

Альпійські тектонічні рухи і соляна тектоніка Східної України

Сергій Володимирович Горяйнов,

к. г.-м. н., доцент, завідувач кафедри геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
майдан Свободи 4, Харків, 61022, Україна,
e-mail: gorjajnov@karazin.ua

У межах Східної України встановлені неотектонічні рухи, викликані як соляною тектонікою, так і аттичними (післяміоценовими – допліоценовими) насувними дислокаціями. Досліджувалися структурні результати взаємодії аттичних насувних деформацій і соляної тектоніки. Вони частково відображаються в сучасному рельєфі. Опорна поверхня, що відображає ці рухи – висхідно горизонтальна підшва кайнозою Східної України. Морфологія даної поверхні зображувалася ізольованими із кроком 20 м по вертикалі. В основу побудови карти опорної поверхні покладені державні геологічні карти території й дані по більш ніж 2100 свердловин. Відхилення від горизонтального залягання опорної поверхні вказують напрямки й амплітуду деформацій. У результаті побудов виявилися підняття опорної поверхні, не пов'язані з насувами. Розміри таких підняття складають $8 \div 30 \times 6 \div 15$ км із вертикальною амплітудою 40–100 м і більше. Підняття оточені дугоподібними компенсаційними прогинами шириною в перші кілометри й глибиною 20–100 м. Деякі підняття пов'язані з відомими соляними куполами території, інші таких куполів не містять. Можливо, вони сформувалися над невеликими соляними "подушками", у яких для формування соляних діапірів не вистачило запасів солі. Площа розвитку підняття приблизно відповідає площі розвитку девонських солоних відкладів на глибині 5–10 км і більше. Крім того, виявилися неотектонічні підняття, аналогічні за формою й розміром солянкупольним, але розташовані поза межами розвитку відомих солоних товщ. Висловлена гіпотеза, що вони пов'язані з герцинськими насувами. Підняття розташовані над висячими крилами герцинських насувів на північному й південному бортах Дніпровсько-Донецької западини. Можливо, насуви перекрили породами кристалічного фундаменту девонські солоні відклади. Четвертинне зниження рівня Світового океану збільшило літостатичне навантаження на солоні товщі, що активізувало зростання соляних "подушок". Дані результати уточнюють геологічну будову території й розширюють площі пошуків вуглеводнів.

Ключові слова: неотектоніка, кайнозой, соляна тектоніка, аттична складчастість, герцинська складчастість, Східна Україна.

Як цитувати: Горяйнов С. В. Альпійські тектонічні рухи і соляна тектоніка Східної України / С. В. Горяйнов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2022. – Вип. 56. – С. 67-75. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-04>

In cites: Goryainov S. V. (2022). Alpine tectonic movements and salt tectonics of Eastern Ukraine. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (56), 67-75. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-04> [in Ukrainian]

Постановка проблеми. Територія досліджень адміністративно розміщена у Харківській, Луганській, Донецькій та Дніпропетровській областях Східної України. Дослідження присвячено уточненню структурно-тектонічної будови району, що потрібно для розвитку газовидобувної галузі України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наявність неотектонічних рухів Східної України встановлювалася вже давно. У 1936 р. вийшла колективна монографія "Геологический очерк бассейна р. Донца" (під редакцією Д. М. Соболева). В ній, мабуть, вперше для території показано наявність неотектонічних підняття земної кори, що відображаються у геоморфологічних рисах її будови [18].

Для території досліджень на підставі численних геологічних зйомок останнього півсторіччя Державною геологічною службою України були складені узагальнюючі геологічні карти різного змісту [2, 3, 20]. На цих картах, зокрема, було відображено значний розвиток солянкупольної тектоніки на Східній Україні. Як було встановлено ще у середині ХХ ст., це було пов'язано з формуванням соляних діапірів з глибоко зануреної девонської

солоних товщі [1]. Рухи кам'яних солей відображаються у рельєфі території як новітні тектонічні рухи.

Польовими дослідженнями [4-15] були встановлені деякі риси геологічної будови Східної України, які не були відображені на узагальнюючих картах. Зокрема, було встановлено ускладнення геологічної будови регіону новітніми аттичними (післяміоценовими - допліоценовими) насувними рухами [15], які не були пов'язані з соляною тектонікою, а відображали колізійні процеси Європи (наприклад, формування Альп та Карпат). Результати цих насувних рухів також відображаються у сучасному рельєфі.

Невирішена частина загальної проблеми. Надійно встановлена наявність сучасних рухів девонських кам'яних солей та не менш надійно встановлений розвиток аттичних насувних рухів ставлять питання про взаємодію цих природних незалежних процесів, розвинутих на одній території.

Мета статті - аналіз регіональних структурних наслідків взаємодії цих різномірних, але синхронних тектонічних процесів.

Методика досліджень. Згідно даним узага-

льнюючих геологічних карт Східної України [2, 3] нижні (базальні) горизонти кайнозою - переважно прибережно-морські. Вони відклалися на абразивній поверхні різновікових попередніх утворень - від крейди до докембрію. Тому вихідну форму залягання цих базальних верств можна вважати за горизонтальною. Відхилення від горизонтальності і будуть сумарно відображати новітні тектонічні рухи. Такі новітні рухи повинні відображатись у рисах рельєфу та у формі підшви кайнозойського структурного поверху території. Тому підшва кайнозою була обрана опорною поверхнею, форма якої аналізувалась.

Основою побудов були первинні та аналітичні результати геологозйомочних, пошукових, вуглерозвідувальних, газорозвідувальних робіт території за останні 70 років. Основним методом роботи було спеціалізоване геологічне картування підшви кайнозойського (олігоцен-міоценового) структурного поверху території. Задача виявлення новітніх тектонічних рухів вирішувалась методами структурної геології, зокрема методом ізоліній. Виконувались наступні операції.

1. З державних геологічних карт були взяті поля розповсюдження кайнозойського структурного поверху. Обробка велась у ГІС-середовищі MapInfo.

2. Будувався тривимірний сітка аттичних насувів за геологічними даними з залученням результатів геофізичних робіт (гравірозвідка, магніторозвідка, каротажні дослідження свердловин).

3. В межах сітки насувів (у тектонічних блоках) методами структурної геології будувались ізолінії підшви кайнозою з кроком 20 м там, де кайнозойський чохол присутній. Поля відсутності кайнозою давали додаткову інформацію. Для складання карт ізоліній використовувались побудовані попередниками геологічні розрізи, а також результати буріння різноцільових свердловин території. Загалом для побудов було залучено дані більш ніж по 2100 свердловинам.

4. Аналізувався отриманий геометричний результат методом порівняння його з уявленнями про тектоніку регіону, які склалися історично.

Застосування побудов методом ізоліній дозволяло:

- відділити райони з деформаціями від районів не деформованих;
- з'ясувати знак деформацій (підняття, опускання, нахили);
- встановити їхню просторову орієнтацію;
- кількісно оцінити розмір деформаційних форм у плані та їхню амплітуду;
- уточнити розміщення розривних порушень, що призвели до деформацій.

Результати структурних побудов показані на рис. 1. Кайнозойський (олігоцен-міоценовий)

структурний поверх має блоково-насувну структуру, обумовлену розвитком аттичного (після-міоцен-допліоценового) шумилівського дислокаційного комплексу північно-східної вергентності. Комплекс розвинутий на більшій частині території. Сукупність тектонітів аттичного віку та розділених ними блоків геоморфологічно виражена зокрема як Донецький кряж та Приазовська височина у їхньому сучасному вигляді. Тектонічні рухи аттичного віку призвели до розділення всіх більш древніх утворень на лінзовидні у плані та розрізі блоки розміром у перші кілометри - десятки кілометрів, та до насування цих блоків один на інший у північно-східному напрямку [4-5, 8-10, 15]. Амплітуда насування встановлювалась для кожного з насувів методами структурної геології по більш збережених від ерозії горизонтах мезозою та палеозою. Для різних насувів території вона варіює від перших десятків метрів до 4,5 км (при вертикальній складовій зміщення до 1,5 км).

Було складено карту будови блоків кайнозойського чохла у сітці аттичних тектонітів та поза нею (рис. 1). Усередині тектонічних блоків була показана площа розвитку та/або відсутності олігоцен-міоценових відкладів з показом стратозіогіпс підшви кайнозою. Ізогіпси дозволили виявити як регіональні закономірності в розповсюдженні кайнозою, так і тонкі особливості деформацій цієї підшви. Встановлено, що ці деформації розвинуті по площі нерівномірно.

На півдні Харківської та на півночі Дніпропетровської області, у південно-західній частині території достовірно (багатьма сотнями вуглерозвідувальних свердловин Західного Донбасу) встановлюється велике поле майже повної відсутності будь-яких деформацій підшви кайнозою. Ця ділянка розміщена у басейні р. Самара і має розміри приблизно 50×100 км. Зміни відміток цієї поверхні складають 20-40 м і менше на відстанях у десятки кілометрів.

Ізолінії відображають неясно проявлену яробалкову сітку підшви трансгресивно залягаючого палеогену. Слід зазначити, що глибина цих палеодолин в декілька разів менша, ніж глибина ярів та балок у сучасному рівнинному рельєфі.

На решті території підшва кайнозою знала більш значних деформацій. На північ та схід від цієї області вона одразу здійснюється на 250 метрів та вище - у бік Донецького кряжу та його околиць. На заході Харківської області підшва, навпаки, занурюється на відмітки -150 м та нижче (у Полтавській області навіть до -400 м). Таким чином, перепади відміток підшви кайнозою на дослідженій території достовірно перевищують сотні метрів, що відповідає за порядком встановленим амплітудам зміщень по аттичним насувам.

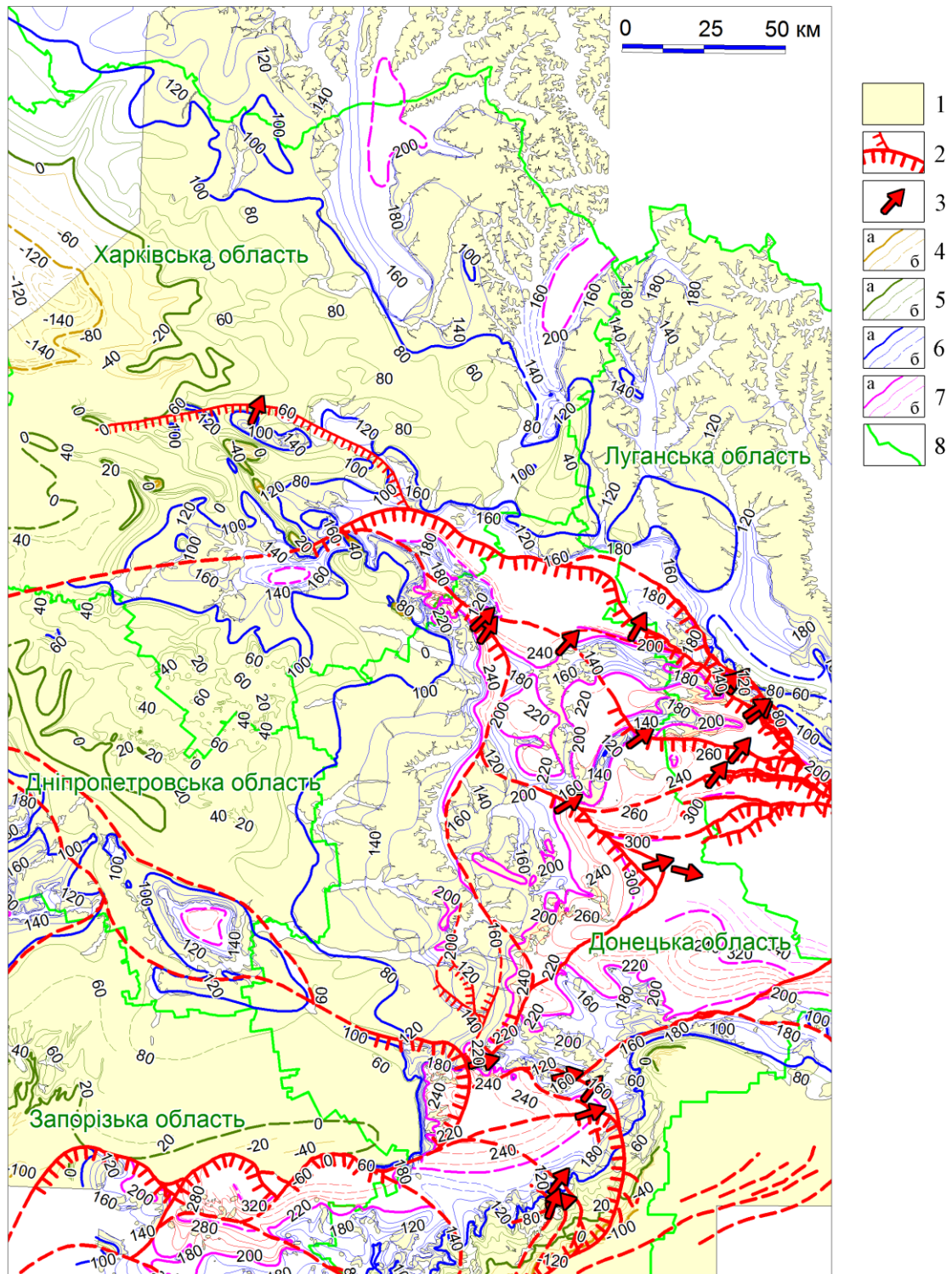


Рис. 1. Структурна карта підосви кайнозойського осадового чохла:

1 - загальна площа розвитку олігоцен-міоценових відкладів; 2 - тектоніти аттичного (післяміоцен-допліоценового) шумилівського дислокаційного комплексу; 3 - напрямок насування тектонічних блоків (польові вимірювання); 4 - стратоізогіпси підосви кайнозою нижче 0 (рівня моря) встановлені (а) та передбачувані (б); 5 - те саме в інтервалі 0 - 99 м; 6 - те саме в інтервалі 100 - 199 м; 7 - те саме вище 200 м; 8 - границі областей України.

Fig. 1. Structural map of the sole of the Cenozoic sedimentary cover:

1 - total area of development of Oligocene-Miocene sediments; 2 - tectonites of the Attic (late Miocene - early Pliocene) Shumylov dislocation complex; 3 - direction of movement of tectonic blocks (field measurements); 4 - Cenozoic stratoisogypses below 0 (sea level) established (a) and predicted (b); 5 - the same in the interval 0 - 99 m; 6 - the same in the interval 100 - 199 m; 7 - the same above 200 m; 8 - borders of regions of Ukraine

Насування тектонічних блоків на північний схід повинно було б супроводжуватись зануренням та повним збереженням від ерозії палеоген-міоценового чохла у лежачих крилах насувів території.

Але на деяких ділянках лежачих крил насувів палеоген-міоценові відклади також відсутні (рис. 1). Ділянки відсутності кайнозою мають приблизно овальну форму розміром $8 \div 30 \times 6 \div 15$ км. При підході до них підшва кайнозою здійснюється вгору на відмітки, що перевищують відмітки рельєфу. Таким чином, встановлюється наявність положистих підняття підшви кайнозою амплітудою 40 - 100 м і більше, не пов'язаних безпосередньо з насувними рухами. Розміщення таких аномалій показано на рис. 2, зліва.

Подекуди такі підняття відповідають відомим соляним штокам (Червонооскільському, Шебелинському, Петрівському, Олексіївському, Адамівському, Бригадирівському, Новодимитрівському та ін.). За даними буріння, сіль штоків здійснюється з великих глибин нижніх (девонських) горизонтів палеозою.

Слід також зазначити, що існування соляних штоків призводить і до локальних глибоких занурень підшви кайнозою. Це - наслідок соляно-карстових процесів. Такими локальними западинами відмічаються Біляївський, Краснопавлівський, Березький, Новодимитрівський, Бантишівський штоки. Глибина занурення підшви кайнозою над ними становить від десятків до 500-600 метрів. Розміри западин приблизно відповідають розмірам штоків солі. Виходячи з картини збільшення товщин кайнозойських свит у межах таких западин, заповнення їх осадками та розчинення солі йшли паралельно, конседиментаційно. Це вказує на розчинення солей під впливом підземних, а не поверхневих вод.

Поруч з підняттями, асоційованими з відомими соляними штоками, ізоляції підшви кайнозою виявляють й підняття за їхніми межами. Вони мають таку ж вертикальну амплітуду і, вірогідніше за все, теж відображають рухи солі. Але ці рухи проявлені не у вигляді штоків (для яких потрібні більші початкові запаси солі), а у вигляді "соляних подушок" з відносно невеликою амплітудою підняття [1]. Розміщення таких малоамплітудних підняття показано на рис. 2, зліва.

Додатковим аргументом на користь соляно-тектонічної природи цих підняття є існування положистих компенсаційних прогинів, що дуговидно обмежують ці підняття - як куполи та діапери, так і "подушки". Глибина прогинів складає 40-100 м при ширині у перші кілометри. У випадку тісного зближення соляних штоків або "подушок" контури компенсаційних прогинів зливаються і набувають кільцево-сітчастої форми.

Відмічається здійснення вісей таких компенсаційних прогинів з наближенням до аттичних насувів з боку їхніх висячих крил. Це свідчить про те, що форми, утворені соляною тектонікою, теж приймали участь у аттичних насувних рухах.

Можна зробити припущення, що загальна активізація соляних рухів території пов'язана не тільки з післяміоценовими - допліоценовими аттичними насувними рухами (віком 4-5 млн. років), а й з об'єктивною аномальністю сучасної геологічної епохи. Завдяки наявності Антарктичного та Гренландського льодовиків рівень Світового океану стоїть нижче норми на десятки метрів. Раніше, у епохи площинних зледенінь, рівень був ще нижчим. Це призводить до порушення ізостатичної рівноваги блоків порід над соляною товщею. Відновлення рівноваги здійснюється шляхом занурення блоків силікатних порід у пластичну сіль і компенсаційного спливання солей з утворенням неотектонічних підняття над ними. Проявлення соляних рухів у формах підшви кайнозою свідчить про їхню геологічну молодість і навіть сучасність.

Таким чином, застосований метод ізоляції опорної поверхні виявився досить чутливим для виявлення малоамплітудних рухів солі. Просторове розповсюдження поверхневих підняття та компенсаційних прогинів дозволяє приблизно обмежити поля існування девонських солей, які залягають на цій території на глибинах у 5 - 10 кілометрів і більше. Ареал розвитку таких підняття приблизно відповідає загальноприйнятним обмеженням центрального грабену Дніпровсько-Донецької западини (рис. 2, справа).

Наукова новизна. Застосований метод ізоляції виявив і інші області підняття підшви кайнозою, які за зовнішнім виглядом аналогічні описаним проявам солянокупольної тектоніки, але розміщуються поза відомими межами розвитку соленосних відкладів. Цей результат виявився несподіваним.

Так, на півночі Харківської області північніше р. Великий Бурлук починається велике підняття підшви кайнозою, яке простягається більше ніж на 90 км вздовж долини Сіверського Донця і уходить на північ за кордони України (рис. 2, справа). Амплітуда підняття достовірно перевищує 100 м. Сіверський Донець з цього підняття здвинуло на захід, а Великий Бурлук обтікає його з півдня. За даними газопошукового буріння в цьому районі під мезозоєм розкритий неповний розріз карбону, який залягає безпосередньо на докембрії. Девонські відклади відсутні взагалі.

Аналогічне (за формою, розмірами та амплітудою) підняття простежується і східніше, вздовж долини р. Червоний Оскіл (рис. 2, справа). Русло ріки також здвигнуте на захід від підняття (згідно закону Бера або під впливом сили Коріоліса). В

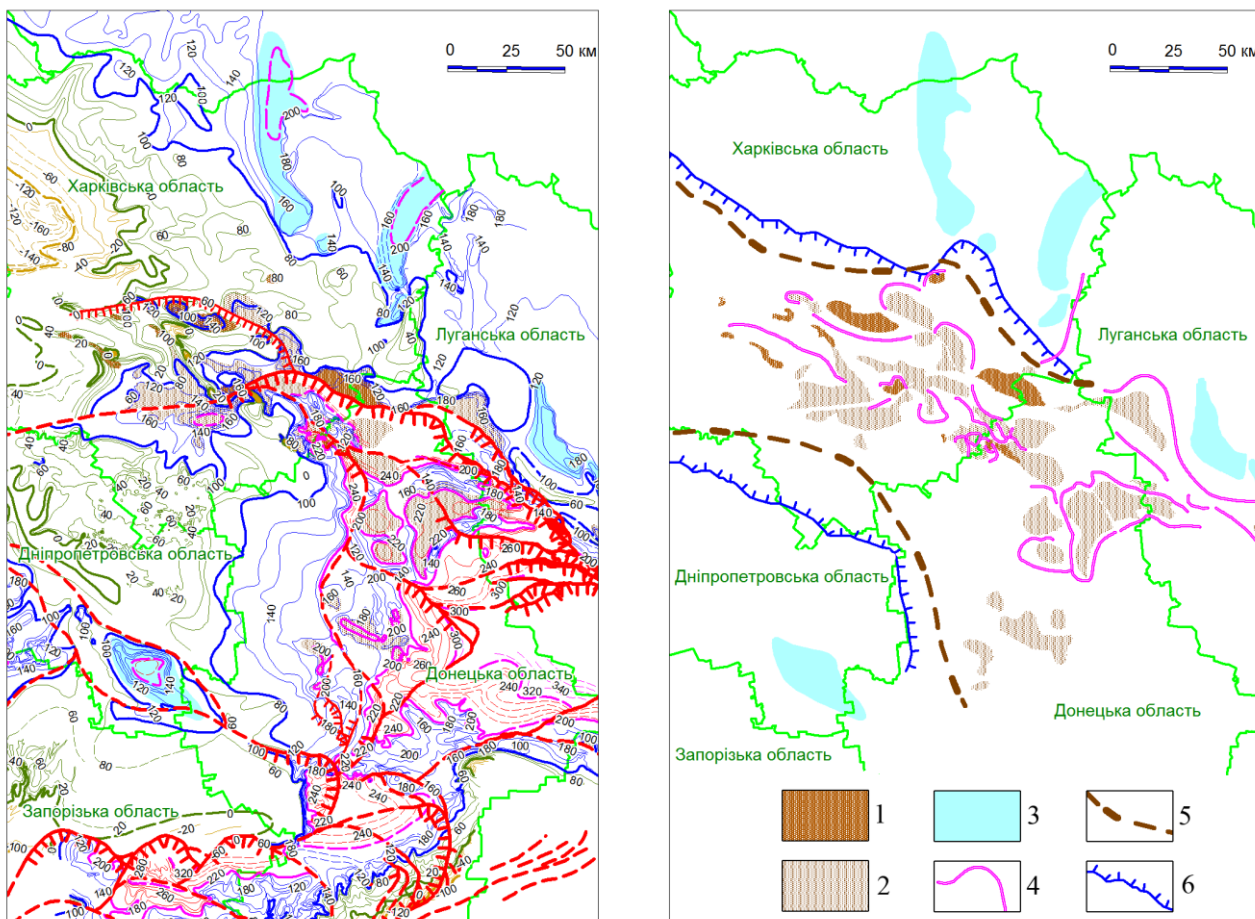


Рис. 2. Розміщення неотектонічних підняттяв:

1 - підняття над відомими соляними штоками; 2 - підняття над соляними "подушками"; 3 - підняття неясного походження; 4 - вісі компенсаційних прогинів; 5 - передбачувані границі розміщення девонських солей на глибині; 6 - прийняті границі грабену Дніпровсько-Донецької западини за геофізичними даними. Інші умовні позначення див. на рис. 1.

Fig. 2. Placement of neotectonic uplifts:

1 - rise above the famous salt shafts; 2 - rise above salt "pillows"; 3 - rise of unclear origin; 4 - axes of compensatory deflections; 5 - estimated limits of placement of Devonian salts at depth; 6 - reception boundaries of the graben of the Dnipro-Donetsk depression according to geophysical data. For other notations, see Fig. 1.

ядерних частинах цих підняттяв на найвищі відмітки рельєфу виведені крейдові відклади, а кайнозой повністю зеродований.

Таке ж підняття підосви кайнозою розміром у десятки кілометрів фіксуються і східніше вздовж долини Сіверського Донця - у низов'ях його лівих притоків рр. Жеребець та Красна. За даними газорозвідувального буріння там також відклади девону на докембрійському фундаменті відсутні.

На південному фланзі території аналогічне ізольоване неотектонічне підняття фіксується у долині р Вовча (рис. 3). Вона стікає на захід з Донецького кряжу. В нижній течії річка зустрічає неотектонічне підняття. Воно виражено височиною рельєфу. На схилах цього підняття верхньоміоценові глини (сарматський ярус) деформовані, їхня підосва здіймається більше ніж на 100 м вгору і "виходить у повітря". У ядерній частині

підняття на височині на поверхню виходять перероблені докембрійські гнейси та мігматити. Розмір підняття становить приблизно 40×20 км. Ріка Вовча обминає підняття з півдня і, притискаючись правим бортом до його південно-західного флангу (згідно закону Бера), уходить на північний захід до р. Самари. В межах підняття немає не тільки девону, але й палеозойських відкладів взагалі. На північному фланзі підняття безпосередньо на докембрій налягає нижній карбон (рис. 3). Північніше цього неотектонічного підняття знаходиться те саме поле відсутності аттичних деформацій, про яке йшла мова вище.

Наявність таких підняттяв важко пояснити соляною тектонікою безпосередньо. Можливе пояснення може бути таким.

На території Східної України - у Донбасі та колишній Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ)

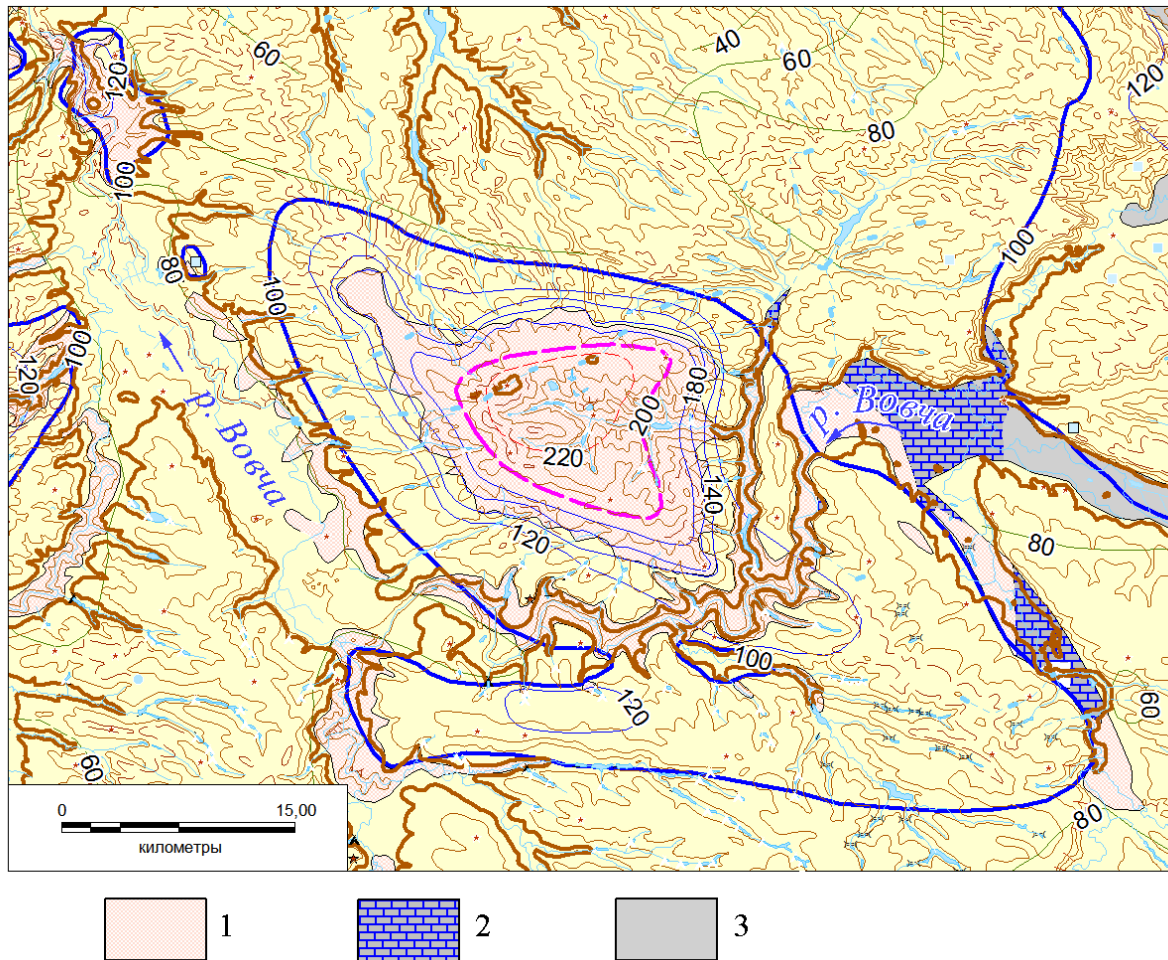


Рис. 3. Неотектонічне підняття у долині р. Вовча:

1 - докембрійські метаморфічні породи; 2-3 - нижній карбон: 2 - карбонатні породи турнейського віку; 3 - алеврито-глинисті породи візейського віку. Ізолінії сучасного рельєфу проведені через 20 м.

Інші умовні позначення див. рис. 1.

Fig. 3. Neotectonic uplift in the valley of the Vovcha River:

1 - Precambrian metamorphic rocks; 2-3 - Lower Carboniferous: 2 - carbonate rocks of Tournai age; 3 - silt-clay rocks of the Visean age. Isolines of the modern relief are drawn after 20 m. For other notations, see Fig. 1.

- встановлений потужний прояв трансрегіональної герцинської складчастості [9, 17]. Вона проявлена у численних високоамплітудних насувах південно-західної вергентності [5, 8, 9, 11-14]. Воронежський кристалічний масив насунуто на ДДЗ по Новому насуву з амплітудою більше 10 км, що встановлено глибокими газопошуковими та параметричними свердловинами [11-14, 18]. Алохтон докембрію, в свою чергу, розбитий насувними відгалуженнями у висячому крилі Нового насуву, які простягаються приблизно вздовж долин Сіверського Донця та Осколу. Можливо, що під ними збереглися фрагменти соленосної товщі девону. Вони й утворюють неотектонічні підняття.

Рифтовий грабен ДДЗ насунуто, в свою чергу, на Український щит з амплітудою у десятки кілометрів, що призвело до формування

Південно-Донбаської меланжевої зони [6, 8, 9], яка підстилає всю ДДЗ ("рифей-девонський комплекс", [1]) та простягається вздовж південного флангу ДДЗ. Неотектонічне підняття, зображене на рис. 3, знаходиться у його висячому крилі. Розміщення девонських утворень під цим регіональним насувом прогнозувалось у роботах В.В. Юдіна [21]. Підставою для такої гіпотези була геологічна інтерпретація сейсморозвідувальних робіт за профілем ДОБРЕ [19]. Виявлене неотектонічне підняття в тому ж районі цілком збігається з даним припущенням.

Якщо це припущення вірне, то поля розвитку девонських солей можуть виявитись значно ширшими сьгоднішніх. І складчасто-насувна тектонічна будова Східної України не тільки отримає нові підтвердження, а й виявиться більш масштабною. Це дозволить прогнозувати та шукати

поклади вуглеводнів на нових, раніше не задіяних, ділянках.

Висновки. 1. Для виявлення неотектонічних підняттях Східної України проаналізовано морфологію опорної поверхні - підшви кайнозойського осадового чохла. Застосований метод аналізу форми поверхні за допомогою ізоліній виявився досить чутливим, щоб встановити наявність таких підняттях.

2. Тектонічні деформації опорної поверхні виявились відносно молодими - від 4-5 млн. років (початок пліоцену) до сучасності. Вони не тільки деформують опорну поверхню, але й виражаються у сучасному рельєфі.

3. Деформації опорної поверхні є результатом взаємного накладення аттичних насувних і соляно-тектонічних рухів.

4. Виказане припущення, що четвертинне зниження рівня Світового океану додатково активувало рухи солей.

5. Аналіз морфології підшви кайнозою, розташованої на малих глибинах, дозволяє встановлювати райони розміщення девонських солей на глибинах більше 10 км.

6. Аналіз морфології підшви кайнозою дозволив також виявити неотектонічні підняття, які розміщені поза відомими межами розвитку соленосних товщ.

7. Сформульована гіпотеза, що це викликано збереженістю девонських соленосних товщ під метаморфічними породами кристалічного фундаменту, які були насунуті на них високоамплітудними насувами у герцинську складчасту епоху. Ця гіпотеза потребує подальшої перевірки.

Список використаної літератури

1. Айзенберг Д.Е. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия / Д.Е. Айзенберг, О.И. Берченко, Н.Е. Бражникова и др. / Под ред. Д.Е. Айзенберга; АН УССР, Ин-т геол. наук. – Киев : Наук. думка, 1988. – 148 с.
2. Геологічна карта України. Масштаб 1:1000000 / Під ред. В.Я. Великанова. – 2007.
3. Геологічна карта докайнозойських утворень України. Масштаб 1:1000000 / Під ред. В.І. Калініна. – 2007.
4. Горяйнов С.В. Об альпийском усложнении геологической структуры в различных регионах Украины / С.В. Горяйнов // *Доповіди НАНУ.* – 1999. – №8. – С. 106-111.
5. Горяйнов С.В. Тектонические особенности зоны сочленения Донбасса и Воронежского кристаллического массива / С.В. Горяйнов // *Питання розвитку газової промисловості України* : збірник наукових праць. – Харків, 2002. – С. 143-147.
6. Горяйнов С.В. О противоречиях геофизической модели строения Днепровско-Донецкой впадины // *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія-Географія-Екологія»*, №620. – 2004. – С. 19-21.
7. Горяйнов С.В. О ларамийском усложнении геологической структуры в различных регионах Украины / С.В. Горяйнов // *Доповіди НАНУ.* – 2004. – №3. – С. 92-95.
8. Горяйнов С.В. Перекрестно-надвиговая структура зоны сочленения Донбасса с Приазовским блоком Украинского щита / С.В. Горяйнов, В.В. Корнев // *Геологія та питання геологічного картування і вивчення докембрійських утворень Українського щита. Матеріали IV науково-виробничої наради геологів-зіомщиків України (8-12 жовтня 2007 р., м. Кривий Ріг).* – Дніпропетровськ, 2007. – С. 102-104.
9. Горяйнов С.В. Метаморфические и метасоматические комплексы Приазовья и Южного Донбасса / С.В. Горяйнов, С.В. Аксенов, А.С. Алтухов, С.В. Воробьев, Е.П. Исаева, В.В. Корнев / Под ред. С.В. Горяйнова. – Харьков : Экограф, 2009. – 304 с.
10. Горяйнов С.В. Кайнозойские тектонические движения Восточной Европы / С.В. Горяйнов // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана.* – 2013, №3 – С. 55-65.
11. Горяйнов С.В. Про будову розрізу палеозою Сентянівської ділянки за результатами буріння глибокої свердловини Сентянівська-10 / С.В. Горяйнов // *Питання розвитку газової промисловості України.* – Вип. 42, т. 1. – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2014. – С. 7-14.
12. Горяйнов С.В. Простеження Нового насуву параметричною свердловиною Тернівська-677 / С.В. Горяйнов // *Питання розвитку газової промисловості України.* – Вип. 42, т. 1. – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2014. – С. 14-17.
13. Горяйнов С.В. Нові результати дослідження глибоким бурінням геологічної будови палеозойського структурного поверху Північного Донбасу / С.В. Горяйнов // *Питання розвитку газової промисловості України.* – Вип. 42, т. 1. – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2014. – С. 17-21.
14. Горяйнов С.В. Герцинские тектонические движения Восточной Украины / С.В. Горяйнов // *Новітні проблеми геології. Матеріали науково-практичної конференції до 100-річчя від дня народження В.П. Макрідіна (м. Харків, 21-23 травня 2015 р.).* – Харків : Вид. Іванченка І.С., 2015. – С. 162–165.
15. Горяйнов С.В. Альпийские тектонические движения Восточной Украины, соляная тектоника и нефтегазоносность / С.В. Горяйнов // *Новітні проблеми геології. Матеріали науково-практичної конференції до 100-річчя від дня народження В.П. Макрідіна (м. Харків, 27-28 травня 2016 р.).* – Харків : Вид. Іванченка І.С., 2016. – С. 98–101.

16. Закржевская И.Г. Обобщение геолого-геофизических материалов по параметрическим скважинам: Змиевской № 602, Шуринской № 604, Лавриковской № 606, Беспаловской № 671 на Змиевском выступе: отчет о НИИР / И.Г. Закржевская, И.В. Высочанский, Л.А. Бордак и др. – Полтава-Харьков : УкрНИИГаз, 1992.
17. Камалетдинов М.А. Шарьяжно-надвиговая тектоника литосферы / М.А. Камалетдинов, Т.Т. Казанцева, Ю.В. Казанцев, Д.В. Постников – М.: Наука, 1991 – 255 с.
18. Космачёв В.Г. Геологическая база "Каменка". Учебное пособие / В.Г. Космачев, М.В. Космачева. – Харьков : ХГУ, 1993. – 104 с.
19. Стовба С.М. та ін. Регіональні сейсмостратиграфічні дослідження мСТ на профілі Старобешеве-Шхтарськ-Луганськ (профіль ДОБРЕ). Звіт по темі 113/00. - ДГП «Укргеофізика», ТЦОІГМ. – Київ, 2003.
20. Тектонічна карта України. Масштаб 1:1000000 // Під ред. С.С. Круглова, Д.С. Гурського. – 2007.
21. Юдин В.В. Тектоника Южного Донбасса и рудогенез / В.В. Юдин. – Киев, УкрГГРИ. – 2006. – 108 с.

Alpine tectonic movements and salt tectonics of Eastern Ukraine

Sergey Goryainov,

PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Head of Department of Geology,
V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

ABSTRACT

Within Eastern Ukraine, in the course of previous studies, neotectonic movements were established, caused by both salt tectonics and Attic (post-Miocene - pre-Pliocene) thrust dislocations of northeastern vergence. They are partially displayed in modern relief.

The aim of the study was to reveal the structural results of the interaction of post-Pliocene fold-thrust deformations and modern salt tectonics of Eastern Ukraine.

Research methodology. The base of the Cenozoic deposits of Eastern Ukraine was chosen as an indicator surface reflecting both those and other movements. Its initial orientation is horizontal. Deviations from the horizontal reflect the direction and amplitude of deformations. The morphology of this surface was depicted by isolines with a vertical step of 20 m. To build a map of the supporting surface, state geological maps and data from more than 2,100 wells drilled in this area were used.

Research results. A map of the shape of the Cenozoic base in tectonic blocks between the Attic thrusts and beyond their development has been constructed. Uplifts of this surface, which are not associated with thrust movements, have been revealed. The dimensions of such uplifts are 8÷30 × 6÷15 km with vertical amplitude of 40 - 100 m or more. The uplifts are usually contoured by ring or arc compensation troughs a few kilometers wide and 20-100 m deep. Some of these uplifts are associated with the known salt domes of the area. Other uplifts do not contain such domes. It is possible that they formed over salt "pillows", which did not have enough salt reserves to form salt diapirs. The area of distribution of such uplifts approximately corresponds to the area of distribution of Devonian salt deposits at a depth of 5-10 km or more.

Scientific novelty. Neotectonic uplifts were discovered, similar in shape and size to those caused by salt tectonics, but located outside the areas of distribution of known salt-bearing strata. It is hypothesized that this is related to the older Hercynian overthrusts. The uplifts are located above the hanging blocks of the Hercynian overthrusts in the north and south of the study area. These thrusts were formed on the northern and southern sides of the former Dnieper-Donetsk depression during its destruction by the Hercynian folding. It is possible that the nappes over thrusts the Devonian salt-bearing deposits with metamorphic rocks of the crystalline basement. The decrease in the level of the World Ocean in the Quaternary period further increased the lithostatic load on the salt-bearing strata. This activated the isostatic upwelling of salt and the formation of gently sloping neotectonic uplifts.

Practical significance. These results clarify the geological structure of the territory and make it possible to expand the area of hydrocarbon prospecting.

Keywords: *neotectonics, Cenozoic, salt tectonics, Attic orogeny, Hercynian orogeny, Eastern Ukraine.*

References

1. Aizenverg D.E., Berchenko O.I., Brazhnikova N.E. et al. (1988). *Geologiya i neftegazonosnost' Dneprovsko-Donetskoy vpadiny. Stratigrafiya [Geology and oil and gas potential of the Dnieper-Donets depression. Stratigraphy].* Kyiv, Naukova Dumka, 148. [in Russian]
2. Velikanov V.Ya. (2007). *Geological map of Ukraine. Scale 1: 1000000.* [in Ukrainian]
3. Kalinin V.I. (2007). *Geological map of pre-Cenozoic formations of Ukraine. Scale 1: 1000000.* [in Ukrainian]
4. Goryainov S.V. (1999). *Ob al'piyskom uslozhnenii geologicheskoy struktury v razlichnykh regionakh Ukrainy [On the Alpine complication of the geological structure in various regions of Ukraine].* Reports of NASU, 8, 106-111. [in Russian]
5. Goryainov S.V. (2002). *Tektonicheskiye osobennosti zony sochleneniya Donbassa i Voronezhskogo kristallicheskogo massiva [Tectonic features of the junction zone between the Donbass and the Voronezh crystalline massif].* Issues of development of the gas industry of Ukraine: a collection of scientific papers, 143-147. [in Russian]

6. Goryainov S.V. (2004). O protivorechiyakh geofizicheskoy modeli stroyeniya Dneprovsko-Donetskoy vpadiny [On the contradictions of the geophysical model of the structure of the Dnieper-Donetsk depression]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Geology-Geography-Ecology"*, 620, 19-21. [in Russian]
7. Goryainov S.V. (2004). O laramiyskom uslozhnenii geologicheskoy struktury v razlichnykh regionakh Ukrainy [On the Laramian complication of the geological structure in various regions of Ukraine]. *Reports of NASU*, 3, 92-95. [in Russian]
8. Goryainov S.V. Korenev V.V. (2007). Perekrestno-nadvigovaya struktura zony sochleneniya Donbassa s Priazovskim blokom Ukrainskogo shchita [Cross-thrust structure of the junction zone of the Donbass with the Azov block of the Ukrainian Shield]. *Geology and issues of geological mapping and study of Precambrian formations of the Ukrainian Shield. Proceedings of the IV Scientific and Production Meeting of Geologists-Surveyors of Ukraine. Kryvyi Rih (Ukraine)*, 102-104. [in Russian]
9. Goryainov S.V., Aksenov S.V., Altukhov A.S., Vorobyov S.V., Isaeva E.P., Korenev V.V. (2009). Metamorficheskiye i metasomaticheskiye komplekxy Priazov'ya i Yuzhnogo Donbassa [Metamorphic and metasomatic complexes of the Sea of Azov and Southern Donbass]. *Kharkov (Ukraine): Ecographer*, 304. [in Russian]
10. Goryainov S.V. (2013). Kaynozoyyskiye tektonicheskiye dvizheniya Vostochnoy Yevropy [Cenozoic tectonic movements of Eastern Europe]. *Geology and minerals of the World Ocean*, 3, 55-65. [in Russian]
11. Goryainov S.V. (2014). Pro budovu rozrizu paleozoyu Sentyanivs'koyi dilyanky za rezul'tatamy burinnya hlybokoyi sverdlovyny Sentyanivs'ka-10 [On the structure of the Paleozoic section of the Sentyanivska area according to the results of drilling a deep well Sentyanivska-10]. *Issues of development of the gas industry of Ukraine*, 42, 1, 7-14. [in Ukrainian]
12. Goryainov S.V. (2014). Prostezhennya Novoho nasuvu parametrychnoyu sverdlovynoyu Ternivs'ka-677 [Tracing the New Thrust with a parametric well Ternivska-677]. *Issues of development of the gas industry of Ukraine*, 42, 1, 14-17. [in Ukrainian]
13. Goryainov S.V. (2014). Novi rezul'taty doslidzhennya hlybokym burinnyam heolohichnoyi budovy paleozoy'skoho strukturnoho poverkhu Pivnichnoho Donbasu [New results of research by deep drilling of the geological structure of the Paleozoic structural surface of the Northern Donbass]. *Issues of development of the gas industry of Ukraine*, 42, 1, 17-21. [in Ukrainian]
14. Goryainov S.V. (2015.) Gertsynskiy tektonicheskiye dvizheniya Vostochnoy Ukrainy [Hercynian tectonic movements of Eastern Ukraine]. *The latest problems of geology. Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of V.P. Makridin. Kharkiv (Ukraine)*, 162-165. [in Russian]
15. Goryainov S.V. (2015). Al'piyskiye tektonicheskiye dvizheniya Vostochnoy Ukrainy, solyanaya tektonika i neftegazonosnost' [Alpine tectonic movements of Eastern Ukraine, salt tectonics and oil and gas potential]. *The latest problems of geology. Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of V.P. Makridin. Kharkiv (Ukraine)*, 98-101. [in Russian]
16. Zakrzhevskaya I.G., Vysochansky I.V., Bordak L.A. (1992). Obobshcheniye geologo-geofizicheskikh materialov po parametricheskim skvazhinam: Zmiyevskoy № 602, Shurinskoy № 604, Lavrikovskoy № 606, Bepalovskoy № 671 na Zmiyevskom vystupe: otchet o NIR [Generalization of geological and geophysical materials for parametric wells: Zmievskaya No. 602, Shurinskaya No. 604, Lavrikovskaya No. 606, Bepalovskaya No. 671 on the Zmiev ledge: research report]. *Poltava-Kharkov: UkrNIIGaz*. [in Russian]
17. Kamaletdinov M.A., Kazantseva T.T., Kazantsev Yu.V., Postnikov D.V. (1991). Shar'yazhno-nadvigovaya tektonika litosfery [Sharyazh-thrust tectonics of the lithosphere]. *Moscow, Russia: Nauka*, 255. [in Russian]
18. Kosmachev V.G., Kosmacheva M.V. (1993). Geologicheskaya baza "Kamenka". Uchebnoye posobiye [Geological base "Kamenka". Textbook]. *Kharkov: KhSU*, 104. [in Russian]
19. Stovba S.M. etc. (2003). Rehional'ni seysmostratyhrafichni doslidzhennya mST na profili Starobesheve-Shakhtars'k-Luhans'k (profil' DOBRE). Zvit po temi 113/00. [Regional seismostratigraphic studies of the MST on the profile Starobesheve-Shakhtarsk-Lugansk (profile DOBRE). Report on the topic 113/00]. *State Enterprise "Ukrgeofizika", TSOIGM: Kyiv*. [in Russian]
20. Kruglov S.S., Gursky D.S. (2007). Tectonic map of Ukraine. Scale 1: 1000000. [in Ukrainian]
21. Yudin V.V. (2006). Tektonika Yuzhnogo Donbassa i rudogenez [Tectonics of the Southern Donbass and ore genesis]. *Kyiv: UkrGGRI*, 108. [in Russian]

Received 20 April 2022

Accepted 26 May 2022