

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.01.065>

УДК 528+550.837+553.98

**М.А. Якимчук<sup>1</sup>, І.М. Корчагін<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

<sup>2</sup> Інститут геофізики ім. С.І. Суботіна НАН України, Київ

E-mail: yakymchuk@gmail.com, korchagin.i.n@gmail.com

## **Результати застосування прямопошукових геофізичних методів для виявлення і локалізації зон скупчення та міграції водню в розрізах Землі і Місяця**

*Представлено членом-кореспондентом НАН України М.А. Якимчуком*

*Наведені результати експериментальних досліджень на майданчику видобутку водню, ділянках водневої дегазації в різних регіонах, а також на Місяці. Експерименти з використанням прямопошукової технології частотно-резонансної обробки та інтерпретації супутникових знімків і фотознімків проведені з метою вивчення особливостей глибинної будови на ділянках водневої дегазації. Результати інструментальних вимірювань свідчать про те, що на площах і ділянках розташування базальтових вулканів з коренями на різних глибинах практично завжди реєструються сигнали на частотах водню. Під час сканування розрізу відгуки від водню фіксуються практично від верхніх кромок базальтових вулканів до їх коренів. Отже, можна припустити, що базальтові вулкани є свого роду каналами, по яких відбувається міграція водню у верхні горизонти розрізу і далі в атмосферу. У межах багатьох базальтових вулканів на глибині 68 км здійснюється синтез глибинної (живої) води. Збагачена воднем вода є цілющою і може бути використана для оздоровчих цілей. Усі раніше обстежені зони доволі глибокі на Землі розташовані в межах базальтових вулканів, у яких синтезована на глибині 68 км вода мігрує до поверхні і використовується для водопостачання. Поклади водню можуть бути сформовані базальтовими вулканами в розташованих поруч колекторах, перекритих покривками. Ділянка видобутку водню в Малі розташована поза контуром базальтового вулкана; відгуки від водню зафіксовані на майданчику розташування свердловини з мергелів. На локальних ділянках у Карпатах сигнали від водню отримані з доломітів і мергелів. Сформовані поруч з базальтовими вулканами поклади водню в колекторах різного типу можуть бути виявлені і локалізовані під час площинних пошукових робіт з використанням методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків. Прямопошукова технологія може бути використана також для вивчення колекторів у кристалічних породах (у базальтах у тому числі). Матеріали роботи, а також опубліковані раніше результати експериментальних досліджень у різних регіонах свідчать про доцільність застосування прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків для виявлення зон скупчення*

Цитування: Якимчук М.А., Корчагін І.М. Результати застосування прямопошукових геофізичних методів для виявлення і локалізації зон скупчення та міграції водню в розрізах Землі і Місяця. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2021. № 1. С. 65–76. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.01.065>

водню в районах розташування базальтових вулканів, а також на ділянках водневої дегазації. Застосування мобільної і малозатратної технології дасть можливість істотно прискорити геологорозвідувальний процес на водень, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

**Ключові слова:** водень, базальти, доломіт, мергелі, жива вода, абіогенний генезис, вулкан, прямі пошуки, глибинна будова, нафта, газ, бурштин, хімічні елементи, обробка даних дистанційного зондування Землі.

У 2019–2020 рр. проводились експериментальні дослідження з метою апробації частотно-резонансних методів обробки і декодування супутникових знімків та фотознімків, а також вдосконалення методичних прийомів їх практичного застосування для вирішення геологорозвідувальних задач різного характеру. Водночас додатково вивчалася можливість цілеспрямованого застосування мобільної прямопошукової технології для виявлення скупчень водню на ділянках видимої водневої дегазації і оцінки (визначення) глибин (інтервалів) їх залягання. З огляду на те, що водень може стати екологічно чистим паливом майбутнього, на сьогодні проблема пошуків його скупчень і організації видобутку є досить актуальною [1–3]. Деякі результати експериментів такого характеру опубліковані в [6–8]. У цьому повідомленні наведені матеріали додаткових експериментальних досліджень з водневої проблеми, отримані останнім часом.

**Методи досліджень.** Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру проводяться з використанням малозатратної прямопошукової технології, яка включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального електрорезонансного зондування (сканування) розрізу і методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудноносності) великих пошукових блоків і локальних ділянок [6, 7]. Особливості та потенціальні можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань описані більш детально в [4–7].

Під час частотно-резонансної обробки в рекогносцирувальному режимі підготовлених фрагментів супутникових знімків і фотознімків застосовується граф, що включає таку послідовність дій (кроків).

1. Фіксація з поверхні Землі наявності (відсутності) відгуків (сигналів) від такого набору корисних копалин і хімічних елементів: нафта, конденсат, газ, бурштин, фосфор, горючі сланці, брекчія аргілітова, породи газогідратів, газогідрати, вугілля, антрацит, водень, вода жива (глибинна), вода мертва, алмази, золото, лонсдейліт, сіль калійно-магнієва, сіль хлоридно-натрієва та ін.

2. Реєстрація відгуків від наявних у розрізі груп осадових, метаморфічних і магматичних порід.

3. Встановлення наявності на площі обстеження глибинних каналів (вулканів), заповнених різними групами порід; визначення глибин розташування коренів вулканів.

4. Реєстрація відгуків від нафти, конденсату, газу та бурштину на поверхні (глибині) 57 км — межі синтезу вуглеводнів і бурштину в глибинних каналах (вулканах), заповнених певними групами порід.

5. Фіксація на поверхні (глибині) 1 м відгуків з верхньої частини розрізу (приповерхнього шару) від нафти, конденсату, газу, фосфору вуглекислого газу з метою встановлення (підтвердження) факту їх міграції на поверхню.

6. Шляхом сканування розрізу визначаються і уточнюються інтервали глибин відгуків на частотах нафти, конденсату, газу, водню, води глибинної.



Рис. 1. Район видобутку водню в Малі: *a* — супутниковий знімок ділянки Буракебугу [9]; *б* — фотознімок майданчика розташування водневої свердловини [10]

**Район видобутку водню в Малі.** На сьогодні видобуток водню і його подальше використання як палива здійснюється, за наявними даними, в Малі. Результати рекогносцирувального обстеження району видобутку наведені в [6, 8]. Додаткові дослідження проведені на ділянці з використанням розширеного набору інструментальних вимірювальних процедур.

У процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка ділянки видобутку водню в Малі (рис. 1, *a*) з поверхні зафіксовані відгуки від фосфору, водню (слабкий), води глибинної (слабкий), води мертвої, бурого вугілля, залізної руди, алмазів (інтенсивний), графіту, коеситу, стишовіту, лонсдейліту, солі калійно-магнієвої і солі натрій-хлористої.

Зареєстровані відгуки від осадових порід 7-ї (вапняки), 8-ї (доломіти), 9-ї (мергелі) і 10-ї (кременисті) груп, а також магматичних порід 1-ї (граніти), 6-ї (слабкий) (базальти) і 11-ї (кімберліти) груп.

Звернемо увагу на таку обставину. Під час обробки знімка зареєстровані відгуки слабкої інтенсивності від водню і базальтів. Візуальний аналіз знімка на рис. 1, *a* показує, що в його правій нижній частині розташована локальна зона видимої водневої дегазації. Під час обробки знімка на рис. 1, *a* без цієї зони (без частини фотографії в прямокутнику) відгуки на частотах базальтів не зареєстровані. Це свідчить про відносно невеликі розміри базальтового вулкана. У процесі обробки частини фотографії в прямокутному контурі (зона водневої дегазації) зафіксовані відгуки від базальтів. Фіксацією відгуків на різних поверхнях нижня кромка базальтів визначена на глибині 99 км. Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м, верхня кромка базальтів встановлена на глибині 125 м.

На поверхні 99 км з нижньої частини розрізу отримані відгуки від осадових (кременистих) порід 10-ї групи. Фіксацією відгуків на різних глибинах (99, 218, 250, 450, 550, 650, 750, 723 км) корінь вулкана, заповненого кременистими породами, визначений на глибині 723 км.

На поверхні (0 м) з верхньої частини розрізу зафіксовані відгуки від водню і фосфору, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

Під час сканування розрізу з поверхні, крок 1 м, відгуки на частотах водню почали фіксуватися з 250 м. На глибині 1 км зареєстровані інтенсивні сигнали; сканування проведено тільки до 1,5 км.

Відгуки від водню з осадових порід 2-ї групи (псаміти) не отримані з інтервалу 0–125 м під час сканування розрізу з кроками 1 і 5 см. На поверхні 125 м з верхньої частини розрізу відгуки від водню з осадових порід 1–6-ї груп також були відсутні.

У процесі частотно-резонансної обробки фрагмента фотознімка ділянки з водневою свердловиною в Малі (див. рис. 1, б) з поверхні зафіксовані сигнали від фосфору, водню, води глибинної, а також осадових порід 7-ї (вапняки) і 9-ї (мергелі) груп. Відгуки від нафти, конденсату, газу, солі і магматичних порід 6-ї групи (базальтів) не зареєстровані. Відсутність відгуків від базальтів свідчить про те, що ділянка зі свердловиною розташована за межами контуру базальтового вулкана.

На поверхні 1 км з верхньої частини розрізу, а також на глибині 9 км з нижньої частини отримані відгуки тільки від мергелів. З інтервалу 1–9 км зафіксовані сигнали від вапняків. Фіксацією відгуків на різних глибинах (9, 99, 199, 250, 450, 550, 470 км) корінь вулкана, заповненого мергелями, встановлений на глибині 470 км.

Скануванням розрізу з кроком 10 см верхня кромка вапняків визначена на глибині 970–972 м, а нижня — на глибині 8765 м.

Відгуки від водню з мергелів отримані тільки на поверхні 1 км з верхньої частини розрізу; на поверхнях 1 і 9 км сигнали від водню з нижньої частини розрізу були відсутні.

На поверхнях 1 і 9 км відгуки від водню з вапняків не отримані з нижньої і верхньої частин розрізу — у вапняках накопичень водню не виявлено.

Додатковими дослідженнями на ділянці розташування свердловини для видобутку водню (див. рис. 1, б) встановлено, що інтервал розрізу 0–972 м заповнений осадовими породами 9-ї групи (мергелі). У цьому інтервалі зафіксовані три діапазони відгуків на частотах водню. Це дає підставу зробити висновок, що колекторами водню на ділянці його видобутку в Малі є мергелі.

**Ділянки розміщення базальтових вулканів у Карпатах.** Під час частотно-резонансного зондування розрізу уздовж профілів у Карпатах на трьох ділянках обстеження виявлено базальтові вулкани з верхньою кромкою на невеликій глибині.

*Ділянка 1.* Супутниковий знімок ділянки обстеження в точці 2 профілю 3 наведено на рис. 2, а, координати маркера —  $48^{\circ}26'3996''$ ,  $22^{\circ}40'44.60''$ .

Під час обробки знімка з поверхні отримані відгуки від фосфору, водню і води глибинної. Зафіксовані сигнали від осадових порід 8-ї (доломіти) і 9-ї (мергелі) груп, а також магматичних порід 6-ї (базальти) групи. На поверхні 99 км з нижньої частини розрізу отримані сигнали від осадових порід 10-ї (кременисті) групи.

Корінь базальтового вулкана встановлений на глибині 98 км, мергелів — 217 км, доломітів — 470 км, кременистих порід — 723 км.

На поверхні 68 км зафіксовані відгуки від води глибинної, а на глибині 71 км — від мертвої.

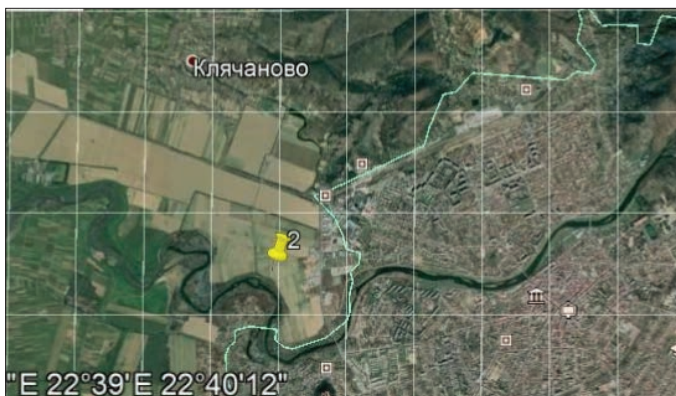
На поверхні (0 м) з верхньої частини розрізу зафіксовані сигнали від водню (слабкої інтенсивності) і фосфору, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

Відгуки від фосфору зареєстровані на поверхні 68 км.

Під час сканування розрізу з поверхні, крок 1 м, сигнали від базальтів почали фіксуватися з глибини 175 м, водню — 130 м, води — 250 м.

На поверхні 175 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від водню, осадових порід 2-ї (слабкої інтенсивності), 3-ї і 8-ї (доломіти) груп, а також сигнали від водню з доломітів.

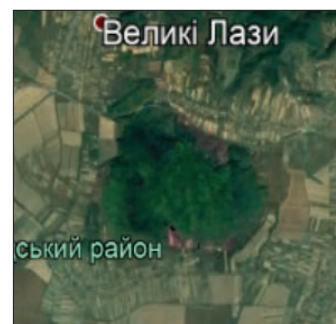
**Рис. 2.** Супутникові знімки ділянок розташування базальтових вулканів у Карпатах: *а* — точка 2, профіль 3; *б* — точка 11, профіль 5; *в* — ділянка на південний схід від м. Ужгород



*а*



*б*



*в*

Скануванням розрізу з поверхні з кроками 10 см, 1 см і 5 см сигнали від водню з доломітів зафіксовані в інтервалі 49–139 м.

*Ділянка 2.* Супутниковий знімок ділянки обстеження в точці 11 профілю 5 наведено на рис. 2, *б*, координати маркера —  $48^{\circ}18'03.05''$ ,  $25^{\circ}54'37.11''$ .

З поверхні тут зареєстровані сигнали від водню і магматичних порід 6-ї (базальти) групи. Корінь базальтового вулкана визначено на глибині 723 км. Під час сканування розрізу з кроком 10 см відгуки від базальтів почали фіксуватися з глибини 10 м.

Під час сканування розрізу з поверхні, крок 1 см, відгуки від водню почали фіксуватися з глибини 50 см і простежені далі скануванням з різними кроками тільки до глибини 976 км.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від водню, що свідчить про його міграцію в атмосферу.

Під час сканування розрізу з поверхні з різними кроками сигнали на частотах води глибинної фіксувалися з 10 м до 68 км.

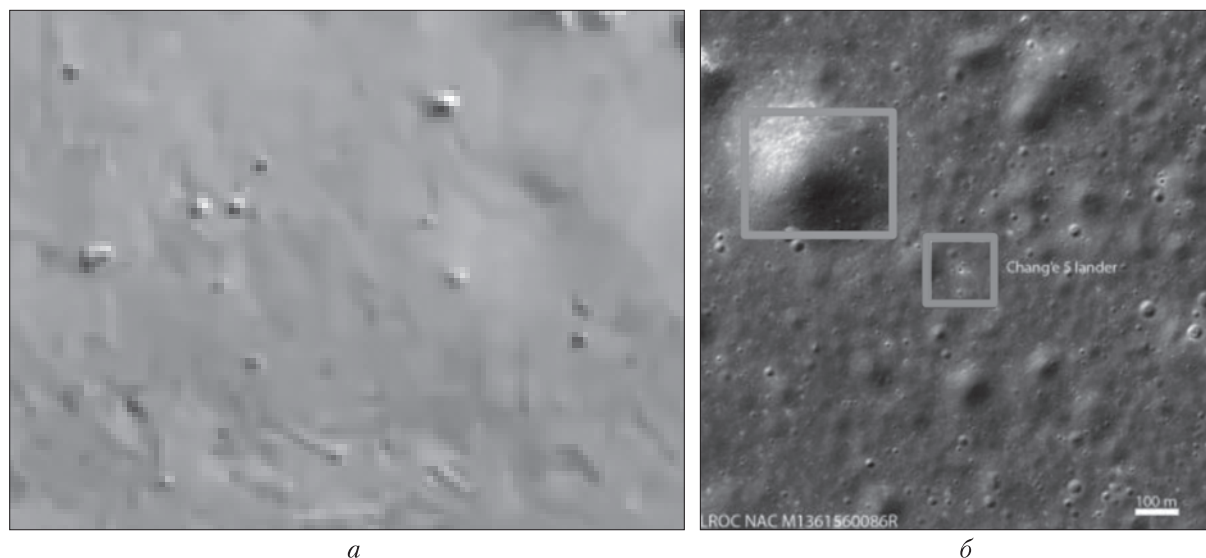
*Ділянка 3.* Ще одна ділянка розташована в районі точки 7 з координатами  $48^{\circ}39'08.60''$ ,  $23^{\circ}53'59.93''$  на профілі 4. З поверхні в його межах отримані сигнали від фосфору, водню, води глибинної і магматичних порід 6-ї (базальти) групи. Корінь базальтового вулкана встановлений на глибині 217 км. В інтервалі 218–723 км отримані відгуки від магматичних порід (вулкан) 7-ї групи. На поверхні 218 км з нижньої частини розрізу отримані сигнали від лонсдейліту і стишовіту.

Скануванням розрізу з 200 м, крок 10 см, сигнали від базальтів, водню і води глибинної отримані з глибин 215 м, 215 м і 233 м відповідно.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу зафіксовані відгуки від водню, що вказує на його міграцію в атмосферу.

*Ділянка в районі с. Великі Лазі.* Під час обробки частини фотографії ділянки, зображеної на рис. 2, *в*, з поверхні зафіксовані відгуки від фосфору (білого), водню, води глибинної і води мертвої.

Зареєстровані відгуки від осадових порід 9-ї групи (мергелі) і магматичних порід 6-ї групи (базальти). Нижня кромка базальтів встановлена на глибині 98 км.



**Рис. 3.** Місце посадки китайського місячного апарата Chang'e 5: *a* – знімок з модуля посадки [11]; *б* – знімок із супутника NASA's LRO [12]

В інтервалі 98–723 км отримані відгуки від осадових (кременистих) порід 10-ї групи.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см, відгуки від мергелів зафіксовані з інтервалу 220–555 м. Під час сканування з 555 м, крок 5 см, відгуки від базальтів почали фіксуватися з 557 м.

На поверхні 555 м відгуки від водню отримані з верхньої і нижньої частин розрізу. У процесі сканування з 555 м, крок – 10 см (вгору), сигнали від водню отримані з інтервалів 540–528 м і 516 (490 – інтенсивний) – 462 м.

Під час сканування розрізу з 555 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 575 м, а від води – з 590 м.

На поверхні 0 м сигнали від водню і фосфору з верхньої частини розрізу не отримані, що свідчить про відсутність їх міграції в атмосферу.

На поверхні 68 км зафіксовані відгуки від води глибинної, а на поверхні 71 км – від мертвої.

На глибині 220 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від вапняків, верхня кромка яких визначена скануванням розрізу з кроком 5 см на глибині 7 м.

**Локальна ділянка на Місяці.** На рис. 3, *a* наведено знімок локальної ділянки Місяця, отриманий з китайського місячного апарата Chang'e 5 у місці його посадки 1 грудня 2020 р. [11]. У процесі частотно-резонансної обробки цього знімка з поверхні зареєстровані сигнали від водню і магматичних порід 6-ї групи (базальти). Корінь базальтового вулкана визначено на глибині 84 км.

З наявних у базі даних магматичних порід 6-ї групи (габро і базальти) відгуки зафіксовані від трьох зразків долеритів і зразка лейкодолериту. Від усіх цих зразків відгуки з верхньої частини розрізу фіксувалися на поверхнях (глибинах) 10 м, 1 м, 70 см, 60 см, 55 см (слабкої інтенсивності). На поверхні 50 см відгуки від зразків долеритів і зразка лейкодолериту з верхньої частини розрізу були відсутні.

На глибині 55 см з верхньої частини розрізу зафіксовані сигнали від осадових порід 7-ї групи (вапняки); з нижньої частини розрізу відгуки від цих порід не отримані.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу зафіксовані відгуки від водню, що свідчить про його міграцію в простір над поверхнею Місяця.

На рис. 3, б наведено знімок місця посадки китайського апарата із супутника NASA's LRO [12]. У процесі частотно-резонансної обробки фрагмента цього знімка в прямокутному контурі в центрі зафіксовані сигнали від осадових порід 7-ї групи (вапняки) і базальтів. Потужність шару вапняків оцінена в 55 см. Корінь базальтового вулкана встановлений на глибині 84 км.

Відгуки на частотах водню фіксувалися до 84 км. Підтверджено факт міграції водню в простір над поверхнею Місяця.

Під час частотно-резонансної обробки частини фотографії в прямокутному контурі зліва встановлено наявність вулкана осадових порід 7-ї групи (вапняки) з коренем на глибині 84 км.

Доцільно зазначити також, що в процесі обробки частини фотографії капсули з породами з Місяця (доставлені на Землю 17 грудня 2020 р.) зареєстровані сигнали від зразків долеритів з номерами 102 (інтенсивний), 103 і 104. Відгуки від зразка лейкодолериту (105) не зафіксовані.

**Круги на полях в Англії.** Причини появи кругів на полях цікавлять багатьох дослідників. У зв'язку з цим доцільною була обробка фотознімків таких кругів (рис. 4), виявлених на полях в Англії в 2019 р. [13], з метою отримання уявлень про глибинну будову локальних зон їх розташування. Результати досліджень виявилися дещо несподіваними.

Так, з поверхні в межах усіх обстежених кругів (див. рис. 4) зафіксовані сигнали від базальтів і водню.

Фіксацією відгуків на різних глибинах (470, 70, 97, 94, 95) корені всіх вулканів базальтових порід встановлені в інтервалі глибин до 99 км. Верхня кромка базальтів у всіх вулканах розташована в інтервалі глибин 5–6 м.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 5 мм, сигнали на частотах базальтів почали фіксуватися з 5,55 м.

На поверхні 5,56 м з верхньої частини розрізу сигнали базальтів не фіксувалися (для всіх кругів), а на поверхні 5,60 м — зареєстровані (також для всіх кругів).

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу для всіх кругів зафіксовані відгуки від водню і фосфору, що свідчить про міграцію цих елементів в атмосферу на ділянках розташування кругів.

Фотознімки ділянок розташування першого і останнього кругів, зображених на рис. 4, додатково оброблені з використанням процедури фіксації відгуків на частотах різних хімічних елементів.

У межах першого круга (виявленого 24 серпня 2019 р.) визначено наявність або відсутність (немає) сигналів від таких хімічних елементів: залізо, кобальт, літій, берилій (інтенсивний), скандій, хром (немає), ванадій (немає), германій (немає), селен, ітрій, ніобій, молібден (немає), технецій, рутеній, родій, паладій (немає), індій (немає), сурма, лантан (немає), церій (немає), празеодим, прометій (немає), неодим, телур (немає), тербій (немає), гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, гафній, реній (немає), осмій



Рис. 4. Фотознімки кругів на полях в Англії [13]



(немає), іридій (немає), золото, ртуть, полоній (немає), радій (немає), актиній (немає), торій (немає), уран, протактиній, нептуній (немає).

На ділянці розташування останнього круга (за 2 липня 2019 р.) перевірено наявність відгуків від такого набору елементів: залізо, кобальт, літій, берилій (немає), скандій, хром, ванадій, германій (немає), селен (немає), ітрій, ніобій (немає), молибден (немає), технецій (інтенсивний), рутеній, родій (немає), паладій (немає), індій (немає), сурма, лантан (немає), церій (немає), празеодим, прометій (немає), неодим (немає), телур (немає), тербій, гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, гафній (немає), реній (немає), осмій (немає), іридій, золото, ртуть, полоній, радій, актиній, торій (немає), уран, протактиній (немає), нептуній (немає).

Частотно-резонансна обробка фотознімків ділянок розміщення інших кругів з метою фіксації відгуків від хімічних елементів не проводилася.

**Основні результати.** Результати експериментальних досліджень на майданчиках видобутку і буріння свердловин на водень, а також на ділянках видимої водневої дегазації в різних регіонах дають підставу констатувати таке.

1. На площах і ділянках розташування базальтових вулканів (на Місяці в тому числі) з коренями на різних глибинах практично завжди реєструються сигнали на частотах водню з поверхні.

2. Відгуки від водню фіксуються під час сканування розрізу практично від верхніх кромок базальтових вулканів до їх коренів. На цій підставі можна припустити, що базальтові вулкани є свого роду каналами, по яких здійснюється активна міграція водню у верхні горизонти розрізу і далі в атмосферу.

3. У деяких типах базальтових вулканів на глибині 68 км відбувається синтез води глибинної (живої). Збагачена воднем вода є цілющою і може бути використана для оздоровчих цілей. Доцільно ще раз наголосити, що всі обстежені зони і регіони з найбільшою кількістю довгожителів на Землі розташовані в межах (контурах) базальтових вулканів, в яких синтезована на глибині 68 км вода мігрує до поверхні і використовується для водопостачання і питних цілей.

4. Поклади водню можуть бути сформовані базальтовими вулканами в наявних поруч з базальтами колекторах, перекритих покришками. Ділянка видобутку водню в Малі розташована поза контуром базальтового вулкана; відгуки від водню зафіксовані на майданчику розташування свердловини з мергелів. На острові довгожителів Ікарія, а також на локальних ділянках обстеження в Карпатах сигнали від водню отримані з доломітів та мергелів.

5. Сформовані поруч з базальтовими вулканами поклади водню в колекторах різного типу можуть бути оперативно виявлені і локалізовані під час площинних пошукових робіт з використанням методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків.

6. Заслугує на увагу проблема вивчення колекторів у кристалічних породах (у базальтах у тому числі). Прямопошукова технологія може також бути використана для цих цілей.

7. Останнім часом з'явилися повідомлення про наміри деяких провідних нафтових компаній світу зайнятися виробництвом "зеленого" водню з використанням відновлюваних джерел енергії [14, 15]. На даний час технології виробництва водню з води розроблені та апробовані. Залишається тільки вкладати кошти в спорудження технологічних комплексів по його виробництву в безпосередній близькості від об'єктів його споживання. І у випадку

із затримкою розробки ефективних технологій пошуків і транспортування водню може скластися ситуація, що геологічна галузь світової економіки програє гонку за фінансування проєктів щодо масштабного застосування екологічно чистого палива майбутнього — водню.

**Висновки.** Наведені в повідомленні матеріали, а також опубліковані в [6–8] результати експериментальних досліджень у різних регіонах свідчать про доцільність застосування прямопошукових методів частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків і фотознімків для виявлення і локалізації зон скопчення водню в районах розташування базальтових вулканів, а також на ділянках водневої дегазації. Застосування супероперативної і малозатратної прямопошукової технології дасть можливість істотно прискорити геологорозвідувальний процес на водень, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Багдасарова М.В. Дегазация Земли — глобальный процесс, формирующий флюидогенные полезные ископаемые (в том числе месторождения нефти и газа). *Глубинная нефть*. 2014. № 10. С. 1621–1644.
2. Полеванов В.П., Глазьев С.Ю. Поиски месторождений природного водорода в России как основа встраивания в новый технологический уклад. *Недропользование XXI век*. 2020. № 4. С. 10–23.
3. Шестопалов В.М., Лукин А.Е., Згоник В.А., Макаренко А.Н., Ларин Н.В., Богуславский А.С. Очерки дегазации Земли. Киев, 2018. 632 с.
4. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Нові свідчення на користь абіогенного генезису вуглеводнів за результатами апробації прямопошукових методів у різних регіонах світу. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 9. С. 53–60. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.053>
5. Якимчук Н.А., Корчагін І.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. *Геоинформатика*. 2019. № 1. С. 5–27.
6. Якимчук Н.А., Корчагін І.Н., Левашов С.П. Прямопоисковая мобильная технология: результаты апробации при поисках скоплений водорода и каналов миграции глубинных флюидов, минерального вещества и химических элементов. *Геоинформатика*. 2019. № 2. С. 19–42.
7. Якимчук Н.А., Корчагін І.Н. Применение мобильных частотно-резонансных методов обработки спутниковых снимков и фотоснимков при поисках скоплений водорода. *Геоинформатика*. 2019. № 3. С. 19–28.
8. Yakymchuk N. A., Levashov S. P., Korchagin I. N. Application of technology of frequency-resonant processing of satellite images and photographs on area of hydrogen production and hydrogen degasation of the Earth. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects: Proceedings of the 18th International Conference (Kyiv, 13–16 May 2019)*. Houten: EAGE, 2019. P. 42–46. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902022>
9. Prinzhofer A., Tahara Cissé C.S., Diallo A.B. Discovery of a large accumulation of natural hydrogen in Bourakebougou (Mali). *Int. J. Hydrogen Energy*. 2018. **43**, Iss. 42. P. 19315–19326. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.193>
10. Briere D., Jerzykiewicz T., Śliwiński W. On generating a geological model for hydrogen gas in the Southern Taoudeni Megabasin (Bourakebougou Area, Mali). AAPG/SEG International Conference & Exhibition (Barcelona, 3–6 April, 2016). URL: [http://www.searchanddiscovery.com/documents/2017/42041\\_jerzykiewicz/ndx\\_jerzykiewicz.pdf](http://www.searchanddiscovery.com/documents/2017/42041_jerzykiewicz/ndx_jerzykiewicz.pdf). (Дата звернення: 10.12.2020).
11. Wall M. China's Chang'e 5 lands on the moon to collect the 1st fresh lunar samples in decades. URL: <https://www.space.com/china-chang-e-5-lands-on-moon-to-collect-lunar-samples>. (Дата звернення: 10.12.2020).
12. Jones A. NASA's spacecraft spots China's Chang'e 5 lander on the moon. <https://www.livescience.com/change-5-moon-lander-photo-lunar-reconnaissance-orbiter.html>. (Дата звернення: 12.12.2020).
13. 2019 Crop Circles. URL: <https://temporarytemples.co.uk/crop-circles/2019-crop-circles>. (Дата звернення: 10.12.2020).

14. Exarheas A. Eni and Enel Partner on Green Hydrogen. URL: [https://www.rigzone.com/news/eni\\_and\\_enel\\_partner\\_on\\_green\\_hydrogen-3-dec-2020-164012-article/?utm\\_campaign=DAILY\\_2020\\_12\\_04&utm\\_source=GLOBAL\\_ENG&utm\\_medium=EM\\_NW\\_F6](https://www.rigzone.com/news/eni_and_enel_partner_on_green_hydrogen-3-dec-2020-164012-article/?utm_campaign=DAILY_2020_12_04&utm_source=GLOBAL_ENG&utm_medium=EM_NW_F6). (Дата звернення: 10.12.2020).
15. Robbins J. The new fuel to come from Saudi Arabia. URL: <https://www.bbc.com/future/article/20201112-the-green-hydrogen-revolution-in-renewable-energy>. (Дата звернення: 10.12.2020).

Надійшло до редакції 24.12.2020

## REFERENCES

1. Bagdasarova, M.V. (2014). Degassing of the Earth – a global process, formative fluidogennye minerals (including oil and gas). *Glubin. neft*, **2**, No. 10, pp. 1621-1644 (in Russian).
2. Polevanov, V. P. & Glazyev, S. Yu. (2020). Searches for natural hydrogen deposits in Russia as a basis for integration into a new technological order. *Nedropolzovanie XXI vek*, No. 4, pp. 10-23 (in Russian).
3. Shestopalov, V. M., Lukin, A. E., Zgonik, V. A., Makarenko, A. N., Larin, N. V. & Boguslavsky, A. S. (2018). *Essays on Earth's degassing*. Kyiv (in Russian).
4. Yakymchuk, M. A. & Korchagin, I. M. (2020). New evidence in favor of the abiogenic genesis of hydrocarbons from the results of the testing of direct-prospecting methods in various regions of the world. *Dopov. Nac. akad. nauk Ukr.*, No. 9, pp. 53-60 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.053>
5. Yakymchuk, N. A., Korchagin, I. N., Bakmutov, V. G. & Solovjev, V. D. (2019). Geophysical investigation in the Ukrainian marine Antarctic expedition of 2018: mobile measuring equipment, innovative direct-prospecting methods, new results. *Geoinformatika*, No. 1, pp. 5-27 (in Russian).
6. Yakymchuk, N. A., Korchagin, I. N. & Levashov, S. P. (2019). Direct-prospecting mobile technology: the results of approbation during searching for hydrogen and the channels of migration of deep fluids, mineral substances and chemical elements. *Geoinformatika*, No. 2, pp. 19-42 (in Russian).
7. Yakymchuk, N. A. & Korchagin, I. N. (2019). Application of mobile frequency-resonance methods of satellite images and photo images processing for hydrogen accumulations searching. *Geoinformatika*, No. 3, pp. 19-28 (in Russian).
8. Yakymchuk, N. A., Levashov, S. P. & Korchagin, I. N. (2019, May). Application of technology of frequency-resonant processing of satellite images and photographs on area of hydrogen production and hydrogen degasation of the Earth. *Proceedings of the 18th International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects* (pp. 42-46). Kyiv. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902022>
9. Prinzhofer, A., Tahara Cissé, C.S. & Diallo, A.B. (2018). Discovery of a large accumulation of natural hydrogen in Bourakebougou (Mali). *Int. J. Hydrogen Energy*, **43**, Iss. 42, pp. 19315-19326. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.193>
10. Briere, D., Jerzykiewicz, T. & Śliwiński, W. (2016, April). On generating a geological model for hydrogen gas in the Southern Taoudenni Megabasin. (Bourakebougou Area, Mali). *AAPG/SEG International Conference & Exhibition*. Retrieved from [http://www.searchanddiscovery.com/documents/2017/42041jerzykiewicz/ndx\\_jerzykiewicz.pdf](http://www.searchanddiscovery.com/documents/2017/42041jerzykiewicz/ndx_jerzykiewicz.pdf)
11. Wall, M. (2020). China's Chang'e 5 lands on the moon to collect the 1st fresh lunar samples in decades. Retrieved from <https://www.space.com/china-chang-e-5-lands-on-moon-to-collect-lunar-samples>
12. Jones, A. (2020). NASA's spacecraft spots China's Chang'e 5 lander on the moon. Retrieved from <https://www.livescience.com/change-5-moon-lander-photo-lunar-reconnaissance-orbiter.html>
13. 2019 Crop Circles. Retrieved from <https://temporarytemples.co.uk/crop-circles/2019-crop-circles>
14. Exarheas, A. (2020). Eni and Enel Partner on Green Hydrogen. Retrieved from [https://www.rigzone.com/news/eni\\_and\\_enel\\_partner\\_on\\_green\\_hydrogen-3-dec-2020-164012-article/?utm\\_campaign=DAILY\\_2020\\_12\\_04&utm\\_source=GLOBAL\\_ENG&utm\\_medium=EM\\_NW\\_F6](https://www.rigzone.com/news/eni_and_enel_partner_on_green_hydrogen-3-dec-2020-164012-article/?utm_campaign=DAILY_2020_12_04&utm_source=GLOBAL_ENG&utm_medium=EM_NW_F6)
15. Robbins, J. (2020). The new fuel to come from Saudi Arabia. Retrieved from <https://www.bbc.com/future/article/20201112-the-green-hydrogen-revolution-in-renewable-energy>

Received 24.12.2020

М.А. Yakymchuk<sup>1</sup>, I.M. Korchagin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

<sup>2</sup> Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv

E-mail: yakymchuk@gmail.com, korchagin.i.n@gmail.com

THE RESULTS OF DIRECT-PROSPECTING GEOPHYSICAL  
METHODS USED FOR THE DETECTION AND LOCALIZATION  
OF ZONES OF HYDROGEN ACCUMULATION AND MIGRATION  
IN THE EARTH AND THE MOON CROSS-SECTIONS

The results of experimental studies at the hydrogen production site, hydrogen degassing sites in various regions, as well as on the Moon are presented. Experiments using the direct-prospecting technology of frequency-resonance processing and interpretation of satellite images and photographs are carried out in order to study the features of the deep structure in the areas of hydrogen degassing. The results of instrumental measurements indicate that, in the areas of the basalt volcanoes location with roots at different depths, signals at hydrogen frequencies are almost always recorded. When scanning the cross-section, responses from hydrogen are recorded practically from the upper edges of basalt volcanoes to their roots. Therefore, it can be assumed that basaltic volcanoes are a kind of channels through which hydrogen migrates to the upper horizons of the cross-section and further into the atmosphere. Deep (living) water is synthesized within many basalt volcanoes at a depth of 68 km. Hydrogen-rich water is healing and can be used for wellness purposes. All previously surveyed longevity zones on the Earth are located within basalt volcanoes, in which water synthesized at a depth of 68 km migrates to the surface and is used for the water supply. Hydrogen deposits can be formed by basaltic volcanoes in adjacent sealed reservoirs. The Mali hydrogen production site is located outside the contour of the basalt volcano; hydrogen responses were recorded from marl at the well site. At local sites in the Carpathians, signals from hydrogen are obtained from dolomites and marls. Hydrogen deposits formed near basalt volcanoes in different types of reservoirs can be discovered and localized during areal exploration using the methods of frequency-resonance processing of satellite images and photographs. Direct-prospecting technology can also be used to study reservoirs in crystalline rocks (including basalts). The materials of the article, as well as the previously published results of experimental work in various regions, indicate the advisability of using direct-prospecting methods of frequency–resonance processing of satellite images and photographs to detect zones of hydrogen accumulation in areas, where basalt volcanoes are located, as well as in areas of hydrogen degassing. The use of the mobile low-cost technology will significantly speed up the exploration process for hydrogen, as well as reduce the financial costs for its implementation.

**Keywords:** *hydrogen, basalts, dolomites, marls, living water, abiogenic genesis, volcano, direct searches, deep structure, oil, gas, amber, chemical elements, remote sensing data processing.*