

*Присвячується світлій пам'яті  
дослідників цієї території –  
Горя Миколайовича Ремізова  
та*

*Володимира Георгійовича Космачова*

## Структурні співвідношення кайнозойських складчастих деформацій та рухів солі Червонооскільського куполу

*Сергій Горяйнов<sup>1</sup>*

к. геол.-мін. н., доцент, кафедра фундаментальної та прикладної геології,  
<sup>1</sup> Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна,  
e-mail: [gorjainov@karazin.ua](mailto:gorjainov@karazin.ua), Scopus ID [59495838600](https://orcid.org/0009-0006-6993-628x);

*Світлана Кірічік<sup>1</sup>*

ст. наук. співробітник, Музей природи,  
e-mail: [kirichiks@ukr.net](mailto:kirichiks@ukr.net), [ID https://orcid.org/0009-0006-6993-628x](https://orcid.org/0009-0006-6993-628x);

*Марія Космачова<sup>1</sup>*

к. геогр. н., ст. наук. співробітник, Музей природи,  
e-mail: [mvkosmachova@karazin.ua](mailto:mvkosmachova@karazin.ua), [ID https://orcid.org/0000-0001-5642-8709](https://orcid.org/0000-0001-5642-8709);

*Ірина Самчук<sup>1</sup>*

к. геол. н., доцент кафедри фундаментальної та прикладної геології,  
e-mail: [samchuk@karazin.ua](mailto:samchuk@karazin.ua), [ID https://orcid.org/0000-0002-8117-6117](https://orcid.org/0000-0002-8117-6117)

Складчастість розвивається при колізійних епохах впродовж перших мільйонів років. Зростання соляних діапирів проходить впродовж десятків - сотень мільйонів років. Проблемою є встановлення структурних наслідків взаємодії цих різних тектонічних рухів. Складчастість і соляні діапіри проявлені на північно-західних окраїнах Донбасу, що відображено на детальних геологічних картах. В районі Червонооскільського куполу встановлені складчасті деформації ларамійського та аттичного віку, а також деформації від зростання соляного діапіру. Тому тут є можливість встановити структурні співвідношення результатів складчастих та солянокупольних рухів. Аналіз показав, що геологічний простір території поділений розривними порушеннями на тектонічні блоки. Об'єми блоків кутовими неузгодженнями розділені на структурні поверхні - кайнозойський, мезозойський та палеозойський. Тривимірні форми поверхонь кутових неузгоджень відображались ізолініями. Аналізувались форми складок різних структурних поверхнь. Ларамійська складчастість території проявлена у післякредових – доеоценових розривних порушеннях, лінійних складках мезозою довжиною більше 100 км, кутовому неузгодженні в підшві кайнозою. Аттичні деформації проявлені у післяміоценових – допліоценових розривних порушеннях, розмиві еоцен-міоценових відкладів, у кутовому неузгодженні між міоценом та пліоценом. Ларамійські складки повторно дислоковані та розбиті на блоки аттичними насувами. У мезозойському структурному поверсі Червонооскільський соляний купол проявлений брахіантикліналію, вигином вісей суміжних ларамійських складок, ундуляціями їхніх шарнірів, а також оточуючим прогином з амплітудою прогинання 300 м. В цьому компенсаційному прогині підшва кайнозою також занурена на 40 – 80 м і більше. Вісі прогинання у кайнозойському та мезозойському поверхнях співпадають. Галокінетичні форми деформовані аттичними та ларамійськими насувами. Компенсаційне прогинання відображається у структурі мезозойського складчастого комплексу з більшою амплітудою, ніж у будові кайнозойського комплексу. Зростання амплітуди прогинання у мезозойських відкладах відносно кайнозойських свідчить про успадкований розвиток галокінезу впродовж кайнозою і про накопичення різновікових амплітуд прогинання.

**Ключові слова:** ларамійська складчастість, аттична складчастість, Червонооскільський купол, галокінез, північно-західні окраїни Донбасу.

**Як цитувати:** Горяйнов Сергій, Кірічік Світлана, Космачова Марія, Самчук Ірина (2025). Структурні співвідношення кайнозойських складчастих деформацій та рухів солі Червонооскільського куполу. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (63), 35-50. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-63-03>

**In cites:** Goryainov Sergey, Kirichik Svitlana, Kosmachova Maria, Samchuk Iryna (2025). Structural relationships of Cenozoic folding deformations and salt movements of the Chervonooskil dome. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*, (63), 35-50. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-63-03> [in Ukrainian]

**Постановка загальної проблеми.** Складчасті деформації регіонів розвиваються зазвичай впродовж відносно коротких (у геологічних масштабах часу) колізійних епох тривалістю у перші мільйони років. Це дозволяє виділити у тому чи іншому регіоні окремі фази складчастості, які

потім можна корелювати між різними регіонами і навіть між материками, а також об'єднувати у складчасті епохи (герцинську, альпійську і т. ін.). Ці колізійні процеси відбуваються завдяки глобальним мантійним рухам і не мають джерел енергії у земній корі.

© Горяйнов Сергій, Кірічік Світлана, Космачова Марія, Самчук Ірина, 2025

Паралельно з цим існують і тектонічні рухи, у котрих такі корові джерела енергії існують. Це перш за все рухи солянокупольної тектоніки. Вони вирівнюють гравітаційно невривноважений стан між менш щільними та пластичними кам'яними солями та більш щільними силікатними породами, які їх перекривають. Зростання соляних діапирів проходить у середньому повільно і довготривало – впродовж десятків і навіть сотень мільйонів років.

Загальна проблема полягає у встановленні структурних наслідків взаємодії цих різних типів тектонічних рухів, що значно (у десятки – сотні разів) розрізняються за часом та інтенсивністю свого проявлення. Територія, на якій можна встановлювати такі структурні наслідки, повинна і бути складчастою, і водночас вмішувати соляні діапіри. Таким вимогам відповідає район Червонооскільського соляного штоку у басейні р. Сіверський Донець на північно-західних окраїнах Донбасу.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Перші відомості про геологічну будову району відомі з кінця XVIII та початку XIX століття. З другої половини XIX ст. починається більш систематичне вивчення геологічної будови території у зв'язку з освоєнням вугільних ресурсів Донецького басейну [3].

В 1840–1841 рр. Б.К. Бльоде розробив першу стратиграфічну схему для околиць Донецького басейну. В 1856–1867 рр. М.Д. Борисяк, проводячи вивчення геологічної будови Ізюмського району, підтвердив здогадку про широкий розвиток тут палеозойських порід, які він розглядав як продовження донецьких кам'яно-вугільних формацій. І.Ф. Леваковський (1862–1873 рр.) дав схему стратиграфічного розчленування донецької пермі, а також описав крейдові та третинні відклади лівобережжя р. Сіверський Донець. А.В. Гуров дав геологічний опис сучасних територій Харківської та Полтавської областей (1889 – 1893 рр.). Він розділив юрські відклади на два яруси, уточнив схему розчленування пермі, весь комплекс палеогенових відкладів від бучацької до харківської свит він відніс до еоцену, а полтавську – до неогену [17].

Дослідження північно-західного продовження Донецького кряжу, проведене А.Д. Архангельським, М.С. Шатським та ін. (1923), показало широкий розвиток "пізньокрейдових" (нині – ларамійських) деформацій території, що обумовили формування її складчастої структури. М.С. Шатський вперше (1924), на основі палеонтологічних даних, розділив верхньокрейдіві відклади на яруси та уточнив склад палеогенових осадків [17].

У 1936 р. вийшла колективна монографія

"Геологический очерк бассейна р. Донца" (під редакцією Д.М. Соболева), присвячена проблемам водного будівництва та використання водних та мінеральних ресурсів території. В ній, мабуть, вперше для території показано наявність неотектонічних піднять земної кори, що відображається у геоморфологічних рисах її будови [17].

У 50-х – 60-х рр. XX ст. проведено геологічну зйомку міжріччя Сіверського Донця і Сухого Торця, що охоплює досліджувану територію (Ярченко, 1950; Курилюк, 1952; Слущка, Воронов, 1953; Савинська, Бутенко, 1955; Роден, 1964; Закржевська, Купріянова, 1967; Камінський, 1967). Застосування структурно-картувального буріння дозволило отримати фактичні дані по утвореннях мезозою (від тріасу до верхньої крейди). Були складені геологічні карти докайнозойських відкладів, серія карт по мезозойських відкладах. Вивчений геологічний розріз до нижньої пермі включно. Виявлені Комишуваське, Берецьке, Співаківське, Новомечebilівське, Тернівське, Торсько-Дробишівське, Кам'янське, Святогірське, Червонооскільське підняття. Встановлені виходи тріасу під подошву кайнозою на Торсько-Дробишівській площі. Для Святогірської та Торсько-Дробишівської площ побудовані структурні карти по окремих горизонтах пермі.

Ці результати враховувались пізніше при проведенні детальних геологозйомочних робіт масштабу 1:50000 на цій території (Ляшенко, 1980; Жикаляк, 1984; Жикаляк, 1989). По результатах цих та більш детальних пошукових та геофізичних робіт проведено геологічне довивчення площ масштабу 1:200000 для складання геологічних карт нового покоління [14, 15], уточнені стратиграфічні схеми території [18].

Колективом авторів УкрНДІГазу у 2000 – 2018 рр. проведена робота по узагальненню, комп'ютерній обробці, аналізу, переінтерпретації численних матеріалів попередніх геологорозвідувальних робіт території, доповненню їх власними дослідженнями, зведенням всього цього фактичного матеріалу на електронну картографічну основу і оформлення за сучасними вимогами (Бережний, Горяйнов, Тердовидов, 2000; Бережний, Горяйнов, Лакоба, Тердовидов, 2002; Горяйнов, Бережний, Лакоба, Суярко, 2006; Горяйнов, Заріцький, Лакоба, 2011, 2014). Доповнення стосувались уточнення тектоніки території. Аналізувались риси геологічної будови, які не привернули уваги попередніх дослідників – насамперед простеження регіональних розривних порушень, виявлених у Донбасі, але не простежених в межах досліджуваної території. Також було проведено розділення розривних порушень за відносним віком з виділенням сіток

тектонітів, сформованих впродовж заальської, ларамійської та аттичної фаз складчастості. Основну увагу було приділено будові палеозойського комплексу, який був розкритий численними глибокими газопошуковими свердловинами вже після закінчення геологозйомочних робіт, і тому не врахованих попередниками [5–8]. Все це дозволило збільшити глибини геологічних побудов до 5–6 км [13].

#### **Невирішена частина загальної проблеми.**

На північно-західному продовженні Донецького кряжу, у басейні Сіверського Донця встановлені регіональні складчасті деформації ларамійського (ранньокайнозойського) та аттичного (пізньокайнозойського) віку. Також там встановлені тектонічні деформації, що пов'язані з тривалим зростанням соляних діапирів впродовж палеозою, мезозою та кайнозою. Тому на даній території можна простежити структурні співвідношення результатів таких незалежних та різновікових тектонічних процесів.

**Мета статті** – встановлення структурних співвідношень результатів регіонально-складчастих та солянокупольних рухів на прикладі оточення Червонооскільського соляного куполу.

**Метод дослідження** – структурно-геологічний. В межах дослідження під *структурою* розуміються зв'язки та співвідношення між елементами будови об'єкту дослідження. Елементами геологічної будови території дослідження є:

- осадові свити кайнозою та їхні ерозійні рештки,
- тектоніти шумилівського (аттичного), сокольцовського (ларамійського), стильського (заальського) динамометаморфічних комплексів,
- тектонічно порушені свити мезозою,
- тектонічні блоки свит палеозою,
- соляні діапіри [1, 2, 10, 12, 13, 20, 21].

Структурні співвідношення між ними встановлювались прямими геологічними спостереженнями у природних відслоненнях і за результатами попередніх бурових робіт та допоміжних результатів геофізичних досліджень (гравірозувідки, магніторозвідки). Структурні побудови проводились поетапно.

На першому етапі будувались сітки розривних порушень в порядку від молодих (аттичних) до більш древніх заальських. Враховувалось, що більш древні сітки перетинаються більш молодими зі зміщеннями. Тривимірні форми розривних порушень відображались методом ізоліній глибини зміщувачів. В результаті геологічний простір території був поділений на тектонічні блоки.

На другому етапі проводився поділ об'ємів блоків, заповнених порушеними осадовими утвореннями, на структурні поверхи, які розді-

лені кутовими неузгодженнями. За цією ознакою були виділені три складчасті поверхи (кайнозойський, мезозойський та палеозойський). Кайнозойський та мезозойський структурні поверхи розділяються підшовою палеогену [2]. Мезозойський та палеозойський структурні поверхи розділяються підшовою тріасу [1]. Форми поверхонь кутових неузгоджень будувались методом ізоліній в межах кожного блоку. Враховувалось, що більш древні сітки тектонітів перекриваються більш молодими відкладами з розмивом без зміщення.

На третьому етапі проводився аналіз складчастих деформацій в межах кожного тектонічного блоку методом аналізу форм опорних стратиграфічних поверхонь окремо для кожного структурного поверху. Тривимірні деформації опорних поверхонь відображались методом ізоліній. Аналізувались просторові орієнтації структурних елементів складок – розміри, амплітуди, нахил шарнірів, вигин осьових поверхонь тощо.

**Основні результати дослідження.** Територія досліджень перекрита майже суцільним малопотужним чохлам четвертинних та пліоценових континентальних осадових порід (лесові покриви, схиліві утворення, алювіальні та пролювіальні відклади тощо). Чохол має горизонтально-шарувату структуру і утворює особливий, найбільш молодий структурний поверх території, який зараз знаходиться на стадії активного формування. На рис. 1 показано геологічну карту території, з якої цей пліоцен-четвертинний осадовий чохлам *знятий*.

На карті видно, що під підшову горизонтально-шаруватого осадового чохла виходять не тільки кайнозойські, а й мезозойські та палеозойські породи. Це – свідчення того, що під пліоценовою підшовою осадового чохла існує кутове неузгодження післяміоценового – допліоценового віку. Воно сформовано у аттичну фазу складчастості альпійської тектонічної епохи. Авторські дослідження [20, 21] показали, що ця фаза складчастості сформувала окремий шумилівський комплекс тектонітів північно-східної вергентності, що охоплює майже всю Україну, в тому числі досліджувану територію.

На рис. 1–2 видно кутове неузгодження в підшві кайнозойських (еоцен-міоценових) відкладів. Підшва кайнозою накладається як на мезозойські, так і на палеозойські породи. Це – свідчення того, що під палеогеновою (еоценовою) підшовою осадового чохла існує кутове неузгодження післямаастрихтського – доеоценового (палеоценового) віку. Воно сформовано у ларамійську фазу складчастості альпійської тектонічної епохи. Авторські дослідження [4, 20, 21] показали, що ця фаза складчастості сформувала





horizons; angular unconformity at the base of the Tras; 8 – Hercynian thrusts of the Stylsky complex (Late Permian–Early Triassic) established (a) and predicted (b); 9 – 10 – Permian system (only in section); 9 – Kramatorsk formation up to 300 m thick: rock salt, layers of anhydrites and dolomites; 10 – Mykytivska and Slavyanska formations combined with a total thickness of 260 – 630 m: gypsum-anhydrite rocks, rock salt horizons, mudstones, layers of dolomites and limestones; 11 – Kartamysh formation 650 – 750 m thick: variegated mudstones, siltstones, sandstones; 12 – 26 – Carboniferous system; 12 – 14 – Upper Carboniferous series; 12 – Araucaritic formation 530 – 850 m thick: sandstones, mudstones, siltstones, layers of marls; 13 – Avilivska formation 640 – 850 m thick: sandstones, siltstones, mudstones, limestone layers and coal; 14 – Isaevska formation 580 – 740 m thick: mudstones, siltstones, limestones with sandstone layers and coal; 15 – 22 – Middle Carboniferous series; 15 – Gorlivska formation 360 – 500 m thick: siltstones, mudstones, limestones with sandstone horizons and coal; 16 – 25 – subdivisions shown only on the geological section; 16 – Almazna formation 250 – 300 m thick: siltstones, mudstones, limestones with sandstone layers and coal; 17 – Kamenska Formation, 320–350 m thick: sandstones, siltstones, mudstones with limestone and coal horizons; 18 – Belokalitvenska Formation, 230–250 m thick: mudstones with sandstone, siltstone, and limestone interlayers; 19 – Smolyanivska Formation, 480–550 m thick: sandstones, siltstones, mudstones with limestone and coal horizons; 20 – Mospinska Formation, 390–420 m thick: siltstones, mudstones with sandstone, limestone, and coal interlayers; 21 – Mandrykinska Formation, 240–260 m thick: siltstones, mudstones with interlayers of limestone; 22 – Amvrosievka Formation, 330 m thick: mudstones with interlayers of siltstones, sandstones and coal; 23–26 – Lower Carboniferous series; 23 – Kalmius Formation, 450 m thick: mudstones and limestones with interlayers of sandstone; 24 – Samarskaya Formation, 230 m thick: limestones and mudstones with interlayers of siltstones and coal; 25 – salt diapir; 26 – geological section shown in Fig. 2; 27 – horizons of marking ("formation") limestones and their indices; 28 – wells and their numbers. In the section, the vertical and horizontal scales are the same. The black dashed line shows the aerial extension of the Triassic sole.

окремий сокольцовський комплекс тектонітів північно-західної вергентності, що охоплює майже всю Україну, в тому числі досліджувану територію. Ларамійська складчастість простежується по всій території позаальпійської Європи [22].

На рис. 1 – 2 також видно кутове неузгодження в підшві мезозойських (тріасових) відкладів. Підшва тріасу накладається на різні горизонти складчастого палеозою – на верхній карбон, різні свити пермі. Це свідчить про існування під підшвою тріасу кутового неузгодження післяпермського – дотріасового віку. Воно сформовано у заальську фазу складчастості герцинської тектонічної епохи. Авторські дослідження [5–8, 12, 21] показали, що ця фаза складчастості сформувала окремий стильський комплекс тектонітів південно-західної вергентності, що охоплює як мінімум Східну Україну, в тому числі досліджувану територію. Герцинська складчастість проявлена майже на усій території Євразії.

Таким чином, на території спостерігаються чотири структурних поверхи:

- нескладчастий пліоцен-четвертинний;
- одноразово складчастий еоцен-міоценовий (аттичний);
- дворазово складчастий мезозойський (ларамійський);
- тричі складчастий палеозойський (заальський).

Кожний структурний поверх (за виключенням пліоцен-четвертинного осадового чохла), поруч з рештками свит та нестратифікованих утворень, включає у свій склад і комплекс новоутворених тектонітів, що обов'язково перетинає всі структурні поверхи, що мають більш древній

геологічний вік. Геологічна будова цих структурних поверхів додатково ускладнена солянокупольними рухами. Опис структурних співвідношень складчастих поверхів та їхньої будови у межах території наведено нижче – від більш простих за геологічною структурою і відносно молодих до більш складних древніх [13].

#### *Аттичний структурний поверх*

Аттичний структурний поверх має складчато-насувну структуру, обумовлену розвитком шумилівського дислокаційного комплексу північно-східної вергентності. Сукупність тектонітів аттичного віку та розділених ними блоків геоморфологічно виражена на Східній Україні як Донецький кряж та Приазовська височина у їхньому сучасному вигляді [9, 16]. Тектонічні рухи аттичного віку призвели до розділення всіх більш древніх утворень на лінзовидні у плані та розрізі блоки розміром у перші кілометри – десятки кілометрів (рис. 3), та до насування цих блоків один на одній у північно-східному напрямку [21].

Насуви аттичного віку. Поява власне тектонітів шумилівського комплексу пов'язана з міжблоковою деструкцією порід субстрату. Тектоніти утворюють неперервну сітку, окремі гілки або ланки якої є відомими насувами і носять власні назви. До аттичних насувів на території достовірно віднесені Мар'євський, Лисичанський, Північно-Шебелинський, Хрестищенський.

*Мар'євський регіональний насув* є крупнішим на території, простягається у північно-західному напрямку від границі з Росією до території досліджень більш ніж на 300 км. Істинна амплітуда його зміщення у Північному Донбасі (по вугленосним свитам московського ярусу

середнього карбону) оцінюється у 4,5 км при вертикальній складовій порядку 1,5 км та горизонтальному перекритті близько 3,5–4 км (рис. 2). На території Мар'євський насув подвоює розріз мезозою. На заході території, в районі вустя р. Береки, насув розгортається з північно-західного простягання на південно-західне, і через збереження вергентності трансформується у лівобічний підкидо-зсув. Вертикальна складова його зміщення зменшується, а горизонтальна – збільшується. В результаті вісь Березького соляного куполу зміщена приблизно на 3–3,5 км на північний схід від вісі Петрівського куполу – його північно-західного продовження (рис. 1, 3).

*Лисичанський насув* відокремлюється від Мар'євського у його лежачому крилі на східно-му фланзі території. Він подвоює розріз мезозою, а східніше, в районі Лисичанська, подвоює розріз карбону і насуває його на кайнозойські відклади з істинною амплітудою 300–350 м [13].

*Північно-Шебелинський насув* – відгалуження Мар'євського насуву у північно-східному напрямку. Зустрінутий авторами на південному березі р. Сіверський Донець на західній околиці с. Червоний Донець за західною рамкою площі. Там насув розвинутий по мергелях еоцену і має північно-східну вергентність [13, 21]. Істинна амплітуда насунання оцінюється у 100–150 м.

*Хрестищенський насув* виявлений біля с. Хрестище у кам'яному кар'єрі на Слов'янському піднятті за рамкою площі і має північно-східну вергентність [13]. На територію він простежений пошуковими свердловинами. В північно-західному напрямку змикається з Мар'євським насувом в районі вустя р. Берека. По зміщенню підшви кайнозою його амплітуда оцінюється у 30–50 м.

Деформації осадового кайнозойського чохла. Амплітуда аттичних плікативних деформацій тектонічних блоків між насувами оцінювалась через аналіз дислокованості підшви кайнозою. Для цього в блоках були побудовані стратоізогіпси цієї підшви через 20 м по висоті там, де палеоген-міоценовий чохол присутній. Поля відсутності цих відкладів давали додаткову інформацію.

У всячому крилі Мар'євського насуву ерозійні рештки еоцен-міоценового чохла локальні або відсутні у центрі та на сході території дослідження. Це пов'язано з тим, що вертикальна складова істинної амплітуди насуву у його фронтальній частині (приблизно 1–1,5 км) значно більша, ніж стратиграфічна товщина кайнозою (до 100 м). Тому цей осадовий чохол у всячому крилі насуву в його фронтальній частині на сьогоднішній день зеродований. Розривні деформації підшви кайнозою далі на північ від Мар'євського, Північно-Шебелинського та Лисичансь-

кого насувів не спостерігаються (рис. 1, 3).

Прояви соляної тектоніки в межах аттично-го поверху. Насування тектонічних блоків на північний схід повинно було б супроводжуватись зануренням та повним збереженням від ерозії еоцен-міоценового чохла у лежачому крилі Мар'євського насуву та його відгалужень – Північно-Шебелинського та Лисичанського насувів. Але на ділянках, що примикають безпосередньо них, еоцен-міоценові відклади подекуди також відсутні. Ділянки відсутності кайнозою мають приблизно овальну форму розміром 8÷30 × 6÷12 км. При підході до них підшва кайнозою здіймається вгору на відмітки, що перевищують відмітки рельєфу. Таким чином, встановлюється наявність положистих піднять підшви кайнозою з амплітудою більше 80 м (рис. 3).

Зокрема, такі підняття відповідають Червонооскільському, Петрівському та Березькому соляним штокам. Тому логічно пояснити їх появу післяміоценовою соляною тектонікою, що була активована завдяки аттичним насувним рухам. Сіль, за даними буріння та геофізичних досліджень, у вигляді штоків здіймається у даному регіоні з глибин 12–14 км, де залягають девонські соленосні горизонти.

Побудова ізоліній опорної поверхні дозволила виявити не тільки високоамплітудні підняття опорної підшви кайнозою над соляними штоками, але й малоамплітудні підняття як у всячому, так і у лежачому крилі Мар'євського та інших насувів. Вони мають меншу вертикальну амплітуду (40–60 м) і, вірогідніше за все, відображають також рухи солі. Але проявлені вони не у вигляді штоків (для яких потрібні більші початкові запаси солі), а у вигляді "соляних подушок" з відносно невеликою амплітудою піднять [10].

Додатковим аргументом на користь соляно-тектонічної природи цих піднять є існування положистих компенсаційних прогинів, що дуговидно обмежують соляні підняття – як куполи та діапіри, так і "подушки". Їхня глибина на території досліджень складає 20–40 м та більше.

Такий компенсаційний прогин, відображений у підшві кайнозою, спостерігається і навкруги Червонооскільського соляного куполу. Зважаючи на те, що по південному крилу куполу проходить Мар'євський насув, збереженість цього прогину у його лежачому та всячому крилі різна (рис. 3).

У лежачому (північно-східному) крилі насуву компенсаційний прогин шириною 6–8 км дуговидно оминає Червонооскільський купол з півночі. Підшва кайнозою в донній частині прогину занурюється на відмітки нижче +100 м. З наближенням до Мар'євського насуву вісь на-

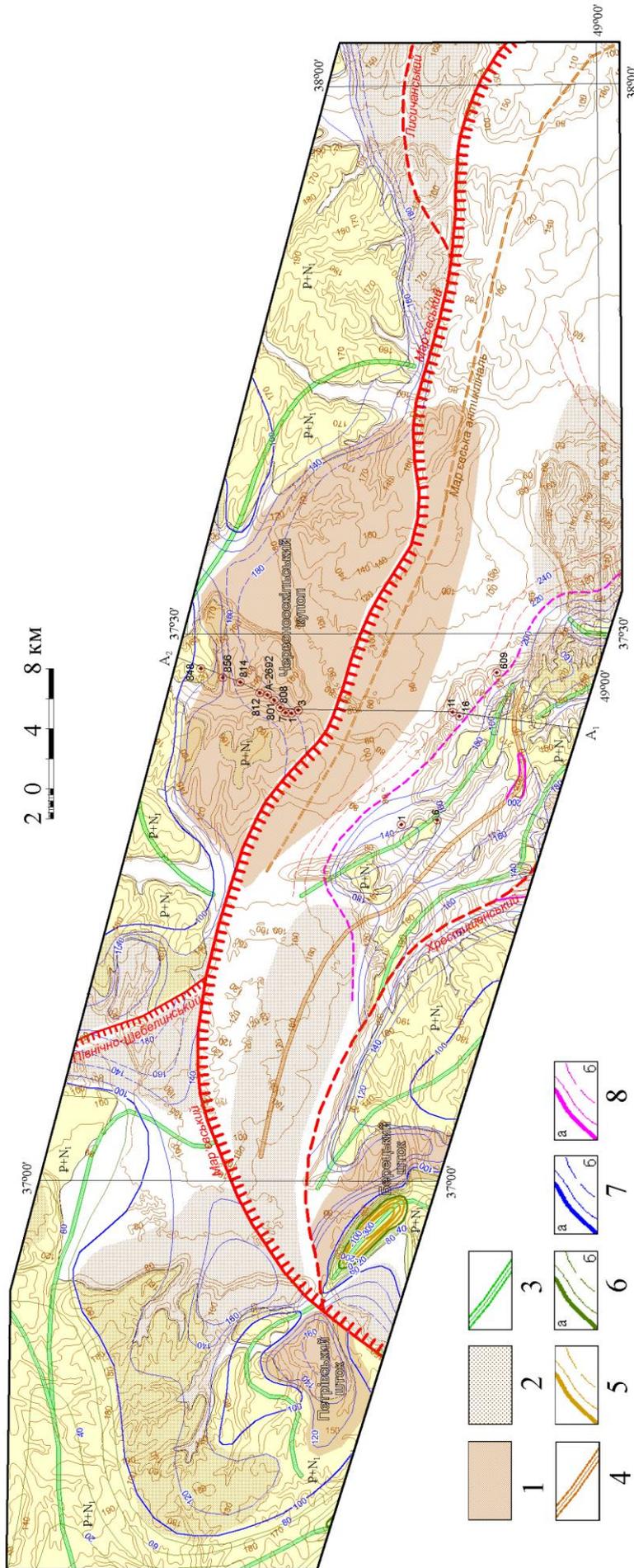


Рис. 3. Карта аттичного структурного поверху.

1 - підняття підшоши кайнозою над відомими сольовими штоками; 2 - малоамплітудні підняття підшоши кайнозою за межами сольових штоків (над "соляними подушками"); 3 - вісі компенсійних синкліналей навкруги сольових штоків; 4 - вісі тектоногенних антикліналей; 5 - стратоізогіпси підшоши кайнозойського структурного поверху нижче 0 (рівня моря); 6 - те саме в інтервалі 0-99 м встановлені (а) та передбачувані (б); 7 - те саме в інтервалі 100-199 м встановлені (а) та передбачувані (б); 8 - те саме в інтервалі вище 200 м встановлені (а) та передбачувані (б).

Передбачуване розташування ізогіпси визначає мінімальну можливу відмітку /

Fig. 3. Map of the Attic structural floor.

1 - Cenozoic uplift of the sole above known salt stocks; 2 - low-amplitude Cenozoic uplift of the sole outside the salt stocks (above "salt pillows"); 3 - axes of compensatory synclines around salt stocks; 4 - axes of tectonic anticlines; 5 - stratoisogypsoms of the sole of the Cenozoic structural floor below 0 (sea level); 6 - the same in the interval 0-99 m established (a) and predicted (b); 7 - the same in the interval above 100-199 m established (a) and predicted (b); 8 - the same in the interval above 200 m established (a) and predicted (b). The predicted location of the isohypse determines the minimum possible mark

півкільцевого прогину здійснюється до відміток +140 – +160 м як західніше, так і східніше Червонооскільського куполу.

У висячому крилі Мар'євського насуву компенсаційний прогин майже повністю зеродований. Лише на вододілах піднятого правого (південного) борту Сіверського Донця збереглися окремі ерозійні рештки кайнозойських відкладів його донної частини. Вони залягають на відмітках +140 – +160 м і вище і сумарно утворюють дуговидний фрагмент, оминаючий Червонооскільський купол з півдня (рис. 3). Північне крило цього компенсаційного прогину зеродоване.

Відмічається здійснення вісей компенсаційних прогинів (як утворених навкруги соляних штоків, так і навкруги соляних подушок) з наближенням до Мар'євського та Хрестищенського насувів з їхніх висячих крил. Компенсаційні прогини, які утворилися завдяки кайнозойським рухам соляних штоків та подушок, зазнали аттичних деформацій, як і увесь еоцен-міоценовий осадовий чохол.

Слід зазначити, що підйом соляних штоків на малі глибини може призвести і до протилежних локальних наслідків для кайнозойського чохла – не утворення підняття, а, навпаки, формування западин внаслідок вилуговування солі. Так, наприклад, завдяки соляно-карстовим процесам над Берецьким соляним штоком на фоні загального підняття утворилася локальна западина з зануренням підосви кайнозою на глибину більше 400 м (рис. 3). Форма та розміри цієї западини приблизно відповідають розмірам штоку солі. Конседиментаційне збільшення товщин кайнозойських свит у межах западини вказує на розчинення солей під впливом підземних вод, паралельно з осадконакопиченням [13].

#### ***Ларамійський структурний поверх***

В межах блоків аттичного віку під кайнозойськими відкладами встановлюється реліктова (на цей час) структура ларамійської складчастої області. Вона складається з великих тектонічних лусок, які розділяються зонами тектонітів сокольцовського динамометаморфічного комплексу. Тектонічні блоки перекриті підлогою кайнозою з розмивом та кутовим неузгодженням (рис. 1). Блоки, що розділені сокольцовськими тектонітами, мають лускувату форму в плані, їхні обмеження вигинаються на північ. Порооди в межах блоків зім'яті у лінійні складки (рис. 4). Сітка тектонітів та обмежені нею тектонічні блоки на окремих ділянках заміщуються метасоматитами остромогильського комплексу, перетинаються та деформуються сіткою аттичних тектонітів шумилівського комплексу та додатково ускладнюються соляною тектонікою.

***Насуви ларамійського віку.*** Міжблокова деформування порід субстрату у післямаастріхтський – доеоценовий час призвела до появи тектонітів сокольцовського комплексу. Вони утворюють неперервну сітку, гілки якої є відомими насувами з власними назвами. До ларамійських на території досліджень віднесені Північно-Донецький та Дробишівський насуви, для яких встановлюється ларамійський вік по зміщенням мезозойських свит та по перекриттю підлогою кайнозою з кутовим неузгодженням без зміщень. Тектоніти характеризуються стійкою за площею північно-західною вергентністю [4, 9, 11, 16, 21]. За кінематикою ці насуви на території є правобічними підкидо-зсувами через співвідношення субширотного простягання та їхньої північно-західної вергентності.

***Північно-Донецький насув*** проходить по території у її північній частині від східного флангу до західного. Східніше, в районі Лисичанська, він насуває карбон на крейду та тріас за даними вуглерозвідувальних робіт з істинною амплітудою більше 1,5 км (вертикальна складова амплітуди 800 – 1000 м). Насув обмежує з північного сходу Лисичанський вуглепромисловий район.

В центральній частині досліджуваної території Північно-Донецький насув проходить по північному флангу Червонооскільського куполу, де насуває карбон його ядра на мезозой (рис. 2, 4). Західніше насув перекривається лобовою частиною аттичного Мар'євського насуву і виходить з-під насувного козирку на північ від Петрівського куполу, де перекривається підосвою кайнозою.

***Дробишівський насув*** відгалужується від Північно-Донецького у його висячому блоці в районі Лисичанська і простягається по досліджуваній площі майже паралельно Північно-Донецькому (рис. 4). На поверхні Дробишівський насув зафіксований у б. Протопівській поблизу с. Кам'янка південніше м. Ізюм, де утворює зону тектонітів північно-західної вергентності по глинах верхів тріасу. За структурними побудовами насув має амплітуду порядку 300 м [13].

***Складки ларамійського віку.*** В тектонічних блоках, утворених сокольцовськими тектонітами, розміщується серія антиклінальних та синклінальних складок значної амплітуди (рис. 4).

***Червонооскільський соляний купол*** в структурному плані підосви мезозою проявлений як брахіантикліналь розміром приблизно 34×15 км з північно-західним простяганням довгої вісі. Амплітуда антиклінального підняття значно перевищує 1,5 км (рис. 2). У ядрі антикліналі на поверхню виходять осадові породи верхнього карбону та пермі, крила складені породами мезозою. На глибині 3640 м розкрито кам'яну сіль

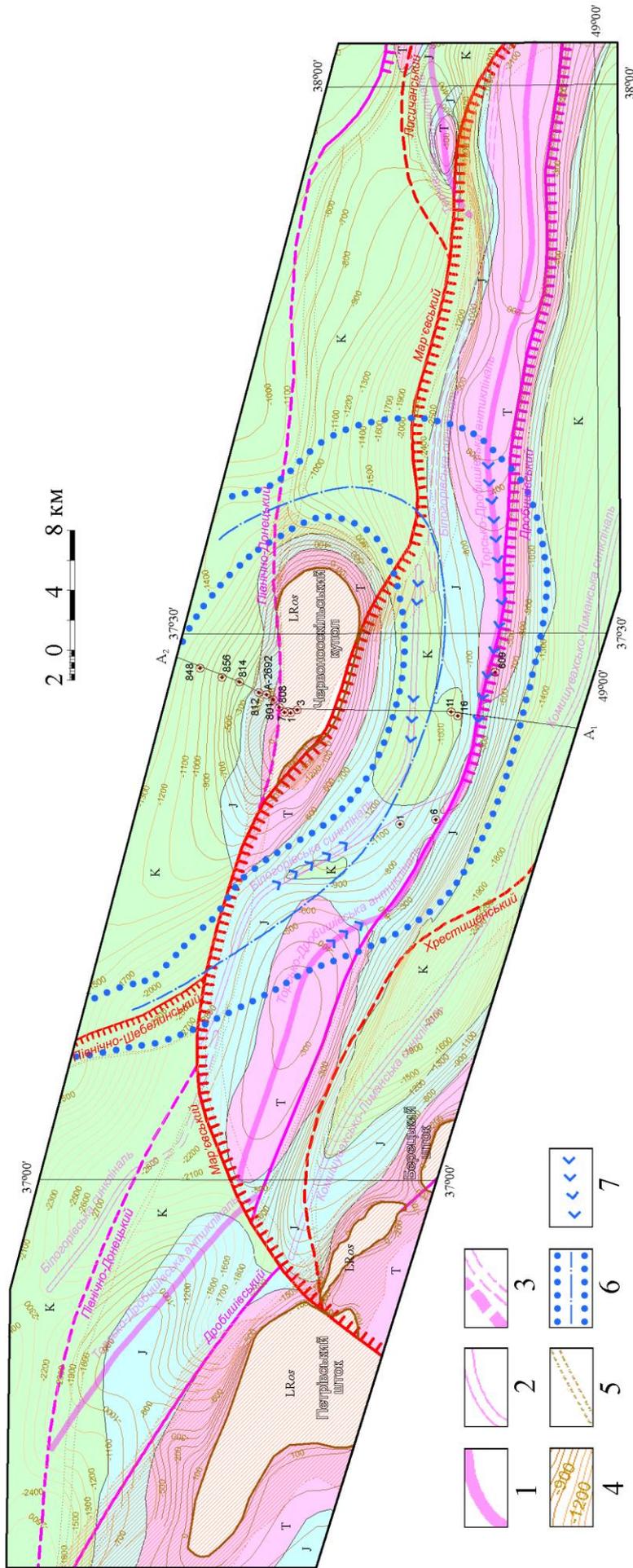


Рис. 4. Карта ларамійського структурного поверху.

1 - вісі антикліналей ларамійського віку та їхні назви; 2 - вісі синкліналей ларамійського віку та їхні назви; 3 - продовження вісей складок під насувами; 4 - ізогіпси підлоги мезозою з розривними порушеннями; 5 - лінії перетину підлоги мезозою з розривними порушеннями; 6 - контури та вісь компенсаційного прогину навкруги Червонооскільського куполу; 7 - нахил шарнірів складок /

Fig. 4. Map of the Laramian structural floor.

1 - axes of Laramian anticlines and their names; 2 - axes of Laramian synclines and their names; 3 - continuation of fold axes under thrusts; 4 - isogypsums of the Mesozoic sole; 5 - lines of intersection of the Mesozoic sole with discontinuous disturbances; 6 - contours and axis of the compensatory depression around the Chernovooskilska dome; 7 - inclination of fold hinges

(св. 5-Р). Ядро складки Північно-Донецьким насувом насунуто на її північне крило (рис. 2). У ядерній частині складки вздовж насуву розвинуті аргілізити та пропіліти палеоценового остромигильського метасоматичного комплексу [13, 14] з розсіяною мінералізацією кіноварі, піриту, галеніту, сфалериту, молібденіту (Жикаляк, 1984).

Вздовж південно-західного крила Червонооскільського куполу проходить Мар'євський насув. Падіння зміщувача насуву і осадових тріасових порід крила майже паралельні, і тому насув на цій ділянці локально стає пошаровим.

*Тернівська антикліналь* знаходиться на східному фланзі території у лежачому крилі Мар'євського насуву та водночас – у висячому крилі Лисичанського насуву, який змикається з Мар'євським. Брахіантикліналь розміром 7,5×2,3 км має амплітуду до 500 м. Її довга вісь зорієнтована субширотно. В ядрі складки на поверхню виходять тріасові відклади, а крила складені юрською системою.

*Білогорівська синкліналь* простягається субширотно у висячому крилі Північно-Донецького насуву, має довжину більше 100 км при ширині до 6 км. Видима амплітуда складки (що залишилась після кайнозойської ерозії) перевищує 1 км. В ядрі складки залягають породи крейди, а крила складені юрськими породами (рис. 2, 4). Складка перетинається також Мар'євським насувом.

У висячому крилі Мар'євського насуву вісь синкліналі вигинається на південний захід, оминаючи південне крило Червонооскільського куполу. На північний захід від куполу складка перетинається і Мар'євським, і Північно-Донецьким насувом. У лежачому крилі Північно-Донецького насуву шарнір складки здійснюється у західному напрямку і складка замикається, утворюючи центрикліналь.

На південний схід від Червонооскільського куполу вісь складки також зрізається Мар'євським насувом. Її продовження знаходиться вже під ним, і на поверхні східніше Червонооскільського куполу спостерігається тільки її північне крило. Ядро Білогорівської синкліналі виходить на поверхню з-під Мар'євського насуву у східному напрямку вже за східною рамкою території, у Лисичанському районі. Там її шарнір здійснюється вгору і складка також замикається.

*Торсько-Дробишівська антикліналь* простягається південніше Білогорівської синкліналі приблизно паралельно ній через всю площу більш ніж на 110 км при ширині до 6 км (рис. 4). Амплітуда складки сягає 1 км. За морфологією вона лінійна, з ундулюючим шарніром, і також розбивається на окремі блоки Мар'євським насувом. В ядрі складки спостерігаються відклади

тріасу, а крила складені юрськими породами. Вздовж південного крила складки простягається Дробишівський насув.

На північному заході площі блок цієї складки занурений в лежачому крилі Мар'євського насуву (північніше Петрівського куполу). Тут у ядрі складки під подошву кайнозою виходять юрські породи. Західніше, між з'єднанням Північно-Донецького та Дробишівського насувів, складка замикається.

Східніше, у висячому крилі Мар'євського насуву, шарнір складки піднятий на 1,5 км і утворює ундуляційне підняття ("Співаківська брахіантикліналь") з тріасовими відкладами на виході ядра під четвертинні наноси.

В центральній частині території шарнір Торсько-Дробишівської антикліналі занурюється і вигинається на південь, оминаючи південне крило Червонооскільського куполу, як і Білогорівська синкліналь. На цій ділянці в ядрі антиклінальної складки виходить тріасу на поверхню стають значно вужчими або повністю зникають під нижньоюрськими відкладами.

Східніше шарнір антикліналі йде паралельно Мар'євському насуву, поступово здіймаючись до східного перетинання з ним. В ядрі складки на поверхню виходять спочатку верхні, а потім нижні горизонти тріасу, а замок складки стає з циліндричного коробчастим. Складка перетинається Мар'євським насувом.

На поверхню з-під Мар'євського насуву ядро Торсько-Дробишівської антикліналі, складне тріасовими відкладами, виходить східніше, вже за східною рамкою території (у Лисичанському районі). Там її шарнір здійснюється вгору і складка також замикається.

*Комишувасько-Лиманська синкліналь* простягається паралельно Торсько-Дробишівській антикліналі приблизно на 130 км при ширині 5 – 12 км (рис. 4). Амплітуда складки становить до 2 – 2,5 км (рис. 2). У ядрі складки залягає крейдова система, а на крилах та центрикліналях – юрські відклади. По північному крилу складки проходить Дробишівський насув, який відділяє її від Торсько-Дробишівської антикліналі.

На західному фланзі території вісь складки перетинається майже перпендикулярно Мар'євським насувом. У лежачому крилі насуву шарнір складки занурений на 1,5 км і здійснюється у західному напрямку. Складка замикається на північному крилі Петрівського куполу.

У висячому крилі Мар'євського насуву вісь складки зміщена на північний схід майже на 2 км відносно лежачого блоку, а з підходом до насуву шарнір складки здійснюється. Далі на схід вісь складки також утворює положисту дугу з вигином на південь, як і Торсько-Дробишівська

та Білогорівська складки. Шарнір складки зазнає ундуляцій з амплітудами 200 – 500 м, через що складка то звужується, то розширюється вздовж свого простягання.

Аттичні деформації ларамійських складок. Розміщення більшості лінійних ларамійських синкліналей та антикліналей у висячому крилі Мар'євського насуву обумовлює повторні аттичні деформації ларамійського складчастого ансамблю як цілого.

Мар'євський насув північно-західного простягання має у регіоні дугувидну форму. Тому на заході території та східніше її східного флангу він перетинає субширотні лінійні ларамійські складки (Білогорівську, Торсько-Дробишівську, Комишухасько-Лиманську) під великими кутами. Він, згідно своєї північно-східної вергентності, зміщує вісі цих складок, які опинились у його висячому крилі, на північний схід на 2 – 3 км відносно їхнього продовження у лежачому крилі. При цьому в районі Петрівського куполу, на західному фланзі території (в районі устя р. Береки), зміщення є *лівобічно-зсувними*, а східніше території, у Лисичанському районі, зміщення є *правобічно-зсувними*.

Мар'євський насув під малим кутом перетинає вісь Білогорівської синкліналі на південному фланзі Червонооскільського куполу. Тому східніше вісь Білогорівської синкліналі по Мар'євському насуву перекрито її ж південним крилом.

У висячому крилі Мар'євського насуву самі складки зазнають накладених деформацій. З наближенням до Мар'євського насуву з боку його висячого крила шарніри і синклінальних, і антиклінальних складок здійснюються на сотні метрів, що добре відображають ізогіпси підосви мезозою (рис. 4). Крім того, система складок в цілому деформована насунням висячого крила Мар'євського насуву. Так, донна частина Білогорівської синкліналі завдяки цьому насунню знаходиться приблизно на 1 км вище, ніж донна частина паралельної Комишухасько-Лиманської синкліналі, розташованої південніше (рис. 2).

Деформації ларамійського структурного поверху соляною тектонікою. На північно-західних окраїнах Донбасу, як вказувалось раніше, були виявлені численні солянокупольні структури [22]. Вони виявлялись саме по деформаціям мезозою території – по утворенню діапирових складок, ускладненню лінійних антикліналей ундуляціями тощо. Зокрема, на західному фланзі досліджуваній території Берецький та Петрівський соляні штоки помітно деформують прилягаючі крила Комишухасько-Лиманської синкліналі та призводять до її замикання.

Дослідження також показали, що на терито-

рії досліджень деформації мезозою неоднорідні [1, 9, 11, 16, 21]. На північ від Північно-Донецького ларамійського насуву деформації мезозою затухають. Це проявляється у зникненні кутового неузгодження між крейдою та палеогеном – там вони залягають паралельно. Це вказує на наявність північно-східної границі розвитку ларамійської складчастості у Східній Україні [11, 21].

Саме на Північно-Донецькому насуві розміщується Червонооскільський соляний купол. Він здійснює підосву мезозою більш ніж на 1,5 – 2 км, а у складчастій області вигинає к півдню вісі Білогорівської синкліналі та Торсько-Дробишівської антикліналі (у плані). По периметру купол оточується компенсаційними прогинами. У структурному плані мезозою вони по-різному проявлені в межах ларамійських деформацій та поза ними.

У лежачому крилі Північно-Донецького насуву, на північ від Червонооскільського куполу, де ларамійські деформації затухають і майже відсутні, компенсаційний прогин проявлений у кільцевому зниженні підосви мезозою до відміток -1400 – -1500 м (рис. 4). Враховуючи, що північніше підосва мезозою піднімається до відміток -1100 м і вище та вирівнюється, амплітуду прогинання можна оцінити мінімум у 300 м.

У висячому крилі Північно-Донецького насуву ларамійські деформації проявлені лінійними складками. Тому структурний план підосви мезозою вже не може напряму відповідати навколокупольному компенсаційному прогинанню – треба використовувати інші ознаки. Такими ознаками виступають шарніри Білогорівської синкліналі та Торсько-Дробишівської антикліналі. Потрапляння лінійних складок у зону витoku солі у шток (в зону оконтурюючого штоку компенсаційного прогину) призводить до знижуючої ундуляції як Білогорівської синкліналі, так і Торсько-Дробишівської антикліналі.

Білогорівська синкліналь в оточенні південно-західного флангу Червонооскільського куполу знижує шарнір з відміток -800 – -900 м до глибин -1100 – -1200 м. Так само Торсько-Дробишівська антикліналь на тому ж фланзі знижує свій шарнір з відміток -300 – -400 м до глибин -600 – -700 м (рис. 4). Таким чином, за ундуляціями шарнірів лінійних складок амплітуда компенсаційного прогинання на південно-західному фланзі Червонооскільського куполу складає також величину порядку 300 м.

**Наукова новизна** дослідження полягає у тому, що на кількісній структурно-геологічній основі на прикладі Червонооскільського куполу показано ускладнення перехресно-насувної складчастої структури північно-західних околиць Донбасу галокінетичними рухами – не

тільки підйомом соляних штоків та діапирів, але й формуванням компенсаційних прогинів. Ці рухи розвиваються довгостроково та успадковано як мінімум на протязі всього кайнозою, порізному проявляючись на різних структурних поверхах.

**Висновки.** 1. Територія зазнала ларамійських деформацій, що проявлено у післякрейдових – доеоценових розривних порушеннях північно-західної вергентності та значної амплітуди (сотні – тисячі метрів), а також у формуванні серії лінійних складок довжиною більше 100 км з амплітудою у перші кілометри. Результатом стало регіональне кутове неузгодження між крейдою та палеогеном.

2. Ларамійська складчастість не врахована у тектонічному районуванні України [19], незважаючи на те, що вона відома тут вже більше 100 років [17].

3. Будова еоцен-міоценових відкладів вказує на те, що територія зазнала також післяміоценових деформацій. Сформувалась мережа розривних порушень північно-східної вергентності та значної амплітуди (десятки – сотні метрів і більше). Це призвело до відсутності еоцен-міоценових відкладів на більшій частині досліджуваної території та у Донбасі в цілому. Складки ларамійського віку повторно дислоковані та розбиті на окремі блоки. Результатом стало регіональне кутове неузгодження між міоценом та пліоценом.

4. Складчасто-насувна структура території відповідає загальноєвропейській закономірності у перпендикулярній зміні вергентностей кайнозойських рухів впродовж кайнозою. Ранньокайнозойські (палеоценові) рухи мали північно-західну вергентність, що відповідало закриттю палеоокеану Тетіс. Пізньокайнозойські (міоцен-пліоценові) рухи мають північно-східну вергентність, що відповідає розкриттю Атлантики, яке триває і донині.

5. Складчасто-насувна структура території зазнала численних галокінетичних деформацій, що сформувало низку соляних куполів та соля-

них подушок. Зокрема, куполи ускладнюють складчасту будову ларамійського структурного поверху території, викликаючи брахіантиклінальні ундуляції лінійних ларамійських складок.

6. Червонооскільський соляний купол знаходиться в районі північної границі розповсюдження ларамійських деформацій.

7. Формування Червонооскільського соляного куполу супроводжується не тільки брахіантиклінальним підняттям, але й вигином вісей ларамійських складок на південь (у плані), а також компенсаційним оточуючим кільцевим прогином.

8. У мезозойському структурному поверсі прогин проявляється зниженням підшови мезозою (як у складчастому, так і у нескладчастому заляганні) приблизно на 300 м. У складчастому заляганні це зниження встановлюється по зануренню шарнірів складок (як синкліналі, так і антикліналі).

9. Проявлений у мезозойському структурному поверсі компенсаційний прогин перетинається ларамійським Північно-Донецьким насувом, але перекривається еоценовими відкладами з кутовим неузгодженням. Це свідчить про післяларамійський – доеоценовий вік формування цього прогину, майже синхронний складчастим деформаціям.

10. У кайнозойському структурному поверсі компенсаційний оточуючий кільцевий прогин проявляється зануренням підшови кайнозою на 40–80 м і більше відносно суміжних ділянок. При цьому вісі прогинання у кайнозойському та мезозойському структурних поверхах співпадають.

11. Галокінетичні форми території деформовані аттичними насувами, що вказує на початок їхнього формування на доаттичному етапі розвитку території.

12. Зростання амплітуди прогинання у мезозойських відкладах відносно кайнозойських свідчить про успадкований розвиток галокінезу впродовж кайнозою і накопичення різновікових амплітуд прогинання.

#### **Список використаних джерел**

1. Геологічна карта докайнозойських утворень України (масштаб 1:1000000) (В. І. Калінін, ред.). (2007). Держ. геол. служба України.
2. Геологічна карта України (масштаб 1:1000000) (В. Я. Великанов, ред.). (2007). Держ. геол. служба України.
3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР (И. А. Кузнецов, ред.). (1963). Госгеолтехиздат.
4. Горайнов, С. В. (2004). О ларамийском усложнении геологических структур Украины. *Доповіді НАНУ*, (12), 114–121.
5. Горайнов, С. В. (2002). Тектонические особенности зоны сочленения Донбасса и Воронежского кристаллического массива. *Питання розвитку газової промисловості України*, 143–147.
6. Горайнов, С. В. (2014). Про будову розрізу палеозою Сентянівської ділянки за результатами буріння глибокої свердловини Сентянівська-10. *Питання розвитку газової промисловості України*, 42(1), 7–14.
7. Горайнов, С. В. (2014). Простеження Нового насуву параметричною свердловиною Тернівська-677. *Питання розвитку газової промисловості України*, 42(1), 14–17.

8. Горайнов, С. В. (2014). Нові результати дослідження глибоким бурінням геологічної будови палеозойського структурного поверху Північного Донбасу. *Питання розвитку газової промисловості України*, 42(1), 17–21.
9. Горайнов, С. В. (2018). О положении Черноморского региона в общей схеме кайнозойских тектонических движений Восточной Европы и Ближнего Востока. *Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія: Геологія, географія, екологія*, (48), 52–62. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-48-04>
10. Горайнов, С. В. (2022). Альпійські тектонічні рухи і соляна тектоніка Східної України. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (56), 67–75. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-04>
11. Горайнов, С. В. (2023). Тектонічна природа Українського щита. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (59), 38–48. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-02>
12. Горайнов, С. В., & Коренєв, В. В. (2007). Перекрестно-надвиговая структура зоны сочленения Донбасса с Приазовским блоком Украинского щита. У *Геологія та питання геологічного картування і вивчення докембрійських утворень Українського щита (Матеріали IV науково-виробничої наради геологів-зйомщиків України, рр. 102–104)*. Дніпропетровськ.
13. Горайнов, С. В., & Склярєнко, Ю. О. (2017). Прогноз локалізації та газоносності літологічних пасток південного сходу ДДЗ в межах ліцензійних ділянок ГПУ Шебелинкагазвидобування. Частина 1. Створення структурно-геологічної основи. *УкрНДІГаз*.
14. Державна геологічна карта України (масштаб 1:200000; аркуш М-37-XXVI «Слов'янськ») (О. П. Бондар та ін.). (1993). Артемівська ГРЕ.
15. Державна геологічна карта України (масштаб 1:200000; аркуш М-37-XXV «Лозова») (Л. П. Проць та ін.). (2006). ДРГП «Донецькгеологія».
16. Ковалєв, А. А., & Горайнов, С. В. (2019). Особенности кайнозойской тектоники Восточной Европы и Ближнего Востока.
17. Космачев, В. Г., & Космачева, М. В. (1993). Геологическая база «Каменка». ХГУ.
18. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України (П. Ф. Гожик, ред.) (2013). ІГН НАН України; Логос.
19. Тектонічна карта України (масштаб 1:1000000) (С. С. Круглов & Д. С. Гурський, ред.) (2007). Держ. геол. служба України.
20. Goryainov, S. (2021). *Metamorphic and metasomatic complexes of the Middle Pobuzhye. ScienciaScripts*.
21. Goryainov, S. (2021). *Metamorphic and metasomatic complexes of the Ukrainian shield. ScienciaScripts*.
22. Gaerther, H.-R., & Walter, H. W. (1971). *International geological map of Europe and Mediterranean region (масштаб 1:5000000)*. International Geological Congress; Bundesanstalt für Bondeforschung; UNESCO.

**Внесок авторів:** всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

**Конфлікт інтересів:** автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів

## Structural relationships of Cenozoic folding deformations and salt movements of the Chervonooskil dome

**Sergey Goryainov**<sup>1</sup>

PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor,  
Department of Fundamental and Applied Geology,

<sup>1</sup> V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine;

**Svitlana Kirichik**<sup>1</sup>

Senior Researcher, Museum of Nature;

**Maria Kosmachova**<sup>1</sup>

PhD (Geography), Senior Researcher, Museum of Nature;

**Iryna Samchuk**<sup>1</sup>

PhD (Geology), Associate Professor of the Department of Fundamental and Applied Geology

### ABSTRACT

**Statement of the general problem.** Folding develops during collisional epochs lasting in the first millions of years. The growth of salt diapirs takes place over tens to hundreds of millions of years. The problem is to establish the structural consequences of the interaction of these different tectonic movements.

**Analysis of previous studies and publications.** Folding and salt diapirs are manifested on the northwestern outskirts of Donbass. Detailed geological maps have been compiled for the territory, faults have been established and traced, and tectonites of the Saalian, Laramian, and Attic phases of folding have been identified.

**Unsolved part of the general problem.** In the area of the Chervonooskil dome, folded deformations of Laramian and Attic age, as well as deformations from the growth of a salt diapir, have been established. The structural relationships between these different tectonic processes are unresolved.

**The purpose of the article** is to establish the structural results of folded and salt dome movements in the vicinity of the Chervonooskil dome.

**The research method** is structural geology. The geological space is divided into tectonic blocks. The volumes of the blocks are divided into structural floors by angular unconformities. The three-dimensional shapes of the surfaces of angular unconformities are depicted by isolines. The shapes of the folds of different structural floors were analyzed.

**Main results of the study.** Laramie folding of the territory is manifested in post-Cretaceous - pre-Eocene discontinuous disturbances, linear folds with a length of more than 100 km, angular unconformity in the sole of the Cenozoic structural floor. Attic deformations are manifested in post-Miocene - pre-Pliocene discontinuous disturbances, erosion of Eocene-Miocene deposits, in the angular unconformity between the Miocene and Pliocene. Laramie folds are secondarily dislocated and broken into blocks.

In the Mesozoic structural floor, the Chervonooskil salt dome is manifested by a brachianticline, a bend of the axes of adjacent Laramie folds, as well as a compensatory surrounding depression with an amplitude of 300 m. The sole of the Cenozoic in the compensatory depression is dipped by 40 - 80 m. The axes of subsidence in the Cenozoic and Mesozoic floors coincide. Halokinetic forms are deformed by Attic and Laramian thrusts.

**Scientific novelty.** On the basis of quantitative structural data for the Chervonooskil dome, it is shown that the cross-thrust folded structure of the northwestern outskirts of Donbass is complicated not only by the rise of the salt stock, but also by the formation of compensatory depressions. Compensatory depression is reflected in the structure of the Laramie folded complex with a larger amplitude than in the structure of the Attic complex.

**Conclusions.** The increase in the amplitude of depression in Mesozoic sediments relative to Cenozoic sediments indicates the inherited development of halokinesis throughout the Cenozoic and the accumulation of amplitudes of depression of different ages.

**Keywords:** *Laramian folding, Attic folding, Chervonooskil dome, halokinesis, northwestern outskirts of Donbass.*

#### **References**

1. *Geological map of pre-Cenozoic formations of Ukraine (Scale 1:1000000) (V. I. Kalinin, Ed.). (2007). State Geological Service of Ukraine. [in Ukrainian]*
2. *Geological map of Ukraine (Scale 1:1000000) (V. Ya. Velikanov, Ed.). (2007). State Geological Service of Ukraine. [in Ukrainian]*
3. *Geology of coal deposits and oil shale of the USSR (I. A. Kuznetsov, Ed.). (1963). Gosgeoltekhizdat.*
4. Goryainov, S. V. (2004). *On the Laramie complex of geological structures of Ukraine. Reports of the National Academy of Sciences, (12), 114–121.*
5. Goryainov, S. V. (2002). *Tectonic features of the junction zone of the Donbass and the Voronezh crystalline massif. Issues of development of the gas industry of Ukraine, 143–147.*
6. Goryainov, S. V. (2014). *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]*
7. Goryainov, S. V. (2014). *Tracing the New Thrust by the parametric well Ternivska-677. Issues of development of the gas industry of Ukraine, 42(1), 14–17. [in Ukrainian]*
8. Goryainov, S. V. (2014). *New results of deep drilling studies of the geological structure of the Paleozoic structural floor of the Northern Donbass. Issues of development of the gas industry of Ukraine, 42(1), 17–21. [in Ukrainian]*
9. Goryainov, S. V. (2018). *On the position of the Black Sea region in the general scheme of the Cenozoic tectonic movements of Eastern Europe and the Middle East. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology", (48), 52–62. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-48-04>*
10. Goryainov, S. V. (2022). *Alpine tectonic movements and salt tectonics of Eastern Ukraine. Bulletin of the 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]*
11. Goryainov, S. V. (2023). *Tectonic nature of the Ukrainian shield. Bulletin of the V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology", (59), 38–48. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-02> [in Ukrainian]*
12. Goryainov, S. V., & Korenev, V. V. (2007). *Cross-thrust structure of the junction zone of the Donbass with the Azov block of the Ukrainian shield. In Geology and issues of geological mapping and study of Precambrian formations of the Ukrainian shield (Proceedings of the 4th Scientific and Industrial Meeting of Geologists-Surveyors of Ukraine, pp. 102–104).*
13. Goryainov, S. V., & Sklyarenko, Y. O. (2017). *Forecast of localization and gas content of lithological traps of the south-east of the DDZ within the licensed areas of the GPU Shebelinkagazvydobuvannya. Part 1. Creation of a structural and geological basis. UkrNDIGaz. [in Ukrainian]*

14. *State geological map of Ukraine (Scale 1:200000; Sheet M-37-XXVI "Slovyansk")*. (1993). Artemivska GRE. [in Ukrainian]
15. *State geological map of Ukraine (Scale 1:200000; Sheet M-37-XXV "Lozova")*. (2006). Donetskgeologia. [in Ukrainian]
16. Kovalev, A. A., & Goryainov, S. V. (2019). *Features of the Cenozoic tectonics of Eastern Europe and the Middle East*. State University Publishing House.
17. Kosmachev, V. G., & Kosmacheva, M. V. (1993). *Geological base "Kamenka"*. KhNU.
18. *Stratigraphy of the Upper Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic of Ukraine*. (2013). IGN NAS of Ukraine; Logos. [in Ukrainian]
19. *Tectonic map of Ukraine (Scale 1:1000000)*. (2007). Government Geological Service of Ukraine. [in Ukrainian]
20. Goryainov, S. (2021). *Metamorphic and metasomatic complexes of the Middle Pobuzhye*. ScienciaScripts.
21. Goryainov, S. (2021). *Metamorphic and metasomatic complexes of the Ukrainian shield*. ScienciaScripts.
22. Gaerther, H.-R., & Walter, H. W. (1971). *International geological map of Europe and Mediterranean region (Scale 1:5000000)*. International Geological Congress; Bundesanstalt für Bodenforschung; UNESCO.

**Authors Contribution:** All authors have contributed equally to this work

Received 6 May 2025

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest

Accepted 30 July 2025