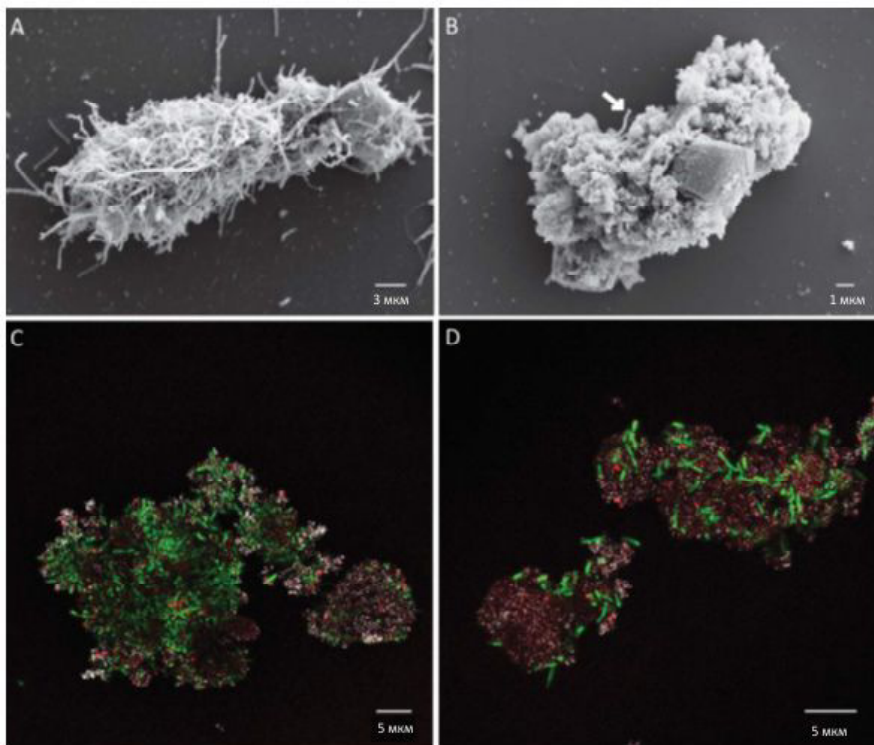


Рис. 4. Результаты сканирования электронным микроскопом [4] микроорганизмов *Geothrix fermentans* HradG1, выращенных различными путями, и развитие с их помощью железосодержащих магнитных минералов

интерпретация результатов изучения магнетизма природных объектов усложняется.

Для эффективной и более однозначной интерпретации результатов изучения магнитного поля, магнетизма почв, природы локальных магнитных аномалий над углеводородными структурами в Предкарпатском прогибе необходимо комплексирование с другими геофизическими, геохимическими, литологическими, неотектоническими, почвоведческими исследованиями. Такая задача ставится перед нами в последующих работах.

1. Березкин В.М. Применение магниторазведки для поисков месторождений нефти и газа / В.М. Березкин, А.М. Лоцаков, М.И. Николаев // Прикладная геофизика. – 1982. – № 103. – С. 127–136.

2. *Кудеравець Р.С.* Геомагнітні моделі родовищ вуглеводнів та перспективних структур центральної частини Дніпровсько-Донецької западини / Р.С. Кудеравець, В.Ю. Максимчук, Ю.М. Городиський // *Наук. вісник ІФНТУНГ.* – 2009. – № 1 (19). – С. 73–81.
3. *Кудеравець Р.С.* Результати магніторозвідки та капаметрії ґрунтового шару на Орховицькому нафтогазовому родовищі у Передкарпатському прогині / Р.С. Кудеравець, О.І. Меньшов, І.О. Чоботок // *Геодинаміка.* – 2013. – № 2 (15). – С. 189–191.
4. *Klueglein N.* Magnetite Formation by the Novel Fe(III)-reducing Geothrix fermentans Strain HradG1 Isolated from a Hydrocarbon-Contaminated Sediment with Increased Magnetic Susceptibility / N. Klueglein, T. Lösekann-Behrens, M. Obst, S. Behrens, E. Appel, A. Kappler // *Geomicrobiol. J.* – 2013. – № 30. – P. 863–873.
5. *Perez-Perez A.* Association between magnetic susceptibilities and hydrocarbon deposits in the Barinas-Apure Basin, Venezuela / A. Perez-Perez, L. D'Onofrio, M. Bosch, E. Zapata // *Geophysics.* – 2011. – Т. 6, № 76. – P. 35–41.
6. *Venkatachalapathy R.* Comparison between petroleum hydrocarbon concentrations and magnetic properties in Chennai coastal sediments, Bay of Bengal, India / R. Venkatachalapathy, S. Veerasingam, N. Basavaiah, T. Ramkumar // *Marine and Petroleum Geology.* – 2010. – № 27. – P. 1927–1935.

### **Магнетизм природних об'єктів нафтогазоперспективних територій Західної України**

О.І. Меньшов<sup>1</sup>, Р.С. Кудеравець<sup>2</sup>, І.О. Чоботок<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,*

*вул. Васильківська, 90, Київ 03022, Україна, e-mail: pova@list.ru*

<sup>2</sup>*Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,*

*вул. Наукова, 3-б, Львів 79060, Україна, e-mail: romankud@cb-igph.lviv.ua, icbt@i.ua*

Існування локальних магнітних аномалій інтенсивністю в кілька нанотесла в межах контурів відповідних структур нафтогазових родовищ підтверджено результатами практичних магнітних вимірів для різних вуглеводневих структур. Цю інформацію можна використовувати як один з критеріїв пошуку пасток вуглеводнів. Міграція флюїдів вуглеводнів і ефект їх мікропросочування веде до зміни складу магнітних мінералів у гірських породах ареалу родовища і приповерхневих геологічних горизонтах включаючи ґрунтовий покрив. Наведено результати магнітних досліджень у межах газових родовищ Вижомлянське і Судово-Вишнянське в українській частині Передкарпатського прогину. Проаналізовано особливості структури локального аномального магнітного поля і магнітної сприйнятливості ґрунтів. Локальні магнітні аномалії з амплітудою 4–7 нТл і протяжністю близько 3 км виявлено в межах досліджуваних геологічних структур. Дослідження магнітної сприйнятливості ґрунтів родовища газу Судова Вишня показали тісну кореляцію зі змінами ландшафту. Ґрунти характеризуються низьким ступенем магнетизму. Для ефективної та більш однозначної інтерпретації результатів вивчення магнітного поля, магнетизму ґрунтів і природи локальних магнітних аномалій над вуглеводневими структурами в Передкарпатському прогині необхідним є комплексу-



вання з іншими геофізичними, геохімічними, літологічними, неотектонічними, ґрунтознавчими дослідженнями.

**Ключові слова:** нафта і газ, магнітна сприйнятливість, магнітометрія, ґрунти.

### **Magnetism of environmental objects in oil and gas promising fields in Western Ukraine**

A. Menshov<sup>1</sup>, R. Kuderavets<sup>2</sup>, I. Chobotok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Taras Shevchenko National University of Kyiv, 90 Vasylykivska Str., Kyiv 03022, Ukraine, e-mail: pova@list.ru*

<sup>2</sup>*Carpathian Branch of Institute of Geophysics NAS of Ukraine, 3-b Naukova Str., Lviv 79060, Ukraine, e-mail: romankud@cb-igph.lviv.ua, icbt@i.ua*

Existence of local magnetic anomalies with a few nT amplitudes upon oil and gas deposits proportionate with structure contours was approved in practice by magnetic measurements in different hydrocarbon structures and can be one of the searching criteria for hydrocarbon traps. Hydrocarbon migration and microseepage effect change composition of magnetic minerals including nearsurface areas and soils. The results of magnetic studies on Vizhomlya and Sudova-Vyshnya gas fields in the Ukrainian part of Carpathian Foredeep are shown. Specific features of structure of the local magnetic field and the magnetic susceptibility of soil are analyzed. The local magnetic anomalies with amplitude of 4–7 nT and a width of about 3 km were detected upon the investigated geological structures. Magnetic susceptibility investigations of soils on the Sudova-Vyshnya gas field showed close correlation with landscape changes. Soils are not very magnetic. The interpretation of the local magnetic and soil magnetic susceptibility anomalies upon hydrocarbon fields is a complex problem and needs further researching, including the integration of other geophysical methods in solving problems of petroleum geology.

**Keywords:** oil and gas, magnetic susceptibility, magnetometry, soil.

*Надійшла до редакції 24.03.2015 р.*