

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО ГЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДОНБАССА С УЧЕТОМ АНОМАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ГАЗОНОСНОСТИ И МЕТОДОВ ИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Анциферов¹, В.В. Туманов¹, Л.А. Новгородцева¹, Д.С. Бородин¹, О.Л. Шалованов¹

¹ Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (ФГБНУ «РАНИМИ»), Россия, ДНР, Донецк, e-mail: bordym@yandex.ru

Аннотация: Исследована связь между глубинной тектонической структурой Донецкого бассейна и миграцией углеводородных газов, включая метан абиогенного происхождения. На основе анализа данных глубинного сейсмического зондирования, гравиметрии, термометрии и микросейсмического пассивного зондирования, полученных в период с 1960-х годов по настоящее время, установлена иерархия глубинных разломов, проникающих в верхнюю мантию и потенциально являющихся каналами для аномальных газопроявлений. Показано, что узлы пересечения субширотных и субмеридиональных разломов (Мушкетовского, Донецко-Кадиевского, Краснорецкого и др.) характеризуются повышенной проницаемостью осадочного чехла и коррелируют с зонами интенсивных газопроявлений и выбросоопасности на шахтах Донецко-Макеевского, Центрального и Селезнёвского районов Донбасса. Продемонстрирована эффективность комплексного применения сейсморазведки (отражённые, преломленные волны), электроразведки и нейросетевого анализа деформационных полей для картирования каналов миграции метана. Результаты исследования имеют практическое значение для прогнозирования геодинамических рисков, обеспечения безопасности горных работ и поиска перспективных зон метаносности в условиях затопляемых и консервируемых шахт Донбасса.

Ключевые слова: глубинные разломы, генезис метана, абиогенные газы, тектоническая структура, глубинное сейсмическое зондирование, геодинамика, безопасность горных работ, микросейсмика.

Благодарность: Работа выполнена в рамках темы № FRSR 2026-0006 «Исследование геодинамики глубинных разломов в геофизических полях структур Донбасса и прилегающих территорий».

Для цитирования: Анциферов А. В., Туманов В. В., Новгородцева Л. А., Бородин Д. С., Шалованов О. Л. Особенности глубинного геотектонического строения Донбасса с учетом аномальных проявлений газоносности и методов их геофизических исследований // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2026. – № 11. – С. 5–18. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_11_0_5.

Features of the deep geotectonic structure of the Donbas with consideration of anomalous gas manifestations and methods for their geophysical investigation

A.V. Anciferov¹, V.V. Tumanov¹, L.A. Novgorodceva¹, D.S. Borodin¹, O.L. Shalovanov¹

¹ Republican Academic Scientific, Research and Design Institute for Mining Geology, Geomechanics, Geophysics and Mine Surveying (RANIMI, FSBSI), Donetsk, DPR, Russia, e-mail: bordym@yandex.ru

Abstract: The article investigates the relationship between the deep tectonic structure of the Donets Basin and the migration of hydrocarbon gases, including methane of abiogenic origin. Based on the analysis of deep seismic sounding, gravimetry, thermometry, and passive microseismic sounding data obtained from the 1960s to the present, a hierarchy of deep faults penetrating into the upper mantle and potentially serving as channels for anomalous gas manifestations has been established. It is shown that the intersection nodes of sublatitudinal and submeridional faults (Mushketov, Donetsk-Kadievka, Krasnoretsky, etc.) are characterized by increased permeability of the sedimentary cover and correlate with zones of intense gas manifestations and outburst hazards in the mines of the Donetsk-Makiivka district. The effectiveness of the integrated application of seismic reflection, seismic refraction, electrical prospecting, and neural network analysis of deformation fields for mapping methane migration channels is demonstrated. The results of the study have practical significance for predicting geodynamic risks, ensuring the safety of mining operations, and searching for promising methane-bearing zones under conditions of flooded and mothballed mines in the Donbas.

Key words: deep faults, methane genesis, abiogenic gases, tectonic structure, deep seismic sounding, fluid-conducting systems, geodynamics, coal mining safety, microseismics.

Acknowledgements: The work was supported by the research topic No. FRSR 2026-0006 «Investigation of the geodynamics of deep faults in geophysical fields of the Donbas structures and adjacent territories».

For citation: Anciferov A. V., Tumanov V. V., Novgorodceva L. A., Borodin D. S., Shalovanov O. L. Features of the deep geotectonic structure of the Donbas with consideration of anomalous gas manifestations and methods for their geophysical investigation. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2026;(11):5-18. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_11_0_5.

Введение

С середины 70-х годов прошлого века из разных районов Донбасса стали поступать сведения о разнообразии компонентного состава газов угольных месторождений и, в некоторых случаях, изотопного состава углеводородных газов, являющихся индикаторами поступления глубинных газов [1, 2]. Были высказаны предположения о том, что месторождения метана Северной части Донбасса образованы не только свободным метаном угольных пластов, мигрирующим к по-

верхности, но и газами abiогенного происхождения, поступающими из верхних слоев мантии [3, 4]. Для уточнения вопроса о генерации углеводородных газов (УВГ) органическим веществом угленосных отложений и проверки гипотезы о его глубинных источниках в Донбассе было пробурено около 320 глубоких скважин [2]. В связи с этим было получено полное представление об иерархии разломов на территории Донбасса, распределении температур на глубинах до 4–5 км и неотектонических движений

Изучение компонентного и изотопного состава рудничного газа по пробам, отобранным вблизи крупных тектонических нарушений в шахтах, расположенных над узлами пересечения Донецко-Кадеевского глубинного меридионального разлома с субширотными Южно-Донбасским, Центральнo-Донбасским (Осе-

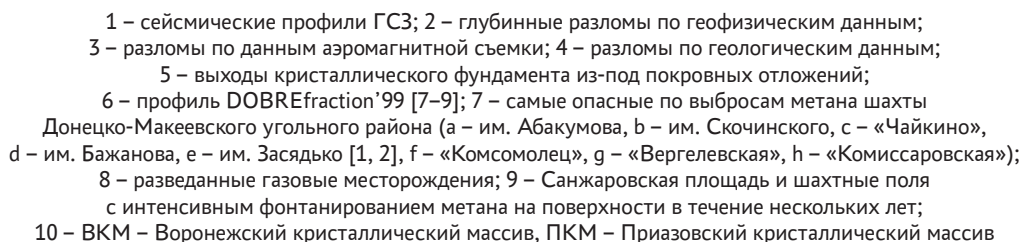


Fig. 1. Scheme for the location of Deep Seismic Sounding (DSS) profiles and deep-seated faults of the Donbas identified based on geophysical data

вым) и Марьевским, а также субмеридиональным Еланчик-Ровенецким глубинным разломом показало следующее (рис. 1):

- присутствие легких и маслянистых битумоидов, жидких углеводородов, газового конденсата, повышенное содержание гелия (до 0,11%) и водорода (до 0,14%);
- различие изотопов $\delta^{13}\text{CH}_4$ и $\delta^{13}\text{CO}_2$, что может свидетельствовать о разном генетическом происхождении этих газов;

• в северной части Донбасса на Санжаровской площади, в зоне пересечения Донецко-Кадеевского разлома с Марьевским навигом в скважине Ц793 отмечены содержание водорода до 49–74% на глубинах в 1730–1780 м, гелия 0,37%, высокая минерализация пластовых вод до 85 г/дм³;

• все аномальные газопроявления сопровождаются высокими значениями температур на глубинах 400 и 1000 м – до 48 и 52 °С соответственно.

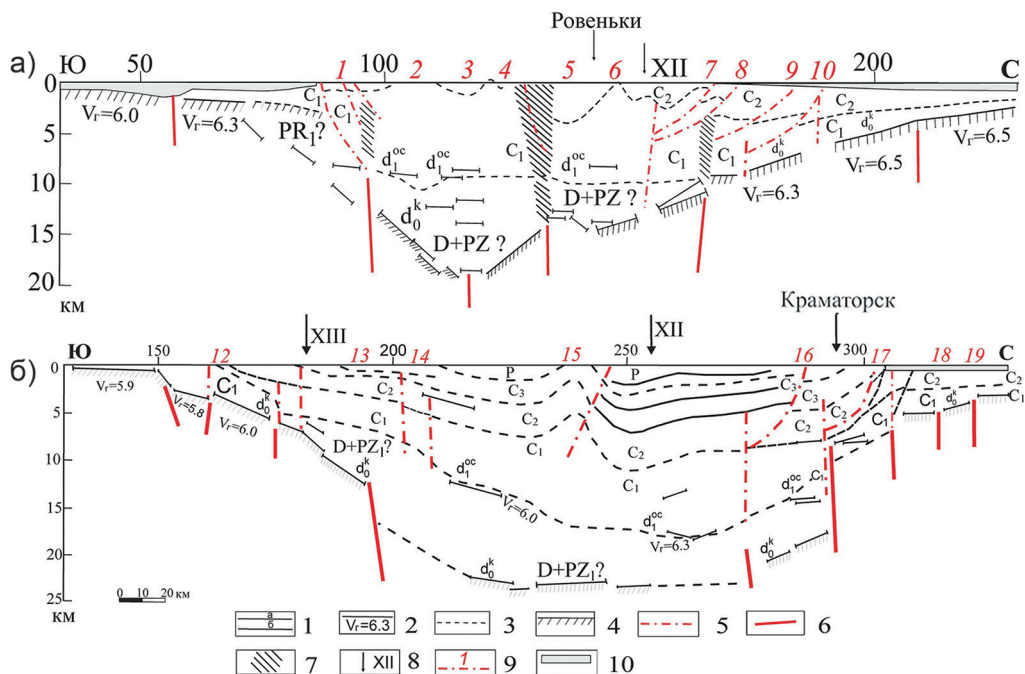


Рис. 2. Сейсмические профили XI и X через Донецкий бассейн (геофизическая интерпретация по [7, 8]): профиль XI (а); профиль X (б)

Fig. 2. Seismic profiles XI (a) and X (b) across the Donets Basin (geophysical interpretation based on [7, 8])

Приведенные выше факты свидетельствуют о сложном и неоднородном составе угольных газов, формирование которого происходит как за счет метаморфизированных глубинных источников, так и за счет дополнительных глубинных флюидопотоков.

Геофизические исследования глубинных разломов Донбасса

Первое представление о глубинных разломах Донбасса было получено начиная с 1964 г., после глубинных сейсмических зондирований (ГСЗ) в Донецком бассейне, где проводились региональные сейсмические исследования, которые были направлены на изучение строения земной коры от границ Мохоровичича (Мохо) до поверхности кристаллического массива, с целью создания базы для перспективного планирования разведки полезных ископаемых [6, 7].

Всего на территории Донецкого бассейна было запланировано и выполнено несколько профилей, которые пересекали его как поперек, (ПР X — Ногайск–Сватово, XI Новоазовск–Ворошиловград–Титовка), так и вдоль (XIII Гуляй Поле–Горловка и XII — Мечебилово–Артемовск–Свердловск) (см. рис. 1).

Авторами [7] на рис. 2 представлены разрезы, выполненные и переинтерпретированные по линиям Новоазовск–Ворошиловград (Луганск) и Ногайск–Сватово, линии на карте XI и X соответственно.

Также можно отметить тот факт, что представленная схема позволяет предположить высокую проницаемость осадочного чехла в зонах пересечения Красногоровского сброса, Северо-Донецкого и Марьевского надвигов с пересечением Донецкого–Кадиевского и Еланчик–Ровенского меридианальных глубинных разломов, что выражается увеличением количества газовых месторождений в этой зоне.

Проанализировав результаты прошлых исследований, проведенных трестом «Днепрогеофизика» в период 1967 — 1973 гг., необходимо отметить тот факт, что помимо изучения горизонтов земной коры (поверхности Мохоровичича, Конрада) была разработана методика, позволяющая более детально изучить структуру поверхности консолидированной коры (фундамента) и сейсмических границ в осадочной толще, залегающих на глубинах от 7 до 23 км [8 — 10].

Общепринятыми представлениями о глубинных разломах является их большая протяженность по глубине от поверхности кристаллического фундамента до верхней мантии и по простиранию 500—1000 км. В геологическом плане они представляют собой громадные каналы, заполненные раздробленным веществом из ограничивающих их блоков. В определенные моменты тектонической активизации по этим каналам происходят подъемы расплавленного мантийного вещества и минерализованных вод из недр Земли, которые при остывании создают различные гидротермальные месторождения внутри разветвленной сети более мелких региональных нарушений и глубинные месторождения нефти в основании осадочного бассейна. В связи с этим основу методики для картирования глубинных разломов составляли следующие методы:

- ГСЗ — для изучения разломно-блоковой структуры среды и выделения различных неоднородностей по изменению скоростей продольных волн;
- гравиразведка — для расчета плотностного разреза;
- магниторазведка — для картирования внедрившихся внутри разломов интрузий;
- термометрия в глубоких скважинах и шахтах — для прослеживания нагретых флюидов, поступающих в региональную сеть разломов.

В начале 2000-х была проведена переинтерпретация результатов с решением обратной задачи по гравиметрии и сейсмометрии на ЭВМ [11, 12]. При переинтерпретации данных с применением усовершенствованных алгоритмов была подтверждена достоверность модели строения кристаллического фундамента, а результаты, полученные на основе первичных материалов и с использованием новой методики, продемонстрировали высокую степень согласованности. Новым в методике исследования кристаллической коры было привлечение лабораторных экспериментов по оценке плотности и скорости; создание петрологической модели нижних горизонтов коры; использование информации, полученной цифровой регистрирующей аппаратурой и обработанной современными методами; анализ спонтанной электромагнитной миссии Земли и интерпретация спутниковых наблюдений с выделениями лениаментов и кольцевых структур. Общепринятой стала точка зрения, что Донбасс является частью крупной рифтовой системы, включающей на западе Припятско-Донецкий авлакоген, а на юго-востоке — рифтовую систему края Карпинского [13—17].

Тектоническая эволюция и разломно-блоковая структура фундамента

Формирование Донецкой палеорифтовой системы произошло в среднем девоне после растяжения и раскола земной коры (под действием конвективных процессов в верхней мантии). Образовавшиеся крупные блоки были разграничены долгоживущими глубинными разломами, которые контролировали подъем нагретого мантийного материала вплоть до раннего девона. В карбоне происходит изменение направления тектонических напряжений, которые носят характер дискретного сжатия [18]. В ранней

перми происходит опускание кристаллического фундамента по системе региональных сбросов — Краснодонецкого, отделяющего платформенную часть ВКМ на Севере Донбасса и Криворожско-Павловского, отделяющего Украинский щит (УЩ) от палеорифта на юге. Так как опускание по разломам происходило неравномерно, с разной скоростью, то в прибортовых частях бассейна образовались многочисленные разрывы — Северодонецкий, Марьевский, Каменский. Впоследствии появились региональные разломы меридионального и поперечного простирания — Центрально-Донбасский, Мушкетовский, Южно-Донбасский, Донецко-Кадиевский и Криворожско-Павловский, которые разделили кристаллический фундамент на крупные блоки. В опущенных блоках постепенно происходило мощное осадконакопление угленосных пород, а в опущенных крыльях разрывов формировались многочисленные пологие приразломные брахискладки и флексуры.

Таким образом, разломно-блоковая структура фундамента находит свое отражение в геологических образованиях верхнего структурного этажа. Изменение полей тектонических режимов, изученное В.А. Корчемагиным [19], происходило во времена активизации глубинных разломов, которые в свою очередь зависели от температурных изменений в астеносфере. В связи с этими факторами проницаемость земной коры на каждом участке отражает как общерегиональные геодинамические условия, так и местные, связанные с морфологией образований осадочной толщи, в частности пликативными и дизъюнктивными нарушениями [20].

Основные трудности в определении мощности коры под центральной частью грабена привели к дальнейшему изучению глубоких горизонтов кристаллического фундамента. В связи с этим в

1999 г. были проведены полевые работы по проекту DOBREfraction'99 через центральную часть Донбасса методами широкоугольного сейсмического зондирования и общей глубинной точки [21]. Профиль пересекает разновозрастные (от докембрия до палеоген-неогена) тектонические единицы: южный ВКМ, Донбасс (Дб), Приазовский мегаблок Украинского щита (ПМБ).

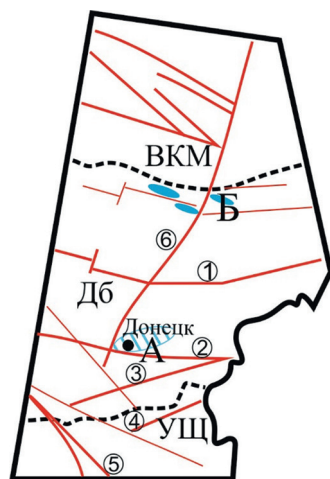
Подтверждены разломы генетические, связанные с рифтообразованием, они наклонены в сторону грабена и имеют глубину проникновения до верхней мантии. Поверхность Мохо у границ с Донецким складчатым сооружением (ДСС) погружается на глубину около 35 км. В центральной части ДСС поверхность фундамента находится на глубине 17,5 км.

На рис. 3 показан фрагмент картирования основных разломов Донбасса, проникающих в верхнюю мантию. Здесь и далее на рисунках светло-синим выделены разведанные месторождения газа на севере и фонтанирование газа в пределах шахтных полей в Донецко-Макеевском районе.

Аномальные газопроявления и их связь с глубинными флюидопотоками

В связи с тем, что учеными всего мира было открыто явление дегазации Земли [22], актуальной задачей настоящих научных исследований стало изучение глубинной геодинамики в дислоцированных участках земной коры. Привлечение интерпретации данных магнитных, гравитационных съемок, термометрии и сейсморазведки позволило установить следующие признаки глубинной флюидоподводящей системы [23]:

- сложное неоднородное геологическое строение литосферы, проявляющееся в магнитных и гравитационных аномалиях, а также низких значениях



Дб — Донбасс; А — зона с интенсивным фонтанированием метана на поверхности в течение нескольких лет в районе Донецко-Макеевского района; Б — зоны разведанных газовых месторождений в районе Луганска.

Разломы: 1 — Центрально-Донбасский, 2 — Мушкетовский, 3 — Южно-Донбасский, 4 — Конский, 5 — Криворожско-Павловский, 6 — Донецко-Кадиевский

Рис. 3. Схема основных глубинных разломов по DOBREfraction'99 [12]

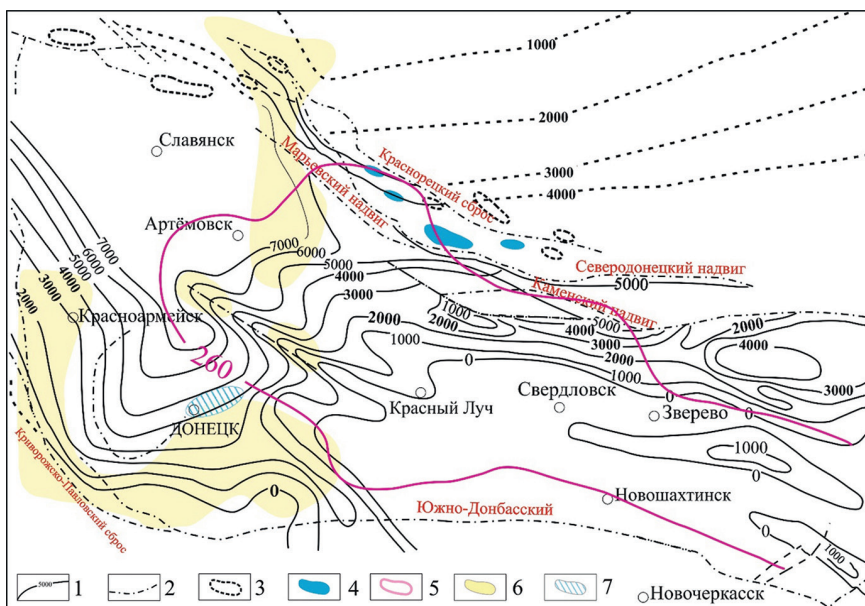
Fig. 3. Scheme for the main deep-seated faults according to DOBREfraction'99 [12]

продольных скоростей на глубинах сочленения коры и верхней мантии;

- наличие нефтегазовых месторождений в пределах зон пересечения глубинных разломов;

- прослеживаемые на глубину низкоплотностные эндогенные кольцевые структуры, указывающие на неоднократное поступление и распространение расплавленных флюидов вокруг вертикального канала, являющегося зоной максимальной проницаемости земной коры.

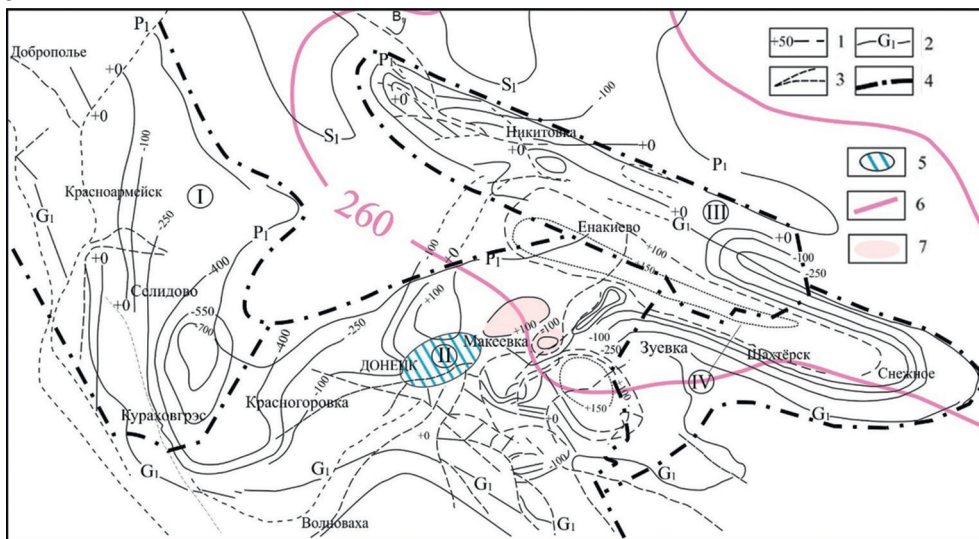
На рис. 4 и рис. 5 приведены данные, характеризующие комплекс осадочных отложений, залегающих на поверхности кристаллического фундамента Донбасса: расположение зон неотектонических движений, температурные аномалии на глубине 2 км [24], изменения мощности



- 1 — изолинии мощностей метанонасыщенных отложений карбона; 2 — тектонические нарушения; 3, 4 — прогнозируемые и разведанные газовые месторождения; 5 — амплитуда поднятий на 260 м поверхности Донбасса за последние 25 млн лет; 6 — тепловые аномалии на глубинах 2 км [24]; 7 — шахты с интенсивным фонтанированием метана на поверхности в течение нескольких лет

Рис. 4. Схема Донецкого бассейна

Fig. 4. Scheme of the Donets Basin



- 1 — абсолютная отметка ПМЗ, м; 2 — выходы известняка; 3 — тектонические нарушения; 4 — границы районов (I — Красноармейский, II — Донецко-Макеевский, III — Центральный, IV — Чистяково-Снежинский); 5 — шахты с интенсивным фонтанированием метана на поверхности в течение нескольких лет; 6 — амплитуда поднятий на 260 м поверхности Донбасса за последние 25 млн лет; 7 — краевые участки +100/-100 м аномального перепада поверхности метановой зоны

Рис. 5. Схема поверхности метановой зоны (ПМЗ) Юго-Западного Донбасса

Fig. 5. Map of the Methane Saturation Zone Surface (MSZS) at the South-Western Donbas

метанонасыщенных отложений и изогипсы от -50 до $+100$ поверхности метановой зоны, которые подчеркивают мелкоблочную структуру поверхности осадочного чехла. Сопоставление этих данных с открытыми газопроявлениями и суфлярными выделениями метана на глубине более 1000 км на шахтах им. Абакумова, им. Скочинского, им. Бажанова и «Чайкино» [19] приводит к заключению, что эти шахты находятся над вертикальным стволом глубинной флюидоподводящей системы с центром под полем шахты «Чайкино», где произошел выброс газа высотой 20 м и продолжительностью фонтанирования 7 лет.

Методические подходы к изучению миграционных каналов метана

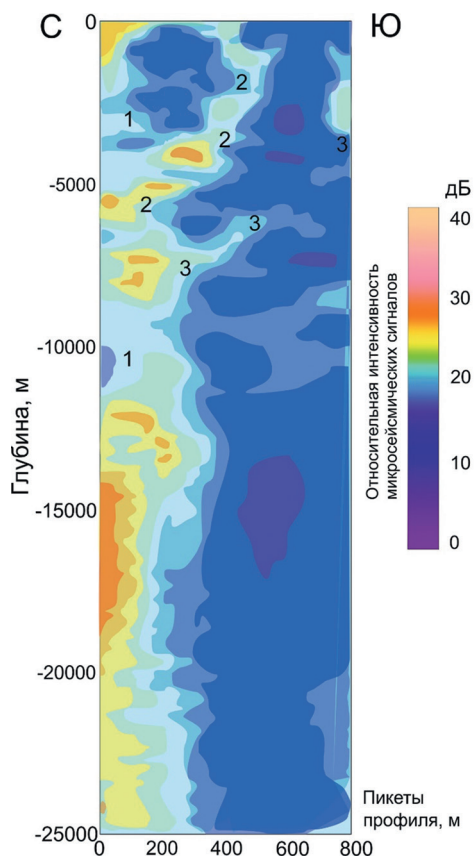
На поверхности кристаллического фундамента рядом с шахтами зафиксирован узел пересечения глубинных разломов: субширотного — Мушкетерского надвига, и субмеридионального — Донецко-Кадиевского (см. рис. 1). На севере Донбасса при пересечении последнего разлома с зоной сочленения Донбасса и Воронежского кристаллического массива вдоль Северо-Донецкого надвига фиксируются многочисленные мелкие разведанные газовые месторождения. Таким образом, можно предположить, что в земной коре вдоль Донецко-Кадиевского разлома происходит миграция глубинных абиогенных газов. Точное исследование этого вопроса возможно с применением алгоритма изучения глубинных разломов, основанного на использовании нейросетевых технологий (ДонНТУ [9, 25]).

Он включает:

- изучение природы и эволюции деформационных полей земли;
- изучение техногенных деформационных полей, обусловленных проведением горных работ;

- установление закономерностей взаимодействия разновозрастных тектонических полей деформаций и напряжений с полями деформаций, обусловленными техногенной деятельностью;

- разработка научных основ теории анализа и физической модели «единого» начального этапа развития различных аномальных геодинамических явлений;



1 — зона пониженных скоростей, ассоциируемая с Ахтырским разломом; 2 — зона пониженных скоростей, ассоциируемая с питающей системой вулкана Шуго; 3 — зона пониженных скоростей, ассоциируемая с Гладковским разломом [26]

Рис. 6. Вертикальный геофизический разрез по контрастам сейсмических скоростей вдоль профиля северо-восточного простираения через грязевой вулкан Шуго

Fig. 6. Vertical geophysical cross-section based on seismic velocity contrasts along a northeast-trending profile across the Shugo mud volcano

- реконструкция параметров разновозрастных тектонических полей и напряжений (реализована на исследовании трещиноватости пород Донецко-Макеевского района).

Одним из примеров удачного картирования вертикальных трещиноватых зон являются результаты съемки методом микросейсмического зондирования (ММЗ), проведенной в 2006 г. ИФЗ им. О.Ю. Шмидта в Керченско-Таманской грязевулканической провинции (см. рис. 6).

Тоновая шкала на рис. 6 показывает относительную интенсивность реакции среды по разрезу на образование Рэлеевских микросейсмических волн различной глубины проникновения. Увеличение относительной интенсивности реакции среды соответствует уменьшению сейсмических скоростей, в то время как уменьшение интенсивности соответствует увеличению сейсмических скоростей.

В 2020 – 2021 гг. в Донбассе институтом РАНИМИ были проведены мониторинговые микросейсмические зондирования на поле шахты «Калиновская-Восточная» в условиях техногенного землетрясения, спровоцированного обрушением кровли отработанного угольного пласта на глубине 600 – 700 м [27]. Результаты обработки измеренных временных сейсмических сигналов, представленные осредненными и нормированными спектрами Фурье, показали, что степень разрушения углепородного массива можно проследить по производству компонент X^*Y^*Z , при условии, что $(Z > X) \cap (Z > Y)$.

Кроме того, были проведены электрометрические и радоновые измерения поперек зоны простираания крупных региональных разломов [28], которые показали глубину распределения аномалий сопротивлений разреза.

Принимая во внимание результативность проведенных геофизических ра-

бот и изложенную выше геологическую позицию по глубинной геодинамике газопроявлений, можно предложить следующий план для наблюдений за возможными миграционными потоками метана в пределах Донбасса:

- 1) составить карты метановыделений (открытых и суфлярных) на разных глубинах разработки;

- 2) провести микросейсмический мониторинг вокруг зон наиболее интенсивных газопроявлений с определением плотности углепородного массива;

- 3) методами МТЗ, АМТЗ и радонометрии установить аномальные поля;

- 4) использовать петрофизический анализ по Л.А. Иванову [29], при окончательном определении направлений движения потоков глубинного метана использовать признаки И.К. Пашкевич [12, 23].

Авторами в [12] были получены данные значений физических характеристик литосферы, которые указывают на существование современной геодинамической системы радиально-кольцевого типа, предположительно связанной с локальным проявлением эндогенной активности мантийного плюма, который приводит к радиальным и тангенциальным зонам деформации. Разрядка напряжений приводит к современной сейсмичности. Рассматриваемый в статье регион захватывает периферическую часть геодинамической системы.

Выводы

Обобщая многочисленные фактические данные о газопроявлениях внутри углепородного массива Донбасса с учетом его сложного геотектонического строения и геодинамики, можно сделать следующие выводы:

- независимо от природы образования метана он наполняет необыкновенно сложную протяженную по глубине и в латеральном направлении разветвлен-

ную сеть проницаемых участков земной коры (зон трещиноватости разного ранга);

- нарушения равновесного гидростатического состояния метана в этой системе, обусловленные технологическими или природными факторами (дегазация Земли), приводит к мощным выбросам газа и породы или продолжительному фонтанированию в газифицируемых разведочных скважинах;

- наиболее проницаемыми каналами миграции метана являются узлы пересечения глубинных разломов;

- обнаружение вертикальных зон системы газопроявлений возможно с помощью методов микросейсмики (ММЗ), термометрии, магниторазведки, гравитационной разведки и электроразведки (АМТЗ);

- зоны локального разуплотнения и регионального сжатия могут быть определены по значениям произведений спектров разнонаправленных компонент $X*Y*Z$ сейсмического поля.

Авторы выражают признательность И.В. Соколовской за помощь в переводе материалов статьи на английский язык.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов А. В., Канин В. А., Голубев А. А., Галемский П. В. Данные о глубинных подтоках флюидов, формирующих современную газоносность пород Донбасса // Научные труды УкрНИИМ. — 2014. — № 14. — С. 384–398.
2. Анциферов А. В., Голубев А. А., Канин В. А., Тиркель М. Г., Задара Г. З., Узиюк В. И., Анциферов В. А., Суярко В. Г. Газоносность и ресурсы метана угольных бассейнов Украины: в 3 т. — Донецк: Вебер, Донецкое отделение. — 2014. — 3 т. — С. 1–100.
3. Войтов Г. И. Химизм и масштабы современного потока природных газов в различных геоструктурных зонах Земли // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. — 1986. — Т. XXXI (5). — С. 533–539.
4. Адушкин В. В., Кудрявцев В. П., Хазинс В. М. Водородная дегазация Земли и озоновые аномалии // Доклады Академии наук. — 2006. — Т. 406. — № 2. — С. 241–243.
5. Гордиенко В. В., Гордиенко И. В., Завгородняя О. В. Тепловое поле Донбасса // Геофизический журнал. — 2015. — Т. 37. — № 6. — С. 3–23. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v37i6.2015.111169.
6. Погребнов Н. И., Муратов М. В., Цейслер В. М. Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР. — М.: Недра, 1976. — 336 с.
7. Михалев А. К., Бородулин М. И. О глубинной структуре Донецкого бассейна в свете современных геофизических данных // Геотектоника. — 1976. — № 5. — С. 49–57.
8. Бородулин М. И., Хохлов М. Т. Про методику сейсмических исследований и некоторые результаты изучения фундамента в Донецком бассейне // Доклады АН УССР. Серия Б. — 1970. — № 6. — С. 28–33.
9. Шамаев В. В., Стрельцов В. А. Концепция геотектонических полей в физике Земли // Физика и техника высоких давлений. — 1990. — № 33. — С. 48–58.
10. Бородулин М. И. Системы глубинных разломов Донбасса и их характеристики по данным глубинного сейсмического зондирования // Геологический журнал. — 1973. — № 34. — Вып. 5. — С. 86–94.
11. Минц М. В., Глазнев В. Н., Муравина О. М. Глубинное строение коры юго-востока Воронежского кристаллического массива по геофизическим данным: геодинамическая эволюция в палеопротерозое и современное состояние коры // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. — 2017. — № 4. — С. 5–23.
12. Пашкевич И. К., Русаков О. М., Кутас Р. И., Гринь Д. Н., Старостенко В. И., Ягник Т. Строение литосферы по комплексному анализу геолого-геофизических данных вдоль профиля DOBREfraction'99/DOBRE-2 (Восточно-Европейская платформа — Восточно-Черноморская впадина) // Геофизический журнал. — 2018. — Т. 40. — № 5. — С. 98–136. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v40i5.2018.147476.
13. Привалов В. А. Тектоническая природа зон выбросоопасности в Донбассе // Уголь Украины. — 2003. — № 3. — С. 33–37.
14. Привалов В. А. О прогнозе тектоно-газодинамической обстановки угольного пласта // Известия вузов. Геология и разведка. — 1985. — № 11. — С. 49–55.

15. Привалов В. А. Закономерности распространения и эволюции тектонической нарушенности в Донецко-Макеевском районе Донбасса // Известия вузов. Геология и разведка. — 1990. — № 3. — С. 46 — 55.

16. Панов Б. С. Металлогенические особенности активизированной области Донбасса // Доклады Академии наук СССР. — 1973. — Т. 211. — № 2. — С. 417 — 419.

17. Чихирин А. А. Оценка времени формирования газовых и газоконденсатных залежей северо-восточных окраин Донбасса / Материалы VIII Международного научного симпозиума им. Академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». — 2004. — С. 520 — 522.

18. Корчемагин В. А. Трещинная тектоника, механизм и история развития структуры Никитовского рудного поля: автореф. дис ... канд. геол.-мин. наук. — Донецк: ДПИ, 1970. — 20 с.

19. Корчемагин В. А. Павлов И. О., Никитенко А. В. Структурно-тектонифизическая позиция скоплений метана в угленосных отложениях Донецко-Макеевского района // Научные труды ДонНТУ. Серия «Горно-геологическая». — 2011. — № 13 (178). — С. 25 — 30.

20. Корчемагин В. А., Шамаев В. В., Павлов И. О., Сокурченко М. В. Тектонические поля деформаций и напряжений в развитии подземной инфраструктуры Донецко-Макеевского района // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. — 1998. — Т. 3. — С. 158 — 162.

21. Град М., Гринь Д., Гутерх А., Келлер Р., Ланг Р., Лингси С., Лысынчук Д., Лысынчук Е., Омельченко В., Старостенко В., Стифенсон Р., Стомба С., Тибо Г., Толкунов А., Яник Т. DOBRE-99: структура земной коры Донбасса вдоль профиля Мариуполь — Беловодск // Физика Земли. — 2003. — Т. 39. — № 6. — С. 33 — 43.

22. Кузин А. М. Дегазация Земли — от землетрясений до образования месторождений полезных ископаемых флюидного генезиса // Актуальные проблемы нефти и газа. — 2018. — № 4(23). DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art36.

23. Пашкевич И. К., Лебедь Т. В. Мегатруба дегазации Азовского моря: анализ результатов 3D магнитного моделирования в комплексе с геофизическими данными // Геофизический журнал. — 2019. — Т. 41. — № 6. — С. 35 — 55. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v41i6.2019.190065.

24. Гордиенко В. В. Гордиенко И. В., Загородняя И. М., Тарасов В. Н. Донбасс (геофизика, глубинные процессы). — Киев: Логос, 2015. — 123 с.

25. Кутас Р. И., Орлюк М. И., Пашкевич И. К., Бурахович Т. К., Макаренко И. Б. Глубинное строение территории Украины по современным геофизическим данным. Общие сведения / Очерки геодинамики Украины. — Киев, 2018. — С. 17 — 23.

26. Собисевич А. Л., Собисевич Л. Е. Изучение глубинного строения зон сосредоточенной флюидной активности в Керченско-Таманской грязевулканической провинции // Актуальные проблемы нефти и газа. — 2018. — № 4 (23). — С. 46. DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art46.

27. Лобков Н. И. Геомеханические причины проявления подземных толчков на поверхности закрытых и затопленных шахт // Труды РАНМИ: сборник научных трудов. — 2023. — № 23(38). — С. 183 — 191. DOI: 10.24412/1996-885X-2023-2338-183-191.

28. Николаев И. Ю., Ялпута Е. А., Сафин А. А. Геоэлектрические исследования поперечной разломной зоны Центрального Донбасса // Труды РАНМИ: сборник научных трудов. — 2024. — № 1(39). — С. 52 — 62. DOI: 10.24412/1996-885X-2024-139-004.

29. Иванов Л. А. Туманов В. В., Николаев И. Ю. Петроскоростной разрез Донецкого угольного бассейна // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. — 2025. — № 3. — С. 41 — 50. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2025/3241-50. **ПЛАБ**

REFERENCES

1. Anciferov A. V., Kanin V. A., Golubev A. A., Galemiskij P. V. Data on deep-earth fluid inflows forming the contemporary gas content of Donbas rocks. *Transactions of UkrNDMI*. 2014, no. 14, pp. 384 — 398. [In Russ].

2. Antsiferov A. V., Golubev A. A., Kanin V. A., Tirkel' M. G., Zadara G. Z., Uziyuk V. I., Antsiferov V. A., Suyarko V. G. *Gazonosnost' i resursy metana ugol'nykh basseynov Ukrainy: v 3 t.* [Gas content and methane resources coal basins of Ukraine: in 3 Vol., monograph], onetsk, Weber, Donetsk Branch.

3. Vojtov G. I. Chemistry and scale of the contemporary natural gases flow in various geostructural zones of the Earth. *Journal of the All-Union Chemical Society named after D. I. Mendeleev*. 1986, vol. XXXI (5), pp. 533 — 539. [In Russ].

4. Adushkin V. V., Kudrjavcev V. P., Hazins V. M. Hydrogen degassing of the Earth and ozone anomalies. *Doklady Akademii nauk*. 2006, vol. 406, no. 2, pp. 241 — 243. [In Russ].

5. Gordienko V. V., Gordienko I. V., Zavgorodnjaja O. V. Thermal field of Donbas. *Geophysical Journal*. 2015, vol. 37, no. 6, pp. 3–23. [In Russ]. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v37i6.2015.111169.
6. Pogrebnov N. I., Muratov M. V., Tseysler V. M. *Tektonika ugol'nykh basseynov i mestorozhdeniy SSSR* [Tectonics of the USSR coal basins and deposits], Moscow, Nedra, 1976, 336 p.
7. Mihalev A. K., Borodulin M. I. On the deep-earth structure of the Donetsk Basin in the light of modern geophysical data. *Geotectonics*. 1976, no. 5, pp. 49–57. [In Russ].
8. Borodulin M. I., Hohlov M. T. On the seismic survey method and some results of the studies into the basement of the Donetsk Basin. *Reports of the UkrSSR Academy of Sciences. Series B*. 1970, no. 6, pp. 28–33. [In Russ].
9. Shamaev V. V., Strel'cov V. A. Concept of geodeformation fields in the physics of the Earth. *Physics and High Pressure Technology*. 1990, no. 33, pp. 48–58. [In Russ].
10. Borodulin M. I. Systems of deep-seated faults in Donbas and their characteristics based on deep seismic sounding data. *Geological Journal*. 1973, no. 34, issue 5, pp. 86–94. [In Russ].
11. Mints M. V., Glaznev V. N., Muravina O. M. Deep crustal structure in the south-east Voronezh Crystalline Massif on geophysical data: geodynamic evolution of Paleoproterozoic and the current state of crust. *Proceedings of Voronezh state university. Series: Geology*. 2017, no. 4, pp. 5–23. [In Russ].
12. Pashkevich I. K., Rusakov O. M., Kutas R. I., Grin' D. N., Starostenko V. I., Jagnik T. Lithosphere structure based on integrated analysis of geological and geophysical data along the DOBRE-fracture/99/DOBRE-2 profile (East European Platform – East Black Sea Basin). *Geophysical Journal*. 2018, vol. 40, no. 5, pp. 98–136. [In Russ]. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v40i5.2018.147476.
13. Privalov V. A. Tectonic nature of outburst prone zones in Donbas. *Ugol' Ukrainy*. 2003, no. 3, pp. 33–37. [In Russ].
14. Privalov V. A. On the prediction of tectono-gas-dynamic conditions in a coal seam. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 1985, no. 11, pp. 49–55. [In Russ].
15. Privalov V. A. Tectonic disturbance distribution and evolution patterns in the Donetsk–Makeevka region of Donbas. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 1990, no. 3, pp. 46–55. [In Russ].
16. Panov B. S. Metallogenic features of the active region of Donbas. *Doklady Akademii nauk SSSR*. 1973, vol. 211, no. 2, pp. 417–419. [In Russ].
17. Chihirin A. A. Estimation of the gas and gas condensate accumulation formation time in the northeastern areas of Donbas. *Materialy VIII Mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma im. Akademika M.A. Usova «Problemy geologii i osvoeniya nedr»* [Materials of the VIII International scientific symposium in honor of academician M. A. Usov «Problems of geology and subsurface development»], Tomsk, 2004, pp. 520–522. [In Russ].
18. Korchemagin V. A. *Treshchinnaya tektonika, mekhanizm i istoriya razvitiya struktury Nikitovskogo rudnogo polya* [Fracture tectonics, mechanism and history of the Nikitovka ore field structure development], Candidate's thesis, Donetsk, 1970, 20 p.
19. Korchemagin V. A., Pavlov I. O., Nikitenko A. V. Structural and tectonophysical position of methane accumulations in coal-bearing deposits of the Donetsk–Makeevka region. *Nauchnye trudy Doneckogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya «Gorno-geologicheskaja»*. 2011, no. 13 (178), pp. 25–30. [In Russ].
20. Korchemagin V. A., Shamaev V. V., Pavlov I. O., Sokurenko M. V. Tectonic deformation and stress fields in the underground infrastructure development at the Donetsk–Makeevka region. *Sbornik nauchnykh trudov Nacional'noj gornoj akademii Ukrainy*. 1998, vol. 3, pp. 158–162. [In Russ].
21. Grad M., Grin' D., Guterh A., Keller R., Lang R., Lingsi S., Lysynchuk D., Lysynchuk E., Omel'chenko V., Starostenko V., Stifenson R., Stovba S., Tibo G., Tolkunov A., Janik T. DOBRE-99: Earth crust structure at the Donetsk Basin along the Mariupol–Belovodsk profile. *Physics of the Earth*. 2003, vol. 39, no. 6, pp. 33–43. [In Russ].
22. Kuzin A. M. Degassing of the Earth — from an earthquake to a mineral deposit formation by fluid genesis. *Actual problems of oil and gas*. 2018, no. 4(23), pp. 1–15. [In Russ]. DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art36.
23. Pashkevich I. K., Lebed' T. V. Megapipe for degassing the Azov Sea: Analysis of 3D magnetic modeling results combined with geophysical data. *Geophysical Journal*. 2019, vol. 41, no. 6, pp. 35–55. [In Russ]. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v41i6.2019.190065.
24. Gordienko V. V., Gordienko I. V., Zavgorodnyaya I. M., Tarasov V. N. *Donbass (geofizika, glubinnye protsessy)* [Donbas (geophysics, deep-earth processes)], Kiev, Logos, 2015, 123 p.

25. Kutas R. I., Orljuk M. I., Pashkevich I. K., Burahovich T. K., Makarenko I. B. Deep-earth structure of Ukraine's territory based on modern geophysical data. General information. *Ocherki geodinamiki Ukrainy* [Essays on Geodynamics of Ukraine], Kiev, 2018, pp. 17 – 23.

26. Sobisevich A. L., Sobisevich L. E. Study into the deep-earth structure of concentrated fluid activity zones in the Kerch–Taman mud volcanic province. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2018, no. 4 (23), pp. 46. [In Russ]. DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art46.

27. Lobkov N. I. Geomechanical causes of underground shocks on the surface of closed and flooded mines. *Transactions of RANIMI: collection of scientific papers*. 2023, no. 23(38), pp. 183 – 191. [In Russ]. DOI: 10.24412/1996-885X-2023-2338-183-191.

28. Nikolaev I. Ju., Jalputa E. A., Safin A. A. Geoelectrical studies into the transverse fault zone in the Central Donbas. *Transactions of RANIMI: collection of scientific papers*. 2024, no. 1(39), pp. 52 – 62. [In Russ]. DOI: 10.24412/1996-885X-2024-139-004.

29. Ivanov L. A. Tumanov V. V., Nikolaev I. Ju. Donetsk coal basin seismic velocity cross-section. *Proceedings of Voronezh state university. Series: Geology*. 2025, no. 3, pp. 41 – 50. [In Russ]. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2025/3Z41-50.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Анциферов Андрей Вадимович¹ — д-р техн. наук, профессор,

член-корр. НАНУ, научный руководитель,

e-mail: ranimi@ranimi.ru, ORCID ID: 0009-0005-6660-2332,

Туманов Виктор Владимирович¹ — заведующий отделом,

e-mail: tum.v@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0004-1521-4818,

Новгородцева Людмила Александровна¹ — канд. геол.- минерал. наук,

старший научный сотрудник, e-mail: ranimi@ranimi.ru,

ORCID ID: 0009-0007-4489-4981,

Бородин Дмитрий Сергеевич¹ — младший научный сотрудник,

e-mail: bordym@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0007-6401-1429,

Шалованов Олег Леонидович¹ — и.о. младший научный сотрудник,

e-mail: shalovanovoleg@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0001-4757-0399,

¹ Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (ФГБНУ «РАНИМИ»), 283086, Россия, ДНР, Донецк.

Для контактов: Бородин Д.С., e-mail: bordym@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A.V. Anciferov¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor,

Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine,

Scientific Director of the Institute,

e-mail: ranimi@ranimi.ru, ORCID ID: 0009-0005-6660-2332,

V.V. Tumanov¹, Head of Department,

e-mail: tum.v@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0004-1521-4818,

L.A. Novgorodceva¹, Cand. Sci. (Geol. Mineral.), Senior Researcher,

e-mail: ranimi@ranimi.ru, ORCID ID: 0009-0007-4489-4981,

D.S. Borodin¹, Junior Researcher, e-mail: bordym@yandex.ru,

ORCID ID: 0009-0007-6401-1429,

O.L. Shalovanov¹, acting Junior Researcher,

e-mail: shalovanovoleg@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0001-4757-0399,

¹ Republican Academic Scientific, Research and Design Institute for Mining Geology, Geomechanics, Geophysics and Mine Surveying (RANIMI, FSBSI), 283004, Donetsk, DPR, Russia.

Corresponding author: D.S. Borodin, e-mail: bordym@yandex.ru.

Получена редакцией 24.04.2026; получена после рецензии 02.07.2026; принята к печати 10.10.2026.

Received by the editors 24.04.2026; received after the review 02.07.2026; accepted for printing 10.10.2026.