

УДК 528+550.837+553.98

<https://doi.org/10.30836/gbhgd.2024.62>

## ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ НА ДІЛЯНЦІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИНИ НА ВОДЕНЬ В США

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

<sup>1</sup>Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ, Україна,  
[yakymchuk@gmail.com](mailto:yakymchuk@gmail.com)

<sup>2</sup>Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна, [korchagin.i.n@gmail.com](mailto:korchagin.i.n@gmail.com)

## FREQUENCY-RESONANCE METHODS OF SATELLITE AND PHOTOS IMAGES PROCESSING: RESULTS OF TESTING ON A SITE OF WELL FOR HYDROGEN DRILLING IN USA

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

<sup>1</sup>Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine,  
[yakymchuk@gmail.com](mailto:yakymchuk@gmail.com)

<sup>2</sup>Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine,  
[korchagin.i.n@gmail.com](mailto:korchagin.i.n@gmail.com)

The results of direct-prospecting technology approbation on the site of first well for natural hydrogen drilling in Nebraska (USA) are presented. The experimental studies at site with Hoarty NE3 well confirm the conclusions, formulated in 2019 – the probability of natural hydrogen deposits in commercial volumes detecting is close to zero! Responses at hydrogen frequencies in the gas flame were not recorded. On area with a gas flame signals were recorded at the methane and phosphorus frequencies, which indicates the presence of oil and gas deposits in the cross-section.

У 2019-2023 рр. в різних регіонах земної кулі проведено значний об'єм експериментальних досліджень з метою апробації частотно-резонансних методів обробки та декодування супутникових та фото знімків [1-2], а також розробки та вдосконалення методики їх практичного застосування під час вирішення геологорозвідувальних задач різного характеру. У ході експериментальних робіт додатково вивчалась можливість цілеспрямованого використання мобільної прямопошукової технології для виявлення та локалізації скупчень водню в зонах видимої дегазації водню та оцінки глибин їх залягання [3-6]. На сьогодні проблема пошуку покладів природного водню та організації його видобутку є досить актуальною у зв'язку з наміром світової спільноти перейти в найближчій перспективі до безвуглецевої енергетики, в якій важливе місце відводиться водню, екологічно чистому паливу майбутнього.

В 2019 р. проведено обстеження локальної ділянки буріння першої розвідувальної свердловини Hoarty NE3 на природний водень в штаті Небраска (США) компанією Natural Hydrogen Energy LLC [7]. В доповіді наведені результати додаткових досліджень на ділянці з пробуреною свердловиною.

***Результати обробки фотознімка ділянки буріння в 2019 р. [8].*** На самому початку зазначимо наступне. Наведена на рис. 1 фотографія ділянки буріння була передана авторам експериментів у 2019 р. академіком НАН України В.М. Шестопаловим, автором багатьох публікацій по проблемах пошуків вуглеводнів, водню та міграції газів в атмосферу Землі [9, 10].

Під час частотно-резонансної обробки фрагмента переданого фотознімка (прямокутник на рис. 1) з розрізу ділянки дослідження отримано сигнали (відгуки) на частотах 1-ої (слабкий сигнал), 2-ої (слабкий), 3-ої (слабкий), 4, 5, 6 і 7-ої (інтенсивний) груп осадових порід. Сигнали від усіх груп магматичних порід не зафіксовані.

Шляхом фіксації аномальних відгуків від різних груп осадових порід встановлено, що породи 1-6 груп знаходяться в інтервалі глибин 0-22.98 км, а 7-ої групи (вапняки) – в діапазоні 22.98-217 км. Це дозволяє зробити висновок про існування на ділянці дослідження вертикального каналу міграції флюїдів і мінеральних речовин, заповненого вапняками.



Рисунок 1 – Фотознімок ділянки буріння свердловини в штаті Небраска (США).



Рисунок 2 – Постійно палаючий газ в Chimaera, Туреччина.

З поверхні (глибини) 22.9 км сигнали (відгуки) на резонансних частотах водню з верхньої та нижньої частин розрізу не зареєстровані. Відгуки від водню також не реєструвалися при скануванні інтервалу 0–5000 м з кроком 50 см. При скануванні цього інтервалу з меншим кроком (10 см) відгуки на частотах водню зареєстровані в двох інтервалах: 1) 3364-3370 м; 2) 3482-3486 м. Подальше уточнення цих інтервалів скануванням з кроком 1 см дало наступні результати: 1) 3365.5-3366 м (в інтервалі зафіксовані також сигнали конденсату і газу); 2) 3484-3484.8 м (в інтервалі зафіксовані сигнали газу). Такі результати дозволяють зробити висновок про відсутність скупчень водню в промислових обсягах на ділянці обстеження.

На досліджуваній ділянці з поверхні фіксувалися сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, а також бурштину. Шляхом реєстрації відгуків на частотах нафти, конденсату, газу та бурштину встановлено їх наявність в інтервалі глибин 5-6 км. Скануванням розрізу з 4500 м, крок 50 см, з переходом на крок 5 см в межах ділянки реєстрації відгуків на частотах нафти виявлено два інтервали глибин, перспективних для пошуків покладів нафти: 1) 5100-5322 м; 2) 5690-5730 м. Для визначення глибин залягання покладів конденсату та газу сканування розрізу не проводилося.

В цілому, є підстави стверджувати, що ділянка буріння свердловини на водень є перспективною для пошуків покладів нафти, газу та газоконденсату.

**Результати обробки фотознімків ділянки в 2024 р.** Під час експериментів були використані фотографії ділянки з газовими факелами (рис. 3 і 4) та фотографії зразків водню, жовтого фосфору, метаноокислюючих бактерій, метану (рис. 5), а також газового сипу з воднем у Химері (Туреччина) (рис. 2), який горить понад 2500 років. Зазначимо також, що на ділянці випробування свердловин було проведено обмежену кількість інструментальних вимірювань.

При частотно-резонансній обробці фотозображень на рис. 3 разом із фотографіями фосфору (рис. 5б), метаноокислюючих бактерій (рис. 5в) і метану (рис. 5г) окремо реєструвалися спільні сигнали. А при обробці фотозображень на рис. 2 разом із фотографією на рис. 1 спільні сигнали не реєструвалися протягом 60 с інструментальних вимірювань.

Під час частотно-резонансної обробки фотозображень на рис. 4 разом із фотографіями фосфору (рис. 5б) і метану (рис. 5г) окремо також реєструвалися спільні сигнали. А в процесі обробки фотографічних зображень на рис. 4 разом із фотографією на рис. 2 спільні сигнали знову не реєструвалися протягом 60 с інструментальних вимірювань.

Спільні сигнали були зареєстровані під час обробки фотографії на рис. 2 разом із фотографією зразка водню (рис. 5а).



а)

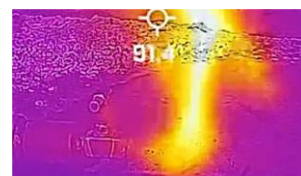


б)

Рисунок 3 – Фотознімок А прозорого полум'я при денному освітленні (а) та полум'я в інфрачервоній камері (б) [11].



а)



б)

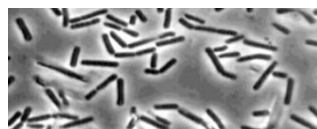
Рисунок 4 – Фотознімок В прозорого полум'я при денному освітленні (а) та полум'я в інфрачервоній камері (б) [11].



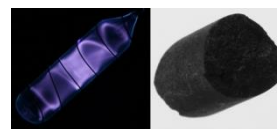
а



б



в)



г)

Рисунок 5 – Фотографії зразків водню (а), жовтого фосфору (б), метаноокислюючих бактерій (в), метану (г), частотні спектри яких використовувалися під час інструментальних вимірювань.

**Основні результати.** Оперативно проведені експериментальні дослідження на ділянці зі свердловиною Hoarty NE3 з виконанням невеликої кількості інструментальних вимірювань в цілому підтверджують сформульовані у 2019 р. висновки – вірогідність виявлення скупчень (покладів) природного водню в промислових обсягах на ділянці буріння близька до нуля! У прискореному режимі інструментальних вимірювань відгуки на частотах водню в газовому полум'ї не реєструвалися.

На локальній і великій ділянках з газовим полум'ям реєструвалися сигнали на частотах метану і фосфору (жовтий), що вказує на наявність покладів нафти і газу в розрізі в межах ділянки зі свердловиною. Додатковим доказом на користь зазначеного можна вважати факт реєстрації відгуків на частотах метаноокислюючих бактерій на більшій території з газовим полум'ям.

*Коментарі та висновки.* Результати експериментальних досліджень в черговий раз продемонстрували ефективність та інформативність супер-мобільної прямопошукової технології частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фотознімків, а також доцільність її використання в комплексі із традиційними геофізичними методами при проведенні геологорозвідувальних робіт на нафту, газ, природний водень, рудні корисні копалини і воду.

Під час інструментальних вимірювань за фотографіями з факелами сигнали на частотах водню не реєструвалися протягом 60 с. Збільшуючи час вимірювань, можна зареєструвати відгуки на частотах водню. Однак затримка в фіксації відгуків від різних речовин (в даному випадку від водню) пов'язана з незначним вмістом шуканої речовини в розрізі ділянки (в тому числі в палаючому факелі). Це ще один доказ того, що в районі розташування свердловини поклади природного водню в промислових обсягах відсутні!

Інструментальними вимірюваннями підтверджено також перспективи виявлення покладів нафти і газу на ділянці обстеження – в районі зі свердловиною зафіксовано відгуки на частотах метану. Про це також свідчать факти реєстрації відгуків на частотах метаноокислюючих бактерій при обробці фотознімків більшої площі. Враховуючи, що метаноокислюючі бактерії створюють свої колонії у верхніх горизонтах розрізів в зонах міграції газу (метану) в атмосферу, можна також стверджувати, що процес міграції метану в атмосферу в межах досліджуваної території триває і на теперішній час. Факти міграції можуть бути підтвержені виконанням додаткової процедури інструментальних вимірювань.

В межах ліцензійної ділянки зі свердловиною з використанням мобільних прямопошукових методів бажано оперативно провести детальні пошукові роботи з метою оцінки доцільності буріння свердловин для видобутку нафти і газу. А якщо в розрізі ділянки будуть закартовані нафтогазоносні пласти значної потужності, то ліцензійна ділянка може бути запропонована нафтогазовим компаніям для організації видобутку нафти і газу.

Загалом, є підстави стверджувати, що результати буріння свердловини Noarty NE3 на розвідувальній площі (компанією Natural Hydrogen Energy LLC [7]) та її випробування (компанією НуТерра [11]) підтвердили припущення В.М. Шестопалова про низьку ймовірність виявлення скупчень (покладів) природного водню в промислових (комерційних) об'ємах на ділянках синтезу абіогенних вуглеводнів [10]. Це припущення підтверджується також результатами численних інструментальних вимірювань з використанням прямопошукових методів [3-6]. І завершений проект буріння та вибробування свердловини слід вважати важливою віхою в розвитку, налагодженні та вдосконаленні процесу геолого-геофізичних досліджень з метою пошуків покладів природного водню.

Проекти буріння свердловин в межах розташування базальтових вулканічних комплексів (структур) можуть мати важливе значення для подальшого вдосконалення процесу пошуків покладів природного водню. За допомогою прямопошукових методів в контурах таких структур інтенсивні сигнали на водневих частотах фіксуються майже всюди (в тому числі на невеликих глибинах, у відкладах, які перекривають базальти). Якщо в кількох свердловинах скупчення водню в промислових обсягах будуть виявлені, то процеси пошуків та видобутку природного водню істотно інтенсифікуються.

### Література

1. 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.
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоинформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоинформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоинформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоинформатика. 2020. № 3. С. 29-62, Часть V. Геоинформатика. 2021. № 3-4. С. 51-88.
3. 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.
4. Якимчук М.А., Корчагин И.М. Нові свідчення на користь абіогенного генезису вуглеводнів за результатами апробації прямопошукових методів в різних регіонах світу. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2020. № 9. С. 55—62. <https://doi.org/10.15407/dopovid2020.09.055>
5. 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.
6. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Особенности глубинного строения крупных зон водородной дегазации в различных регионах земного шара по результатам частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и фотоснимков. Геоинформатика. 2021. № 1-2. С. 3-42.
12. Natural Hydrogen Energy LLC. <https://www.nh2e.com/>
7. 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. Conference Proceedings, 18th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects, May 2019, Volume 2019, p.1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902022>  
<https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.201902022>
8. Шестопалов В.М., Лукин А.Е., Згоник В.А., Макаренко А.Н., Ларин Н.В., Богуславский А.С. Очерки дегазации Земли. Киев, тов. «БАДАТА-Интек сервис». 2018. 632 с.
9. Шестопалов В.М. О геологическом водороде. Геофизический журнал, 2020. 42(6), 3-35. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i6.2020>.
10. HyTerra (ASX:HYT) <https://hyterra.com/>