

<https://doi.org/10.15407/gpimo2021.01.075>

В.В. Гордієнко, доктор геол.-мін. наук, професор, завідувач відділу

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

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: gordienkovadim39@gmail.com

ORCID 0000-0001-9430-7801

Scopus authorId 7102473958

Л.Я. Гордієнко, наук. співр.

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

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: lyagord@gmail.com

ORCID 0000-0002-8067-9732

Я.А. Гончарова, кандидат мед. наук, ст. наук. співробітник,

лікар вищої категорії, невролог,

Інститут невідкладної та відновної хірургії ім. В.К.Гусака НАМН України

E-mail: yana.nevro@gmail.com

В.М. Тарасов, кандидат геол. наук, провідний науковий співробітник

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

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: tarigtv@gmail.com

Scopus authorId=7202005503

ЗОНИ СУЧАСНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ І СХЕМА ПРОНИКНОСТІ ЗЕМНОЇ КОРИ УКРАЇНИ

Розглянута спроба доповнити критерії виявлення зон сучасної активізації на території України даними досліджень концентрації гелію в підземних водах. Попередній аналіз інформації показав, що в якості регіональних критеріїв можуть бути застосовані відомості про аномалії теплового потоку, підвищеної електропровідності порід земної кори і верхньої мантії, розподіл мантійних гравітаційних аномалій, підняття поверхні за останні мільйони років. Вони обрані серед інших саме через поширення відповідної інформації на всій території країни. Цьому критерію відповідає і схема проникності земної кори України, що являє собою фрагмент схеми проникності земної кори Європейської частини ЄСРП за результатами гелієвих досліджень.

Показана принципова можливість застосування даної інформації для виділення районів максимальних концентрацій гелію в приповерхневих водах, перш за все — пов'язаних з розривними порушеннями. Вони зосереджені на південному заході України і в Молдові. Відзначено недоліки схеми, обумовлені слабкою вивченістю і значними варіаціями фонових концентрацій газу, безпосередньо викликані не сучасною активізацією, а особливостями генерації гелію породами

Цитування: Гордієнко В.В., Гордієнко Л.Я., Гончарова Я.А., Тарасов В.М. Зони сучасної активізації і схема проникності земної кори України. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2021. 17, № 1: 75—84. <https://doi.org/10.15407/gpimo2021.01.075>

верхньої частини земної кори. Виникають неузгодженості між раніше отриманими уявленнями про активізовані зони і даними схеми. Вони особливо великі в Карпатському, Кримському і Донецькому регіонах, помітні і в інших. Тому вважається за необхідне, перш за все, продовження досліджень, згущення мережі спостережень і розробка методики аналізу їх результатів.

Ключові слова: зони сучасної активізації, проникність земної кори, критерії, гелій, підземні води.

Вступ

Вивчення зон сучасної активізації (ЗСА) на території України проводиться авторами протягом великого проміжку часу і дало помітні результати [5 та ін.]. З використанням регіональних критеріїв — розподілів теплового потоку, зон електропровідності в корі і мантії, мантійних аномалій гравітаційного поля, амплітуд сучасних піднять встановлені їх контури з різним ступенем ймовірності, в залежності від кількості співпадаючих ознак — від 50 до 100%. Локальні ознаки активізації розташовуються переважно всередині зон, але вони не утворюють зв'язної структури, яка б дозволяла розглянути внутрішню будову цих об'єктів. Перш за все йдеться про обмеження порівняно невеликих блоків і характеристик міжблокових зон, що, як правило, включають розломи.

З ініціативи О.М. Єремеєва у Всесоюзному науково-дослідному інституті мінеральної сировини імені Н.М. Федоровського (ВІМС) близько 50 років тому було розпочато систематичні дослідження великих територій за допомогою приповерхневої гелієвої зйомки. В отриманих результатах чітко виявилася блокова структура кристалічного фундаменту, приуроченість аномально високих концентрацій гелію до розломів різного рангу, з якими часто пов'язувалися ознаки рудоносності. Отримані матеріали широко використовувалися геологами різного профілю. Частина покладених на них надій, наприклад, пошук уранових родовищ, не виправдалася. Проте, за допомогою гелієвої зйомки і зараз вирішується ряд важливих завдань, зокрема, в інженерній геології. Авторами проведено регіональний огляд схеми проникності земної кори за даними гелієвих досліджень [14], що дало можливість доповнити проведене вивчення ЗСА України.

Гелій в підземних водах

Вибір саме гелію на роль індикатора просторового розподілу проникності обумовлений його відносно широким розповсюдженням в континентальній корі, переважно в її верхній частині (утворенням при радіоактивному розпаді) і високим значенням коефіцієнта дифузії. За останнім параметром він поступається серед поширених газів кори тільки водню (табл. 1). За поширеністю у Всесвіті гелій займає друге місце після водню (23 і 76 % відповідно). На Землі в 1 м³ повітря міститься 5,24 см³ гелію, середній вміст в літосфері — $3 \cdot 10^{-7}$ % [16].

Таблиця 1. Коефіцієнт дифузії (D) газів у воді і повітрі при нормальних умовах [13]

Газ	D (в воді) 10 ⁻⁵ см ² /с	D (в повітрі) см ² /с	Газ	D (в воді) 10 ⁻⁵ см ² /с	D (в повітрі) см ² /с
He	≈3	≈ 0,65	CO ₂	1,6	0,14
N ₂	4,6	0,61	CH ₄	2,2	0,23
N ₂	1,8	—	C ₂ H ₆	1,6	0,18
O ₂	1,9	0,17	C ₃ H ₈	1,3	0,14

Абсолютна величина коефіцієнта дифузії гелію в воді настільки мала, що за геологічний час (10—100 млн. років) його переміщення може скласти не більше 0,6—3,0 км, в твердій речовині за той же час — всього перші метри або перші десятки метрів. Порівняно висока дифузійна здатність дозволяє газу потрапити в підземні водні потоки за геологічно короткий час. Утриманню гелію в воді сприяє розчинність гелію. В 1 л води при 200 °С розчиняється близько 8,8 мл. Тому головним механізмом міграції гелію в надрах є перенесення його флюїдами [13]. Концентрації газу дуже мінливі, перш за все — за глибиною (табл. 2).

Зниження вмісту гелію на малих глибинах пов'язані, перш за все, з розведенням підземних вод поверхневими [7, 8]. Значні і латеральні варіації. Наприклад, в межах Середньодністровського (Подільського) глибинного розлому виявлена велика аномалія вмісту гелію: його тут 15—20 % газової фази тріщинних вод в порівнянні з 0,01—0,2 % на Українському щиті [7 та ін.].

В результаті уявлення про більшу і меншу проникності, що фіксується у вигляді концентрацій He, в різних районах має відносний сенс, що істотно знижує можливість застосування схеми. Перепад між фоном концентрацій в межах кожного з регіонів досягає 10—15 разів, іноді більше [7, 8, 11, 14 та ін.]. Ймовірно, максимальні по інтенсивності аномалії розташовані в районах виходів термальних вод. Тут перевищення фону становить 20—200 разів [11 та ін.].

Необхідно зупинитися на екологічному аспекті гелієвої дегазації і сучасної активізації в цілому. У деяких публікаціях цим подіям надається надзвичайний характер. «Людство не повинно припускати, що зараз на планеті відбувається щось звичайне. ...людина — на порозі чергового спалаху базальтового вулканізму... природа може готувати чергову катастрофу» [10, с. 26—27 та ін.]. Поширені уявлення про вплив екстрагованих з надр газів на психіку цілих народів в активних регіонах («дуги пасіонарності» за Л.Н. Гумільовим) і більш локальних проявів невропатії. Аналіз наявних літературних джерел свідчить про малу ймовірність подібних реакцій на гелій. Лише при дуже високих його концентраціях в повітрі можлива гіпоксія клітин головного мозку з усіма властивими цьому захворюванню симптомами. Але такий вміст недосяжний навіть біля ба-сейнів (відкритих) з гелієвими термальними водами.

Порівняння схеми проникності земної кори України і ЗСА

На рис. 1 показана схема проникності земної кори України і Молдови за даними гелієвих досліджень. Вона являє собою фрагмент схеми проникності земної кори Європейської частини Євразії [14]. Для зіставлення з нею використані схеми розподілу ЗСА України (рис. 2) і значень R (${}^3\text{He}/{}^4\text{He} \cdot 10^8$) (рис. 3). На рис. 3 наведені також дані по районам Молдови, Білорусі та Росії.

Таблиця 2. Середні значення концентрацій гелію для тріщинних і ґрунтових вод Северинського родовища [3]

Типи вод	Глибина, м	Гелій, см ³ /л
Тріщинні води глибоких свердловин	700	3,36
Води крутопадаючих обводнених зон, притаманих тектонічним порушенням	100—500	1,25
Тріщинні води кори вивітрювання	100—150	0,0184
Горизонт ґрунтових вод	15—80	0.000617

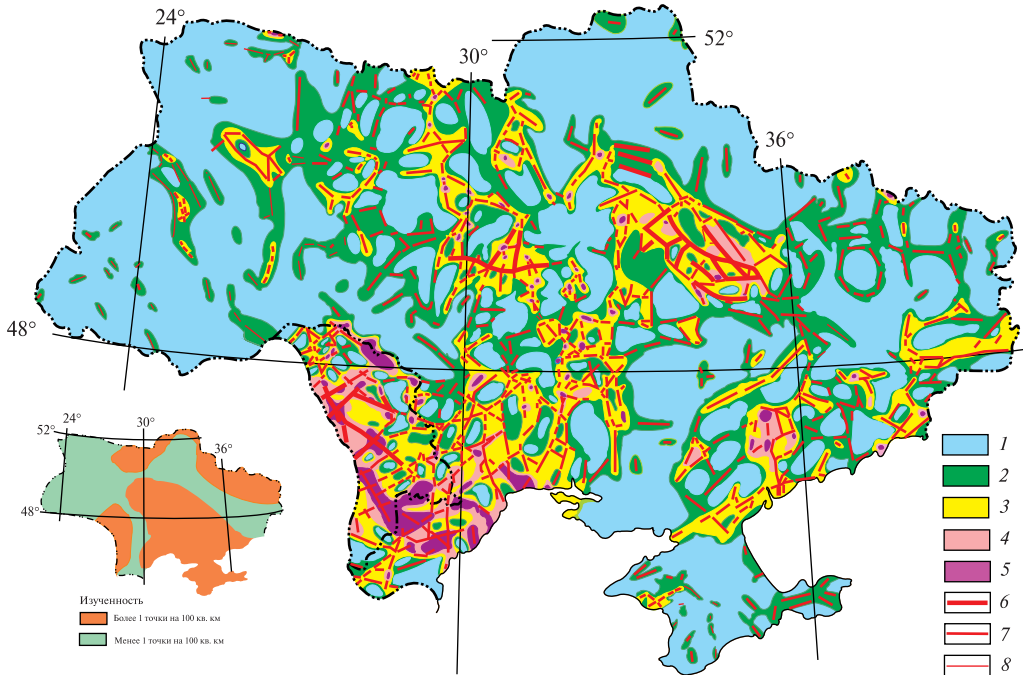


Рис. 1. Схема проникності земної кори України і Молдови за даними гелієвих досліджень: 1 — малопроникні блоки, 2 — внутрішньоблокові слабопроникні зони, 3 — міжблочні проникні зони, 4 — міжблочні найбільш проникні зони, 5 — ділянки максимальної проникності. Проникність розломів: 6 — найбільш проникні ділянки, 7 — проникні ділянки, 8 — малопроникні ділянки

Відмічається принципова відмінність даних схем в Карпатському регіоні (північній частині західної ЗСА України). Активізація тут, по суті, не вимагає особливих доказів: відомі аномалії теплового потоку (ТП), в тому числі і найбільш інтенсивні в Україні, корові і мантійні зони високої електропровідності, негативні мантійні аномалії швидкості та щільності під корою, підняття поверхні. Виявлено високі концентрації гелію в підземних водах, в значній частині проб помітна мантійна мітка (R досягає 323 при фоновому значенні близько 2). Уздовж розломів (в тому числі і перпендикулярних до простягання Карпат) визначені зони молоді рудної мінералізації, в Закарпатському прогині рудні скупчення мають високу концентрацію. У шліхових пробах рудний матеріал простежується майже до північно-східного кордону ЗСА [5]. А на схемі проникності тут практично відсутні будь-які ознаки активності. Можливо позначилася недостатня вивченість за гелієм при складанні схеми. Навпаки, інформація по території Молдови і прилеглої частини України непогано узгоджується. Поширення ЗСА в межі Молдови не викликає сумнівів. Тут повсюдно підвищений ТП, виявлено ряд провідних зон в корі і верхній мантії, відомі інтенсивні знакозмінні вертикальні рухи поверхні в неоген-четвертинний час у всьому Дністровсько-Прутському межиріччі [12]. Складна структура інтенсивних аномалій концентрації гелію в підземних водах, добра вивченість за даним параметром [8] дають можливість детальної і змістовної геологічної інтерпретації. Але і тут можна замітити необґрунтованість висновків авторів схеми на

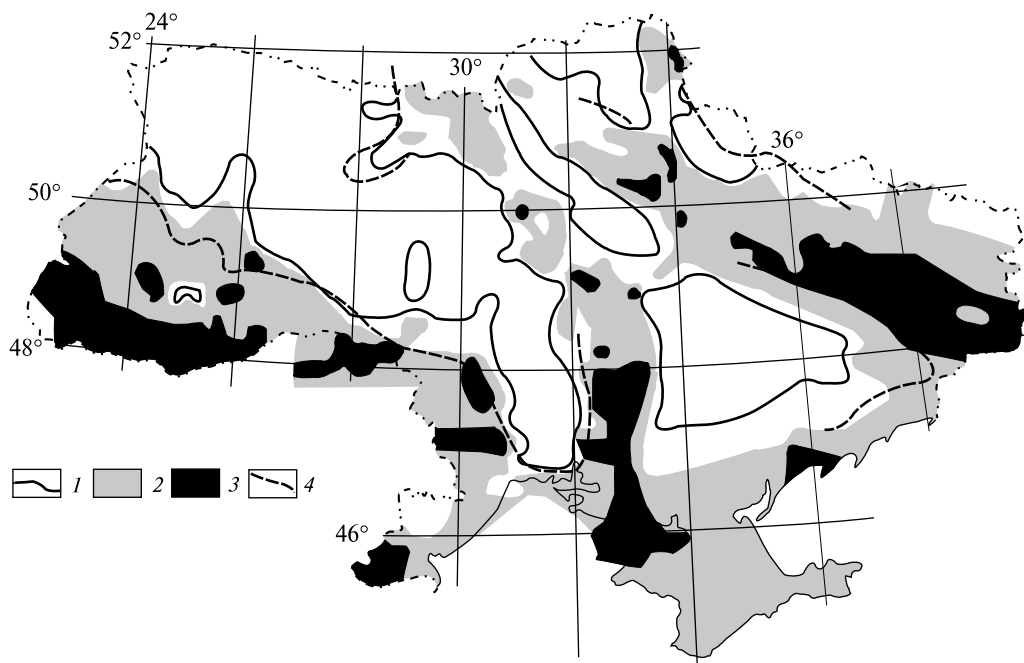


Рис. 2. Зони сучасної активізації території України: 1 — межі зон з ймовірністю 50 %, 2 — зони з ймовірністю 75 %, 3 — зони з ймовірністю 100 %, 4 — кордони зон за даними про швидкість сейсмічних хвиль під Мохо

оцінку проникності земної кори в цілому. На території Молдови не зафіксовано аномальних величин R . Отже, не можна говорити про присутність мантійної складової гелію і проникнення ним всієї кори. З іншого боку, мантійний гелій в тій чи іншій мірі присутній в усіх ЗСА України, а при визначеній в Молдові концентрації корового ${}^4\text{He}$ може бути просто непомітний. Не виключено, що смуга значної генерації гелію в верхній частині кори простягається на північ, в район Передкарпатського прогину, де саме з цієї причини не вдалося виявити аномальних значень R .

Слід враховувати, що типова корова (фонова) величина R не є константою. Вона спеціально розраховується і може дещо варіювати від регіону до регіону. В даному випадку розраховане [7] R порід «гранітного» і «базальтового» шарів кори України, виходить з припущення, що первинна кора в момент виплавлення з мантії мала своєрідну гелієву складову. В процесі подальшої історії R змінювалося за рахунок радіоактивного розпаду в породах відповідного складу. В якості вихідних прийняті концентрації ${}^3\text{He}$ і ${}^4\text{He}$ в молодій океанічній корі, мантійна мітка якої за експериментальними спостереженнями залишається не стертою. З проведених розрахунків випливає, що концентрації утворюваного в нижній і верхній частинах кори радіогенного гелію вже в перші 500 млн років набагато перевищують первинні. При радіоактивному розпаді утворюється набагато більше ${}^4\text{He}$, значення R різко знижується. Для сучасного «базальтового» шару розрахункове R — 1, а для «гранітного» — 2. Фонове значення R на Українському щиті повністю відповідає коровій природі наявного тут гелію. При переході від первинної (основної або середньої за складом) кори до сучасної породи мають пройти стадію плавлення. При цьому структури первинних мінералів руйнують-

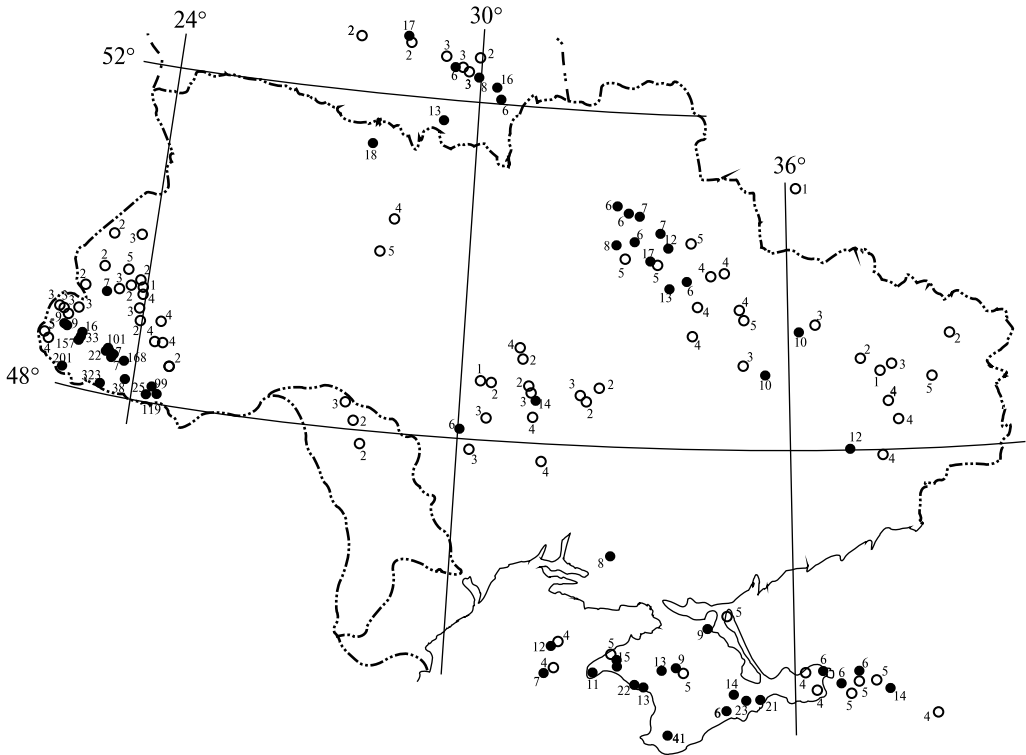


Рис. 3. Результати визначень ізотопного відношення гелію (R) на території України [7]

ся, що супроводжується дегазацією і перерозподілом гелію. Тому важко очікувати збереження значних кількостей He, наявного в первинній корі. Перетворення порід «базальтового» шару від основних ефузивів і малоглибинних інтрузій до порід гранулітової фації могло проходити без переплавлення. А наведені по базальтоїдах океанічного дна і рифтових зон дані вказують на те, що їх кристалізація не супроводжувалася повною дегазацією. Тріщинні води в районах поширення основних і ультраосновних порід УЩ не вивчені, тому поки залишається неясним, яким може бути вплив подій в «базальтовому» шарі на величини R на порівняно невеликих глибинах (100—300 м). Однак, цілком логічно припустити, що підвищеними R характеризуються лише породи, а стан у водах близький до радіогенного.

Відзначимо також, що значна величина R не обов'язково свідчить про мантійний внесок. На рис. 3 наведено результат визначення даної величини на півночі Українського щита (Пержанський масив), де $R=18$. Розрахунок показує, що ця величина цілком виправдовується високим вмістом літію в породах масиву. З наведеного можна зазначити, що назва схема проникності земної кори не зовсім коректна.

У східній (Дніпровсько-Донецькій), південній (Причорноморсько-Кримській) і центральній (Дніпровській) ЗСА можна відзначити як певні відповідності активізації і проникності, так і розбіжності в оцінках інтенсивності цих процесів. В цілому територія даних зон видається більш проникною, ніж навколишніх районів платформи, що не зазнали сучасної активізації. Однак є райони

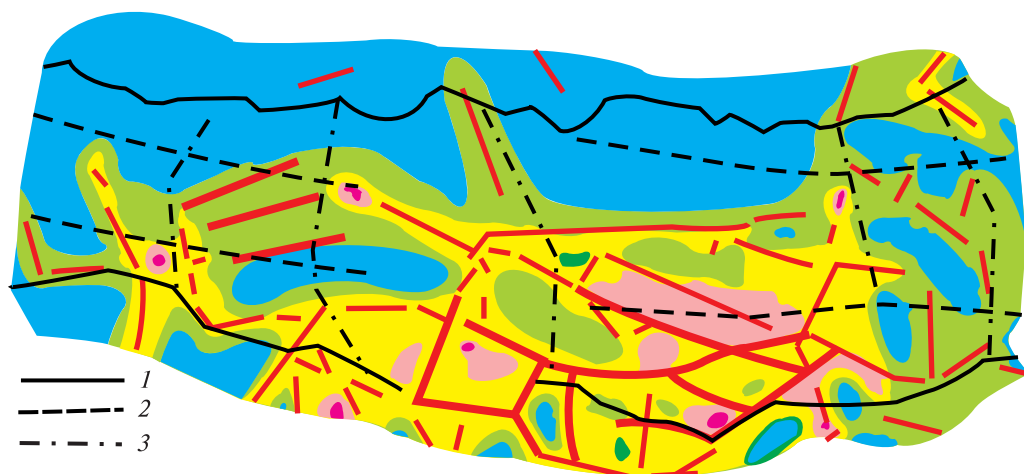


Рис. 4. Порівняння зон проникності земної кори з розломами ДДЗ, до яких приурочені родовища вуглеводнів: 1 — розломи обрамлення герцинського грабена, 2 — крайові розломи рифейського грабена, 3 — поперечні розломи

з невизначеною проникністю, це значна частина Донбасу за межами Нагольного кряжа, переважна частина Криму, де не проявляє себе в якості проникного навіть розлом на кордоні півострова і западини Чорного моря.

Розгляд більш детальних подробиць схеми розглянемо на прикладі Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), де досить докладно представлені дані щодо щільності розподілу запасів вуглеводнів, аномалій електропровідності, теплового потоку і гравітаційного ефекту мантії. Всі вони приурочені до глибинних розломів [1, 4, 6, 15]. Це, перш за все, крайові розломи рифейського грабену ДДЗ, розломи герцинського грабену, основні поперечні порушення [9]. Логічно припустити, що саме вони є найбільш проникними на території нафтогазоносного басейну. Також з родовищами, що приурочені до розломів, пов'язані аномальні значення ізотопії гелію, що можуть вказувати на домішки мантійного матеріалу. Однак, такої відповідності не спостерігається (рис. 4).

Звичайно, зони розломів мають умовні лінії. За даними [2] в наведеному на рис. 4 регіоні (мова не йде про рифейські розломи, поверхневі прояви яких невідомі) вони в середньому складають смуги шириною близько 40 км. Тобто зони розломів покривають значну частину території западини. Але геологічно активні розломи на 60 % своєї протяжності проходять по блоках з малою і низькою проникністю, і лише подекуди збігаються з виявленими гелієвою зйомкою проникними розломами. Говорити в даному випадку про узгодження схем трудно.

Можливо, більш предметним буде порівняння схеми і даних про нафтогазоносність ДДЗ. На рис. 5 показаний контур основного вуглеводневого басейну западини (без вузької смужки родовищ газу уздовж північного кордону Донбасу). Родовища [1] розташовані на тлі малопроникних блоків і слабопроникних внутрішнь-облокових зон з одного боку і більш проникних (аж до самих проникних) — з іншого. Підраховано сумарні запаси у кількості тон умовного палива. У першому випадку їх виявилось 2711 млн т, у другому — 744 млн т. Тобто 78 % запасів сконцентровано в несприятливих з точки зору проникності земної кори місцях.



Рис. 5. Зіставлення проникності земної кори і розміщення родовищ вуглеводнів ДДЗ: 1 — малопроникні блоки і слабопроникні внутрішньоблокові зони, 2 — більш проникні (аж до максимальної проникності) міжблокові зони, 3 — контури родовищ

При безпосередньому зіставленні в межах ДДЗ локальних порушень за [9] з винесеними на схемі не вдається зробити певний висновок про їх погодження. На карті мережа розломів багато щільніша, в деяких місцях її окремі елементи відповідають виділенім за геліометрією розломам (особливо в центральній частині западини), в інших — ні.

Висновок

Схема проникності земної кори за даними гелієвих досліджень в принципі є ще одним різновидом регіонального критерію визначення зон сучасної активізації. Привертає увагу саме просторове охоплення території, пов'язане з широким розповсюдженням помітних концентрацій газу в приповерхневих водах. Але недостатня у багатьох районах щільність мережі досліджень і спрощений методичний підхід до тлумачення даних не дозволяють безпосередньо співставляти дані схеми з іншими критеріями [5].

На прикладі найбільш детально вивченого південно-західного регіону можна припустити (при використанні кількісних характеристик гелієвмістності) можливість зіставлення з іншими регіональними критеріями, але даний фрагмент схеми знаходиться на території Молдови.

Одним з небагатьох достовірно фіксованих схемою фактів є виявлення мінливості проникності розломів за простяганням. В роботі [5] зазначалося, що представлені активні в останні кілька мільйонів років порушення [2] за морфологічними ознаками простягаються на надто великі відстані.

В цілому здається цікавим продовження досліджень гелієвмістності підземних вод, що передували складанню схеми, з метою істотного ущільнення мережі спостережень із залученням до тлумачення результатів геолого-геофізичних даних, отриманих за минулі десятиліття. Причому, якщо вище йшлося виключно про використання схеми в якості одного з критеріїв визначення зон сучасної активізації та вивчення їх внутрішньої структури, то таке обмеження слід визнати

штучним. Наявний матеріал дозволяє виявити за межами ЗСА ряд районів з підвищеною проникністю, принаймні, у верхній частині кори. Це стосується перш за все блоків в центральній частині Українського щита та їх продовження на схилі і в Південно-Українській монокліналі. Деталізація схеми, безсумнівно, виявить інші подібні структури, природа яких заслуговує спеціального дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас родовищ нафти і газу України. Т. I—VI. Під ред. М.М. Іванюти та ін. Львів: Центр Європи. 1998.
2. Верховцев В. Новітні вертикальні рухи земної кори території України, їх взаємовідношення з лінійними та кільцевими структурами. Енергетика Землі, її геолого-екологічні прояви, науково-практичне використання. Київ: КДУ. 2006. С. 129—137.
3. Глебовская В.С. Заключительный отчет: «Определение возможности использования изотопов гелия и других благородных газов для оценки ураноносности глубинных структур Украинского щита и Кавказа». 1975.
4. Гордиенко В.В. Современная активизация и месторождения углеводородов. *Глубинная нефть*. 2013. № 12. С. 1688—1710.
5. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Гордиенко Л.Я., Завгородняя О.В., Логвинов И.М., Тарасов В.Н. Зоны современной активизации территории Украины. *Геофиз. журнал*. 2020. № 2. С. 29—52.
6. Гордієнко В.В., Гордієнко І.В., Завгородня О.В., Логвінов І.М., Тарасов В.М. Про джерела родовищ вуглеводнів. *Геол. і кор. копал. Світового океану*. 2020. 16, № 3. С. 30—52.
7. Гордиенко В.В., Тарасов В.Н. Современная активизация и изотопия гелия территории Украины. Киев: Знання. 2001. 100 с.
8. Гырля А.В., Морару К.Е. Геохимические особенности распространения гелия в грунтовых водах (на примере юга Республики Молдова). *Buletinul Institutului de geologie si seismologie ASM*, 2014, № 1, PP. 152—162.
9. Карта разрывных нарушений и основных зон линейментов юго-запада СССР. Ред. Н.А. Крылов. Москва: Мингео СССР. 1988. 4 л.
10. Макаренко Г.Ф. Периодичность базальтов, биокризисы, структурная симметрия Земли. Москва: Геоинформмарк. 1997. 98 с.
11. Материалы конференции «Эндогенная активность Земли и биосоциальные процессы». Москва: ИФЗ РАН. 2014. 95 с.
12. Покатилов В.П., Бакатчук П.Д. О природе левосторонней асимметрии долин рек Молдавского Припутья. *Тектоника и стратиграфия*. 1976. № 11. С. 41—44.
13. Поляк Б.Г. Тепломассопоток из мантии в главных структурах земной коры. Москва: Наука. 1988. 192 с.
14. Схема проницаемости земной коры Европейской части СССР по данным гелиевых исследований. М-6 1:2 500 000. Ред. А.Н. Еремеев. Мингео СССР. ВИМС. 1983.
15. Gordienko V.V., Gordienko I.V., Zavgorodnyaya O.V. Geothermal resources of Ukraine. *Геоф. журнал*. 2018. № 5. С. 269—285.
16. Reimer G. Helium Soil Gas Survey of Aurora Uranium Deposit, McDermitt Caldera Complex, Oregon. *J.G.R.* v. 91, B 12. 1986. PP. 12355—12358.

Стаття надійшла 28.02.2021

V.V. Gordienko, Dr. Sci. (Geol.& Mineral.), Professor,
Head of Department
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: gordienkovadim39@gmail.com
ORCID 0000500025561950486

Scopus authorId=7102473958
L.Ya. Gordienko, Research Scientist
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: lyagord@gmail.com
ORCID 0000-0002-8067-9732

J.A. Goncharova, PhD (Medicine),
Highest-category physician, neurologist,
V.K.Husak Institute of Neurological and Essential Surgery of NAMS of Ukraine
E-mail: yana.nevro@gmail.com

V.M. Tarasov, PhD. (Geology), Leading Scientific Associate
Institute of Geophysics of S.I. Subbotin of NAS of Ukraine,
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: tarigvt@gmail.com
Scopus authorId=7202005503

ZONES OF RECENT ACTIVATION AND SCHEME OF THE EARTH CRUST PERMEABILITY OF UKRAINE

An attempt is considered to supplement the criteria for identifying zones of recent activation in the territory of Ukraine with another one — data on the results of studies of helium concentration in groundwater. The previous analysis of information showed that as regional criteria, information can be applied on anomalies in heat flow, increased electrical conductivity of Earth's crustal and the upper mantle rocks, distribution of mantle gravitational anomalies, and surface uplifts over the past millions of years. They were chosen among others precisely because of the dissemination of relevant information throughout the country. This requirement is also met by the permeability Scheme of the earth's crust of Ukraine, which is a fragment of the permeability Scheme of the earth's crust of the European part of the USSR based on the results of helium studies.

The principal applicability of such information for solving the problem is shown. Areas of maximum helium concentrations in near-surface waters are indicated, primarily those associated with disjunctive dislocation. They are concentrated in the south-west of Ukraine and in Moldova. The disadvantages of the Scheme are noted, due to poor study and significant variations in background gas concentrations, directly caused not by recent activation, but by the peculiarities of helium generation by rocks of the upper part of the earth's crust. There are inconsistencies between the previously obtained ideas about the activated zones and the data of the Scheme. They are especially large in the Carpathian, Crimean and Donetsk regions, and are noticeable in others. Therefore, it seems necessary, first, to continue research, thicken the network of observations and develop a methodology for analyzing their results.

Key words: *zones of recent activation, permeability of the earth's crust, criteria, helium, groundwater.*