

**КОРИСНІ КОПАЛИНИ ОСАДОВИХ БАСЕЙНІВ;  
СУЧАСНІ МЕТОДИ ЛІТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ /  
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ;  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

---

УДК: (552.5:551,782):553.98 (477.75)

**В.И. Лысенко<sup>1</sup>, М.С. Ковальчук<sup>2</sup>**

**ГЕРАКЛИТЫ — ИНДИКАТОРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**V.I. Lysenko, M.S. Kovalchuk**

**HERACLIETES AS INDICATORS OF OIL AND GAS PRESENCE IN THE SEVASTOPOL AREA**

Вивчення геології Севастопольського регіону і, зокрема, літології неогенових карбонатних відкладів, дозволили зробити висновок про потенційну нафтогазоносність району.

*Ключові слова:* Севастопольський регіон, нафтогазоносність, неогенові карбонатні утворення.

Изучение геологии Севастопольского региона и, в частности, литологии неогеновых карбонатных отложений позволили сделать вывод о потенциальной нефтегазоносности района.

*Ключевые слова:* Севастопольский регион, нефтегазоносность, неогеновые карбонатные образования.

The study of geology of the Sevastopol area particularly the lithology of the Neogene carbonate sediments allows to make a conclusion about potential presence of oil and gas in this area.

*Keywords:* The Sevastopol area, oil and gas presence, Neogene carbonate formations.

**ВВЕДЕНИЕ**

В Крыму геологоразведочные работы по поиску нефти и газа первоначально проводились на Керченском полуострове, где имелись многочисленные выходы газа и нефти, связанные с деятельностью грязевых вулканов. После продолжительных поисковых работ в районе г. Керчи значительных притоков нефти и газа не было получено, работы сместились в район Степного Крыма. Но крупных месторождений нефти и газа, несмотря на значительные затраты, обнаружено не было.

Севастопольский регион до настоящего времени относился к районам с малой и неясной перспективой нефтегазоносности. Изучение геологии района г. Севастополя показало, что регион является перспективным с точки зрения нефтегазоносности.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ**

Прямыми признаками наличия нефти и газа являются: наличие в районе широкого распространения гераклитов, содержащих нефть и газ; наличие прослоев, обогащенных битумным веществом (скважины, пробуренные в Южной и Севастопольской бухте); возникновение факелов горящего метана к западу от Севастополя во время крымского землетрясения; результаты анализа гидрологического материала подземных вод в Севастопольском регионе.

Косвенными признаками нефтегазоносности являются: наличие сероводорода и азота в подземных водах и газовом составе гераклитов; район характеризуется интенсивным проявлением разломно-блоковой тектоники и активностью современных тектонических движений. Коллектором, вероятно, служит пестрый обломочный комплекс пород и коры выветривания по эффузивам. Породами покровов могут выступать сланцы и флишевые отложения юры и мела.

Гераклиты — это неогеновые карбонатные образования, связанные с выделением углерода из недр (рис. 1). Они состоят из обломков и скелетных остатков различных организмов, сцементированных карбонатным криптокристаллическим цементом и отличаются от вмещающих известняков физико-механическими свойствами, минеральным составом, геохимией, содержанием битумов и углеводородов.

Гераклиты встречаются в линейных зонах, которые приурочены к Херсонескому, Севастопольскому, Бечку-Карагачскому и Балаклаво-Хмельницкому разломам. Общая протяженность этих зон составляет около 60 км. В обнажениях караганского, верхнее — и среднесарматского горизонтов картируется до шести прослоев, обогащенных обломками гераклитов. В некоторых случаях гераклиты находятся в прослоях травертинов, которые образовались

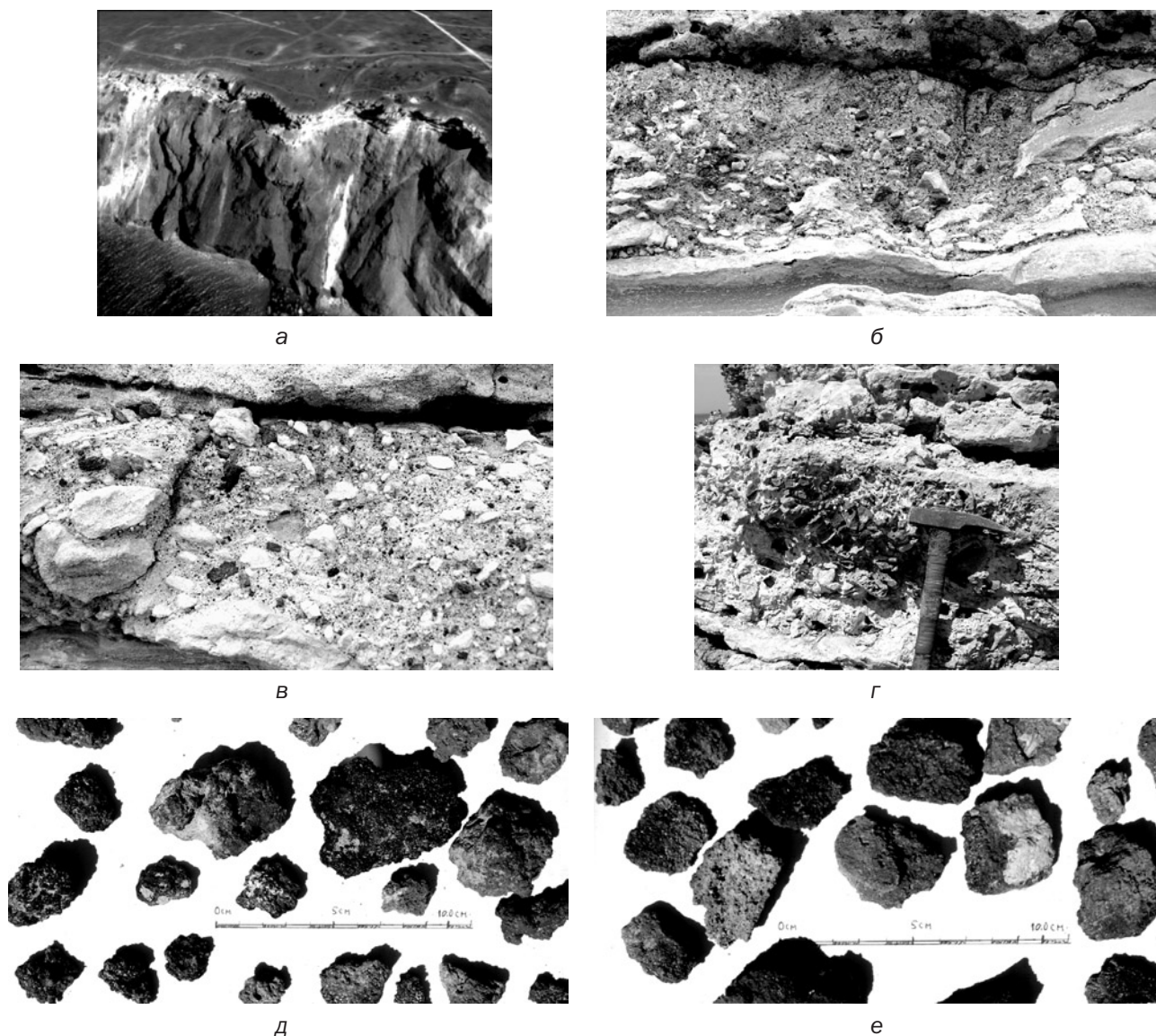


Рис. 1. Гераклиты Севастопольського регіону  
 а — распространение гераклитов на мысе Фиолент; б — условия залегания гераклитов в Голубой бухте; в — условия залегания гераклитов на мысе Херсонес; г — прослой гераклитов в известняках бухты Казачья; д — внешний вид гераклитов мыса Херсонес; е — внешний вид гераклитов мыса Хрустальный

за счет деятельности грязевых вулканов. Авторы предполагают обнаружение гераклитов также в юрских и титонских известняках в районе бухты Ласпи.

Гераклиты и современные карбонатные постройки Черного моря характеризуются почти одинаковой морфологией материала, высокой микро- и макропористостью, минеральным, геохимическим составом и набором летучих газов в них, наличием скелетных остатков организмов.

Гераклиты состоят в основном из карбоната кальция и магния, со значительной примесью стронция, бария, марганца и железа. В составе гераклитов преобладают кальцит, доломит,

кварц и полевой шпат, реже встречаются барит, целестин и их промежуточные разности — баритоцелестин, баритокальцит и баритоанглезит. Установлены псевдоморфозы кальцита по моногидрокальциту, гейлюсситу и арагониту. Кроме того, в гераклитах есть самородные металлы, интерметаллические соединения, сульфиды, карбиды. В гераклитах встречаются открытые трещины, на стенках которых наблюдаются примазки желтого битума.

По внешнему виду гераклиты напоминают вулканический шлак. Большие обломки обычно плоские, желваковидные; маленькие — без определенной формы, остроугольные. Обломки гераклитов размером более 5 см имеют плос-

кую форму и характеризуются различными размерами длины и ширины, но толщина всегда составляет 2–3 см. Цвет обломков гераклитов от светло-серого пепельного до черного, реже встречаются серовато-коричневые образцы. Часто в одном обломке отмечаются все виды окраски. Интенсивность окраски гераклитов связана с наличием органического вещества и его количеством. При растворении гераклитов в кислоте на поверхности раствора образуется тонкая цветная пленка битумов. Изучение этих битумов в лаборатории ВНИГРИ СПб показало, что несмотря на низкие концентрации органического вещества (его содержание в породе составляет 0,12–0,14%), отношения С/Нвес, Н/Сатом, ХБА/СБА > 2,50–2,70 подтверждают их низкий катагенез и высокий нефтяной потенциал.

Одним из важных признаков гераклитов и современных карбонатных построек является высокая макро- и микропористость.

По характеру взаимоотношения с вмещающей породой, гераклиты следует рассматривать как обломочный материал, сцементированный глинисто-карбонатным, карбонатно-глинистым и реже карбонатным цементом. В карбонатной толще караганского горизонта, среднего и верхнего сармата обломки гераклитов встречаются в прослоях мощностью 20–50 см. В обрывах известняков района м. Херсонес наблюдается до пяти горизонтов гераклитов. Они имеют ленточное строение и протяженность по простиранию 100–200 м. Латеральное выклинивание горизонтов с гераклитами не сопровождается литолого-фаціальными изменениями и фиксируется лишь по их исчезновению. Через промежуток 15–20 метров наблюдается следующая лента. Верхняя и нижняя граница прослоев с гераклитами достаточно отчетливы и имеют неровную волнистую поверхность. Распределение гераклитов в горизонте крайне неравномерное (от единичных обломков до 40% общего объема), часто с ними встречаются обломки сингенетических вмещающих известняков желто-белого цвета.

Метан, углекислый газ, сероводород и другие газы флюидов поступали по системе разломов к поверхности морского дна, где происходило образование карбонатных построек. Газы недр не только не угнетали развитие донных организмов, но и обеспечивали их повышенную биологическую продуктивность. Вблизи зон разломов существовал оазис бурной жизнеде-

ятельности серпул, гастропод и моллюсков. Они покрывали рыхлый донный осадок и участвовали в формировании гераклитов. Периодически вспыхивающие пароксизмы землетрясений сопровождалась миграцией метана к поверхности и извержением грязевых вулканов, а сотрясение донного грунта обусловило мелко-обломочную структуру породы.

Брекчиевидный облик, отсутствие гравитационной сортировки и горизонтальное ленточное строение прослоев с гераклитами позволяет предполагать, что центры газовых выбросов в неогене находились на расстоянии 100–200 м от современных обрывов Севастопольской бухты. Это подтверждается наличием совместно с гераклитами прослоев травертинов и прослоев крупнокристаллического кальцита, которые являются продуктом грязевых вулканов и образовывались при излиянии вод с повышенной температурой.

Для проведения работ по газовой съемке авторами выбраны четыре участка с хорошей обнаженностью, на расстоянии 3–6 км друг от друга. На каждом участке отобраны пробы из трех верхних прослоев, обогащенных гераклитами. Гераклиты разного цвета, морфологии и плотности отбирались в отдельные пробы, поэтому количество проб в одной точке изменялось от 3 до 5. Всего было отобрано около 50 проб, часть из которых проанализирована в ИГГГИ НАН Украины. Результаты изучения газового состава флюидов из гераклитов приведены в табл. Поровое пространство в гераклитах заполнено метаном, углекислым газом, этаном, пропаном, азотом и сероводородом. Состав газов не отличается от состава современных выделений флюидов

В результате изучения газового состава флюидов из гераклитов установлено три типа газоносности гераклитов: метановый; тяжелоуглеводородно-метановый и азотно-метаново-углекислый. Метан присутствует во всех пробах, такие же его концентрации характерны для газовой смеси из газогидратов, сипов и грязевых вулканов Черного моря. Некоторые исследователи считают, что метан имеет исключительно биогенную природу [3, 6]. Авторы же предполагают, что газ имеет двойственную природу. Меньшая часть газа образована за счет микроорганизмов, большая часть — дегазации из недр. Доказательством этого является современная и неогеновая дегазация, приуроченная к линейным зонам разломов, а также состав и



**ГЕРАКЛИТЫ — ИНДИКАТОРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Таблица. Состав флюидов из гераклитов по данным масс-спектрометрического химического анализа

№ образца	Место отбора	Порода	Компоненты : объемная доля, % весовые концентрации, $\cdot 10^{-6}$ г/т пробы						Относительная газонасыщенность $\Delta P$ , Па	Суммарная весовая концентрация $\cdot 10^{-6}$ г/т пробы
			CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	H <sub>2</sub> S		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Л-987/А	Мыс Хрустальный	Гераклит черный	2,8 0,13	—	96,5 52,0	—	—	0,7 0,005	0,53	52,135
Л-987/Б	Мыс Хрустальный	Гераклит коричнево-черный	1,2 0,104	—	94,4 215,6	3,9 0,660	0,5 0,026	—	2,13	216,390
Л-24/А	Мыс Солнечный	Гераклит черный	0,4 0,003	—	97,3 82,46	2,3 0,087	—	—	1,13	82,558
Л-24/Б	Мыс Солнечный	Гераклит серовато-коричневый	2,3 0,15	—	82,4 87,58	10,9 2,250	4,4 0,525	—	1,03	70,508
Л-24/В	Мыс Солнечный	Гераклит кремовый	47,8 2,0	18,5 0,192	33,7 0,36	—	—	—	0,04	2,559
Л-28/А	Мыс Херсонес	Гераклит черный	0,5 0,008	—	98,6 112,8	—	—	0,9 0,01	1,00	112,818
Л-28/Б	Мыс Херсонес	Гераклит серовато-коричневый	13,9 4,917	0,5 0,004	60,7 35,58	14,2 3,833	10,7 3,000	—	1,00	47,337
Л-К	Пляж Херсонес	Гераклит	0,6 0,011	—	99,3 111,3	0,1 0,0003	—	—	1,46	111,344
Л-997/А	Голубая бухта	Гераклит черный	7,1 0,880	—	91,7 56,46	—	—	1,2 0,020	0,87	57,367
Л-997/Б	Голубая бухта	Гераклит серовато-коричневый	4,7 0,583	—	72,5 48,91	14,5 3,750	8,3 0,660	—	0,97	55,000
Л-997/Д	Голубая бухта	Гераклит серый	1,3 0,018	—	98,7 41,40	—	—	—	0,44	41,422

Примечание: масс-спектрометрический анализ выполнен в ИГГИ НАН Украины (масс-спектрометр МСХ-3А); аналитик Б. Е. Сахно

объемы выбросов газов, которые зависят от периодичности сейсмической активности.

Объемы выброса метана превышают в несколько раз возможности микроорганизмов по его переработке. Современные метанотрофные бактерии используют из метана в основном углерод легкого изотопного состава [3, 5, 6, 18], поэтому изотопный состав метана из гераклитов будет отличаться от результатов анализов современных, что, возможно, связано с процессами литификации, условиями и временем их образования.

Углекислый газ содержится во всех флюидах из гераклитов, а наиболее высокие его концентрации обнаружены в окремненных образцах, содержащих азот.

Сероводород в гераклитах связан с метановым типом газоносности во всех точках отбора образцов. Возможно, это является доказательством образования газовой смеси флюидов на больших глубинах в восстановительной среде.

На абиогенную природу сероводорода указывает изотопный состав серы. Глубинное происхождение сероводорода подтверждается его наличием во многих источниках Горного Крыма и увеличением его концентрации во время землетрясений в 1927 г. [2, 4, 12].

Азот входит в состав пластовых вод газовых проявлений Равнинного Крыма и совместно с сероводородом являются косвенными признаками поиска месторождений углеводородов. В юго-западной части Крыма дегазация этого газа отмечена в глубоких скважинах, пробуренных в зоне Бельбекского разлома.

Изучение глубинных газов сипов, грязевых вулканов и гераклитов позволяет определить их роль в образовании карбонатных построек. Часть газовых флюидов используется для питания метанотрофных микроорганизмов, а также часть для постройки хемогенных карбонатов, а остальной газ пополняет гидросферу и атмосферу. Вынос газовых флюидов из недр

невозможен без сопутствующей гидротермальной деятельности. Косвенно на это указывает изотопный состав кислорода, опреснение воды около сипов и ореолы повышенных содержаний стронция, бария, йода, железа, кремния, брома, бора, лития, серебра и ртути вокруг них [1, 15, 16, 19]. Измерение количества газов и его состава в сипах и грязевых вулканах Черного моря является трудновыполнимой задачей, которая до сих пор удовлетворительно не решена. Это связано с большими глубинами отбора проб, периодичностью извержений грязевых вулканов и сипов, неустойчивым газовым составом и растворением газов в морской воде под действием высокого давления.

Состав газов сипов, грязевых вулканов и газогидратов Черного моря свидетельствует о их региональной разнообразии. Основным газовым компонентом является метан (60,0–98,0%), остальные (2,0–40,0%) – углекислый газ, азот, сероводород, этан и пропан [3, 6, 17, 18, 19]. Наиболее изучены сопочные газы грязевых вулканов Керченского полуострова. По составу выделяются шесть типов: метановый; метаново-углекислый; углекислый; азотный; тяжело-углеводородный; углекисло-азотно-метановый [15]. У многих грязевых вулканов отмечаются изменения газовых компонентов во времени, которые связаны с факторами глубинности формирования газа, сейсмической и тектонической активностью зон [15].

На Гераклейском полуострове все скважины на воду, пробуренные в зоне региональных разломов, обладают высоким содержанием сероводорода, йода, брома и кремния. Некоторые скважины эксплуатируются более полувека, но запах сероводорода в воде до сих пор есть, что позволяет говорить о глубинной подпитке газа. Весьма вероятно, это может быть связано с глубинными залежами нефти и газа.

В 1999 г. при бурении скважины в зоне глубинного Сарадинакинского разлома были встречены воды повышенной газонасности. Собранные пузырьки газа из воды горели без копоти и запаха. Анализ газа (лаборатория МГУ, г. Москва) указал на содержание в воде  $H_4C$  (57%), N (14,8%),  $CO_2$  (18%),  $H_3N$  (0,2%),  $H_2S$  (4,2%). Вода из этой скважины характеризуется повышенным содержанием I, Br, Ag, Si, Li. Глубокие скважины п. В.-Садовое, Фронтное и Херсонес характеризуются повышенным содержанием в воде  $H_3N$ ,  $H_2S$ , Ag, Si, I. Перечисленные газы являются индикаторами наличия

на глубине залежей углеводородов.

Результаты работ по изучению газового состава из гераклитов позволяют сделать следующие выводы:

1. Состав газов из гераклитов идентичен составу газовых флюидов современных грязевых вулканов и карбонатных построек (сипов) Черного моря, что является доказательством их общего генезиса.

2. Наличие во всех пробах  $CO_2$  позволяет предположить, что неогеновая дегазация связана с глубинными процессами (это подтверждают данные по изотопному составу карбонатов из гераклитов).

3. Наличие в газовой составляющей сероводорода и азота указывает на глубинное формирование в восстановительной обстановке и на возможный неогеновый возраст сероводородного слоя в Черном море.

4. В составе газов преобладают метан, а в гераклитах, обогащенных нефтепродуктами, встречаются более тяжелые углеводороды: этан и пропан.

5. Широкий разброс концентраций углеводородов в гераклитах является хорошим признаком поиска нефтегазоносных месторождений.

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом, установленные в ходе работ прямые и косвенные поисковые признаки нефтегазоносности позволяют прогнозировать месторождения углеводородов в районе г. Севастополя. Это позволяет рекомендовать постановку поисковых работ в юго-западном Крыму, в частности, первоочередно необходимо:

- выполнить детальную газовую съёмку зон развития гераклитов;
- опробовать гидрогеологические скважины и поверхностные источники на  $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ , J, Br, B и Si;
- провести изотопный анализ карбонатов гераклитов;
- изучить гераклиты на наличие в них аргона, гелия, водорода, ацетилена и других, более тяжелых углеводородов.

Работы выполнялись за счет энтузиазма авторов и оказания бескорыстной помощи по выполнению анализов коллегами из ИГГГИ НАН Украины, ВНИГРИ (г. Санкт-Петербург), МГУ (г. Москва). В частности, авторы благодарны за оказанную помощь доктору геологических наук И. М. Наумко и Б. Е. Сахно.

1. *Валяев Б. М., Гринченко Ю. И., Ерохин В. Е. и др.* Изотопный облик газов грязевых вулканов // Литология и полезные ископаемые. — 1985. — №1. — С. 72–87.
2. *Двойченко П. А.* Черноморское землетрясение 1927 г. в Крыму // Природа. — 1928. — № 6. — С. 523–542.
3. *Иванов М. В., Поликарпов Г. Г., Леин А. Ю. и др.* Биохимия цикла углерода в районе метановых газовыделений Черного моря. // ДАН СССР, 1991. — Вып. 320, № 5. — С. 1235–1240.
4. *Игнатченко Н. А.* О влиянии землетрясений на образование газогидратов в осадках Черного моря // Геол. журн. — 1996. — № 1–2. — С. 187–192.
5. *Леин А. Ю., Логвиненко Н. В., Волков И. И. и др.* Минеральный и изотопный состав диагенетических карбонатных минералов конкреций из восстановленных осадков Калифорнийского залива // ДАН СССР. — 1975. — Т.224. — № 2. — С. 426–429.
6. *Леин А. Ю.* Жизнь на сероводороде и метане // Природа. — 2003. — № 10. — С. 1–13.
7. *Лукин А. Е.* О включениях природного соединения кальция и углерода в минеральных образованиях, связанных с внедрением суперглубинных флюидов // Доп. НАН України. — 2007. — №1. — С. 122–129.
8. *Лукин А. Е., Лысенко В. И., Лысенко Н. И., Наумко И. М.* О происхождении гераклитов // Геолог Украины. — 2006. — № 3. — С. 23–39.
9. *Лысенко В. И., Лысенко Н. И.* О происхождении «темных пятен» в сарматских отложениях Гераклейского полуострова (Крым) // Доп. НАН України — 2003 г. — №12 — С. 103–107
10. *Лысенко Н. И., Лысенко В. И.* Необычный камень — «гераклит» и проблемы дегазации метана в миоцене Крыма // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона: Сб. докл. III Междунар. конф. «Крым-2001». — Симферополь, 2001. — С.76–82.
11. *Лысенко В. И.* Гераклиты — карбонатные образования газовых источников и грязевых вулканов миоцена // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона: Сб. докл.7 Междунар. конф. «Крым-2007». — Симферополь, 2008. — С. 214–225.
12. *Никонов А. А.* Крымские землетрясения 1927 года. Неизвестные явления на море// Природа. — 2002. — №9. — С. 13–20.
13. *Орлюк М. И.* Магнитная неоднородность земной коры нефтегазоносных бассейнов в свете неорганического и органического происхождения углеводородов // Геодинамика, сейсмичность и нефтегазоносность Черноморско-Каспийского региона: Тезисы докладов на VI Междунар. конф. «Крым 2005». — Симферополь, 2005. — С. 124–130.
14. *Рахманов Р. Р.* Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. — М. Недр, 1987. — 174 с.
15. *Шнюков Е. Ф., Науменко П. И., Лебедев Ю. С. и др.* Грязевой вулканизм и рудообразование. — Киев: Наукова думка, 1971. — 332 с.
16. *Шнюков Е. Ф., Щербаков Е. Е., Шнюкова Е. Е.* Палеоостровная дуга севера Черного моря. — Киев, 1997. — 287 с.
17. *Шнюков Е. Ф., Кутний В. А.* Карбонатные образования как производное газовых выделений на дне Черного моря // Геофиз журн. — 2003. — 25. — № 2. — С. 90–100.
18. *Шнюков Е. Ф., Кутний В. А., Маслаков Н. А., Шнюкова Е. Е.* К минералогии карбонатных образований газовых источников Черного моря// Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2006. — № 2 — С.69–81.
19. *Шнюков Е. Ф., Собалевский Ю. В., Кутний В. А.* Необычные карбонатные постройки континентального склона северо-западной части Черного моря — вероятное следствие дегазации недр // Литология и полезные ископаемые. — 1995. — № 5. — С. 451–461.

1 — ООО «Ниагара», Севастополь

2 — Институт геологических наук НАН Украины, Киев  
E-mail: kms1964@ukr.net

Рецензент — *акад. НАН Украины Е.Ф. Шнюков*