

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИПОВЕРХНЕВИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОЮ ВИВЧЕННЯ ГЕОЛОГО-ГЕОХІМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗЕЛЕНОГАЙСЬКОЇ ПЛОЩІ ТА ОДНОІМЕННОЇ ІМПАКТНОЇ СТРУКТУРИ

В.Г. Семенюк

(Рекомендовано акад. НАН України П.Ф. Гожиком)

*Компанія «Смарт Енерджи», Київ, Україна, E-mail: v.semenuk@ukrgv.com
Головний геолог компанії «Смарт Енерджи».*

Проведено комплекс приповерхневих структурно-геологічних, термометричних і атмогеохімічних досліджень (СТАГД) з метою вивчення структурно-геологічної будови Зеленогайської площі. Комплексом польових, лабораторно-аналітичних та камерально-тематичних робіт встановлені характеристики розподілу температурних, еманційних і газогеохімічних полів.

Ключові слова: СТАГД, Зеленогайська імпактна структура.

IMPLEMENTATION OF SUBSURFACE INVESTIGATION METHODS ON ZELENOGAYSKA IMPACT CRATER IN ORDER TO STUDY ITS GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES

V.G. Semenuk

(Recommended by academician of NAS of Ukraine P.F. Gozhik)

*LLC «Smart Energy», Kiev, Ukraine, E-mail: v.semenuk@ukrgv.com
Chief geologist of LLC «Smart Energy».*

In order to study the geological structure of Zelenogayska impact crater and presence of gas within it, the complex of structural-thermo-atmogegeochemical research (STAGR) was conducted. For the first time satellite image interpretation of impact crater area was carried out that make it possible to clarify its structure. Applying of the complex of field, laboratory and analytical works provides identifying of thermo-atmogegeochemical characteristics of fields. Based on the correlation analysis of the relationship between the components of certain gases, promising areas in search of hydrocarbon accumulations was allocated.

Key words: STAGR, Zelenogayska impact crater.

ВНЕДРЕНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗЕЛЕНОГАЙСКОЙ ПЛОЩАДИ И ОДНОИМЕННОЙ ИМПАКТНОЙ СТРУКТУРЫ

В.Г. Семенюк

(Рекомендовано акад. НАН Украины П.Ф. Гожиком)

*Компания «Смарт Энерджи», Киев, Украина, E-mail: v.semenuk@ukrgv.com
Главный геолог компании «Смарт Энерджи».*

Проведен комплекс приповерхностных структурно-геологических, термометрических и атмогеохимических исследований (СТАГИ) с целью изучения структурно-геологического строения Зеленогайской площади. Комплексом полевых, лабораторно-аналитических и камерально-тематических работ установлены характеристики распределения температурных, эманационных и газогеохимических полей.

Ключевые слова: СТАГИ, Зеленогайская импактная структура.

Вступ

Площа досліджень знаходиться в Знам'янському районі Кіровоградської області поблизу сел. Зелений Гай в 45 км на північний схід від м. Кіровоград, між населеними пунктами Новопокровка (5 км на північ), Іванівка (7,5 км на північний захід), Федірки (4 км на південь), в басейні р. Інгулець на правому березі р. Дніпро. В центрі досліджуваної площі розташована Зеленогайська імпактна структура, яка морфологічно не знаходить відображення (рис. 1.)

За схемою регіонального геолого-структурного районування кристалічного фундаменту Українського щита (УЩ) район досліджень знаходиться в межах Знам'янського блоку 3-го рангу, який входить до складу Інгульського блоку 2-го рангу, що є

складовою частиною Кіровоградського блоку 1-го рангу Центрально-Українського геоблоку УЩ [Пояснювальна..., 2004] (рис. 2).

У межах досліджуваної площі виділяються два основних комплекси порід фундаменту: 1) метаморфічний протогоеосинклінальний структурно-формаційний комплекс палеопротерозойської евригеосинкліналі (флішоїдна метаалевроліт-метапісковикова формація (чечеліївська світа)) у південно-східній та 2) частково у північній частинах ділянки досліджень та формація граніт-мігматитова (кіровоградський комплекс) у північно-східній її частині. Також у північно-східній частині знаходиться залізна метавулканогенно-метатеригенна підформація (нижня підсвіта спасівської світи).

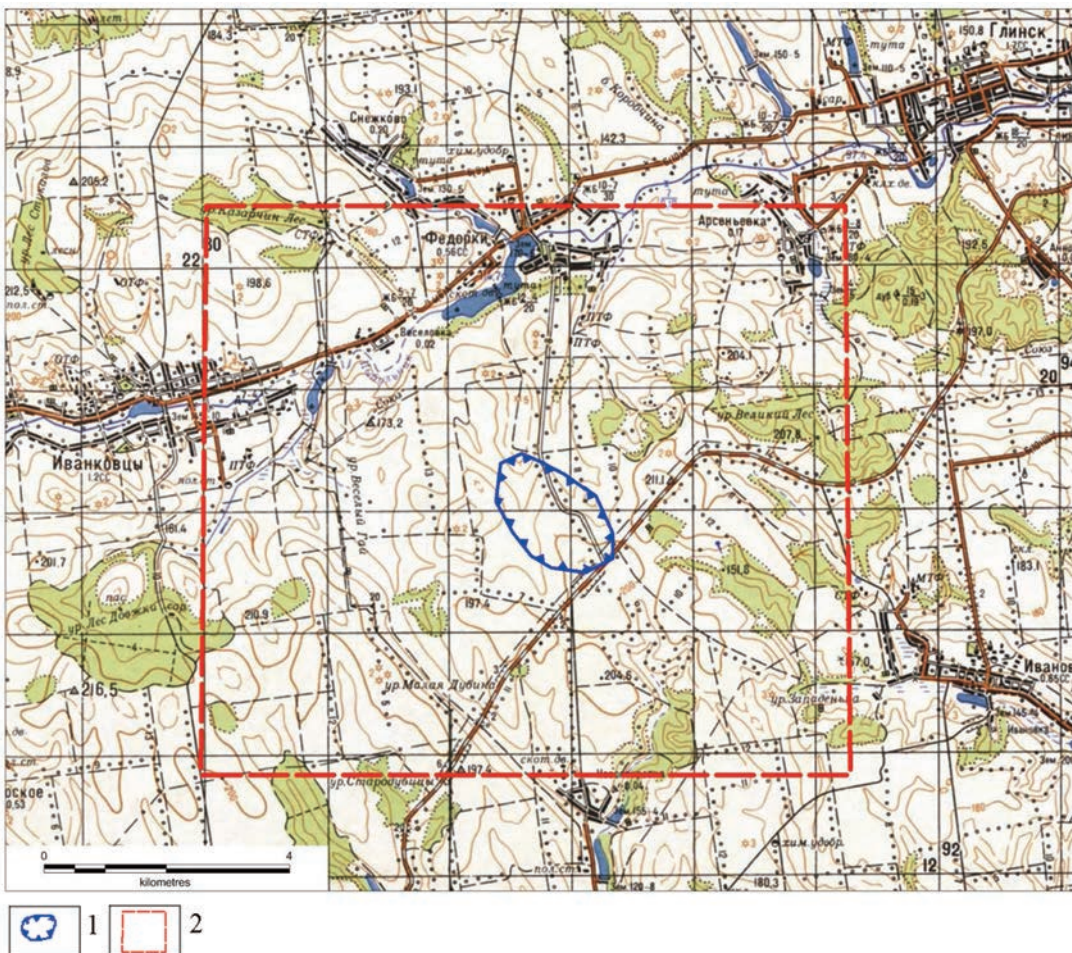


Рис 1. Положення Зеленогайської структури на топографічній карті м-бу 1 : 100 000 із зображенням контуру проведених робіт за методикою СТАГД

1 – контур Зеленогайської імпактної структури згідно з тектонічною схемою м-бу 1 : 500 000 (аркуш М-36XXVII);
2 – контур ділянки робіт СТАГД

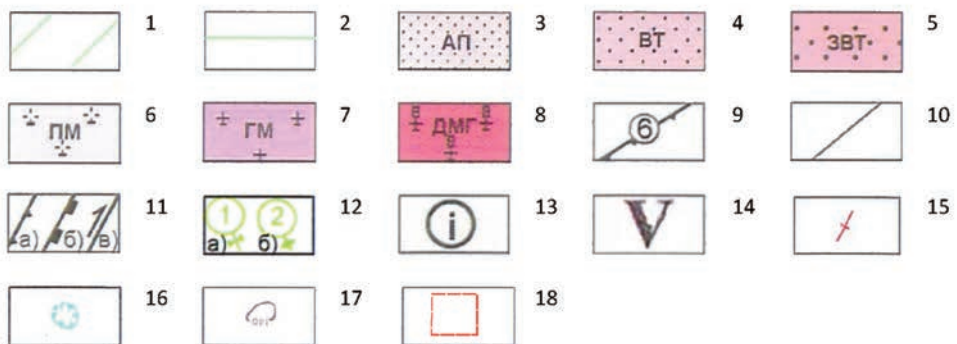
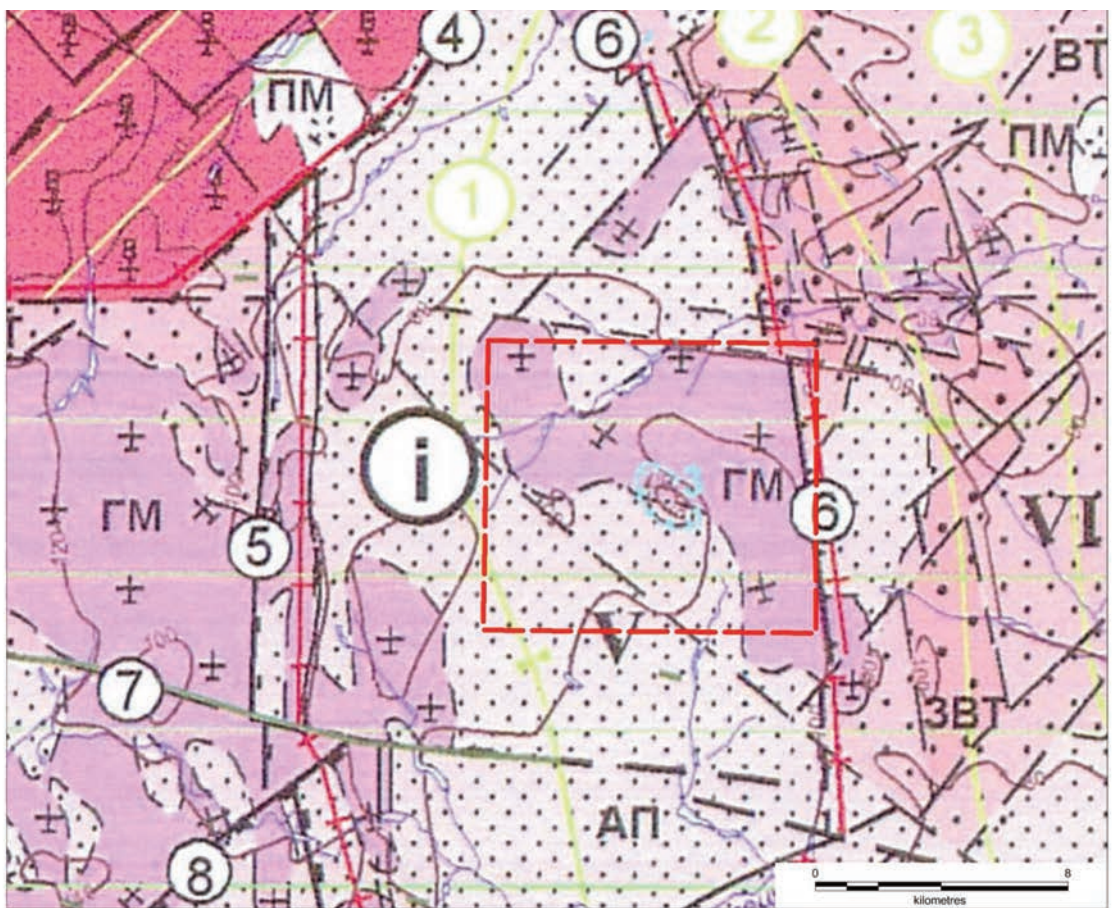


Рис. 2. Розташування Зеленогайської структури на фрагменті «Тектонічна схема кристалічного фундаменту». М-б 1 : 500 000. Аркуш М-36ХХVII [Пояснювальна..., 2004] із зображенням контуру Зеленогайської структури і контуру проведених робіт за методикою СТАГД

Умовні позначення до рис. 2

Інгуло-Інгулецька структурно-формаційна зона:

1 – Чигиринська підзона, 2 – Приінгульська підзона.

Структурно-речовинні комплекси:

Метаморфічні утворення:

3 – протогеосинклінальний структурно-формаційний комплекс палеопротерозойської евіогіосинкліналі. Флі-шoidна метаалевроліт-метапсковикова формація (чечелівська світа); 4 – метавулканогенна кременево-сланцева формація. Метавулканогенно-метатеригенна підформація (верхня підсвіта спасівської світи); 5 – залізна метавулканогенно-метатеригенна підформація (нижня підсвіта спасівської світи).

Ультраметаморфічні та інтрузивні утворення:

Стадія консолідації кори перехідного типу:

6 – формація плагіограніт-плагіомігматитова (інгулецький комплекс).

Стадія орогенезу (консолідації кори континентального типу):

7 – формація граніт-мігматитова (кіровоградський комплекс);

8 – формація діорит-монцоніт-гранітова (новоукраїнський комплекс).

Розривні порушення:

9 – головні регіональні розривні порушення: 4 – Чигиринський, 5 – Знам'янський, 6 – Іванівський, 7 – Цибулівський, 8 – Мар'ївський;

10 – другорядні розривні порушення;

11 – різновиди розломів: а) підкид, б) скид, в) здвиг;

12 – осі пліквативних структур: а) синформних, б) антиформних: 1 – Іванівська синкліналь, 2 – Глинська антикліналь, 3 – Захар'ївська синкліналь.

Блокові структури Кіровоградського блоку:

13 – блоки 2-го рангу: I – Інгульський;

14 – блоки 3-го рангу: V – Знам'янський, VI – Іванівський;

15 – межі блоків: а) 2-го, б) 3-го рангу;

16 – Зеленогайська структура, контури кратера;

17 – ізогіпси поверхні кристалічного фундаменту (проведені через 20 м);

18 – контур ділянки робіт СТАГД

В межах ділянки досліджень фіксуються декілька порушень. Положення її північної границі збігається із субширотним порушенням. Зі сходу межа досліджуваної ділянки збігається з Іванівським підкидом. У південно-західній частині ділянки досліджень відбувається порушення північно-західного напрямку. Крім Іванівського порушення всі інші є ймовірними.

Окрім того, у південно-західній частині досліджуваної площі виділяється ось пліквативної синформної Іванівської синклінали.

В центральній частині площі досліджень знаходиться Зеленогайська імпактна структура. Як западину в породах кристалічного фундаменту вперше її було визначено при геолого-геофізичних дослідженнях В.Н. Білогубом (1972 р.) (аномалія підвищеної електропровідності порід і мінімум сили тяжіння). Попередньо розмір кратера був визначений як 1,3-1,4 км (Вальтер, Рябенко, 1977; Масайтіс та ін., 1980) [Гуров, Гожик, 2006]. В подальшому, виходячи з розміру геофізичних аномалій на Зеленогайській структурі, визначили можливий розмір її діаметра в 1,8-1,9 км. Судячи з розміру геофізичних аномалій і залежності між глибиною і діаметром кратера (Болдуїн, 1968), можлива максимальна глибина сучасної Зеленогайської структури була оцінена в 180 м [Голубев и др., 1980]. Для з'ясування природи аномалії під керівництвом В.П. Брянського пробурена св. 5286 глибиною 214 м, яка під товщею рихлих кайнозойських відкладів розкрила комплекс брекчій кристалічних порід [Гуров, Гожик, 2006]. Бурінням було встановлено, що аномалія зумовлена

локальною котловиною в кристалічному фундаменті [Вальтер и др., 1976]. Проведене А.А. Вальтером вивчення керна свердловини на підставі виявлення відповідних ознак брекчіювання порід [Голубев и др., 1976] (встановлені ознаки ударного метаморфізму: планарні структури в кварці і польовому шпаті, діалектове скло, конуси руйнування) дозволило встановити прояви ударного метаморфізму і зробити висновок про імпактне утворення структури [Вальтер и др., 1976]. Однак В.П. Брянський у 1978 р. вказував, що розповсюдження в межах депресії поліміктової брекчії, яку А.А. Вальтер визначав як імпактну за походженням, дозволило припустити можливе тектонічне утворення структури.

Нові дані про будову кратера отримано в 1976-1977 рр. при бурінні В.А. Голубевим двох св. – 5019 і 5020 (1-15 км на захід від св. 5286) з метою пошуку імпактних алмазів [Гуров, Гожик, 2006]. Ці свердловини розкрили каптогенні породи на глибинах 86,6 і 165,8 м [Голубев и др., 1980]. Обидві свердловини пройдені на північно-західному схилі кратера, і тому повного розрізу імпактних і вибухових брекчій не отримано [Голубев и др., 1980].

Матеріали буріння та геофізичні дослідження вказували на просту будову кратера. Він утворився в біотитових гнейсах і гранітоїдах кіровоградського комплексу протерозою, на поверхні перекритий потужною товщею кайнозойських відкладів.

Платформний чохол залягає на еродованій поверхні кристалічного фундаменту, стратиграфічно і незгідно перекритий з

поверхні ґрунтово-рослинним шаром потужністю 0,5 м [Федоришин, Маківчук, 2004]. Загальна потужність осадового чохла за даними буріння становить в середньому 55 м.

З початку 90-х років ХХ ст. КП «Кіровгеологія» на території Кіровоградського блоку проведено прогнозно-пошукові роботи, пов'язані з пошуками джерел алмазонасності. Однією із структур, що вивчалась, була Зеленогайська. Головний геолог експедиції № 37 М. Кир'янов та геолог В. Чернов з самого початку вважали Зеленогайську структуру ендегенною [Калашник и др., 2013].

В межах структури виконано:

- буріння картувальних (по сітці 100х200 м) глибоких (завглибшки 500 м і більше) свердловин, загальною кількістю понад 100;
- геофізичні дослідження (магніто- та гравіметричні масштабу 1 : 5000 та більше);
- комплекс петрографо-мінералогічних досліджень тощо.

За результатами детальної гравіметричної зйомки була зафіксована від'ємна гравітаційна аномалія у формі гантелі, що була витягнута з північного заходу на південний схід [Маківчук и др., 2012]. Це дозволило припустити, що кратер має подвійну імпактну структуру. За даними [Калашник и др., 2013], на Зеленогайській структурі відкартована структура вибуху вулканогенного типу. Про це свідчить наявність в керні мінералу кусонгіт [Білик та ін., 2014], мантийних сферул і гіалокластів експлозивного походження [Яценко и др., 2013].

Аналіз даних по свердловинах, виконаний «Кіровгеологія», не дозволяє у межах Зеленогайської структури визначити особливості поширення відкладів поверхні фундаменту або окреслити контури трубчастих тіл (діатрем) у фундаменті, простежити їх будову на глибоких горизонтах, оскільки всі свердловини пробурені в межах більшого північно-західного кратера. Північно-західна діатрема має розмір 450х250 м і окреслена по всьому периметру на основі фактичних даних картувальних свердловин; південно-східна діатрема має мінімально можливі реальні розміри 330х280 м, але не визначена через недостатню кількість фактичних даних [Федоришин, Маківчук, 2004].

Таким чином, на сьогодні існує дві основні думки на утворення і будову структури:

1 – імпактна структура, яка виникла внаслідок метеоритного удару;

2 – імпактна структура, що виникла як структура вулканогенного типу.

На думку А.В. Кузьміна і В.Б. Заяц, можливо, існує зв'язок між виникненням вулканізму і метеоритним ударом [Кузьмин, Заяц, 2012].

За схемою регіонального геолого-структурного районування кристалічного фундаменту УЩ район досліджень входить до складу Кіровоградського блоку 1-го рангу, який є складовою частиною Центрально-Українського геоблоку [Пояснювальна..., 2004] (рис. 2).

У структурно-формаційному аспекті Зеленогайська структура знаходиться в Інгуло-Інгулецькій структурно-формаційній зоні, Приінгульській структурно-формаційній підзоні (СФП) в Знам'янському тектонічному блоці, який відокремлений тектонічними порушеннями від Іванівського блоку із сходу та Єлизаветградського із заходу. Блоки відрізняються між собою співвідношенням порід різних геологічних формацій.

Утворення вибухового кратера, як вважалося, аналогічне виникненню Бовтиського, тобто приурочено до межі крейди і палеогену. Пізніше Р.Н. Ротман у посткратерних осадах Зеленогайського кратера встановив пилосі рослини третинного, можливо, палеогенового віку, а в праці [Голубев и др., 1980] можливий вік утворення структури вказувався як неоген – палеоген.

У межах Зеленогайської імпактної структури розташоване однойменне родовище бурого вугілля, що належить до Дніпровського буровугільного басейну.

Алмазонасність порід алогенного комплексу Зеленогайської структури доведена знахідкою одиничних зерен алмазу А.А. Вальтером. В пробі інтервалу 89-95,5 м визначено 10 зерен алмазів, які за розміром і зовнішнім виглядом збігаються з алмазами інших астроблем УЩ [Гуров, Гожик, 2006].

Структурно-термо-атмогеохімічні дослідження (СТАГД)

В 2014 р. у районі Зеленогайської структури на площі 97,84 км² в площовому варіанті з кроком 1х1 км (рис. 3) виконано структурно-термо-атмогеохімічні дослідження (СТАГД).

Спостереження та виміри проведено на 90 пунктах. Мета досліджень – вивчення особливостей структурно-геологічної будови і газоносності комплексом поверхневих методів досліджень.

Роботи проведено за методикою, що розроблена у відділі геоєкології та пошукових досліджень Інституту геологічних наук НАН України та впроваджена в різних регіо-

нах України при виконанні пошуків і розвідки різних видів корисних копалин [Багрій, 2013; Багрій, 2015].

Під час польових робіт проведено: термометричні дослідження; еманційні дослідження (радон, торон); газогеохімічні дослідження за воднем, гелієм, вуглекислим газом; газогеохімічні дослідження за вільними вуглеводнями.



Рис. 3. Розташування пунктів спостереження СТАГД на топографічній основі м-бу 1 : 100 000

1 – пункти спостереження СТАГД та їх номери; 2 – контур ділянки досліджень СТАГД, 3 – контур Зеленогайської структури; 4 – свердловини та їх номери; 5 – вісь Іванівської синкліналі; 6 – Іванівський підкид; 7 – другорядні розривні порушення (ймовірні); 8 – границя порід різного структурно-речовинного комплексу

У лабораторних умовах виконано хромотографічний аналіз відібраних атмогеохімічних проб на гелій, водень, вуглекислий газ, вільні вуглеводні (метан, етан, етилен, пропан, пропілен, ізобутан, бутан, ізопентан, пентан, гексан).

На рис. 4, 5 наведено розподіл показників СТАГД при зіставленні з елементами геологічної карти (рис. 2).

При побудові карт на шкалах показника вказувалось мінімальне та максимальне значення, визначене на площі досліджень при виконанні СТАГД. Ізолінії проведено по обов'язкових рівнях: середнє $-2S$, середнє $-S$, середнє, середнє $+0,5S$, середнє $+S$, середнє $-1,5S$, середнє $+2S$, середнє $+3S$, де S – стандартне відхилення.

Якщо $\min > \text{середнє } -2S$ (або $\min > \text{середнє } -S$), то ізолінія для середнє $-2S$ (середнє $-S$) не проводилась, те ж саме для $\max < \text{середнє } +3S$. Якщо між середнє $+3S$ до \max трапляється декілька пунктів спостережень (ураганні аномальні проби), то для зображення їх відношення одне до одного додано додатні ізолінії з різним кроком, але таким чином, щоб відобразити рівень аномальності. Рівні, менші за середнє значення показника, кольору не мають. Рівням від середнього до середнє $+3S$ властивий градієнтний колір від світлого тону (середнє) до темного (середнє $+3S$ або \max). Рівні, що перевищують середнє $+3S$, мають колір від жовтого (середнє $+3S$) до червоного (\max).

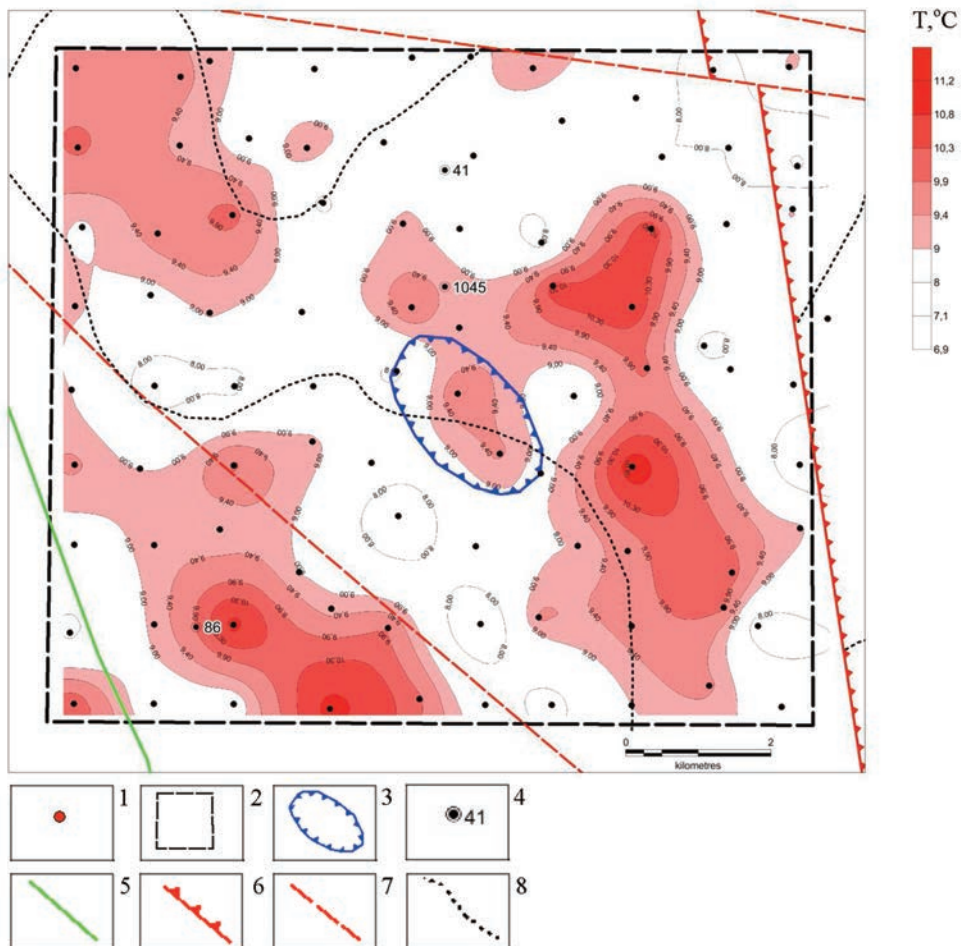


Рис. 4. Схема просторового розподілу температурних показників підґрунтового шару порід
Умовні позначення до рис. 4-6: 1 – пункти спостереження СТАГД та їх номери; 2 – контур Зеленогайської площі досліджень СТАГД; 3 – контур Зеленогайської структури; 4 – свердловини та їх номери; 5 – вісь Іванівської синклінали; 6 – Іванівський підкид; 7 – другорядні розривні порушення (ймовірні); 8 – границя порід різного структурно-речовинного комплексу

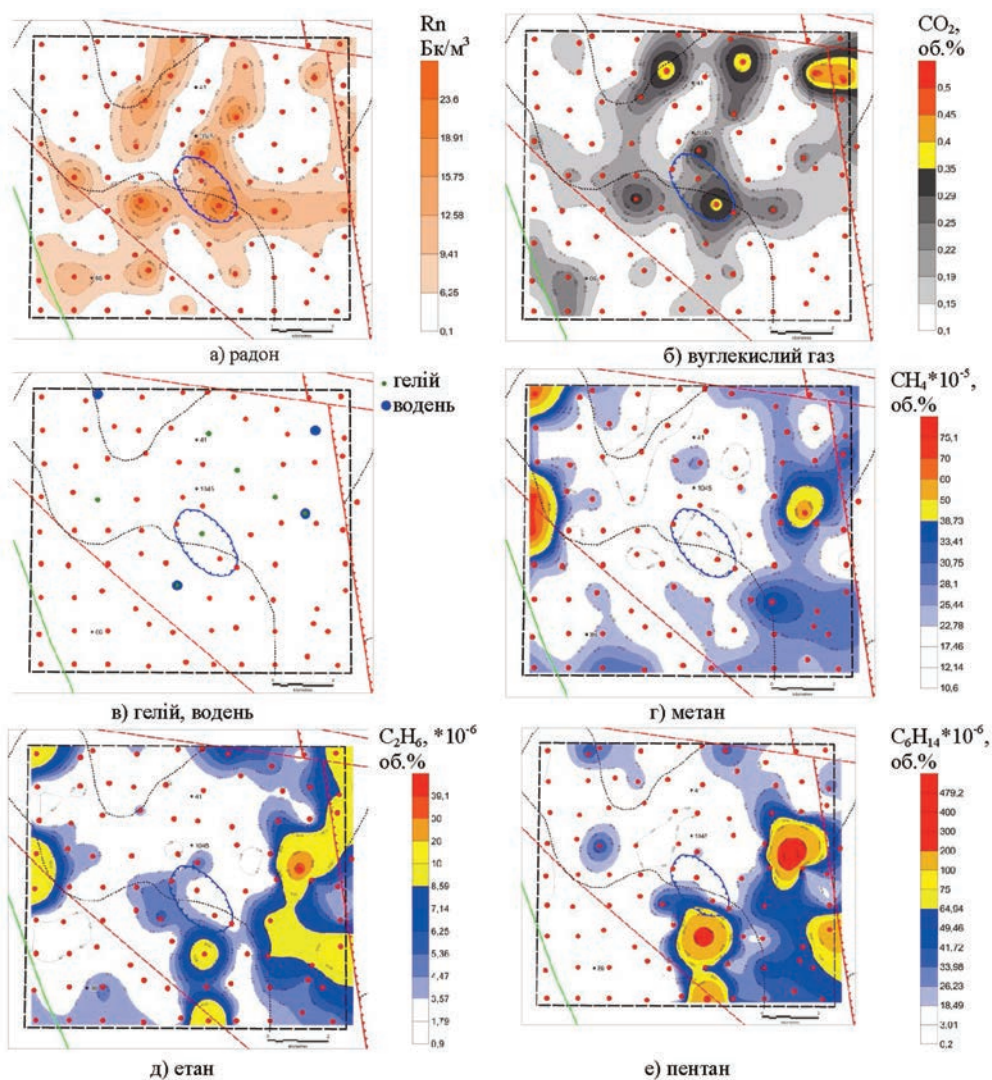


Рис. 5. Схема просторового розподілу в підґрунтовому повітрі показників СТАГД

Розподіл температурного показника (рис. 4) не виразний і не має значень, що перевищують середнє $+3S$. Виділяються три аномалії складної форми, положення яких не збігається з геологічними структурами. Винятком є підвищення температури в межах Зеленогайської структури.

Розподіл радону (рис. 5, а), торону, вуглекислого газу (рис. 5, б) за формою аномалій є близьким один до одного. Але радон і торон в межах площі досліджень не мають значень, що перевищують середнє $+3S$, в той час як для вуглекислого газу такі значення визначено у північно-східній частині ділянки досліджень.

Гелій і водень (рис. 5, в) спостерігались в межах ділянки досліджень вище чутливості

приладів: гелій – 7 ПС (пункт спостережень), водень – 4 ПС.

Метан (рис. 5, г) в межах досліджуваної площі спостерігався у східній її частині вздовж Іванівського підкиду та у західній частині. В межах Зеленогайської структури фіксується значне зменшення показника.

Розподіл етану (рис. 5, д), пропану, ізобутану є близьким один до одного, так само як і розподіл етилену, пропілену, бутану, пентану, гексану (рис. 5, е).

За результатами досліджень СТАГД у межах площі за розподілом показників можна визначити осі комплексних (трапляється декілька показників) аномалій (рис. 6).

Так, за радоном, тороном і вуглекислим газом виділяється вісь комплексної аномалії

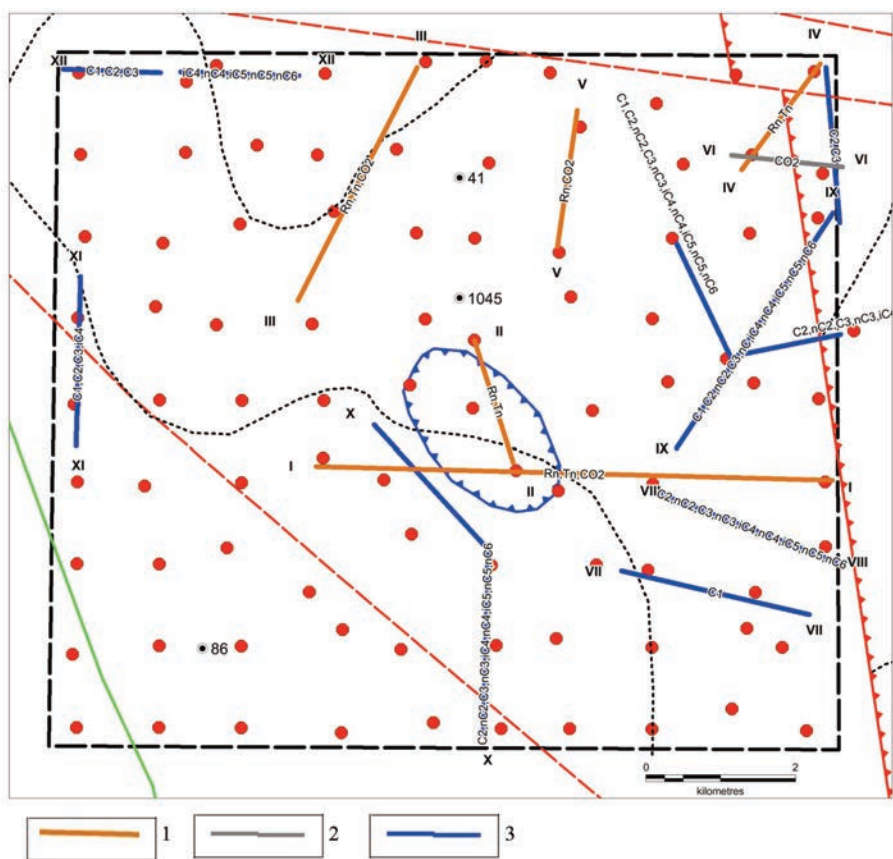


Рис. 6. Схема розподілу осі комплексних аномалій

Осі комплексних атмогеохімічних аномалій: 1 – за радоном (Rn) + тороном (Tn) + вуглекислим газом (CO₂); 2 – вуглекислим газом (CO₂); 3 – вуглеводневими газами (де C1 – метан, C2 – етан, nC2 – етилен, C3 – пропан, nC3 – пропілен, iC4 – ізобутан, nC4 – бутан, iC5 – ізопентан, nC5 – пентан, nC6 – гексан)

I-I, яка простежується в межах ділянки досліджень від Іванівського підкиду до порушення північно-західного напрямку у південно-західній частині ділянки робіт. Біля цього порушення аномалія за радоном ускладнюється і далі прослідковується вздовж порушення на північний схід і на південь (рис. 5, а). Крім того, ця аномалія ускладнюється при перетині Зеленогайської структури, де від неї відокремлюється гілка II-II майже у північному напрямку.

Також виділяється комплексна за радоном, тороном, вуглекислим газом вісь аномалії III-III. Частково її позиція збігається з границею зміни складу порід фундаменту.

Вісь комплексної аномалії IV-IV за радоном і тороном знаходиться у північно-східній частині ділянки досліджень і збігається з вузлом перетину Іванівського підкиду і порушення субширотного напрямку. З цією аномалією частково збігається вісь високо-

контрастної аномалії VI-VI за вуглекислим газом, але її просторовий розподіл відмінний. Також у цьому вузлі відмічаються аномальні значення етану і пропану.

Вісь аномалії V-V визначено за підвищеними значеннями радону та аномальними – вуглекислого газу.

Інші осі аномалій виділено за вуглеводневими газами.

Вісь аномалії VII-VII визначена тільки за метаном. Для інших газів тут спостерігаються значення нижче, ніж вздовж осі комплексної аномалії VIII-VIII, вздовж якої фіксуються підвищені значення за усіма гомологами метану від етану до гексану.

Вісь комплексної складної аномалії IX-IX фіксується за усіма вуглеводневими показниками від метану до гексану, але всі показники зосереджені тільки в центрі. При наближенні до Іванівського підкиду зафіксовано лише метан, етан, пропан при зменшенні об'ємної

концентрації в пробі більш важких і ненасичених вуглеводневих газів. Від цієї аномалії від'єднуються, поступово затухаючи, дві гілки на схід і північ. В східному напрямку аномалія спостерігається за газами від етану і вище при відсутності метану. На північ аномалія за складом збігається з основною.

Вісь комплексної аномалії Х-Х фіксується за усіма гомологами метану, але метану в цій аномалії немає. Звертає увагу зміна напрямку розповсюдження аномалії при досягненні Зеленогайської імпактної структури.

Вісь комплексної аномалії XI-XI спостерігається за метаном і насиченими вуглеводневими газами до ізобутану включно.

Вісь комплексної складно побудованої аномалії XII-XII знаходиться у північно-західному куті Зеленогайської площі. Для цієї аномалії характерна зміна вуглеводневих показників із заходу на схід. Так, західна частина цієї осі фіксується за висококонтрастними аномаліями метану, етану, пропану, вся вісь – за ізобутаном, а східна – за бутаном, пентанами і гексаном.

За розподілом показників СТАГД відмічається, що Зеленогайська структура є газонепроникною для вуглеводневих газів, а вісь аномалії Х-Х навіть змінює напрямок розповсюдження.

Список літератури / References

1. Багрій І.Д. Розробка геолого-структурно-термо-атмогеохімічної технології прогнозування пошуків корисних копалин та оцінки геоecологічного стану довкілля / І.Д. Багрій. – К.: Логос. – 2013. – 511 с.

Bagriy I.D., 2013. Development of geological-structural-thermal-atmo-geochemical technology of research mineral resources forecasting and evaluation of geocological state of the environment. Kyiv: Logos, 511 p. (in Ukrainian).

2. Багрій І.Д. Обґрунтування нової пошукової технології та її адаптація на традиційних і нетрадиційних нафтогазоносних об'єктах імпактних структур України / І.Д. Багрій // Геол. журн. – 2015. – № 2 (351). – С. 125–126.

Bagriy I.D., 2015. Justification of new search technology and its adaptation to conventional and unconventional oil and gas facilities within impact structures of Ukraine. *Geologichnyy zhurnal*, № 2 (351), p. 125–126 (in Ukrainian).

Висновки

1. Застосування комплексу приповерхневих методів СТАГД та інтерпретація наявних геологічних і геофізичних матеріалів дозволило внести суттєві уточнення в будову Зеленогайської площі досліджень і Зеленогайської імпактної структури. Вперше проведено атмогеохімічні дослідження, що свідчать про складну будову ділянки досліджень.

2. Вперше встановлено характер просторового положення, інтенсивності і складу газових і термометричних полів в межах Зеленогайської площі досліджень і імпактної структури. Найбільш значущі аномалії підґрунтових газів просторово і генетично пов'язані з Іванівським підкидом, в той час як сама Зеленогайська імпактна структура в атмогеохімічних полях не визначається і навіть зумовлює зміну напрямку аномалій вуглеводневих газів.

3. Застосування методу побудови осі аномалій дозволило районувати територію за проникністю та геодинамічною активністю, встановити інформативні показники вуглеводневої акумуляції на досліджуваній території. В комплексі з геолого-геофізичними даними це дало можливість виділити перспективні ділянки на виявлення скупчень вуглеводневих газів.

3. Білик Н., Яценко І., Побережська І., Степанов В. Перша знахідка кусонгіту в експлозивних утвореннях України / Н. Білик, І. Яценко, І. Побережська, В. Степанов // Мінерал. зб. – 2014. – № 64, вип. 1. – С. 103–110.

Bilyk N., Yatsenko I., Poberezhska I., Stepanov V., 2014. The first occurrence of qusongite in explosive formations of Ukraine. *Mineralogichnyy zbirnyk*, № 64, iss. 1, p. 103–110 (in Ukrainian).

4. Вальтер А.А., Брянский В.П., Рябенко В.А., Лазаренко Е.Е. О взрывной (метеоритной) природе Зеленогайской структуры на Украинском щите / А.А. Вальтер, В.П. Брянский, В.А. Рябенко, Е.Е. Лазаренко // Докл. АН СССР. – 1976. – Т. 229, № 1. – С. 160–162.

Valter A.A., Bryanskiy V.P., Ryabenko V.A., Lazarenko E.E., 1976. On explosive (meteoritic) nature of Zeleny Gai structure within Ukrainian shield. *Doklady AN SSSR*, vol. 229, № 1, p. 160–162 (in Russian).

5. Голубев В.А., Мельничук Э.В., Рафенко С.Ф. Отчет о поисках кольцевых структур и оценка их алмазоносности в центральной части Украинского щита / В.А. Голубев, Э.В. Мельничук, С.Ф. Рафенко / Уманская поисковая партия Правобережной экспедиции, 1976-1979 гг. – Умань, 1980.

Golubev V.A., Melnichuk E.V., Rafenko S.F., 1980. Report about the search for the ring structures and an assessment of their diamond potential in the central part of the Ukrainian shield. Uman-skaya searching party of Pravoberezhna expedition of 1976-1979 years. Uman, 1980 (in Russian).

6. Гуров Е.П. Импактное кратерообразование в истории Земли / Е.П. Гуров, П.Ф. Гожик. – Киев: НТП «Нефтегаз-прогноз», 2006. – 217 с.

Gurov E.P., Gozhik P.F., 2006. Of impact crater in the Earth's history. Kiev: STP "Naftogaz-forecast", 217 p. (in Russian).

7. Калашник А.А., Кирьянов Н.Н., Палкина Е.Ю. Алмазоперспективные структуры Ингульского мегаблока Украинского щита / А.А. Калашник, Н.Н. Кирьянов, Е.Ю. Палкина // Наук. пр. УкрНДМІ НАН України. – 2013. – № 13, ч. 2. – С. 39–64.

Kalashnik A.A., Kiryanov N.N., Palkina E.Yu., 2013. Diamonds promising structures of the Ingul megablock of Ukrainian shield. *Naukovi pratsi UkrNDMI NAN Ukrainy*, № 13 (part II), p. 39–64 (in Russian).

8. Макивчук О.Ф., Калашник А.А., Кузьмин А.В. Развитие минерально-сырьевых баз урана и тория Украины, перспективы алмазоносности Кировоградского мегаблока Украинского щита по результатам работ КП «Кировгеология» / О.Ф. Макивчук, А.А. Калашник, А.В. Кузьмин // Мінер. ресурси України. – 2012. – № 2. – С. 38–47.

Makivchuk O.F., Kalashnik A.A., Kuzmin A.V., 2012. Development of the raw material bases of uranium and thorium in Ukraine, prospects of diamond potential of Kirovograd megablock of Ukrainian shield according to the results of works of "Kirovgeologiya". *Mineralni resursy Ukrainy*, № 2, p. 38–47 (in Russian).

9. Михайлов В.А. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Кн. 7. Метан вугільних родовищ, газогідрати, імпактні структури і накладені западини Українського щита / В.А. Михайлов, О.Ю. Зейкан, А.М. Коваль та ін. – К.: Ніка-Центр, 2013. – 368 с.

Mikhailov V.A., Zeykan O.Yu., Koval A.M. et al., 2013. Alternative sources of hydrocarbons in Ukraine. In 8 volumes. Vol. 7. Coalbed methane, gas hydrates, impact structures and superimposed depressions of the Ukrainian Shield. Kyiv: Nika-Center, 368 p. (in Ukrainian).

10. Пояснювальна записка «Державна геологічна карта України». Масштаб 1 : 200 000. Серія центральноукраїнська. Аркуш М-36XXVII (Знам'янка). – К., 2004. – 89 с.

Explanatory Note «State geological map of Ukraine». Scale 1 : 200 000. The Central Ukrainian series. Sheet M-36XXVII (Znamianka). Kyiv, 2004, 89 p.

11. Федоришин Ю.І., Макивчук О.В. Причина походження Зеленогайської структури: падіння метеориту чи ендеогенний процес? / Ю.І. Федоришин, О.В. Макивчук // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. – 2004. – Т. 2. – С. 51–64.

Fedorishin Yu.I., Makivchuk O.V., 2004. The cause of Zeleny Gai structure origin: a meteorite fall or an endogenous process? *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, vol. 2, p. 51–64 (in Ukrainian).

12. Яценко І.Г., Бекеша С.Н., Билык Н.Т. Мантийные сферулы и гиалокласты эксплозивного происхождения в палеогеновых отложениях Скибовой зоны Карпат / И.Г. Яценко, С.Н. Бекеша, Н.Т. Билык // Міжнар. наук.-практ. конф. «Континентальний неовулканізм альпійської складчастої зони Східної Європи». – К., 2013. – С. 59–61.

Yatsenko I.G., Bekesha S.N., Bilyk N.T., 2013. Mantle spherules and hialoclasts of explosive origin in Paleogene sediments of Carpathian Skibova Zone. *International scientific-practical conference "Continental neo-volcanism of Alpine Folded Zone of Eastern Europe"*. Kyiv, p. 59–61 (in Russian).

13. Кузьмин А.В., Заяц В.Б. К вопросу о перспективах обнаружения урановых месторождений в вулcano-тектонических структурах Украинского щита // Зб. наук. пр. Ін-ту геохімії навколиш. середовища. – 2012. – Вип. 20. – С. 43–49.

Kuzmin A.V., Zayats V.B., 2012. To a question on the prospects of discovery of uranium deposits in volcano-tectonic structures of the Ukrainian shield. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu Geohimiy Navkolyshnyogo Seredovyscha*, vol. 20, p. 43–49 (in Russian).

Стаття надійшла
27.09.2016