

## ГРЯЗЕВЫЕ ВУЛКАНЫ И НЕФТЕГАЗОПРОЯВЛЕНИЯ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ

*Около 30 грязевых вулканов открыты в глубоководной части российского сектора Черного моря. В Туапсинском прогибе в илах и сопочных брекчиях обнаружены проявления нефти и газа. В западной части Вала Шатского найдены 4 грязевулканических поля, наблюдалось истечение метана. Получены данные о стратиграфии этих регионов. На абиссальной равнине выделены купола газового вспучивания.*

Грязевые вулканы давно известны в западной части Черного моря [3, 5, 7], а в его восточной части, особенно в Туапсинском прогибе, их существование предполагалось многими геологами и геофизиками [7]. Погребенные структуры грязевулканического типа установлены по данным сейсморазведки на валу Шатского [10]. Долгие безрезультатные поиски современных грязевых вулканов в российском секторе Черного моря объясняются, прежде всего, их небольшими размерами, не превышающими 0,01 км<sup>3</sup>, тогда как вулканы Западно-Черноморской впадины и прогиба Сорокина достигают в объеме 0,1–0,4 км<sup>3</sup> [5].

С 1999 г. Государственная геологическая съемка масштаба 1:200000 выявляет грязевые вулканы в российской акватории. Они регистрируются на временных разрезах непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП), которое провели В. Б. Замковой и А. Н. Карпенко, но главным образом — посредством обработки массива данных многолучевого эхолота “Simrad EM-12”. Обследована наиболее перспективная для поисков акватория площадью более 6 000 км<sup>2</sup>, с построением крупномасштабных батиметрических карт (сечение изобат через 5 м). Обнаружился целый ряд грязевых вулканов: в Туапсинском прогибе, на валу Шатского и в Восточно-Черноморской впадине (рис. 1, табл.).

Опробовано три вулкана в Туапсинском прогибе и один — на валу Шатского. Пробы отбирали грунтовой трубкой А. Д. Саркисов, М. Н. Плаксин, А. Ф. Зверьяка и А. С. Жигунов. Микрофауну фораминифер в пробах определяла Т. Н. Пинчук (НТЦ “Кубаньгазпром”).

В основе предлагаемой работы лежит сообщение одного из авторов [1], дополненное новыми материалами по валу Шатского и Восточно-Черноморской впадине. Информации по Туапсинскому прогибу за последнее время прибавилось немного, и его восточная часть остается недостаточно исследованной. Здесь, в частности, на правом борту подводной долины палео-Шахе установлено несколько объектов, морфологически сходных с грязевыми сопками, но они нуждаются в подтверждении проботбором или НСАП.

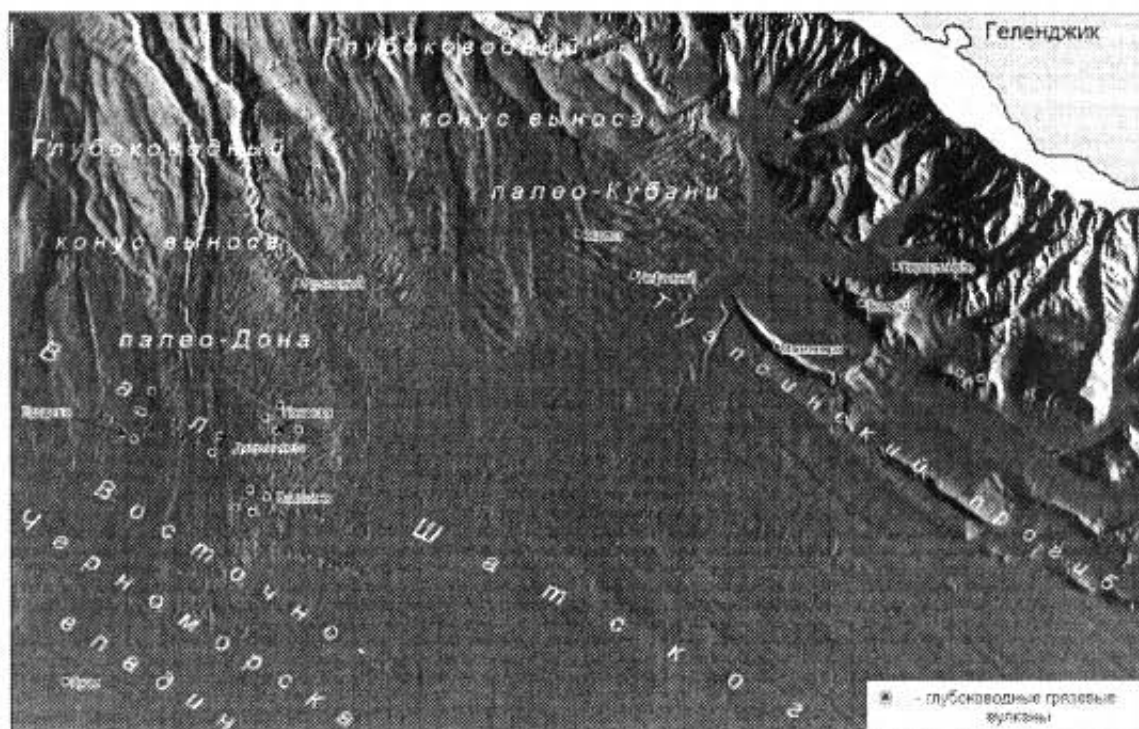


Рис. 1. Физиографическая карта восточной части Черного моря.

Таблица

**Глубоководные грязевые вулканы восточной части Черного моря**

Грязевые вулканы	Глубина моря, м	Размеры в плане, м	Высота, м	Координаты (WGS-84)
<b>Туапсинский прогиб</b>				
Манганари-1	1755	1000 × 600	60	44° 09' 11" — 37° 43' 30"
Манганари-2	1780	300 × 250	10	44° 09' 22" — 37° 43' 41"
Нефтяной	1930	500 × 400	30	44° 17' 50" — 37° 21' 07"
Эколог	1860	600 × 500	30	44° 14' 38" — 37° 27' 20"
Периклираль	1790	550 × 500	25	44° 15' 46" — 37° 56' 44"
Симрад	1610	350 × 350	20	44° 12' 43" — 37° 52' 51"
	1750	250 × 250	10	44° 07' 22" — 38° 03' 56"
<b>Вал Шатского</b>				
Долговского	1940	700 × 600	45	44° 01' 08" — 36° 41' 22"
Панаева	1980	400 × 400	30	44° 01' 34" — 36° 47' 39"
Волохина	2035	800 × 800	25	43° 56' 20" — 36° 46' 41"
Удодова	1990	750 × 750	20	44° 01' 10" — 36° 32' 36"
Платформенный	1975	350 × 300	25	43° 59' 43" — 36° 40' 28"
Иркутский	1880	400 × 400	25	44° 04' 28" — 36° 33' 40"
Архивный?	1765	1000 × 1000	20	44° 13' 48" — 36° 50' 40"
<b>Восточно-черноморская впадина</b>				
Гном	2140	250 × 250	8	43° 41' 16" — 36° 24' 48"

Грязевые вулканы западной части Туапсинского прогиба связаны с антиклиналями, самая крупная из которых названа именем Е. П. Манганари [2], (рис. 2). По данным НСАП, ее площадь по подошве апшерона — почти  $200 \text{ км}^2$  ( $38,0 \times 6,5 \text{ км}$ ), амплитуда —  $600 \text{ м}$ . Крутой сброс амплитудой  $800 \text{ м}$  нарушает южное крыло складки, затухая на периклиналях.

По данным МОГТ, кровля майкопа залегает на своде складки в  $0,7 \text{ км}$  под дном моря, а практически недислоцированная поверхность домайкопских отложений — на  $4,0\text{--}4,5 \text{ км}$  ниже. Амплитуда антиклинали по кровле майкопа —  $1500 \text{ м}$ , ширина —  $2 \text{ км}$ , длина неизвестна. Если она близка к таковой по подошве апшерона, то площадь складки составит около  $70 \text{ км}^2$ .

В рельефе морского дна антиклиналь Манганари представляет собой узкий, дугообразно изогнутый хребет высотой  $200 \text{ м}$  и длиной  $25 \text{ км}$ . Вследствие сброса южного крыла складка находится на уступе между субгоризонтальной ступенью материкового подножья шириной  $9\text{--}10 \text{ км}$  (абс. высота — минус  $1900\text{--}1950 \text{ м}$ ) и абиссальной равниной (минус  $2000 \text{ м}$  и более).

На своде антиклинали глины плиоцена покрыты современными осадками. В самом высоком поперечном сечении антиклинальный хребет увенчивают грязевые вулканы (рис. 2). Опробован вулкан Манганари-1 (вершина хребта), поднято  $10$  проб илов. В восьми случаях трубка вскрыла проявления нефти.

Нефть сосредоточена в новозевксинских илах, в интервале  $1,60\text{--}2,25 \text{ м}$ , причем книзу ее количество возрастает (рис. 3). Глубину исследований ограничивает длина трубки  $2,25 \text{ м}$ , предназначенной в  $2004 \text{ г.}$  для отбора коренных пород. Илы темносерые, субгоризонтальнослоистые, вязкопластичные, алевропелитовые. Алевритовая фракция (до  $5\%$  осадка) почти нацело

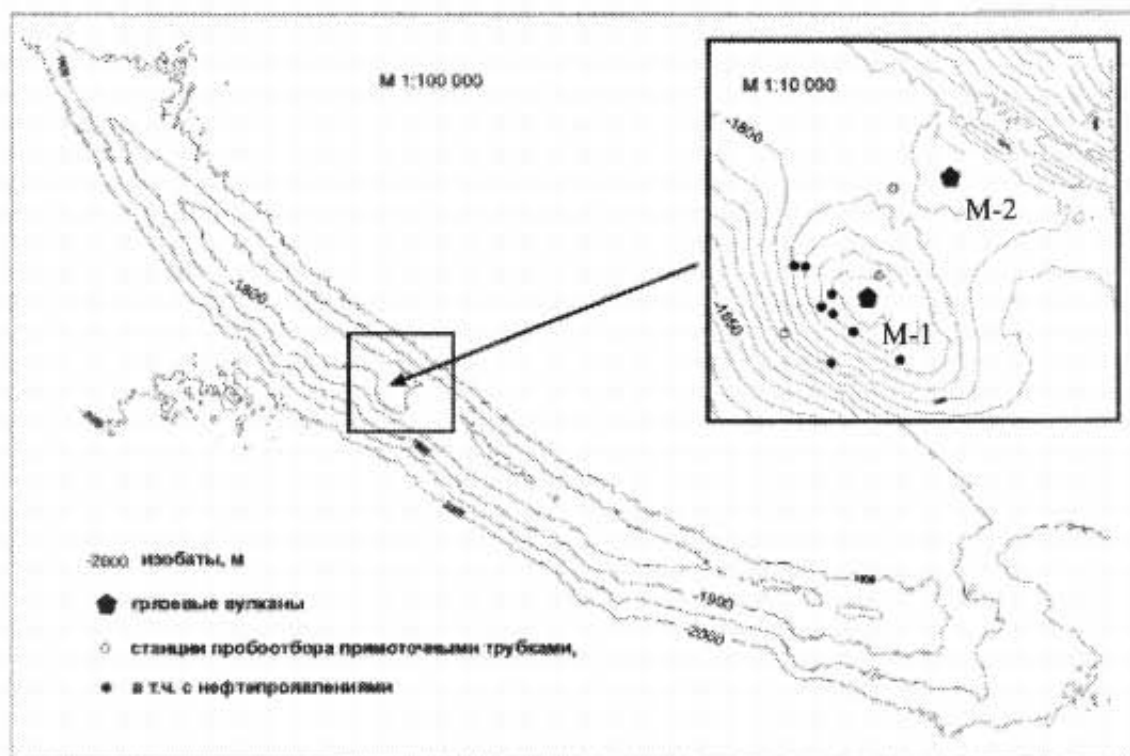


Рис. 2. Антиклиналь Манганари; на врезке — грязевые вулканы Манганари — 1 (М-1) и Манганари — 2 (М-2).

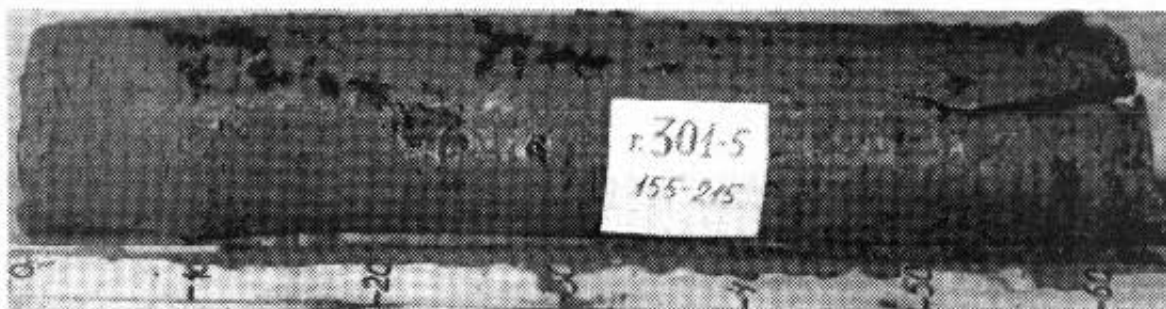


Рис. 3. Новоэвксинские илы с нефтью с грязевого вулкана Манганари

представлена аутигенным пиритом. По всему разрезу ощущается запах сероводорода.

Визуально до 10 % объема осадка занимают уплощенные по слоистости поры и каверны размером до  $(10-15) \times (2-3)$  мм, заполненные окисленной бурой нефтью без легких фракций (рис. 3). Иногда породу пересекают субвертикальные трещины, в которые из пор собирается нефть. Очень редко она присутствует в виде мелких пятен в отдельных прослоях черноморских илов, а кое-где вытекает на морское дно. На одной станции трубка из-за сильного дрейфа легла боком и принесла на кернорвателе 200 г ила с примесью свежей, неокисленной нефти.

Во всех пробах определен полный спектр углеводородных газов (УВГ). Илы нижнего интервала проб содержат в среднем  $3 \text{ см}^3/\text{кг}$  углекислого газа и  $1 \times 10^{-3} \text{ см}^3/\text{кг}$  УВГ: метан — 88 000; этан — 280; этилен — 0,15; пропан — 17; пропилен — 0,15; i-бутан — 6; n-бутан — 5; n-бутилен — 50; n-пентан — 30; i-пентан — 2; гексан — 24 (аналитик М. В. Зубова, “НИПИОкеангеофизика”).

Извержения Манганари-1 происходили в доголоценовую эпоху, затем вулканический холм покрылся осадками. По неплотно запечатанному каналу углеводороды просачиваются с глубины наверх, проходят через бесструктурные сопочные илы и брекчии и задерживаются в нижней части слоистых илов покровного комплекса.

В илах, покрывающих вулкан, не обнаружилось определенных остатков фауны. Однако, в двух пробах осадков голоцена в западной части антиклинали Манганари встречены раковины фораминифер олигоцена, эоцена и верхнего мела, а в двух пробах в ее восточной части — микрофауна олигоцена. Наиболее представительная проба содержит радиолярий *Spongodiscus* sp. и фораминифер нижнего олигоцена: *Brizalina mississippiensis* (Cushman.), *Cibicidina amphisyliensis* (Andreae), *Cibicoides* ex gr. *lobatulus* (Walk. et Jacob), *Rotalia* sp. [6]. Концентрация этих раковин в 40 км от коренных выходов майкопа в верхней части материкового склона маловероятна — они будут рассеиваться, смешиваясь с фауной другого возраста. Кроме того, раковины не могли подняться по морскому дну на гребень подводного хребта. Невозможен и перенос раковин величиной 0,2–0,3 мм на такое расстояние в виде взвеси. Очевидно, фауна происходит из выбросов нефиксируемых использованными средствами мелких грязевых вулканов.

Комплексы фораминифер палеогена, мела, сармата встречены в пробах илов с подводных возвышенностей к востоку от антиклинали Манганари.

В одной пробе оказалось неопределимое ядро пелециподы размером 10 см, сложенное мергелем с массой верхнемеловых фораминифер *Pithonella ovalis* Kaufman. Происхождение обломка явно грязевулканическое.

К северо-западу антиклиналь Манганари кулисообразно подставляется антиклиналью Геоэко, которая захоронена под толщей глубоководного конуса выноса Кубани, частично вовлеченного в складчатость. Размеры этой складки по подошве апшерона — 35×4 км, площадь — 110 км<sup>2</sup>, амплитуда — 400 м. Вдоль южного крыла проходит субвертикальный сброс амплитудой 300 м. По данным МОГТ, кровля майкопа на своде лежит в 700 м под дном моря. Ширина антиклинали по кровле майкопа — 2 км, амплитуда — 1500 м, амплитуда сброса — 1500 м.

Антиклиналь Геоэко сопровождают двугорбые вулканы Эколог и Нефтяной, пробившие 200–300 м осадков позднеплейстоценового глубоководного конуса выноса. На временном разрезе НСАП (рис. 4) видно, что вулкана Эколог не существовало на этапе накопления конуса. Вулкан не действует и сейчас. Его кратковременная активность ограничилась концом позднего плейстоцена, и на вершинах вулкана лежат новоэвксинско-черноморские илы мощностью более 2 м. Илы насыщены метаном с примесью пропана и бутана.

Вулкан Нефтяной — современный, осадков голоцена нет. На обеих вершинах трубка прошла до 1,5 м грубослоистых сопочных брекчий: серый текучепластичный ил со щебнем и дресвой крепких серых неслоистых и

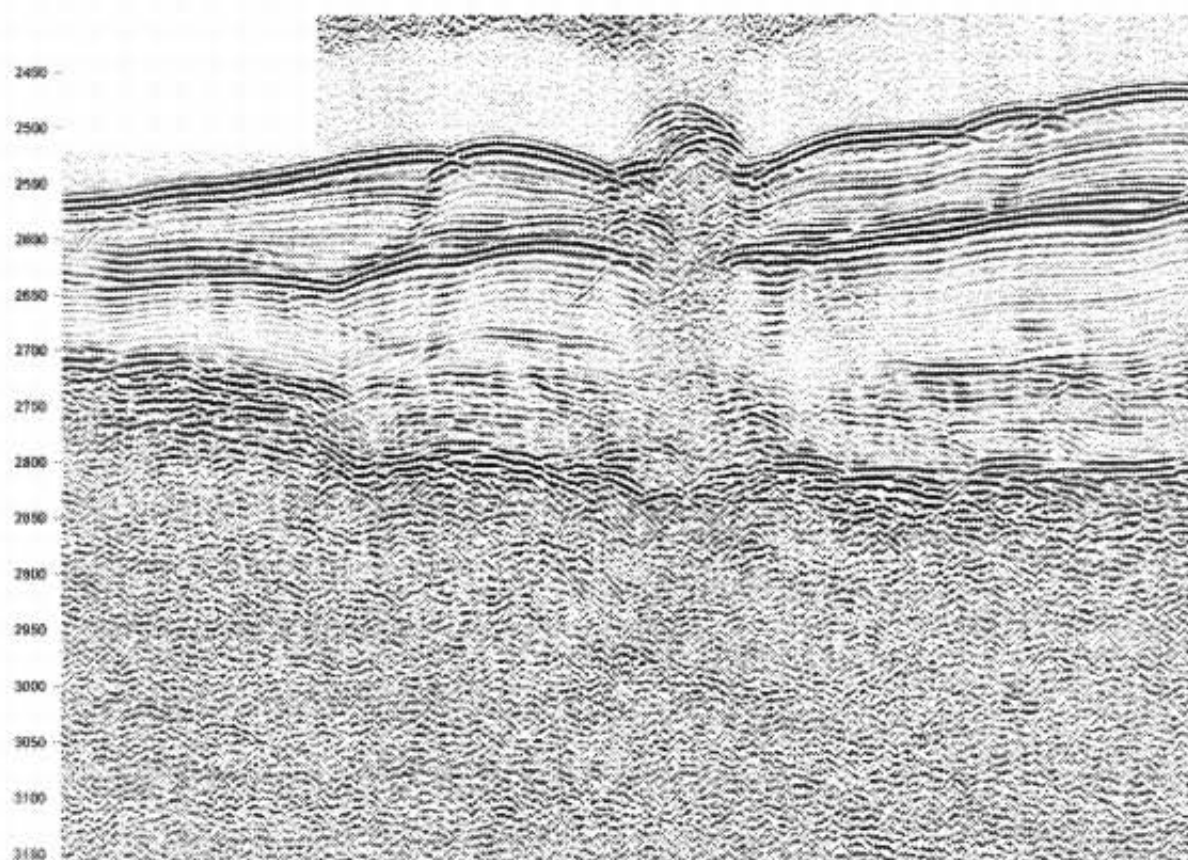


Рис. 4. Временной разрез НСАП через грязевой вулкан Эколог.

тонкослоистых глин. Размер обломков глин — 0,5–2,0 см, иногда — до 7 см. По всему разрезу брекчий наблюдаются участки и прослои ила с примесью бурой нефти. УВГ на порядок меньше, чем в слоистых покровных илах вулкана Манганари.

В обломках глин встречены раковины фораминифер среднего майкопа хорошей сохранности: *Rhabdammina cylindrica* Glaessn., *Hyperammina djanaica* Bogd., *H. sp.*, *Reophax sp.*, *Ammodiscus tenuiculus* Subb., *A. incertus* (Orb.), *A. sp.*, *Haplrophragmoides kjurendagensis kjurendagensis* Moroz., *H. deformabilis* Subb., *H. canariensis* Orb., *H. sp.*, *Cyclammina turosa* Ter-Grig., *C. sp.*, *Ammobaculites sp.*, *Trochamminoides aff. concentricus* Subb., *Lagena sp.* По данным МОГТ, средний майкоп залегает здесь на глубине не менее 1,5–2,0 км.

Антиклинали Геоэко и Манганари — бескорневые, типичные для Туапсинского прогиба. Мощность надмайкопских отложений сокращается на сводах до 700 м, достигая 2000 м в синклиналиях. В среднем майкопе и более молодых толщах на глубине до 3,0–3,5 км под морским дном могут образоваться как сводовые, так и литологические ловушки нефти и газа. Характер сейсмозаписи указывает на существенно глинистый состав майкопской серии.

Наличие нефтегазопроявлений, крупные размеры, меньшая нарушенность и раскрытость, чем у более восточных структур прогиба, позволяют считать антиклинали Манганари и Геоэко весьма перспективными для обнаружения промышленных залежей УВ.

Грязевой вулканизм широко проявляется в западной части погребенного вала Шатского, на южном склоне Северо-Черноморского поднятия (рис. 5). Многолучевым эхолотом откартированы 4 группы пологих холмов 15–30 м высотой и 300–800 м в диаметре — грязевулканические поля, названные в память геофизика Е. Ю. Долговского, геолога В. А. Панаева, гидрографа В. А. Волохина и океанолога А. И. Удодова. Эти поля, удаленные друг от друга на 10–12 км, включают до 5–7 вулканов. Центральное положение занимает поле грязевых вулканов Платформенный и Долговского. Здесь проведено НСАП и отобраны пробы.

Поверхность вулкана Долговского платообразная (рис. 6). Главная вершина 150 м в поперечнике и 15 м высотой покрыта серыми терригенными алевропелитовыми илами мощностью более 130 см. Ее окружают 3 периферийных вершины высотой 5–10 м.

На одной из этих боковых вершин трубка прошла 30 см илов и 50 см “сопочного конгломерата”: темно-серый известковистый ил с 20 % округлых включений тугопластичной серой известковистой глины размером 0,5–5,0 см, иногда до 10 см. Ил содержит окатанные зерна кварца размером более 1 мм, стяжения аутигенного пирита и комплекс фораминифер верхнего олигоцена (30 экз.): *Globigerina aff. praebulloides* Blow, *G. sp.*, *Pseudohastigerina micra* (Cole), *Chiloguembelina pseudostriata* (L. Ivan.), *Cibicidoides aff. borislavensis* (Aisen.), *C. aff. oligocenicus* (Saml.), *Cibicidina aff. amphisyliensis* (Andreae), *Falsoplanulina pygmaea* (Hantk.), *Globobulimina aff. ovata* (Orb.), *Nonion sp.*, *Ammonia sp.*

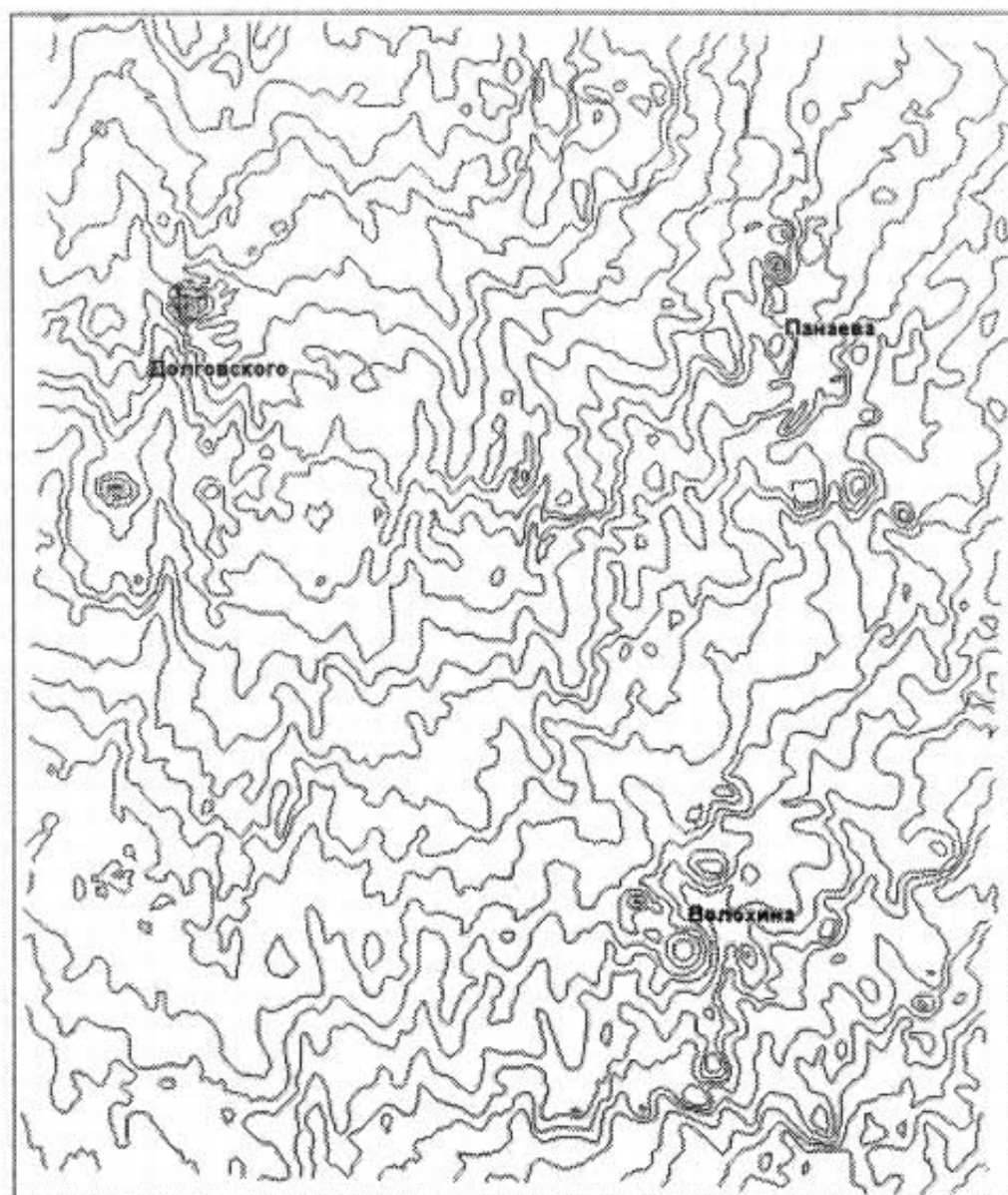


Рис. 5. Грязевулканические поля западной части вала Шатского.

Во включениях глины определены фораминиферы олигоцена (14 экз): *Globigerina* aff. *brady* Wiesner, *G.* aff. *cyperoensis angulisuturalis* Bolli, *G.* sp., *Globorotalia* sp., *Guembelina* aff. *bradyi* (Cushm.), *Chiloguembelina pseudostriata* (L. Ivan.), *Brizalina mississippiensis* (Cushm.) и сармата (15 экз): *Elphidium* aff. *macellum* (Ficht. et Moll), *E.* cf. *regina* (Orb.), *Porosonion* aff. *martcobi* (Bogd.), *P.* *subgranosus* (Egger), *Florilus* sp., *Quinqueloculina* aff. *laevigata* Orb.

На другой вершине вулкана Долговского вскрыты кокколитовые илы верхнего голоцена (20 см) и сопочная брекчия (40 см). Включения серой известковистой глины и обломки известковистого алевролита составляют 10–15 %. Матрикс — светлосерая неизвестковистая глина с крупными зернами кварца, содержащая три комплекса фораминифер.

Верхний мел — палеоцен (40 экз.): *Globigerina globigerinoides* Subb.; *Stensioina praecaucasica* Vass., *S. caucasica* (Subb.), *S. pomerana* Brotz., Val-

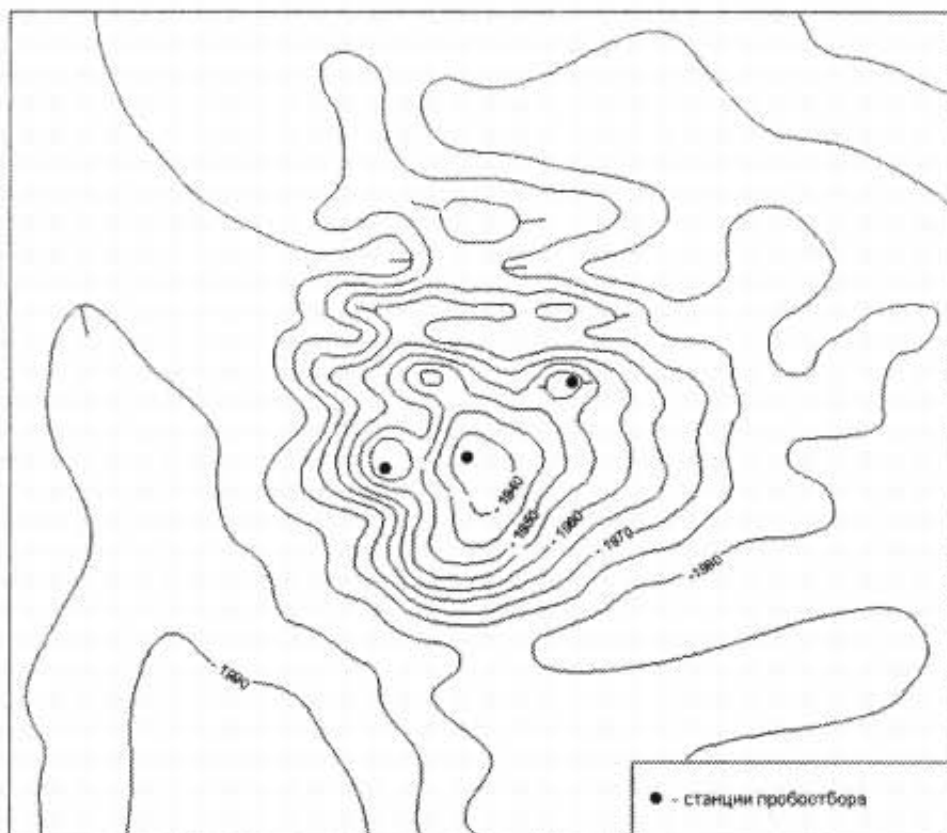


Рис. 6. Грязевой вулкан Долговского.

*vulineria* aff. *laevis* Brotz., *V. aff. mariei* Vass., *Gavelinella* aff. *umbilicatula* Mjatl., *Globotruncana contusa* (Cushm.), *Eponides moskvini* Keller.

Верхний олигоцен (13 экз.): *Globigerina* aff. *praebulloides* Blow, *Pseudohastigerina evoluta* (Subb.), *Turborotalia* aff. *brevispira* (Subb.), *Spiroplectammina carinata* (Orb.), *Gyroidina* sp., *Neogyroidina memoranda* Subb., *Eponides* aff. *biinvoluta* Subb., *Oridorsalis umbonatus* (Reuss), *Siphonina* sp., *Bulimina* sp.

Сармат (14 экз.): *Elphidium* aff. *macelluim* (Ficht. et Moll), *E. cf. regina* (Orb.), *Porosonion* aff. *martcobi* (Bogd.), *P. subgranosus* (Egger), *Florilus* sp.

Включения глины содержат фораминифер эоцена-верхнего олигоцена (15 экз.): *Globigerina* sp., *Globorotalia postcretacea* (Mjatl.), *Pseudohastigerina* aff. *praemicra* (Subb.), *Cibicidina* aff. *dampelae* (N. Byk. et Chram.), *Cibicidoides pseudoungerianus* (Cushm.), *C. westi* Howe, *Gyroidina* aff. *borislavensis* Masl., *Acarinina* in little, *Nonion* sp., *Virgulina* sp.

Одно включение размером 4 см — песок светлосерый мелкозернистый глинистый известковистый полимиктовый, с фауной верхнего олигоцена (15 экз.): *Saccamina ovalis* Subb., *S. sp.*, *Chiloguembelina pseudostriata* (L. Ivan.), *Pseudoparrella caucasica* Bogd., *Cibicidoides* aff. *borislavensis* (Aisen.), *C. oligocenicus* (Saml.), *C. aff. pseudoungerianus* (Cushm.), *Cibicidina amphisyliensis* (Andreae), *Heterolepa* aff. *almaensis* (Saml.), *Reussella spinulosa* (Reuss).

Во всех пробах сопочных брекчий грязевого вулкана Долговского присутствует микрофауна верхнего олигоцена. В ее составе 9 общих видов с



комплексом фораминифер поляницкой и нижневоротыщенской свит Предкарпатья, относимых к “зоне *Cibicides sigmoidalis*” [4]. По определениям фораминифер в 28 образцах майкопских пород, отложения этой зоны широко распространены в морской части Новороссийского синклинория и Туапсинском прогибе.

По нашим данным, пробы сопочных брекчий и покровных илов вулкана Долговского содержат УВГ в пределах регионального фона для осадков Черного моря. Вместе с тем, здесь обнаружены признаки мощного истечения метана: два яруса корок аутигенных карбонатов толщиной до 20 см со сложными системами сипов и микробными матами [8, 9].

На северном склоне вала Шатского по архивным данным показан грязевой вулкан [7], который выделяется и на детальной батиметрической карте. Надо сказать, что рельеф здесь сложный, ряд холмов образовался, по-видимому, при меандрировании современного каньона, пересекающего глубоководный конус выноса Дона. Отсюда определенные сомнения в этом вулкане, и он нуждается в обследовании НСАП и пробоотбором.

На абиссальной равнине Восточно-Черноморской впадины В. В. Губенков выделил очень пологие (высота — метры) “купола газового вспучивания”. Благодаря огибающим потокам донных осадков, они видны на карте обратно отраженного акустического сигнала многолучевого эхолота, но трудно уловимы другими методами. Такой купол диаметром 8 км на меридиане Керченского пролива располагается над домайкопским поднятием амплитудой 1,2 км, слабо выраженным в вышележащей толще. К центру купола приурочен грязевой вулкан Гном. На временном разрезе НСАП прослеживаются до глубины 1 км вулканические постройки.

На меридиане Геленджика, близ южной границы акватории России, обнаружен купол размером 4 км. В 15 км западнее на профиле НСАП встречен, по-видимому, погребенный вулкан на глубине 400–500 м под морским дном. Вертикальный диапазон предполагаемого плейстоценового грязевулканизма — около 100 м.

По аналогии с Западно-Черноморской, в Восточно-Черноморской впадине может оказаться значительное количество грязевых вулканов. “Купола газового вспучивания” с грязевыми вулканами потенциально нефтегазоносны. Они нуждаются в изучении сейсморазведкой и пробоотбором.

В заключение следует подчеркнуть основные результаты изучения грязевых вулканов: находки нефтегазопроявлений, а также данные о стратиграфии Туапсинского прогиба и погребенного вала Шатского.

1. Андреев В. М. Грязевые вулканы и нефтепроявления в Туапсинском прогибе и на вале Шатского (Черное море) // Докл. АН, 2005, 402, № 3. — С. 362–365.

2. Бельченко К. А. Выдающийся русский гидрограф Е. П. Манганари / Труды Военно-Морской Академии кораблестроения и вооружения, 1951, вып. IV–V.

3. Гаркаленко И. А., Корсаков О. Д., Туголесов Д. А. Результаты геолого-геофизических работ и направление дальнейших исследований на нефть и газ в акваториях южных морей СССР. Обзор “Морская геология и геофизика”. — Москва, ВИЭМС, 1976. — 59 с.

4. Крашенинников В. А. Стратиграфия миоценовых отложений Средиземноморья по фораминиферам. — Москва: Наука, 1971. — 237 с.

5. *Мейснер Л. Б., Туголесов Д. А., Хахалев Е. М.* Западно-Черноморская грязевулканическая провинция // *Океанология*, 1996, **36**, № 1. — С. 119–127.
6. *Пинчук Т. Н., Буриндина Л. В.* Находки майкопских фораминифер на шельфе и континентальном склоне Черного моря / XV Международная школа морской геологии, т. I. — Москва, 2003. — С. 269.
7. *Шнюков Е. Ф.* Грязевой вулканизм в Черном море // *Геологический журнал*, 1999, № 2. — С. 38–47.
8. *Blinova V., Khamidulin R., Ivanov M., Borhmann G.* Authigenic carbonate crusts from the Dolgovskoy Mound (Russian Black Sea) / *Geological Processes on Deep-Water European Margins. Intern. Conf. (Moscow/Zvenigorod, 29 January — 4 February 2006)*. — Moscow, 2006. — P. 104.
9. *Mazzini M., Ivanov I., Borhmann G.* Complex plumbing systems in the near sub-surface: geometries of authigenic carbonates from NO Black Sea / *Geological Processes on Deep-Water European Margins. Intern. Conf. (Moscow/Zvenigorod, 29 January — 4 February 2006)*. — Moscow, 2006. — P. 60.
10. *Meisner L. B., Tugolesov D. A., Byakov Y. A.* Black Sea sediment deformations as targets for fluid studi. / *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium on the Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea area (Sile-Istanbul, 22–24 September 1996)*. — Turkish Association of Petroleum Geologist Special Publication 4, 2001. — P. 165–172.

Біля 30 грязьових вулканів знайдено у глибоководній частині російського сектора Чорного моря. У Туапсинському прогині в мулах і сопкових брекчіях виявлено прояви нафти й газу. У західній частині Вала Шацького знайдено 4 вулканічні поля, спостережено витік метану. Одержано дані зі стратиграфії цих регіонів. На абісальній рівнині виділені куполи газового спучування.

About 30 mud volcanoes are discovered in the deep part of the russian sector of the Black Sea. In the Tuapse Trough oil and gas are sampled in the golocene muds and gasoclastic sediments. In the West Shatsky Ridge 4 mud volcanic fields are discovered, methane streaming was observed there. Data on stratigraphy of these region are obtained. On the abyssal plain gas heave domes are recognized.