

УДК (553.631:553.776):504.062.2](477.6)

М. В. Алексєєнкова

ЛІТОЛОГО-ГІДРОГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НИЖНЬОПЕРМСЬКОЇ СОЛЕНОСНОЇ СУБФОРМАЦІЇ В МЕЖАХ СЛОВ'ЯНСЬКОЇ БРАХІАНТИКЛІНАЛІ

M. Aleksieienkova

LITHOLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF THE LOWER PERMIAN SALT SUBFORMATION OF SLOVYANSKA BRACHYANTICLINE

Побудовано прогнозу комплексну модель поширення небезпечних геологічних процесів зони вилугування нижньо-пермської соленосної формації в межах Слов'янської брахіантикліналі, яка включає цифрову модель рельєфу та геолого-гідрогеологічну модель з врахуванням тектонічних порушень за даними геофізичних досліджень та структурно-пошукового буріння. Встановлено закономірності її просторового поширення та зміну літолого-гідрогеохімічних характеристик.

Ключові слова: кам'яна сіль, соляний карст, Слов'янська брахіантикліналь.

This article is about integrated model of dangerous geological processes of the zone leaching of lower Permian salt formations within Slovyanska brachyanticline. The model includes digital elevation models, geological and hydrogeological model with tectonic disturbances according to geophysical research and structural and search drilling. Patterns of spatial distribution and change of hydro-lithological characteristics of the zone of leaching was established.

Keywords: rock salt, salt karst, Slovyanska brachyanticline.

ВСТУП

Верхньою критичною межею існування солених формацій є зона гіпергенезу¹ (за А.Є. Ходьковим), де за умов постійної циркуляції підземних вод відбувається зміна літологічного складу та фізико-механічних властивостей порід. Перебіг та особливості вилугування солених формацій обумовлені азональними (геологічними, тектонічними), зональними (кліматичними, геоморфологічними, гідрогеологічними) та можуть ускладнюватись техногенними факторами. Особливості літологічного складу формацій є передумовою для розвитку карстових процесів, а структурно-текстурні та фізико-механічні особливості обумовлюють стадійність вилугування, горизонтальну та вертикальну зональність. Визначення глибини розвитку, просторового розташування зон вилугування, їх літолого-петрографічних та гідрохімічних особливостей є необхідною умовою раціонального надрокористування.

Зони як сучасного так і древнього вилугування характеризуються скороченим розрізом, порушеною текстурою порід, наявністю брекчій вилугування (представлених уламками вапняків, ангідритів, гіпсів, аргілітів з гніздами та прошарками кам'яної солі, селеніту), підвищеною тріщинуватістю та кавернозністю, площинами ковзання в теригенних породах, лінійни-

ми зонами розущільнення кам'яної солі з невитриманими фізико-механічними властивостями (Шехунова, 2010). Давні зони гіпергенезу нижньо-пермської соленосної формації Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та зони її зчленування з північно-західним Донбасом (Бахмутська та Кальміус-Торецька улоговини) розкриті численними свердловинами в межах антиклінальних структур. В Бахмутській улоговині вони описані в межах Дронівсько-Співаківської антиклінальної зони. На північній перикліналі Святогірської структури прояви гіпергенних змін встановлені в криворізькій та слов'янській світах на глибинах 750-1100 м. На західній перикліналі Дронівської антикліналі – слов'янській світі (до маркуючого карбонатного горизонту S₃) на глибині 600-650м. Сучасні природні карстові процеси з накладеним техногенним впливом зафіксовані в межах Артемівсько-Слов'янської антиклінальної зони, де глибина залягання солених відкладів становить перші сотні метрів (Кореневский и др., 1970; Шехунова, 2011).

В межах слов'янської структури нижньо-пермська солена формація представлена лише соленосною (галітовою) субформацією. В апікальній частині структури повністю відсутні відклади слов'янської світи та шари кам'яної солі микитівської світи. В межах північно-західної перикліналі субформація частково зруйнована Адамівсько-Бугаєвським соляним штоком верхнього девону. В зонах контактів з тектонічними порушеннями (скидами та підкидами) кам'яна сіль відсутня,

¹ Зона гіпергенезу – верхня частина земної кори, де відбувається хімічне та фізичне перетворення мінералів під впливом атмосфери та гідросфери (за О.Є. Ферсманом), біосфери (за В.І. Вернадським) в близьких до поверхневих термодинамічних умовах (за О.І. Перельманом), та фактично відповідає зоні активного водообміну (за С.Л. Шварцевим).

спостерігається значна перекристалізація маркуючих карбонатних горизонтів, що унеможлиблює розчленування відкладів слов'янської та микитівської світ. (Бабенко, Жикаляк 1990; Здоровенко, Шановський, 2011). В межах південно-східної перикліналі розташований Слов'янський карстовий масив, де карстові процеси приурочені до відкладів слов'янської світи та ускладнені тривалим видобутком природних розсолів та кам'яної солі з 1884. Глибина залягання покрівлі гіпергенно змінених порід слов'янської світи від 10-100 м до 300-600 м (Ходьков, 1962). Крім того тут розташований Слов'янський курорт державного значення, бальнеологічні ресурси якого (Західно-Слов'янське та Слов'янське родовища мінеральних вод та родовища лікувальних мулів озер Сліпне та Ріпне) приурочені до зони вилуговування.

Мета роботи: встановлення закономірностей просторового поширення та зміни літолого-гідрогеохімічних характеристик зони вилуговування нижньопермської соленосної формації в межах Слов'янської брахіантикліналі шляхом побудови прогнозної комплексної моделі поширення небезпечних геологічних процесів в межах вміщуючої геологічної структури, яка включає цифрову модель рельєфу та геолого-гідрогеологічну модель з врахуванням тектонічних порушень за даними геофізичних досліджень та структурно-пошукового буріння.

Тривале скорочення моніторингу проявів соляного карсту нижньопермської соленосної формації в межах Донецької області, епізодичний характер оцінки особливостей карстових процесів (Решетов та ін., 2001) та впливу техногенного карсту на навколишнє середовище (Удалов, Чубар, 2011) внаслідок постійного скорочення фінансування, припинення роботи метеорологічних спостережень Слов'янською гідрогеологічною режимно-експлуатаційною станцією, наслідки неоголошеної війни на Донбасі становлять загрозу існуванню Слов'янського курорту державного значення.

Територія досліджень розташована в межах Слов'янського району Донецької області та приурочена до однойменного карстового підрайону переважно соляного та сульфатно-соляного карсту слов'янської світи (рис. 1). Окремі ділянки території досить детально вивчені різними видами геолого-геофізичних, гідрогеологічних досліджень, але ці роботи не мали комплексного характеру та значно розтягнені в часі, крім того результати деяких з них вже застаріли та не відповідають сучасним вимогам до якості первинного геологічного матеріалу або методики інтерпретації результатів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

З метою безпечного природокористування та комплексного використання надр у світі з 2000-х років активно проводяться регіональні дослідження сучасного стану карстових масивів, зокрема ділянок соляного карсту, із застосуванням ГІС технологій (Cooper, 2008; Gutierrez et al., 2014). Геоінформаційні системи дають змогу швидко й комплексно інтерпретувати накопичену інформацію, працювати з нею, оперативно її поновлювати та аналізувати, готувати основу для управлінських рішень (Лобасов, 2010). Бази даних карстових масивів та картографічний матеріал є основою для ефективного прогнозу проявів небезпечних процесів (Acero et al., 2013), мають відповідати основним умовам розвитку процесів вилуговування та містити наступну інформацію: геологічну (поширення, умови залягання, потужність, літолого-геохімічні особливості закарстованих порід), гідрогеологічну (метеорні води, гідрологічні дані, структурні умови карстових масивів, гідрогеохімічні особливості карстового водоносного горизонту), структурно-тектонічну (тектонічні розриви різного рангу, тектонічна та літогенетична тріщинуватість, неотектонічний режим) (Вахрушев, Пона, 2000, Климчук, 2010). В той же час будь-яка оцінка розвитку карстових процесів буде неповною без вивчення особливостей сучасного рельєфу території, який по-суті є відображенням ритмічності та еволюції розвитку карстового масиву (Вахрушев, 2008).

Тектонічна будова та неотектонічний режим Слов'янської брахіантикліналі встановлені сейморозвідувальними роботами методом спільної глибинної точки (МСГТ, common depth point – CDP) (Виноградов, Марченко, 1980; Аніськова, Мирошніченко, 2014), структурно-пошуковим бурінням (Сафронов, 1961; Оборина, 1996), геолого-зйомочними роботами масштабу 1:50 000 (Бабенко, Жикаляк 1990), сейморозвідувальними роботами 3D (Здоровенко, Шановський, 2011).

Мінеральний склад та структури порід встановлені розвідувальними роботами на Слов'янському родовищі кам'яної солі (Шевченко, 1952, 1953; Сафронова, 1965, 1970; Романенко, 2008), Маяцькому (Губарев, 1993), Макатихському (Круглов, 1994) та Хрестищенському (Лютьчук, 1992; Матвієнко, 2010) родовищах вапняків.

Гідро-геохімічні характеристики тріщинно-карстового водоносного горизонту встановлені гідрогеологічними зйомками масштабу 1:200 000 (Шварцман, 1966) та 1:50 000

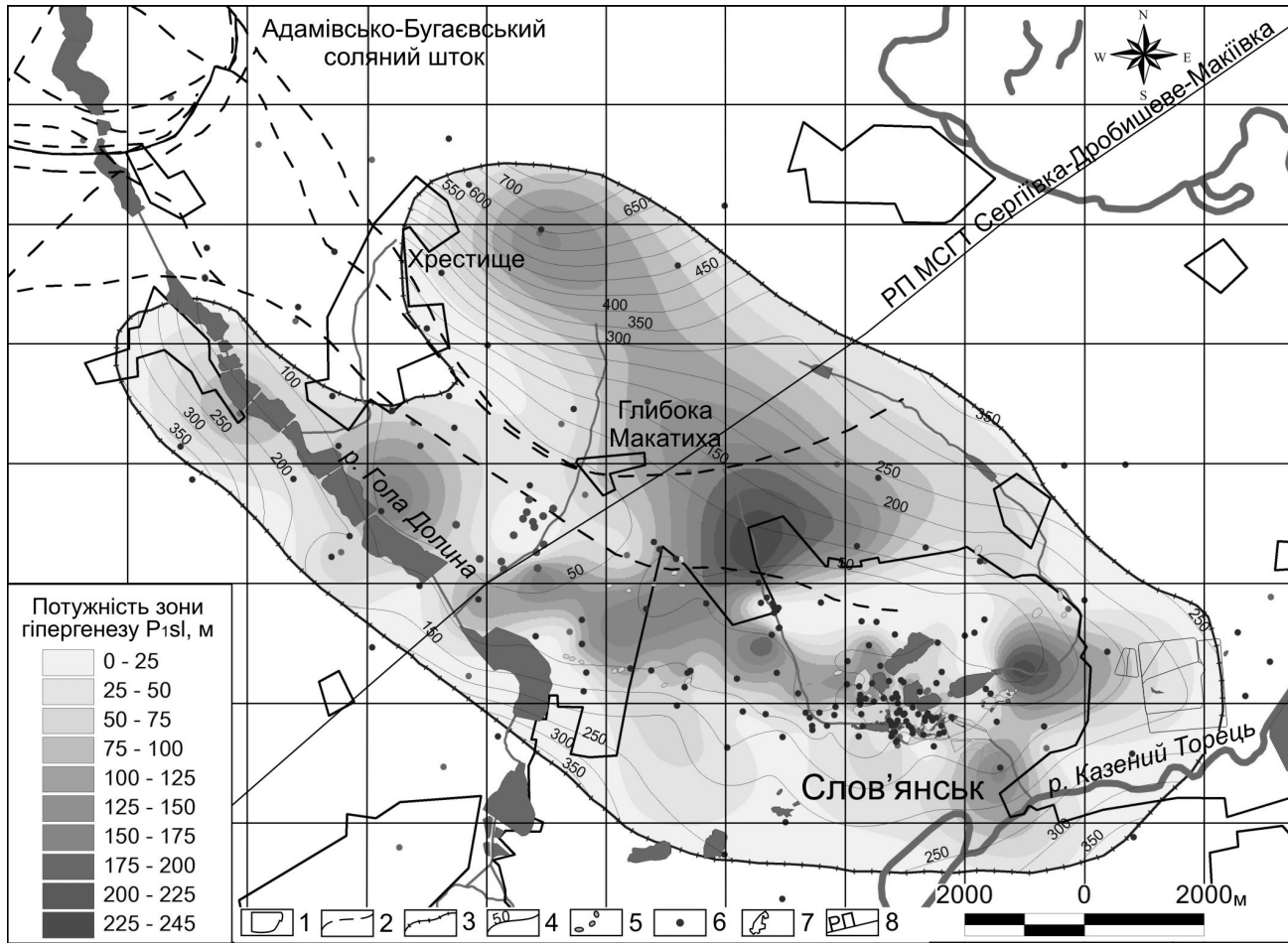


Рис. 2. Геологічний елемент комплексної моделі. Потужність зони гіпергенезу слов'янської субформації.

1 – контур Адамівсько-Бугаєвського соляного штоку, 2 – тектонічні порушення за даними структурно-пошукового буріння, 3 – контур зони вилугування, 4 – глибина залягання зони гіпергенезу, 5 – карстові воронки, 6 – свердловини, 7 – регіональний профіль МСГТ.

Fig. 2. Geological block of integrated model. Thickness of the hypergenesis zone of Slovyanska brachyanticline.

1 – outline of the Adamivsk Buhayevskiy salt core, 2 – tectonic fissures according to structural and search drilling, 3 – outline of the zone leaching, 4 – cover thickness of supergene zone, 5 – sink holes, 5 – boreholes, 6 – settlements, 7 – regional profile CDP.

вування кам'яної солі відбувається в південно-західній частині карстового масиву на площі близько 16 км². Потужність гіпсово-карбонатно-теригенної товщі зростає від перикліналей та апікальної частини брахіантикліналі до верхів'я балки Соболевська, де зафіксована максимальна потужність (235 м). Крім того, значне зростання потужності гіпсово-карбонатно-теригенної товщі (до 200 м) зафіксоване в межах Розсільної ділянки, що пов'язано з тривалим видобутком природних розсолів та кам'яної солі методом підземного вилугування. Потужність перекриваючих відкладів (четвертинних та дронівської світи нижнього тріасу) мінімальна в апікальній частині (на вододілі між балкою Хрестище та Макатиха, площа 6,5 км², та лівому борті балки Соболевська, пло-

ща 1,25 км²) та не перевищує 5 м (рис. 2). Тобто, в апікальній частині брахіантикліналі загальна потужність відкладів світи становить від 0 до 40-70 м та повністю охоплена процесами вилугування, пласти кам'яної солі відсутні. На перикліналях потужність світи зростає, а відсоток гіпергенно змінених порід змінюється від 5 до 50% та в середньому становить 25% від загальної потужності світи, кількість пластів кам'яної солі зростає від 4-5 (Карфагенські пласти) в районі балки Соболевська до 12-16 (починаючи з Брянцівського) в районі мінеральних озер.

Основною складовою геологічного елементу комплексної моделі є літолого-геохімічні особливості закарстованих порід, які визначають основні умови розвитку процесів вилугування.

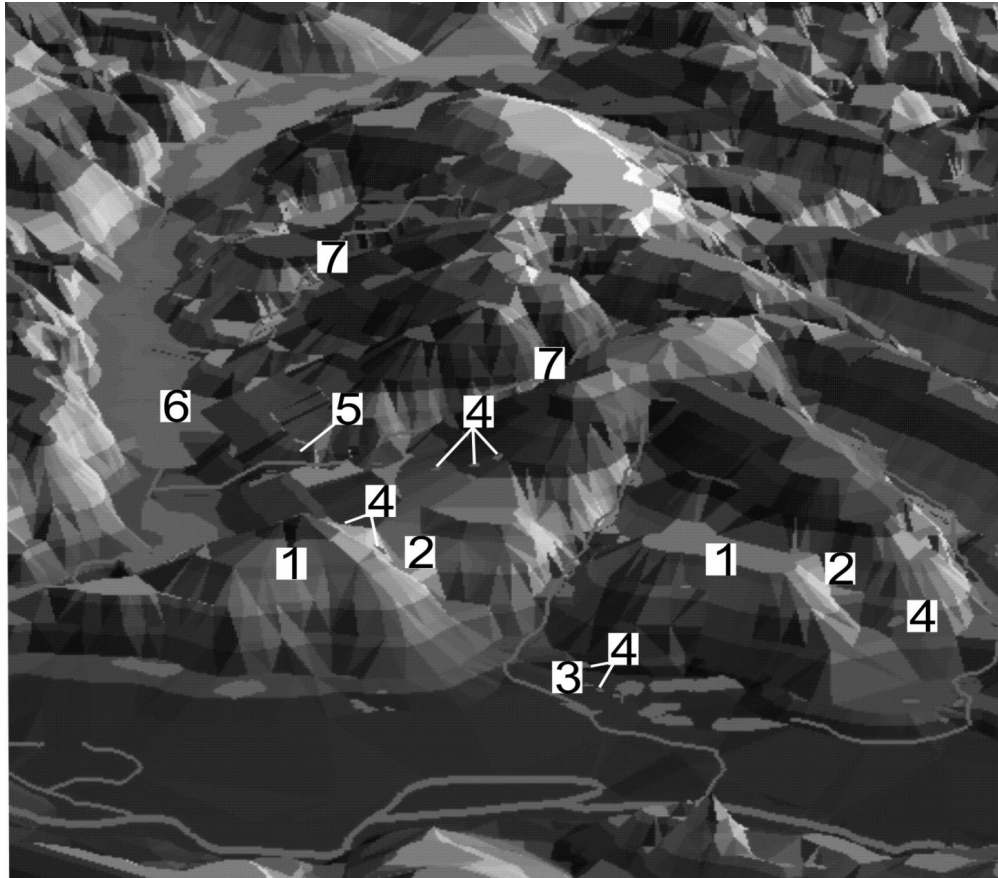


Рис. 3. Цифрова модель рельєфу слов'янського карстового масиву.

1 – карстові останці, 2 – карстові сідловини, 3 – карстові депресії, 4 – карстові воронки, 5 – кари, 6 – корозійно-ерозійна долина річки, 7 – яри.

Fig. 3. Digital elevation model of Slovyansk karst area.

1 – karst outlier, 2 – saddles, 3 – depression, 4 – sink holes, 5 – row, 6 – corrosion-erosion valley, 7 – ravines.

Зона вилуговування представлена сульфатними, карбонатними та теригенними породами розбитими численними тріщинами. Під час польового обстеження відслонень кар'єру Хрестищенського родовища вапняків та вивчення описів керну бурових свердловин (Ходьков, Шевченко, 1959) встановлено, що тріщини мають складну конфігурацію з шириною від 0,1 до 10 мм, зрідка 15-30 мм, в середньому 2 мм, довжиною до 5 м з хаотичним розташуванням - від горизонтально-похилих (від 1° - 2° до 16° - 20°) до крутих (від 56° - 60°) і навіть субвертикальних (75° - 90°). Відсоток відкритої тріщинуватості знижується з глибиною. Закриті тріщини заповнені білим, світло-рожевим дрібно-кристалічним кальцитом, волокнистими кристалами гіпсу та галіту, руйнування керну по тріщинам не відбувається. Відкриті тріщини мають рівну, рідше горбисту, поверхню стінок, у приповерхневій зоні заповнені піщаним та глинистим матеріалом. В інтервалах з інтенсивною тріщинуватістю в процесі буріння фіксувалося поглинання

бурового розчину (від 30 до 100%), а керн представлений різновеликими уламками (Шевченко, 1958; Круглов, 1994). По тріщинах зафіксовані численні каверни та пустоти вилуговування.

Карбонатні породи строкаті, переважно темноколірні, сірі, жовті, бурі, фіолетові. Представлені кальцитом (60-80%), рідше магнезіально-залізістим карбонатом, доломітом, нерівномірно озалізненими (2-3%). Текстура від масивної, плямистої, смугастої, дрібнозгусткової до тріщинуватої. Структура від мікро- до крупнозернистої, розмір зерен 0,25-10,0 мм, переважно 0,4-5,0 мм. Породи пористі, тріщинуваті, кавернозні. Каверни неправильної лінзовидної форми розміром від 0,1-1,8 до 10-12 мм. Уламковий матеріал (1-2%) представлений хаотично розподіленими напівкатаними зернами бариту, тонкими лусочками мусковіту. Присутні аутигенний кварц (0,01-0,09 мм) та кубічний пірит. Рештки фауни (3-10%) перекристалізовані, представлені брахіоподами, форамініферами, криноїдеями, остракодами.

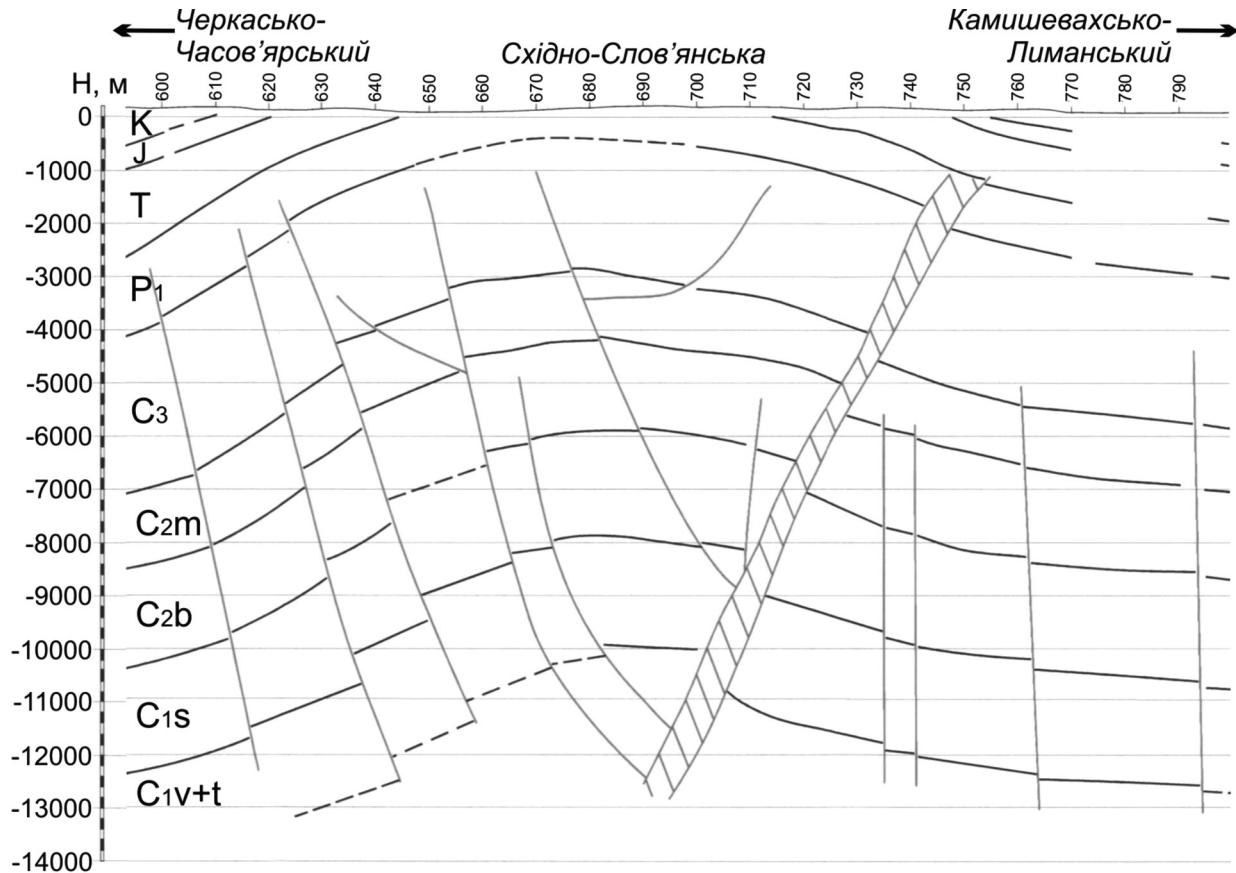


Рис. 4. Особливості тектонічної будови південно-східної частини Слов'янської брахіантикліналі за даними регіонального профілю МСГТ Сергіївка – Дробишеве – Макиївка в межах пікетів 600,0-790,0 (Аніськова, Мирошніченко, 2013).

Fig. 4. Features of tectonic framework of South East part of Slovyanska brachyantiform according to regional profile CDP «Serheevka - Drobysheve – Makiyivka» within pickets 600,0-790,0 (Aniskova, Miroshnichenko, 2013).

Сульфатна група порід представлена блакитно-сірими, сірими, жовтуватими, іноді з рожевим відтінком ангідритом, гіпсом та гіпс-ангідритовою породою з різним відсотковим складом. Текстура від масивної до плямистої, смугастої та брекчіє-подібної. Структура від дрібно- до крупнозернистої, пелітоморфна, нематобластова, радіально-променева. Породи пористі, кавернозні, тріщинуваті. Ангідрит різнозернистий (розмір кристалів 0,1-10 мм, переважає 0,3-0,5 мм), складений призматичними та видовженими кристалами з хаотичною або паралельною орієнтацією, часто з радіально-променевими утвореннями. Гіпс представлений різнозернистою (розмір кристалів 1-3 мм, зрідка 0,1-0,5 мм) масою з пластинчастими, призматичними та неправильно ізометричними кристалами з переважно хаотичною та на окремих ділянках перпендикулярною шаруватості орієнтацією, часто з включеннями реліктових кородованих кристалів ангідриту. Відмічаються включення пелітоморфного карбонату (кальциту, до-

ломіту, сидериту), глинистого матеріалу (грудочки або тонке вкраплення розміром від 1-2 до 15 см), гнізда галіту розміром від 0,5 мм до 10 мм, представлені одним або кількома кристалами неправильної або близької до кубічної форми з включеннями ангідриту.

Теригенні породи представлені аргілітами, алевролітами та брекчією вилуговування. Алевроліт сірий, бурий піщанистий (15%), карбонатизований, озалізнений, з сірватими карбонатними плямами, текстура плямиста, структура псамоалевропелітова. Аргіліт карбонатизований, озалізнений, текстура плямиста, структура псамоалевропелітова. Брекчія вилуговування складена нерозчинним залишком соляних та сульфатних порід (аргілітоподібними глинами та аргілітами середньо- низькодисперсними з високим вмістом крупнозернистих включень), уламками сульфатних та карбонатних порід, прожилками та вторинними волокнистими кристалами білого та бурого гіпсу та безколірного галіту. Цемент за

складом карбонатний (кальцитовий) та глинистий, тип цементу базальний, плівковий, контактово-порочий. Загалом теригенні породи характеризуються високим вмістом вільного кремнезему, відносяться до напівкислих відкладів з високим вмістом барвних оксидів заліза.

Кам'яна сіль діагенетичного типу від білого до темно-сірого кольору іноді з рожевим чи буруватим відтінком. Структура породи від крупно- до гігантокристалічної, текстура шарувата (обумовлена численними (3–10 на 1 м породи) «річними» глинисто-ангідридовими прошарками), масивна. Мікроструктура гранобластова, неповнозональна, мікротекстура петельчаста. Зерна галіту переважно неправильної видовженої, рідше кубічної ізометричної форми з численними одно-, дво- та трифазними включеннями кубічної форми розміром від 0,001 до 0,1 мм. Форма зерен різноманітна – від неправильної до майже ідіоморфної. Для кам'яної солі характерні перисті седиментаційні неповно-зональні та незональні кристали галіту. Візуально та в шліфах чітко простежуються форми соляних «ялиночок», рідше «човників». Сіль кам'яна переважно чиста з вмістом NaCl до 99%. Вміст нерозчинного залишку коливається від 10 до 0,5 %, більш забруднені частини пластів часто приурочені до контакту з між сольовими породами.

Гідрогеологічний елемент комплексної моделі базується на даних про гідрогеохімічну зональність нижньопермського тріщинно-карстового водоносного горизонту, яка є відображенням літолого-петрографічних особливостей зони вилуговування.

В зоні живлення (на вододілах між балками Хрестище, Макатиха та Соболевська) води холодні азотно-кисневі II типу (сульфатно-натрієвого) (по класифікації Посохова-Альокіна) від прісних та слабосолонуватих до солоних з мінералізацією 0,9-6 г/дм³. Водоносний горизонт характеризується як безнапірний, вільні рівні води знаходяться на глибинах 21-94 м (абсолютні відмітки дзеркала підземних вод коливаються в межах 129-144 м). Водонасиченість незначна, що пов'язано зі слабкою тріщинуватістю порід. Об'ємні витрати свердловин не перевищують 0,03-0,5 л/с, а деякі з них практично безводні.

В напрямку руху підземного потоку до областей розвантаження формуються розсоли IIIa типу (хлоридно-магнієві) не метаморфізовані (r_{Na}/r_{Cl} 0,9-1,0), з високим коефіцієнтом сульфатності ($r_{SO_4} * 100 / r_{Cl}$ – 10 та більше), співвідношенням Cl/Br (до 8000), низьким вмістом Br < 0,1 г/дм³, J < 0,2 мг/дм³, K < 0,1 г/дм³, з мінералізацією до 300 г/дм. Загальна міне-

ралізація та вміст іонів хлору зростає вниз по розрізу до соляного дзеркала. Верхня частина водоносного горизонту представлена хлоридно-натрієвими розсолами з питомою вагою 1,205-1,225. Води напірні, абсолютні відмітки дзеркала підземних вод – 62-64 м. Середньорічний природний винос легкокорозивних солей (за період спостережень 1981-1989р.р.) становив від 60 до 75 тис т/рік.

Для аналізу особливостей карстового рельєфу створено цифрову модель рельєфу (ЦМР, Digital Elevation Model – DEM) (рис. 1). В ході аналізу похідних ЦМР карстового масиву (гіпсометричної, кутів нахилу денної поверхні та експозиції схилів) встановлено: середня висота рельєфу - 128 м, максимальна – 225 м, мінімальна – 57 м. Перепади висот до 192 м. Кути нахилу денної поверхні змінюються від 1° (в районі заплави р. Казенний Торець) до 59° (в межах ерозійних форм рельєфу), з переважанням 2-8°, що сприяє значній інфільтрації атмосферних опадів та тривалому перебігу карстових процесів. В рельєфі масиву чітко виділяються карстові останці (ділянки корінних закарстованих порід зі слабо розвиненою тріщинуватістю), сідловини (характеризуються підвищеною тріщинуватістю), депресія (характеризується зниженим гіпсометричним рівнем в рельєфі масиву та інтенсивним перебігом карстових процесів) (рис. 3).

Тривалий перебіг карстових процесів свідчить про активний тектонічний режим Слов'янсько-Артемівського антиклінального підняття. Значна розчленованість рельєфу, еродованість пухких кайнозойських відкладів та тектонічна тріщинуватість карбонатних порід слов'янської світи свідчать про позитивні неотектонічні рухи, а тектонічні порушення, основними з яких є гілка Мар'ївського підкидо-насуву та Алмазний насув (рис. 4) значно ускладнюють перебіг екзогенних процесів (Рослий, Скребець, 2012; Аниськова, Мирошниченко, 2014).

ВИСНОВКИ

Збереження рекреаційного потенціалу Слов'янського курорту (родовищ мінеральних вод і лікувальних пелоїдів) та ресурсів родовища кам'яної солі вимагає побудови прогнозу моделі розвитку небезпечних геологічних процесів в межах вміщуючої геологічної структури, що має базуватися на геологічних даних високого ступеня достовірності та враховувати наслідки проведення антитерористичної операції. З цією метою створено авторську базу даних, що містить результати буріння 250 свердловин, побудовано серію карт

сучасного стану карстового масиву, що враховує результати бурових робіт, режимних спостережень, зокрема метеорологічні дані та результати хімічних аналізів тріщинно-карстового водоносного горизонту, уточнено просторове поширення та виконано аналіз літолого-геохімічних характеристик зони вилуговування соленосної формації. Узагальнення даних геолого-літологічних особливостей будови нижньопермської соленосної формації показало, що внаслідок тривалого вилуговування відбулося постседиментаційне перетворення геологічного середовища: зменшення кількості соляних пластів (від повної відсутності до 4-5 (Карфагенські пласти) в районі балки Собо-

левська та 12-16 (починаючи з Брянцівського) в районі мінеральних озер), кристалізація вторинних мінералів, екзогенна тріщинуватість (відкрита та закрита) масиву порід. Процесами вилуговування охоплено від 25 до 100% потужності світи, а гідрохімічна зональність нижньопермського водоносного горизонту є відображенням літолого-петрографічних особливостей субформації. Значна розчленованість рельєфу, постійна активізація яроутворення, наявність основних форм карстового рельєфу (останців, сідловин та депресій) є свідченням постійних позитивних неотектонічних рухів, що сприяють тривалому розвитку карстових процесів.

REFERENCES

Aniskova A.V., Myroshnychenko R., 2014. Report. Results of regional seismic surveys within the northern and southern Donbas and southeast of Dnipro-Donets depression (Donetsk, Luhansk and Dnipropetrovsk regions) Heoinform Ukraine, inv. No 64146, vol. 1, 314 p. (In Ukrainian).

Antiukhov A.A., 1976. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1975 (landslides, karst), Heoinform Ukraine, inv. No 38641, vol. 1, 119 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., Pustovyt P.Y., 1978. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1976-1977, Heoinform Ukraine, No 40465, vol. 3, 155 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., Baulyna V.Kh., 1980. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1978-1979, Heoinform Ukraine, No 42698, vol. 1, 178 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., 1981. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1976-1980, Heoinform Ukraine, No 44971, vol. 2, 195 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., 1983. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1980-1982, Heoinform Ukraine, No 45826, vol. 2, 130 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., 1986. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1983-1985, Heoinform Ukraine, No 49079, vol. 2, 277 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., 1991. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1986-1990, Heoinform Ukraine, No 53063, vol. 1, 279 p. (In Russian).

Antiukhov A.A., 1996. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1993-1995, Heoinform Ukraine, No 57230, vol. 1, 289 p. (In Russian).

Аніськова А.В. Звіт про результати регіональних сейсмічних досліджень в межах північного та південного Донбасу та південно-східної частини ДДз (Донецька, Луганська та Дніпропетровська області). / А.В. Аніськова, Р. Мирошніченко. – Новомосковськ, 2014. – Геоінформ України, інв. № 64146. – кн. 1. – 314 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1975 (опозни, карст). – Артемовск, 1976. – Геоінформ України, інв. № 38641. – кн. 1. – 119 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1976-1977. / А.А. Антюхов, П.И. Пустовит. – Артемовск, 1978. – Геоінформ України, інв. № 40465. – кн. 3. – 155 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1978-1979. / А.А. Антюхов, В.Х. Баулина. – Артемовск, 1980. – Геоінформ України, інв. № 42698. – кн. 1. – 178 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области, с обобщением материалов за 1976-1980. – Артемовск, 1981. – Геоінформ України, інв. № 44971. – кн. 2. – 195 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1980-1982. – Артемовск, 1983. – Геоінформ України, інв. № 45826. – кн. 2. – 130 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1983-1985 с обобщением. – Артемовск, 1986. – Геоінформ України, інв. № 49079. – кн. 2. – 277 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области, с обобщением материалов за 1986-1990. – Артемовск, 1991. – Геоінформ України, інв. № 53063. – кн. 1. – 279 с.

Антюхов А.А. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1993-1995. – Артемовск, 1996. – Геоінформ України, інв. № 57230. – кн. 1. – 289 с.

- Babenko M.A., Zhykalyak N.V., 1990. Report. Geological structure and minerals Korulsko-Novotroitsk structural zone. The deep geological mapping, conducted in 1985-1989 the square sheets M-37-111-A-b, -d; -111-B, -F; -112-A-A, -B, at a scale of 1: 50,000, Heoinform Ukrainy. No 52164, vol. 1, 449 p. (In Russian).
- Brahyn Iu.N., Yakubovskaia N.V., Savchenko E.A., 1984. Report. Results of general searches of rock salt in the Bakhmutska basin for 1979-83. Heoinform Ukrainy. No 46313, vol. 1, 357 p. (In Russian).
- Vakhrushev B.A., Pona V.V., 2000. Theoretical aspects of the local geographic information system - "GIS Karst mountain area", *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University*, vol. 1, No 13(52), pp. 141-147. (In Russian).
- Vakhrushev B.A., 2008, Karst geomorphology and the notion of karst relief, *Speleology and Karstology*, No 1, pp. 47-53. (In Russian)
- Verkhovodov P.N., Dometskyi V.A., Koval S.K., 1966. Report. Research work on identifying dissolution zones in the area of activity of the Slavyansk Soda Plant, Heoinform Ukrainy. No 26018, vol. 1, 82 p. (In Russian).
- Vynogradov S.A., Marchenko Iu.A., 1981. Report. CDP seismic survey on Slovyansk square in the south-eastern part of the Dnieper-Donets depression for 1980 (party work Donbas seismic 261/80), Heoinform Ukrainy. No 44016, vol. 1, 77 p. (In Russian).
- Hubarev V.S., 1993. Report. Preliminary and detailed exploration of Mayakske limestone deposits for 1992, Heoinform Ukrainy. No 60085, vol. 1, 60 p. (In Russian).
- Zverev V.P., 1967. Hydrochemical investigations system-gypsum groundwater, Moscow, 98 p. (In Russian).
- Zdorovenko M.M., Shanovskiy M.V., 2011. Report. Made of 3D seismic work on the Sloviansk area, Heoinform Ukrainy. No 63145, vol. 1, 171 p. (In Ukrainian).
- Klimchouk, O.B., Andreychouk, V.N., 2010. About the essence of karst, *Speleology and Karstology*, No 5. pp. 22-47. (In Russian).
- Klimchouk A.B., 2008. Important directions of karst and speleological researches and tasks of their development in Ukraine, *Speleology and Karstology*, No 1, pp. 7-17. (In Russian).
- Kobylskiy I.V., 2012. Report of Slovyansk hydrogeological regime-operational station 1983-2012, Fondy SHRES (In Ukrainian).
- Kozhan S.Y., 1993. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1991-1992, Heoinform Ukrainy. No 54466, vol. 1, 225 p. (In Russian).
- Korenevsky S.M., Bobrov V.P., Supronyuk K.S., Khrushchev D.P., 1968, Halogen formation northwest of Donbas and the Dnieper-Donets depression, 240 p. (In Russian).
- Бабенко М.А. Геологическое строение и полезные ископаемые Корулско-Новотроицкой структурной зоны. Отчет ГСП о глубинном геологическом картировании, проведенном в 1985-1989 г.г. на площади листов М-37-111-А-б, -г; -111-Б, -Г; -112-А-а, -в, м-ба 1:50000. / М.А. Бабенко, Н.В. Жикаляк. – Артемовск, 1990. – Геоинформ України, інв. № 52164. – кн. 1. – 449 с.
- Брагин Ю.Н. Отчет о результатах общих поисков каменной соли в Бахмутской котловине за 1979-83г.г. / Ю.Н. Брагин, Н.В. Якубовская, Е.А. Савченко. – Артемовск, 1984. – Геоинформ України, інв. № 46313. – кн. 1. – 357 с.
- Вахрушев Б. А. Теоретические аспекты создания локальной геоинформационной системы – "ГИС-карст горного Крыма". / Б.А. Вахрушев, В.В. Пона. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, 2000. – т. 1, № 13(52). – С. 141-147.
- Вахрушев Б.О. Геоморфология карста и понятие о карстовом рельефе. // Спелеология і карстологія. – № 1. – Сімферополь. – 2008. – С. 47-53.
- Верховодов П.Н. Отчет по теме: Исследовательские работы по выявлению зон выщелачивания в районе деятельности Славянского содового комбината (Славянский р-н Донецкой обл.). / П.Н. Верховодов, В.А. Домецкий, С.К. Коваль. – Артемовск, 1966. – Геоинформ України, інв. № 26018. – кн. 1. – 82 с.
- Виноградов С.А. О сейсморазведочных работах МОГТ на Славянской площади в юго-восточной части ДДв за 1980 г (работы Донбасской сейсморазведочной партии 261/80). / С.А. Виноградов, Ю.А. Марченко. – Новомосковск, 1981. – Геоинформ України, інв. № 44016. – кн. 1. – 77 с.
- Губарев В.С. Предварительная и детальная разведка Маяцкого месторождения известняков за 1992 г. (Славянский р-н Донецкой обл.). – Славянск, 1993. – Геоинформ України, інв. № 60085. – кн. 1. – 60 с.
- Зверев В. П. Гидрогеохимические исследования системы гипсы-подземные воды. – Москва, 1967. – 98 с.
- Здорovenko М.М. Звіт про виконані сейсморозвідувальні роботи 3Д на Слов'янській площі пд-зх частини ДДз. / М.М. Здоровенко, М.В. Шановський. – Київ, 2011. – Геоинформ України, інв. № 63145. – кн. 1. – 171 с.
- Климчук А.Б. О сущности карста. / А.Б. Климчук, В.Н. Андрейчук. // Спелеология и карстология. – Симферополь. – 2010. – № 5. – С. 22-47.
- Климчук О.Б. Актуальные направления карстолого-спелеологических исследований и задачи их развития в Украине. // Спелеология і карстологія. – № 1. – Сімферополь. – 2008. – С. 7-17.
- Кобильский І.В. Звіт Слов'янської режимно-експлуатаційної станції за 1983-2012 р.р. // Фонди СГРЕС. – 2012. – 250 с.
- Кожан С.И. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1991-1992. – Артемовск, 1993. – Геоинформ України, інв. № 54466. – кн. 1. – 225 с.
- Корневский С. М. Галогенные формации северо-западного Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины. / С.М. Корневский, В.П. Бобров, К.С. Супронюк, Д.П. Хрущов. – Москва, 1968. – 240 с.

- Kruhlov A.A., 1994. Reportio Prospect evaluation work on Makatyhsk area of limestone of Donetsk region in 1992-1994., Heoinform Ukrainy. No 55344, vol. 1, 157 p. (In Russian).
- Kurylenko, V.V., Koshin A.G., 1989. Hydro-geological conditions of the Slavyansk rock salt deposits and industrial exploitation prospects of underground brines, *Vesnik Leningradskogo universiteta*, Vol. 3, pp 27-32. (In Russian).
- Lobasov A.P., Syumar N.P., Shehunova S.B., 2010. Developing and analysis of Dnipro-Donets depression lower Permian salt formation lithological model by means of GIS, *Collection of Scientific works of geological sciences NAS of Ukraine*, vol. 3., pp. 294-305. (In Ukrainian).
- Liulchuk E.B., 1992. Report. Survey and assessment work in the stone building in the north-western part of the Donbas, 1991-1992, Heoinform Ukrainy. No 53829, vol. 1, 151 p. (In Russian).
- Matviienko S.A., 2010. Report. Previous geological and economic evaluation Khrestyshchenske deposits of limestone and clay of Donetsk region, Heoinform Ukrainy. No 62654, vol. 1, 235 p. (In Ukrainian).
- Oboryna Y.P., 1996. Report. Parametric well No 613 of Slovyansk square, Heoinform Ukrainy. No 56281 vol. 1, 165 p. (In Russian).
- Orobets N.D., 1988. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1986-1987, Heoinform Ukrainy. No 50947, vol. 1, 314 p. (In Russian).
- Reshetov I.K. Suyarko V.G., Serdyuk A., Chubar A.V., 2001. Features of karst in halogen sequences of Bahmutsk basin, Donetsk depression, *Geology, geography, ecology*, No 956. pp. 53-58. (In Ukrainian).
- Romanenko R.I., 2008. Report. Materials revaluation of the remaining balance reserves of Raigorodska site Slovyansk rock salt deposit within the area provided by LLC "Megapolis Ltd", Heoinform Ukrainy. No 62508, vol. 1, 135 p. (In Ukrainian).
- Roslyi I.S., 2012. Relevance of additional exploration brachyanticline structures south-eastern Dnieper-Donets avlakogene. Article 1. Geological development and evaluation of the gas content of the Slovyansk fold, *Mineral resources of Ukraine*, No 3, pp. 30-37. (In Ukrainian).
- Safronov Y.L., 1961. Report Results structure drilling on Slovyansk area, Heoinform Ukrainy. No 22026, vol. 5, 498 p. (In Russian).
- Safronova S.V., 1966. Report. Results of exploration activities on the study of in-situ leaching chambers on Slavyansk brine field, Heoinform Ukrainy. No 24906, vol. 1, 33 p. (In Russian).
- Safronova S.V., 1970. Report. Additional exploration Raigorodska site of Slovyansk rock salt deposit, Heoinform Ukrainy. No 32817, vol. 2, 172 p. (In Russian).
- Siomkyn N.M., 1998. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1996-1997, Heoinform Ukrainy. No 57376, vol.1, 101 p. (In Russian).
- Круглов А.А. Пошуково-оценочные работы на Макатыхском участке известняков в Славянском р-не Донецкой области в 1992-1994 г. – Николаевка, 1994. – Геоинформ України, інв. № 55344. – кн. 1. – 157 с.
- Куриленко, В. В. Гидрогеологические условия Славянского месторождения каменной соли и перспективы промышленной эксплуатации подземных рассолов. / В.В. Куриленко, А.Г. Кошин. // Весник Ленинградского университета. – 1989. – № 3. – С. 27-32.
- Лобасов О.П. Побудова та аналіз літологічної моделі нижньопермської соленосної формації Дніпровсько-Донецької западини засобами ГІС. / О.П. Лобасов, Н.П. Сюмар, С.Б. Шехунова // Зб. наук. пр. Інституту геологічних наук НАН України. – 2010. – Вип. 3. – С. 294-305.
- Люльчук Е.Б. Отчет о поисково-оценочных работах на строительный камень в северо-западной части Донбасса, 1991-92гг. – Николаевка, 1992. – Геоинформ України, інв. № 53829. – кн.1. – 151 с.
- Матвієнко С.А. Попередня геолого-економічна оцінка Хрестищенського родовища вапняків і глин у в Слов'янському районі Донецької області. – Київ, 2010. – Геоинформ України, інв. № 62654. – кн. 1. – 235 с.
- Оборина И.П. Геологический отчет по параметрической скважине № 613 Славянской площади. – Полтава, 1996. – Геоинформ України, інв. № 56281. – кн. 1. – 165 с.
- Оробец Н.Д. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1986-1987. – Артемовск, 1988. – Геоинформ України, інв. № 50947. – кн. 1. – 314 с.
- Решетов, І. К. Особливості карстоутворення в галогенних товщах Бахмутської улоговини Донецького прогину. / І. К. Решетов, В. Г. Суярко, О. О. Сердюков, О. В. Чубар // Геологія-географія-екологія. – 2001. – № 956. – С. 53-58.
- Романенко Р.І. Матеріали переоцінки залишкових балансових запасів Райгородської ділянки Слов'янського родовища кам'яної солі в межах площі наданої ТОВ "Мегаполіс ЛТД". – Артемівськ, 2008. – Геоинформ України, інв. № 62508. – кн. 1. – 135 с.
- Рослий І. С. Актуальність дорозвідки брахіантиклінальних структур південно-східної частини Дніпровсько-Донецького авлакогену. Стаття 1. Геологічний розвиток та оцінка газоносності Слов'янської складки. / І.С. Рослий, М.О. Скребець. // Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 3. – С. 30-37.
- Сафронов И.Л. Отчет о результатах структурно-поискового бурения на Славянском поднятии. – Артемовск, 1961. – Геоинформ України, інв. № 22026. – кн. 5. – 498 с.
- Сафронова С.В. Заключение о результатах разведочных работ по изучению камер подземного выщелачивания на Славянском рассолопромысле. – Артемовск, 1965. – Геоинформ України, інв. № 24906. – кн. 1. – 33 с.
- Сафронова С.В. Отчет о доразведке Райгородского участка Славянского месторождения каменной соли. – Артемовск, 1970. – Геоинформ України, інв. № 32817. – кн. 2. – 172 с.
- Сёмкин Н.М. Изучение основных экзогенных геологических процессов на территории Донецкой области за 1996-1997. – Артемовск, 1998. – Геоинформ України, інв. № 57376. – кн. 1. – 101 с.

- Siomkin M.M., Popovska L.H., 2001. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 1998-2000, *Heoinform Ukrainy*. No 58322, vol.1, 245 p. (In Ukrainian).
- Siomkin M.M., Popovska L.H., 2006. Report. The study of the main exogenous geological processes on the territory of Donetsk region in 2001-2005, *Heoinform Ukrainy*. No 60414, vol.1, 245 p. (In Ukrainian).
- Udalov I.V., Chubar A.V., 2011. Ecological and geological evaluation of the impact of man-made karst environmental Slavyansk, *Bulletin of NTU «KhPI»*. Series: «Chemistry, chemical technology and ecology», No 59, pp. 111-118. (In Russian).
- Khodkov A.E., 1962, Salt karst of Verkhnekamskoy and Bakhmutsk areas and patterns of development, *Special issues of karst*, pp. 44-58. (In Russian).
- Khodkov A.E., Shevchenko I.N., 1959, On the secondary rocks, their textures and structures in the field of Slovyansk rock salt deposit, *Trudy Vsesojuznogo NII «Galurgii»*, vol. XXXV, pp. 189-197. (In Russian).
- Shehunova S.B., 2011, Peculiarities of lithogenesis of saliferous formations and problems of their usage: Thesis for the degree of Doctor of Geological Science, specialty 04.00.21 – Lithology, 44 p. (In Ukrainian).
- Shehunova S.B., 2010, Peculiarities of salt bearing formations postsedimentary changes, *Collection of Scientific works of geological sciences NAS of Ukraine*, vol. 3, pp. 116-137. (In Ukrainian).
- Shvartsman Iu.M., 1969. Report. Complex hydrogeological and engineering-geological mapping in scale 1: 50000 and the Sign of the Slovyansk and Znamensk map-boards, *Heoinform Ukrainy*. No 29784, vol. 1, 187 p. (In Russian).
- Shvartsman Iu.M., Berezka T.P., 1973. Report. On the results of exploration of mineral water at the Slavyansk site of Donetsk region (search 1970-1973), *Heoinform Ukrainy*. No 35814, vol. 1, 84 p. (In Russian).
- Shvartsman Iu.M., 1966. Report. A hydrogeological survey of scale 1: 200,000 tablet M-37-XXVII (Slovyansk), *Heoinform Ukrainy*. No 26123, vol. 1, 293 p. (In Russian).
- Shvartsman Iu.M., Podorvanov N.S., Kalihyn P.V., 1973. Report. Exploration of chloride-sodium mineral water (brine) Slovyansk deposit (reserve calculation as of 1/7/1972) *Heoinform Ukrainy*. No 35173, vol. 1, 173 p. (In Russian).
- Shvartsman Iu.M., 1978. Report. Preliminary exploration of the West Slovyansk mineral water (state geological exploration on 01.10.1978), *Heoinform Ukrainy*. No 41183, vol. 1, 176 p. (In Russian).
- Shvartsman Iu.M., 1981. Report. Results of detailed exploration of the West Slovyansk mineral water (state geological exploration on 01.01.1981), *Heoinform Ukrainy*. No 44047, vol. 1, 218 p. (In Russian).
- Сьомкін М.М. Вивчення основних екзогенних геологічних процесів на території Донецької області на 1998-2000. / М.М. Сьомкін, Л.Г. Поповська. – Артемівск, 2001. – Геоінформ України, інв. № 58322. – кн. 1. – 245 с.
- Сьомкін М.М. Вивчення основних екзогенних геологічних процесів на території Донецької області на 2001-2005. / М.М. Сьомкін, Л.Г. Поповська. – Артемівск, 2006. – Геоінформ України, інв. № 60414. – кн. 1. – 245 с.
- Удалов, И. В. Эколого-геологическая оценка влияния техногенного карстообразования на окружающую среду г. Славянск. / И. В. Удалов, А. В. Чубарь // Вестник НТУ «ХПИ», Хімія, хімічна технологія та екологія. – 2011. – № 59. – С. 111–118.
- Ходьков А. Е. Соляной карст Верхнекамского и Бахмутского районов и закономерности его развития // Специальные вопросы карстоведения. – Москва, 1962. – С. 44–58.
- Ходьков А.Е. О вторичных породах, их текстурах и структурах на Славянском месторождении каменной соли / А.Е. Ходьков, И.Н. Шевченко // Труды Всесоюзного НИИ «Галургии». – 1959. – вып. XXXV. – С. 189-197.
- Шехунова С. Б. Особливості літогенезу соленосних формацій та проблеми їх використання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. геол. наук: спец. 04.00.21 «літологія» / Шехунова Стела Борисівна. – Київ, 2011. – 44 с.
- Шехунова С. Б. Особливості постседиментаційних змін соленосних формацій // Зб. наук. пр. Інституту геологічних наук НАН України. – 2010. – вип. 3. – С. 116-137.
- Шварцман Ю.М. Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка масштаба 1:50000 Славянского и Знаменского планшетов. – Артемовск, 1969. – Геоінформ України, інв. № 29784. – кн. 1. – 187 с.
- Шварцман Ю.М. О результатах поисково-разведочных работ на минеральные воды на участке Славянский Донецкой области (поиски 1970-1973) (Славянский р-н Донецкой обл.) / Ю.М. Шварцман, Т.П. Березка. – Артемовск, 1973. – Геоінформ України, інв. № 35814. – кн. 1. – 84 с.
- Шварцман Ю.М. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200000 планшета М-37-XXVII (Славянск). – Артемовск, 1966. – Геоінформ України, інв. № 26123. – кн. 1. – 293 с.
- Шварцман Ю.М. Отчет о разведке хлоридно-натриевых минеральных вод (рассолов) Славянского месторождения Донецкой области УССР (подсчет запасов по состоянию на 01.07.1972). / Ю.М. Шварцман, Н.С. Подорванов, П.В. Калыгин. – Артемовск, 1973. – Геоінформ України, інв. № 35173. – кн. 1. – 173 с.
- Шварцман Ю.М. Отчет о результатах предварительной разведке Западно-Славянского месторождения минеральных вод (состояние геолого-разведочных работ на 01.10.1978). – Артемовск, 1978. – Геоінформ України, інв. № 41183. – кн. 1. – 176 с.
- Шварцман Ю.М. Отчет о результатах детальной разведке Западно-Славянского месторождения минеральных вод Донецкая область УССР (Подсчет запасов по состоянию на 01.01.1981). – Артемовск, 1981. – Геоінформ України, інв. № 44047. – кн. 1. – 218 с.

Shevchenko Y.N., 1953. Report. Geology and hydrogeology of the northwest wing Bakhmutsk basin and assessment of measures industrial Slovyansk field brines and rock salt, *Heoinform Ukrainy*. No 13871, vol. 2, 245 p. (In Russian).

Shevchenko Y.N., 1952. Report. Prospecting of Raigorodsk site of Slovyansk rock salt deposits, *Heoinform Ukrainy*. No 11514, vol. 2, 295 p. (In Russian).

Shevchenko Y.N., 1959. Report. Results of geotechnical studies on the karst of Slavyansk brine field, 1957-1958, *Heoinform Ukrainy*. No 20062, vol. 1, 197 p. (In Russian).

Acerro, P., Gutierrez F., Galve J.P., Auque L.F., Carbonel D., Gimeno M.J., Gyme J.B., Asta M.P., Yechieli Y., 2013. Hydrogeochemical characterization of an evaporite karst area affected by sinkholes (Ebro Valley, NE Spain), *Acta Geologica*, vol. 11, pp. 389-407.

Cooper A.H., 2008. The GIS approach to evaporite karst geohazards in Great Britain, *Environmental Geology*, vol. 53, pp. 981-992. DOI: 10.1007/s00254-007-0724-8.

Gutierrez F., Parise M., De Waele J., Jourde H., 2014. A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst, *Earth-Science Reviews*, vol. 138, pp. 61-88. DOI: 10.1016/j.earscirev.2014.08.002.

Шевченко И.Н. Геологическое строение и гидрогеология северо-западного крыла Бахмутской котловины и промышленная оценка Славянского месторождения рассолов и каменной соли (к пересчету запасов рассолов и каменной соли Славянского месторождения на 01.07.1953). – Москва, 1953. – Геоинформ України, інв. № 13871. – кн.2. – 245 с.

Шевченко И.Н. Отчет о разведке Райгородского участка Славянского месторождения каменной соли. – Артемовск, 1952. – Геоинформ України, інв. № 11514. – кн. 2. – 295 с.

Шевченко И.Н. Отчет о результатах инженерно-геологических работ по изучению карста в районе Славянского рассолопромысла за 1957-1958 г.г. – Артемовск, 1959. – Геоинформ України, інв. № 20062. – кн. 1. – 197 с.

Acerro, P., Gutierrez F., Galve J.P., Auque L.F., Carbonel D., Gimeno M.J., Gyme J.B., Asta M.P., Yechieli Y., 2013. Hydrogeochemical characterization of an evaporite karst area affected by sinkholes (Ebro Valley, NE Spain), *Acta Geologica*, vol. 11, pp. 389-407.

Cooper A.H., 2008. The GIS approach to evaporite karst geohazards in Great Britain, *Environmental Geology*, vol. 53, pp. 981-992. DOI: 10.1007/s00254-007-0724-8.

Gutierrez, F., Parise, M., De Waele, J., Jourde, H., 2014, A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst, *Earth-Science Reviews*, vol. 138, pp. 61-88. DOI: 10.1016/j.earscirev.2014.08.002.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна
marinaal@ukr.net

Рецензент: С.Б. Шешунова

М.В. Алексеенкова

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕПЕРМСКОЙ СОЛЕНОСНОЙ СУБФОРМАЦИИ СЛАВЯНСКОЙ БРАХИАНТИКЛИНАЛИ

Создана прогнозная комплексная модель распространения опасных геологических процессов зоны выщелачивания нижнепермской соленосной формации в пределах Славянской брахиантиклинали, включающая цифровую модель рельефа и геолого-гидрогеологическую модель с учетом тектонических нарушений по данным геофизических исследований и структурно-поискового бурения. Установлены закономерности ее пространственного распространения и изменение литолого-гидрогеохимических характеристик.

Ключевые слова: каменная соль, соляной карст, Славянская брахиантиклиналь.