

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2022.01.079>

УДК 528+550.837+553.98

М.А. Якимчук¹

І.М. Корчагін²

¹ Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

² Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

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

Результати рекогносцирувального обстеження великих зон водневої дегазації в різних регіонах земної кулі

Представлено членом-кореспондентом НАН України М.А. Якимчуком

Наведено результати рекогносцирувальних досліджень на великих площах водневої дегазації в Якутії, Баварії, в районі Бермудського трикутника і на локальних ділянках в Україні. Із застосуванням прямопошукової технології частотно-резонансної обробки та інтерпретації супутникових знімків і фотознімків досліджено особливості глибинної будови на ділянках водневої дегазації. Інструментальними вимірами підтверджено наявність великих площ водневої дегазації в Якутії. На шести площах обстеження виявлено базальтові вулканічні комплекси великих розмірів. Діаметр однієї з виявлених структур перевищує 100 км. На п'яти площах підтверджені факти міграції водню в атмосферу. Зверху базальтові породи перекриті вапняками, доломітами і мергелями, в яких можуть бути виявлені скопчення водню. Додаткові інструментальні вимірювання показали, що кременисті породи можуть бути досить ефективною покришкою для накопчення водню в розташованих під ними породах-колекторах. Відгуки від базальтів, водню і живої води зареєстровані також на декількох площах і ділянках обстеження у ФРН. Підтверджено наявність великих зон водневої дегазації в Баварії. На одній з обстежених ділянок у Баварії зареєстровані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів, антрациту і осадових порід 1–6-ї груп, а також встановлено факт міграції газу (метану) в атмосферу. В її межах доцільно провести детальні пошукові роботи на нафту і газ. У районі розташування Бермудського трикутника, а також Бермудських островів зареєстровані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, живої та мертвої води і базальтів. Верхня кромка базальтів у районі Бермудського трикутника зафіксована на глибині 74 м, а корінь базальтового вулкана визначено на глибині 723 км. На поверхнях 74 м і 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від водню, що свідчить про його міграцію у воду і в атмосферу. Результати обстеження в районі Борисполя і в Волинській області вкотре підтверджують наявність базальтових вулканів з воднем та живою водою на площах і ділянках в різних регіонах України. Також встановлено факт міграції водню в атмосферу. Наведені результати досліджень, а також опубліковані раніше матеріали екс-

Цитування: Якимчук М.А., Корчагін І.М. Результати рекогносцирувального обстеження великих зон водневої дегазації в різних регіонах земної кулі. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2022. № 1. С. 79–91. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2022.01.079>

периментальних робіт у різних регіонах свідчать про доцільність застосування прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків для виявлення зон скупчення водню в районах розташування базальтових вулканів та 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, Якутія, Баварія, Бермуди, торфовища, доломіти, мергелі, жива вода, абіогенний генезис, вулкан, прямі пошуки, глибинна будова, нафта, газ, буритин, хімічні елементи, обробка даних дистанційного зондування Землі.

У 2019–2021 рр. у різних регіонах земної кулі проводилися експериментальні дослідження з вивчення можливості застосування частотно-резонансних методів обробки і декодування супутникових знімків та фотознімків для виявлення скупчень водню й оцінки глибин їх залягання [1–3]. Доцільність досліджень з метою розробки ефективних технологій виявлення і картування скупчень природного водню в колекторах розрізу, а також локальних зон і великих площ його міграції в атмосферу обумовлена наміром провідних країн світової спільноти перейти на використання безвуглецевих енергетичних ресурсів – вітрової, сонячної, геотермальної енергії та водню. У статті наведено результати додаткових експериментальних досліджень у районах розташування великих зон водневої дегазації, які свідчать про доцільність активізації геологорозвідувальних робіт на природний водень і цілеспрямоване використання в цьому процесі прямопошукових геофізичних методів.

Методи досліджень. В експериментальних дослідженнях рекогносцирувального характеру застосовується малозатратна прямопошукова технологія, що 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 та локальних ділянок [4, 5]. Окремі компоненти цієї технології розроблені на принципах “речовинної” парадигми геофізичних досліджень, сутність якої полягає в пошуку конкретної (шуканої в кожному окремому випадку) речовини. В основі розроблених методів лежать виявлені Н. Теслою в 1899 р. стоячі електромагнітні хвилі. В модифікованих версіях методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків, а також вертикального зондування (сканування) розрізу використовуються існуючі бази (набори, колекції) осадових, метаморфічних і магматичних порід (<http://rockref.vsegei.ru/petro/>), мінералів і хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань більш детально описані в [1–6].

Площі водневої дегазації в Якутії. В. Полєванов в інтерв'ю журналу “ГАЗПРОМ” [7] відзначає, що найбільша зона водневої дегазації в світі розташована в районі Тіксі (Якутія). Для рекогносцирувального обстеження в цьому регіоні були вибрані шість великих площ, супутникові знімки яких наведено на рис. 1.

Площа 1 (рис. 1, а). Під час частотно-резонансної обробки частини знімка в овальному контурі з поверхні отримані сигнали від водню, фосфору жовтого (слабкої інтенсивності), фосфору червоного (інтенсивний), осадових порід 8-ї групи (доломіти) і магматичних порід 6-ї групи (базальти). Скануванням розрізу з 0 м з кроками 1 м і 10 см верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 982 м. Корінь базальтів визначено на глибині 99 км. А з інтервалу 99–723 км отримані сигнали від осадових (кременистих) порід 10-ї групи.

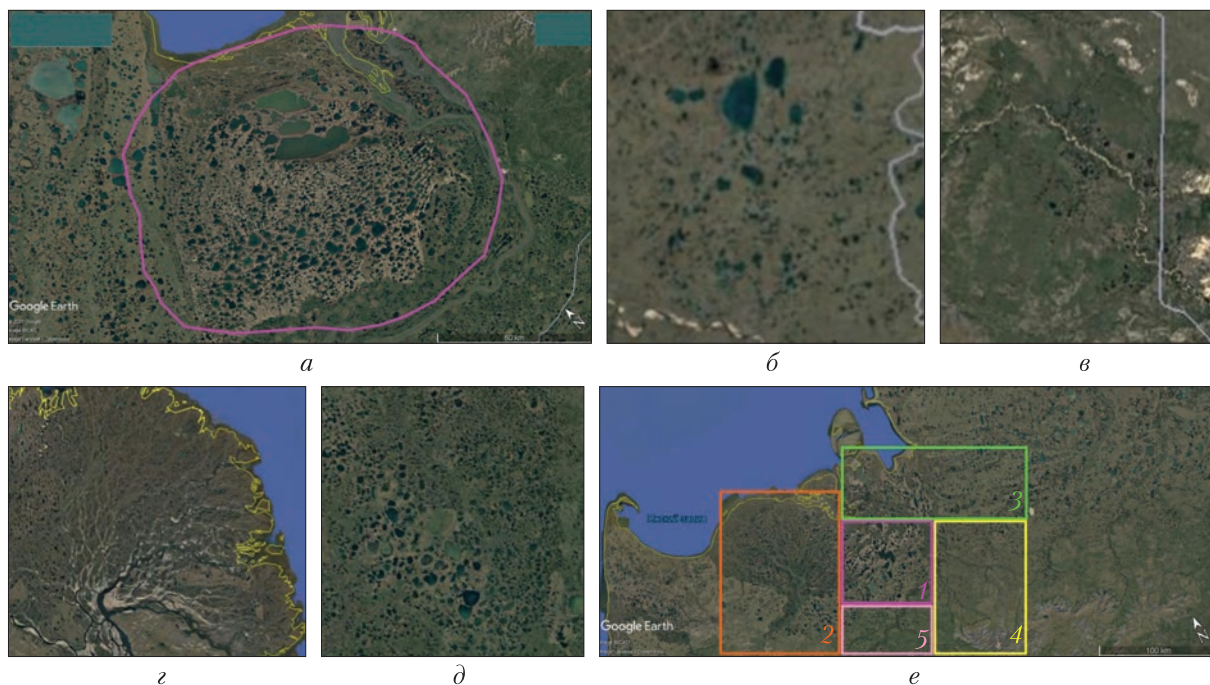


Рис. 1. Супутникові знімки площ водневої дегазації в Якутії

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

На глибині 982 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів, водню і живої води. Скануванням розрізу з 982 м, крок 10 см, відгуки від живої води з базальтів зафіксовані починаючи з 1075 м, а від водню — з 1135 м.

Скануванням розрізу з поверхні з кроком 50 см відгуки від водню із доломітів отримані з двох інтервалів: 225–350 м і 565–885 м. Після уточнення значень другого інтервалу скануванням з кроком 10 см отримані такі значення: 580–773 м і 820–880 м.

У результаті обробки знімка на рис. 1, *а* без центральної частини (базальтового вулкана) з поверхні отримані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів, антрациту, льоду, мертвої води, осадових порід 1–6, 8-ї (доломіти) груп і магматичних порід 14-ї групи. Корінь доломітового вулкана зафіксовано на глибині 723 км. Вимірювання також показали, що корінь вулкана 1–6-ї груп осадових порід розташований за межами ділянки обстеження.

Найбільша зона водневої дегазації, діаметр якої перевищує 100 км, заслуговує на увагу і довивчення традиційними і прямопошуковими геофізичними методами, а також бурінням!

Площа 2 (рис. 1, *б*). У межах площі з поверхні зареєстровані відгуки від водню (інтенсивні), живої води (інтенсивні), фосфору (червоного і жовтого), осадових порід 8-ї групи (доломіти) і магматичних порід 6-ї групи (базальти). Нижня кромка базальтів визначена на глибині 99 км, а з інтервалів 99–218 км і 218–723 км отримані відгуки від 9-ї (мергелі) і 7-ї (вапняки) груп осадових порід відповідно. Верхня кромка базальтів встановлена на глибині 518 м. На поверхні 518 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки

від 8-ї та 2-ї груп осадових порід, а також водню. Відгуки від водню з доломітів зафіксовані скануванням з інтервалу 400–495 м. Встановлено факт міграції водню в атмосферу.

Площа 3 (рис. 1, в). На обстеженій площі зареєстровані відгуки від водню, живої води, фосфору (червоного і жовтого), доломітів і базальтів. Верхня кромка базальтів зафіксована скануванням на глибині 615 м. На поверхні 615 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів і водню (слабкої інтенсивності). Відгуки від водню з доломітів зафіксовані з двох інтервалів: 310–350 м і 520–565 м. Сигнали від водню з базальтів почали фіксуватися з 700 м.

Площа 4 (рис. 1, г). У межах площі зареєстровані відгуки від водню, живої води, фосфору (червоного і жовтого), доломітів і базальтів. Нижня кромка базальтів визначена на глибині 99 м, з інтервалів 99–218 м і 218–723 м отримані відгуки від 10-ї (кременисті) і 7-ї (вапняки) груп осадових порід відповідно. Верхня кромка базальтів зафіксована скануванням на глибині 770 м. На поверхні 770 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів і водню. Відгуки від водню з доломітів зафіксовані з інтервалу 115–470 м.

Площа 5 (рис. 1, д). На цій площі зареєстровані відгуки від водню, живої води, фосфору (червоного і жовтого), доломітів, мергелів і базальтів. Нижня кромка базальтів визначена на глибині 99 м, а з інтервалу 99–723 м отримані відгуки від вапняків. Верхня кромка базальтів зафіксована скануванням на глибині 470 м. На поверхні 470 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів, мергелів і водню. Встановлено факт міграції водню в атмосферу.

Скануванням розрізу з 380 м, крок 5, відгуки від водню з доломітів (мергелів) отримані з інтервалів 383–404 м і 411–430 м. А з 436 м сигнали продовжували фіксуватися в базальтах.

Площа 6 (прямокутний контур 1 на рис. 1, е). У районі розташування цієї площі виконано розширений обсяг вимірювальних процедур. На площі 6 зареєстровані відгуки від водню, живої води, фосфору (червоного і жовтого), доломітів, мергелів, кременистих порід і базальтів (слабкої інтенсивності). Нижня кромка базальтів визначена на глибині 99 м, а з інтервалу 99–723 м отримані відгуки від осадових порід 7-ї (вапняки) групи. Верхня кромка базальтів зафіксована скануванням на глибині 960 м. На поверхні 960 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів, мергелів і кременистих порід, а також водню (дуже слабкої інтенсивності). Міграція водню в атмосферу не підтверджена вимірами. Відгуки від водню почали фіксуватися з 956 м, а з 970 м і далі отримані сигнали підвищеної інтенсивності.

Відсутність міграції водню в атмосферу і відгуки від водню на поверхні 960 м з верхньої частини розрізу слабкої інтенсивності дали підстави припустити, що над базальтами розташований шар (пласт) кременистих порід. Це припущення підтверджено подальшим скануванням розрізу з 950 м з кроком 1 см — відгуки від кременистих порід зареєстровані з інтервалу 956–960 м!

Додатковий обсяг вимірювальних процедур у районі цієї площі був спрямований на виявлення розташованого поруч вулкана (вулканів), заповненого кременистими породами. Для цього виконана обробка супутникових знімків блоків, які розташовані навколо площі 6 (блоки 2–5 на рис. 1, е).

Блок 2. У межах блока відгуки від мергелів фіксувалися в інтервалі 0–218 м, а від кременистих порід — 0–723 м.



Рис. 2. Супутникові знімки території рекогносцирувального обстеження у ФРН

Блок 3. У межах блока зареєстровані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів. Корінь вулкана 1–6-ї груп осадових порід зафіксований на глибині 470 км. На поверхні синтезу вуглеводнів 57 км зафіксовані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (жовтого). Відгуки від вуглекислого газу отримані на глибині 57 км. Встановлено факт міграції газу і фосфору в атмосферу

Блок 4. У межах площі зареєстровані відгуки від мергелів і кременистих порід. Відгуки від мергелів фіксувалися в інтервалі 0–218 км, а від кременистих порід – 0–723 км.

Блок 5. У цьому районі відгуки від доломітів і мергелів фіксувалися в інтервалі 0–218 км, а від кременистих порід – 0–723 км.

Встановлення наявності заповнених кременистими породами вулканічних комплексів у межах блоків 2, 4 і 5, розташованих поруч з площею 6 (прямокутник 1 на рис. 1, е), є додатковим свідченням перекриття базальтів на площі 6 кременистими породами з вулкана кременистих порід.

Результати частотно-резонансної обробки супутникового знімка площі 6 дають підставу також зробити обґрунтовані висновки про те, що кременисті породи є досить ефективною покривкою для накопичення водню в розташованих під ними породах-колекторах.

Площі водневої дегазації у ФРН. Для підтвердження існування зон водневої дегазації у ФРН у рекогносцирувальному режимі проведена частотно-резонансна обробка великих ділянок (блоків) на території Баварії, позначених на рис. 2, а прямокутними контурами.

Зона дегазації на південному сході Баварії. На початковому етапі експериментальних робіт оброблено частину знімка, позначену на рис. 2, а і б (в більшому масштабі) овальним контуром. У межах цієї площі зареєстровані відгуки від фосфору жовтого (слабкої інтенсивності), водню (інтенсивний), живої води (інтенсивний), доломітів і базальтів. Нижня кромка базальтів зафіксована на глибині 99 км, а з інтервалу 99–723 км зареєстровані відгуки від 10-ї групи осадових (кременистих) порід. Верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 450 м. На поверхні 450 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів і водню. Підтверджено міграцію водню в атмосферу.

Під час сканування розрізу з 450 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 540 м, а від живої води – з 620 м. Скануванням з кроком 10 см відгуки від водню з доломітів отримані з інтервалів 35–102 м, 225–266 м і 390–440 м.

У процесі обробки знімка на рис. 2, б без центральної (овальної) частини зафіксовані відгуки від мертвої води і 7-ї (вапняки) та 8-ї (доломіти) груп осадових порід. Сигнали від водню і живої води зареєстровані на поверхні 68 км. Корені вулканів, заповнених вапняками і доломітами, зафіксовані на глибині 470 км.

Зона обстеження на південному заході Баварії. У результаті частотно-резонансної обробки частини знімка в прямокутному контурі 1 на рис. 2, а з поверхні зафіксовані відгуки від фосфору червоного і жовтого (слабкої інтенсивності), водню, живої води, доломітів, кременистих порід і базальтів. Нижня кромка базальтів встановлена на глибині 99 км, а з інтервалу 99–723 км отримані сигнали від кременистих порід. Скануванням розрізу з кроком 10 см верхня кромка базальтів визначена на глибині 660 м.

На поверхні 660 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів, 1–6-ї груп осадових порід і водню (інтенсивний). Скануванням розрізу з 660 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 693 м, а від живої води — з 688 м. Скануванням розрізу з поверхні з кроком 50 см відгуки від водню з доломітів зафіксовані в інтервалі 370–640 м.

На поверхні 0 м отримані сигнали від водню і фосфору (червоного), що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

Великий блок на сході Баварії. Положення блока позначено прямокутним контуром 2 на рис. 2, а. У межах блока з поверхні зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій, фосфору червоного (слабкої інтенсивності) і жовтого, горючого сланцю, газогідратів, антрациту, водню, живої і мертвої води, льоду, осадових порід 1–9-ї груп і базальтів. Відгуки від солі не отримані.

Корені вулканів 1–6-ї і 8-ї груп осадових порід зафіксовані на глибині 470 км, 7, 9 і 10-ї груп та базальтів — на глибині 723 км. Верхня кромка базальтів встановлена на глибині 105 м. Під час сканування розрізу, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 120 м, а від живої води — з 132 м.

Локальна ділянка в центральній частині Баварії. У межах цієї ділянки (прямокутний контур 3 на рис. 2, а) з поверхні зареєстровані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів, антрациту і осадових порід 1–6-ї груп.

У процесі обробки невеликої локальної зони в межах світлої області знімка отримані відгуки тільки від доломітів. Корінь доломітового вулкана визначено на глибині 723 км.

У межах затемненої області знімка на поверхні 50 км отримані відгуки від 1–6-ї груп осадових порід, нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу (слабкої інтенсивності). Сигнали від жовтого фосфору, бактерій, вуглекислого газу та бурштину отримані також з поверхні.

У процесі обробки всього знімка на поверхні 57 км також отримані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу.

Під час сканування розрізу з 0 м, крок 10 см, відгуки від нафти почали фіксуватися з 77 м і простежені з кроком 1 м з 90 м до 2000 м (далі сканування не проводилося). На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу (в тому числі і в межах локальної затемненої зони), що свідчить про його міграцію в атмосферу.

У межах локальної затемненої зони на поверхні 77 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу, бактерій, вуглекислого газу і доломітів.

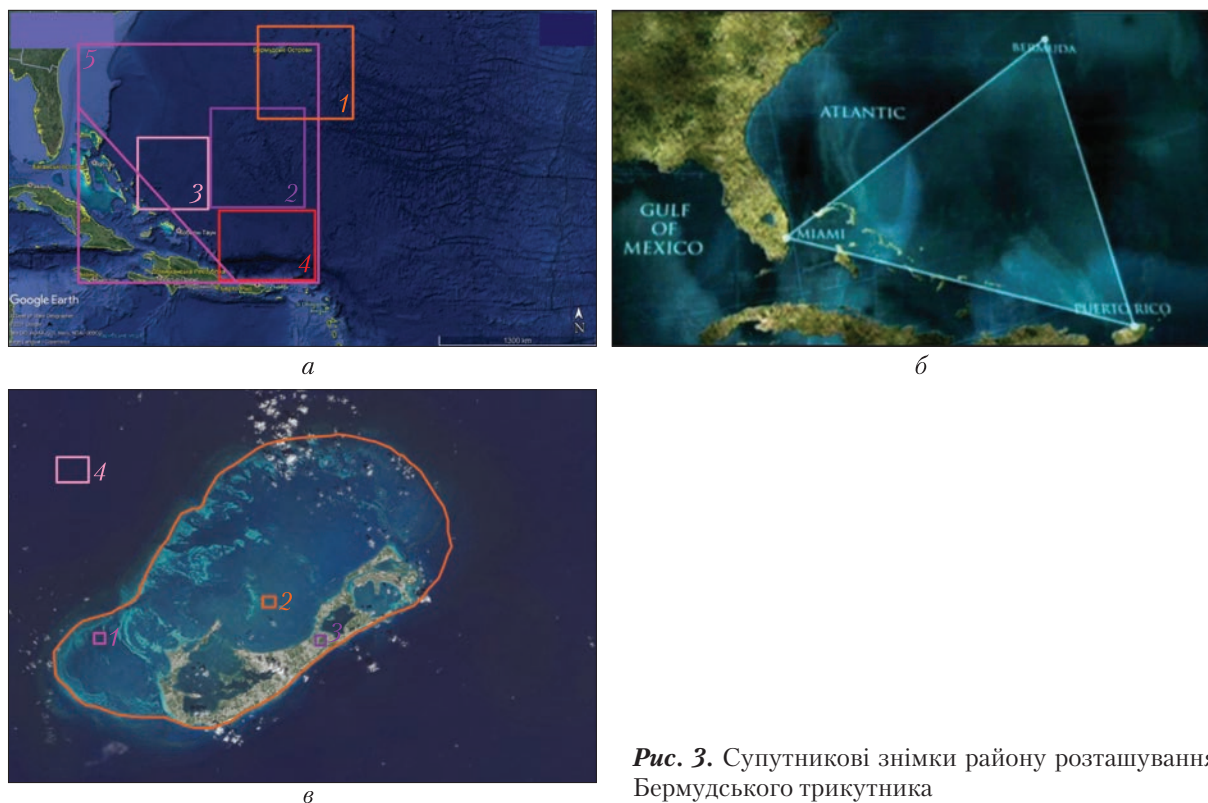


Рис. 3. Супутникові знімки району розташування Бермудського трикутника

Під час сканування розрізу з поверхні, крок 5 см, відгуки від нафти почали фіксуватися з 80 м, а від газу зареєстровані в інтервалі 3–85 м.

Район Бермудського трикутника. Причини великої кількості трагічних подій у районі Бермудського трикутника цікавлять багатьох дослідників. У зв'язку з цим у цьому регіоні проведені дослідження з метою визначення типів вулканічних структур, розташованих в його межах. Супутникові знімки району обстеження наведені на рис. 3.

На знімку 3, *a* прямокутними контурами виділено чотири області, частотно-резонансна обробка яких проводилася окремо. У процесі обробки всіх фрагментів знімка зареєстровані відгуки тільки на частотах базальтів. Фіксацією відгуків на різних поверхнях нижня кромка (корінь) базальтового вулкана (вулканів) встановлена на глибині 723 км. І тільки під час обробки знімка в багатокутному контурі 5 додатково до базальтів отримані відгуки від 7-ї групи магматичних (ультрамафічних) порід.

У процесі частотно-резонансної обробки частини знімка в трикутному контурі на рис. 3, *б* з поверхні зареєстровані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, живої води, мертвої води, базальтів, лонсдейліту, солі калійно-магнієвої і магматичних порід 1 (граніти), 6 (базальти), 7 (ультрамафічні), 8–10-ї груп.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 10 см, верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 74 м, а корінь базальтового вулкана визначено на глибині 723 км. Відгуки від “старих” базальтів зафіксовані також на глибині 723 км. На поверхнях 74 і 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від водню, що свідчить про його міграцію у воду і в атмосферу.



Рис. 4. Супутникові знімки ділянок водневої дегазації в районі Борисполя (а, б) та в Рожищенському районі Волинської області (в, з)

Під час обробки знімка 3, в без центральної частини зареєстровані сигнали від вуглеводнів, бактерій, фосфору (жовтого), мертвої води, лонсдейліту, солі калійно-магнієвої, осадових порід 7-ї (вапняки) групи і магматичних порід 7, 8, 9, 10-ї груп.

У межах площі, позначеної овальним контуром в центральній частині рис. 3, в, зареєстровані сигнали від фосфору (червоного і жовтого), водню (інтенсивний), живої води, базальтів.

Під час сканування розрізу з поверхні з кроком 10 см відгуки від базальтів почали фіксуватися з 5 м, а з кроком 1 см — з 1 м. Корінь базальтового вулкана визначено на глибині 723 км. На глибині 1 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від 2-ї групи осадових порід (псаміти).

Скануванням розрізів, позначених прямокутними контурами 1, 2 на рис. 3, в, з кроком 10 см відгуки від базальтів зафіксовано починаючи з 92 м і 48 м відповідно, а розрізу, виділеного контуром 3 (на острові), з кроком 1 см — з 70 см.

У межах площі, позначеної прямокутним контуром 4 на рис. 3, в, відгуки від живої води не отримані, а від мертвої води і солі калійно-магнієвої зафіксовані слабкі сигнали. У районах, виділених контурами 2 і 3 на рис. 3, в, отримані відгуки від живої води, слабкі відгуки від мертвої води і дуже слабкі від солі калійно-магнієвої. На площі у прямокутному контурі 3 (на острові) отримані тільки відгуки від живої води.

Результати рекогносцирувальних досліджень дають підставу зробити висновок про існування великих базальтових комплексів у районі розташування Бермудського трикутника.

Ділянки водневої дегазації в Україні. У результаті аналізу супутникових знімків площі на північ від аеропорту “Бориспіль” (Київська область), а також в Рожищенському районі Волинської області виявлені зони видимої водневої дегазації. В межах чотирьох ділянок розташування зон дегазації (рис. 4) проведено дослідження рекогносцирувального характеру.

Район Борисполя. В процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка на рис. 4, а з поверхні зареєстровані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, бактерій (водневих), живої води, базальтів, золота (слабкої інтенсивності), коеситу (слабкої інтенсивності).

Зафіксовані відгуки від 1–6-ї груп осадових порід, гранітів (слабкої інтенсивності) і базальтів. Корені вулканів, заповнених осадовими породами 1–6-ї груп, а також базальтами, визначені на глибині 723 км, а гранітами – на глибині 996 км. Скануванням розрізу з поверхні з кроками 1 м і 1 см верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 298 м.

На поверхні 298 м з верхньої частини розрізу зареєстровані сигнали від 1–6-ї груп осадових порід і водню (слабкої інтенсивності). Скануванням розрізу з 298 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів зафіксовано починаючи з 340 м, а живої води – з 362 м.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 10 см, відгуки на частотах водню з 2-ї групи осадових порід (псаміти) отримані з інтервалів 62–107 м і 240–260 м, а від фосфору (червоного) – з 63–107 м і 240–260 м.

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

На поверхні синтезу вуглеводнів 57 км сигнали від нафти і бурштину не отримані. Відгуки від живої води зафіксовані на глибинах 57 і 46 км.

Сигнали від живої води отримані тільки з псамітів, з гранітів та базальтів відгуки були відсутні. Сигнали живої води з базальтів зафіксовані на поверхні 69 км.

Відгуки від мертвої води зареєстровані на глибинах 48 і 71 км.

У результаті обробки знімка з локальною зоною водневої дегазації (див. рис. 4, б) з поверхні зареєстровані відгуки від водню, водневих бактерій, фосфору (червоного і жовтого) і живої води.

Зареєстровані сигнали від базальтів. Верхня кромка базальтів визначена скануванням з кроками 1 м і 10 см на глибині 120 м. На поверхні 120 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від 8-ї (доломіти), 2-ї (псаміти) груп осадових порід і водню.

Скануванням розрізу з 120 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 145 м, а від живої води – з 156 м. А скануванням з поверхні, крок 10 см, відгуки від водню з доломітів (або псамітів) зафіксовані з інтервалу 47–107 м.

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

Ділянки обстеження в Рожищенському районі Волинської області. Під час обробки знімка локальної ділянки водневої дегазації (див. рис. 4, в) з поверхні зафіксовані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, водневих бактерій, живої води. Відгуки від нафти не отримані.

Встановлено наявність базальтового вулкана, який перекрито зверху вапняками. Фіксацією відгуків на різних глибинах корінь базальтового вулкана визначено на глибині

723 км, а верхня кромка базальтів встановлена скануванням розрізу з кроком 1 м на глибині 270 м. На поверхні 270 м з верхньої частини розрізу фіксувалися відгуки тільки від 7-ї групи осадових порід (вапняки).

Під час сканування розрізу з 270 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 300 м, а від живої води — з 320 м.

На поверхні 0 м відгуки від водню зафіксовані з верхньої частини розрізу, що свідчить про його міграцію в атмосферу

Скануванням розрізу з кроком 5 мм відгуки від водневих бактерій фіксувалися з поверхні до глибини 530 см.

У процесі обробки супутникового знімка відносно великої площі (див. рис. 4, з) зареєстровані відгуки від 1–6, 7 (вапняки) і 8-ї (доломіти) груп осадових порід, а також 1 (граніти), 2, 3, 6 (базальти), 7 (ультрамафічні), 8–10, 11 (кімберліти), 12, 13-ї груп магматичних порід.

Корені вулканів, заповнених осадовими породами 1–6-ї групи і гранітами, зафіксовані на глибині 470 км, а вапняками, базальтами і кімберлітами — на глибині 723 км. З інтервалів 99–470 км і 218–723 км зафіксовані відгуки від солі і кременистих порід відповідно.

З поверхні зафіксовані відгуки від лонсдейлітів, солі калійно-магнієвої, базальтів, золота, ртуті, алмазів (слабкої інтенсивності), живої води, водню, антрациту, горючих сланців, газогідратів, фосфору (білого, чорного, коричневого, червоного), бактерій, вуглекислого газу, бурштину, газу, конденсату, нафти, водневих бактерій. Зареєстровані також відгуки від літію.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м, відгуки від нафти зафіксовані з інтервалу 480 — (600 — інтенсивний) — 1000 м. Далі сканування не проводилося.

Під час сканування розрізу з 0 м, крок 1 м, відгуки від газу почали фіксуватися з 260 м, водню — з 230 м, живої води — з 320 м, золота — з 620 м, алмазів — з 780 м. Відстеження інтервалів відгуків не проводилося.

Основні результати і висновки. Результати інструментальних вимірювань у межах обстежених площ і локальних ділянок у тезисній формі можна резюмувати таким чином.

1. Інструментальними вимірами підтверджено наявність великих площ водневої дегазації в Якутії. У межах шести площ обстеження виявлено базальтові вулканічні комплекси великих розмірів. Діаметр однієї з виявлених структур перевищує 100 км. На п'яти площах підтверджені факти міграції водню в атмосферу. Зверху базальтові породи перекриті вапняками, доломітами і мергелями, в яких можуть бути виявлені скупчення водню. Додатковими інструментальними вимірами в районі однієї з обстежених площ встановлено, що кременисті породи є досить ефективною покрішкою для накопичення водню в розташованих під ними породах-колекторах.

2. Відгуки від базальтів, водню і живої води зареєстровані також на декількох площах і ділянках обстеження у ФРН. Підтверджено наявність великих зон водневої дегазації в Баварії. У межах однієї з обстежених ділянок в Баварії зареєстровані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів, антрациту і осадових порід 1–6-ї груп, а також встановлено факт міграції газу (метану) в атмосферу. В її межах доцільно провести детальні пошукові роботи на нафту і газ.

3. У районі Бермудського трикутника і самих Бермудських островів зареєстровані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, живої та мертвої води і базальтів. Верхня кромка базальтів у районі Бермудського трикутника зафіксована на глибині 74 м, а корінь базальтового вулкана визначено на глибині 723 км. На поверхнях 74 м і 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від водню, що свідчить про його міграцію в воду і в атмосферу.

4. Частотно-резонансною обробкою супутникових знімків ділянок у районі Борисполя та в Волинській області в черговий раз підтверджено наявність базальтових вулканів з воднем і живою водою у різних регіонах України. На ділянках обстеження встановлено факти міграції водню в атмосферу.

На закінчення відзначимо, що результати експериментальних досліджень рекогносцирувального характеру в різних регіонах земної кулі вкотре наочно демонструють працездатність, інформативність і оперативність прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків для інтегральної оцінки перспектив виявлення скупчень водню, нафти і газу на площах обстеження, а також для визначення глибини залягання і потужностей прогнозованих покладів у розрізі. Наведені в статті матеріали свідчать про доцільність застосування мобільної технології частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків та фотознімків для виявлення і локалізації зон скупчення водню в районах розташування базальтових вулканів, а також на ділянках водневої дегазації. Застосування супероперативної і малозатратної прямопошукової технології дає можливість істотно прискорити геологорозвідувальний процес на водень, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и фотоснимков: результаты использования для определения участков миграции газа и водорода на поверхность и в атмосферу. *Геоинформатика*. 2020. № 3. С. 3–28.
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и фотоснимков: потенциальные возможности и перспективы использования для поисков скоплений природного водорода. *Геоинформатика*. 2020. № 4. С. 3–41.
3. Якимчук М.А., Корчагин И.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>
4. Якимчук Н.А., Корчагин И.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.
5. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Интегральная оценка структуры некоторых вулканов и кимберлитовых трубок Земли. *Геоинформатика*. 2019. № 1. С. 28–38.
6. Якимчук М.А., Корчагин И.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>
7. Полеванов В. Стремительный водородный прогресс. Интервью: д-р геол.-минерал. наук, академик РАН В. Полеванов отвечает на вопросы журнала “ГАЗПРОМ”. *ГАЗПРОМ*. 2020. № 9. С. 12–19.

Надійшло до редакції 03.08.2021

REFERENCES

1. Yakymchuk, N. A. & Korchagin, I. N. (2020). Direct-prospecting technology of frequency-resonant processing of satellite images and photos images: results of use for determining areas of gas and hydrogen migration to the surface and in the atmosphere. *Geoinformatyka*, No. 3, pp. 3-28 (in Russian).
2. Yakymchuk, N. A. & Korchagin, I. N. (2020). Direct-prospecting technology of frequency-resonance processing of satellite images and photo images: potential opportunities and prospects of application for natural hydrogen accumulations searching. *Geoinformatyka*, No. 4, pp. 3-41 (in Russian).
3. Yakymchuk, N. A. & Korchagin, I. N. (2021). The results of direct-prospecting geophysical methods using for the detection and localization of zones of hydrogen accumulation and migration in the Earth and the Moon cross-sections. *Dopov. Nac. akad. nauk Ukr.*, No. 1, pp. 65-76 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.01.065>
4. Yakymchuk, N. A., Korchagin, I. N., Bakhmutov, 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. *Geoinformatyka*, No.1, pp. 5-27 (in Russian).
5. Yakymchuk, N. A. & Korchagin, I. N. (2019). Integral estimation of the deep structure of some volcanoes and cymlerlite pipes of the Earth. *Geoinformatyka*, No. 1, pp. 28-38 (in Russian).
6. 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>
7. Polevanov, V. (2020). Rapid hydrogen progress. Interview: Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences answers the questions of the journal "GAZPROM". *GAZPROM*, No. 9, pp. 13-19 (in Russian).

Received 03.08.2021

*M.A. Yakymchuk*¹

*I.M. Korchagin*²

¹ Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

² S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv

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

RESULTS OF A RECONNAISSANCE SURVEY OF LARGE ZONES OF HYDROGEN DEGASSING IN VARIOUS REGIONS OF THE WORLD

The results of reconnaissance studies on large areas of hydrogen degassing in Yakutia, Bavaria, in the area of the Bermuda Triangle and on local areas in Ukraine are presented. Experiments using the direct-prospecting technology of frequency-resonance processing and the interpretation of satellite images and photographs were carried out in order to study the features of the deep structure in the areas of hydrogen degassing. Instrumental measurements confirmed the presence of large areas of hydrogen degassing in Yakutia. Large basalt volcanic complexes were found within six survey areas. The diameter of one of the identified structures exceeds 100 km. The facts of hydrogen migration into the atmosphere have been confirmed within five areas. At the top, basaltic rocks are overlapped by limestones, dolomites and marls, in which hydrogen accumulations can be found. Additional instrumental measurements have shown that siliceous rocks can be a sufficiently effective seal to accumulate hydrogen in the underlying reservoir rocks. Responses from basalts, hydrogen and living water were also recorded within several areas and survey sites in the Federal Republic of Germany. The presence of large hydrogen degassing zones in Bavaria has been confirmed. In the contour of one of the surveyed sites in Bavaria, responses from oil, condensate, gas, amber, carbon dioxide, bacteria, phosphorus (yellow), oil shale, gas hydrates, anthracite, and sedimentary rocks of 1-6 groups were recorded, and the fact of gas (methane) migration into the atmosphere was established. Within its limits, it is advisable to carry out a detailed prospecting work for oil and gas. In the area of the Bermuda Triangle, as well as Bermuda, respon-

ses from phosphorus (red and yellow), hydrogen, living and dead water and basalts were recorded. The upper edge of the basalts in the area of the triangle was recorded at a depth of 74 m, and the root of the basalt volcano was identified at a depth of 723 km. On the surfaces of 74 m and 0 m, the responses from hydrogen were obtained from the upper part of the cross-section, which indicates its migration into water and into the atmosphere. The presence of basalt volcanoes with hydrogen and living water in the areas and sites in different regions of Ukraine was once again confirmed at the survey sites in the Boryspil district and in the Volyn region. Studies have established the migration of hydrogen into the atmosphere. The research results, as well as previously published materials of experimental work in various regions, indicate the advisability of using the direct-prospecting methods of frequency-resonance processing of satellite images and photographs to detect the zones of hydrogen accumulation in areas, where basalt volcanoes are located, as well as in areas of hydrogen degassing. The use of a mobile and low-cost technology will significantly accelerate the exploration process for hydrogen, as well as will reduce the financial costs for its implementation.

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