

УДК 553.981.4:551.311.8](262.5)

Е.Ф. Шнюков<sup>1</sup>

## ГАЗОГИДРАТЫ МЕТАНА В ЧЕРНОМ МОРЕ

*Обобщены сведения о находках газогидратов метана в Черном море, прослежена связь с тектоническими структурами региона. В глубоководной впадине происходит локализация газогидратов, на материковом склоне и шельфе — газовыделение в виде сипов. Большинство находок газогидратов приурочено к выбросам грязевых вулканов. Подтверждены и уточнены сведения о перспективных районах поисков газогидратов с целью оценки газового потенциала Черного моря, доныне недостаточно изученного.*

Проблема метаногидратов — важнейший вопрос современной геологии Черного моря. В настоящее время уже изучена природа газогидратов, обнаруженных в 1809 г. как техногенные новообразования. Российскими геологами впервые были выявлены и исследованы месторождения природных метаногидратов на суше в зоне вечной мерзлоты. В литературе показаны термодинамические пределы возникновения и существования газогидратов в Мировом океане. Найдены и изучены скопления газогидратов во многих районах океана, проведены ориентировочные подсчеты запасов метаногидратов в Мировом океане. Они дают астрономические цифры [16].

Большинство стран, прилегающих к Черному морю, имеет весьма напряженный энергетический баланс, и поэтому изучение и освоение уже открытых в Черном море газогидратов было бы для черноморских стран крайне актуальным практическим проектом.

Между тем, эта фундаментальная проблема пока решается очень вяло. По нашему мнению, проблема газогидратов должна получить самую высокую государственную поддержку черноморских стран, должен быть создан единый фонд исследований. В частности, в Украине необходимо сформировать мощный неформальный коллектив специалистов разного профиля для решения этой важнейшей проблемы, наподобие тех, которые существовали при решении задач освоения атомной энергии. При этих условиях есть надежда получить через 10–15 лет столь необходимое для народного хозяйства Украины энергетическое сырье, что и определит развитие страны на десятки лет вперед. Мне представляется, что европейские исследователи понимают важность задачи освоения черноморских газогидратов. Об этом свидетельствуют рейсы научных судов для решения европейских научных программ, рейс немецкого научно-исследовательского судна “Метеор” и другие данные.

Исследования газогидратов метана в Украине уже несколько лет проводятся учеными НАН Украины. Была даже специальная программа работ, к сожалению не подкрепленная финансово. Тем не менее, исследования продолжают и в настоящее время, хотя и в ограниченных масштабах.

© Е.Ф. Шнюков<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Отделение морской геологии и осадочного рудообразования ННПМ НАН Украины.

11 сентября 1927 г. в 22 час. 15 мин. в Крыму произошло сильное (8–9 баллов) землетрясение. В суматохе никто не обратил внимания на необычное событие в море к западу от Севастополя. Архивные данные свидетельствуют: пост на мысе Лукулл зарегистрировал столб пламени в 0 час. 42 мин. продолжительностью 5 секунд. С маяка Евпатории в 2 час. 48 мин. наблюдалась вспышка огня белого цвета. Служба маяка Севастополя (Константиновский равелин) установила по пеленгу  $255^\circ$  в 3 часа 31 мин. вспышку огня высотой 500 м, шириной полторы мили. Эту же вспышку наблюдали также с мыса Лукулл. Гидрографический катер утром вышел в море, потерпел аварию и, к сожалению, вынужден был вернуться, ничего не выяснив.

Геологи — П.А. Двойченко, С.П. Попов диагностировали это явление как гигантские взрывы метана.

Оказалось, что эти взрывы не единственные. Как свидетельствуют литературные источники, близ Севастополя, с пляжа Учкулук во время землетрясения наблюдали водяной купол и белый пар или дым. В Евпатории вспышки длиной до 2 км видели в момент землетрясения два раза, при этом в 1 час 40 мин. облако горящих газов двигалось с севера на юг.

14 сентября в море в 7 км от г. Алушка наблюдался столб белого пара (я думаю, газов — *Е.Ш.*) высотой до 200 м. Через 3–4 секунды фонтан рассеялся, и поднялся еще один [11]. В октябре того же года горящие облака наблюдали из Евпатории с 3 часов ночи примерно в течение часа. Со ссылкой на очевидцев сообщается, что огненные столбы, т.е. горящие факелы газа зафиксированы 2, 3, 4 октября 1927 г. в 30 км от Феодосии в направлении Анапы. Ночью в это же время из Судака в сторону Алушты очевидцы наблюдали огонь и дым. 4 октября около 23 часов в 20–25 км к западу-юго-западу от Судака, примерно против дер. Ускут (ныне Приветное) зафиксировано появление белесой полосы, постепенно изменившейся до ярко-красного цвета и затем потускневшей, однако в 23<sup>15</sup> вспыхнувшей ярким факелом с искрами. Факел погрузился в воду, а затем вновь возникло большое зарево. В течение часа появлялись яркие вспышки, временами были как бы выбросы шрапнели в воздух. Одна из вспышек была очень сильной, осветила облака [11].

Если осмыслить географию взрывов газа геологически, то получается, что выбросы газов и взрывы с огненными явлениями имели место как на шельфе (район Евпатории), так и, скорее всего, в глубоководной части моря (впадина Сорокина). Впрочем, указания местонахождений горения газов очень приблизительны и поэтому возможны ошибки.

Все эти эпизоды заставляли геологов задуматься. Черное море — необычный бассейн. Оказалось, что он характеризуется повышенной газоотдачей морского дна. О выходах газов у болгарского побережья писали еще древнеримские авторы. Военные гидрографы описали газовые выделения на северо-западе моря в 1988 г. Последующие исследования подтвердили эти данные. Был обнаружен значительный нефтегазовый потенциал шельфа, уже частично освоенный. Установлено насыщение вод Черного моря метаном. Американские специалисты по результатам исследований на судне “Кнорр” оценили содержание газа метана в черноморской воде в 80 млрд м<sup>3</sup> [22].

Газоотдача черноморского дна гораздо выше, чем в других морях, где обнаружены огромные залежи углеводородов.

Одним из проявлений этого процесса являются газовые факелы (сипы), обнаруженные на северо-западе Черного моря в 1989 г. сотрудниками ИнБЮМа и в 1990 г. сотрудниками ИГН НАН Украины. Еще ранее они были описаны болгарскими геологами на шельфе Болгарии. В настоящее время в акватории Черного моря найдено до четырех тысяч газовых факелов, частично групп факелов. Они локализованы по периферии Черного моря, в частности, на северо-западе Черного моря, на болгарском шельфе, на керченско-таманском шельфе, вдоль берегов Кавказа. Данных о газовых факелах у берегов Турции нет.

Как правило, газовые факелы развиты на глубинах 50–700 м, глубже они встречаются очень редко. Высота факелов обычно до 100–200 м, большинство их не достигает поверхности воды и диффузно распыляется. Чаще всего это небольшие газовые струи, но иногда это целые группы газовых струй — до 5, 10, 12; некоторые из них достаточно значительны и образуют своеобразные облака газа близ дна. Во многих случаях видна прерывистость газовых факелов, т.е. как бы их пульсирующее извержение. Характер газовых факелов в разных районах моря примерно одинаковый, изменяется лишь мощность струй [20].

Для керченско-таманского шельфа удалось проследить определенную локализацию газовых факелов на вершинах положительных структур верхнего — неогенового структурного этажа, в меньшей мере — майкопских структур. Эту закономерность удается выявить в значительной мере благодаря вскрытию структур системой подводных каньонов [21].

Для северо-запада Черного моря данных пока мало, чтобы можно было говорить о подобной закономерности. Изучение газовых факелов большей частью проводилось вне зоны развития изученных геофизическими методами поднятий.

На северо-западе Черного моря был проведен своеобразный мониторинг. Несколько крупных газовых факелов, обнаруженных в 1994–1995 годах, были повторно изучены в 2004 г. Все они сохранились, более того, сохранились масштабы их деятельности, множественность струй и ряд других признаков.

О длительности функционирования газовых факелов свидетельствуют и карбонатные новообразования — корки, постройки, возникающие в процессе их деятельности. Наглядным примером такого рода может служить карбонатная постройка, поднятая в 57-м рейсе НИС “Профессор Водяницкий”. Возраст ее достигает 9050 лет! Надо полагать, именно столь длительное время функционировал породивший ее газовый источник. Один сантиметр постройки вырос за 33–34 года. И это — не самое древнее сооружение! Возраст отдельных построек достигал 30 тысяч лет. Судя по этим данным, масштабы газоотдачи дна Черного моря — просто грандиозные. Газоотдача продолжается минимум 30 тыс. лет [18].

При этом газовые факелы локализованы: на шельфе, особенно в зонах развития палеорек; на внешнем шельфе и материковом склоне. Для северо-



запада Черного моря данные о размещении газовых факелов по глубинам таковы: 51–100 м — 53%; 101–150 м — 14%; 151–200 м — 16%; 201–250 м — 4%; 251–300 м — 6%; 301–350 м — 2%; 351–400 м — 0,5%; 401–450 м — 3%; 451–600 — 1,5%; 601–650 м — 1%; отдельные небольшие факелы встречены в глубоководной впадине [20].

Невольно возникает вопрос о причинах отсутствия газовых струй на дне впадин. Единичные находки факелов свидетельствуют о принципиальной возможности их возникновения в термодинамических условиях черноморских глубин.

По нашему мнению, локализация газовых сипов по периферии моря и их фактическое отсутствие в глубоководной зоне имеет свое объяснение: в термодинамических условиях морского дна, при определенном сочетании температуры и давления в глубоководной чаше существует зона гидратообразования, при поступлении в которую метан увязывается в составе газогидратов и накапливается в подгидратных залежах. Колоссальные масштабы газоотдачи по периферии моря, надо полагать, свидетельствуют о колоссальной отдаче газов и в глубинной части, что позволяет предполагать масштабные размеры залежей газогидратов. Весьма возможно неравномерное поступление газов из недр, отсюда вероятность неравномерного размещения газогидратных залежей в пределах зоны гидратообразования. Кроме того, ряд факторов, и в том числе те же единичные факелы свидетельствуют все-таки о прорыве части газа по системе глубинных нарушений на поверхность морского дна и о том, что в составе газогидратов увязывается лишь часть газовых потоков. В.А.Соловьев [14] считает, что в газогидратах стабилизируется всего лишь от 1 до 10% газов, поступающих в зону гидратообразования.

Таким образом, в акватории Черного моря вырисовывается своеобразная закономерная зональность: центральная глубоководная часть моря содержит газогидраты, факелы газа локализованы по периферии моря. Весьма возможно, что газовые, а точнее газоводные сипы существуют и в ряде районов прилегающей суши, например, в Керченско-Таманской зоне, но большей частью не фиксируются из-за трудности их наблюдения.

Газогидраты метана впервые обнаружены в акватории Черного моря А.Г. Ефремовой и Б.П. Жижченко [7]. В ходе последующих исследований они были встречены в 10–12 точках глубоководной впадины Черного моря [1, 2, 4, 5, 8, 9, 17, 24 и мн. др.].

Облик черноморских газогидратов, поднятых донными снарядами, довольно разнообразен. Чаще всего это неправильные мелкие стяжения в полужидких илах, снегоподобные выделения в пустотах илов, лепешковидные образования, мелкие друзы кристалликов, белесые афанитовые прослойки мощностью до одного — нескольких сантиметров. Вмещающие осадки — илы разного литологического состава. Мощности осадков, содержащих газогидраты, достигают по данным [8] 400–500 м, максимум 800–1000 м. Газогидраты могут развиваться как в четвертичных осадках, так и в неогеновых отложениях. Нижняя граница толщи газогидратов параллельна поверхности дна. Осадки, пропитанные газогидратами,

слагают для поступающих из недр газов непроницаемую покрывку, ниже которой накапливаются подгидратные залежи газов. Возможно, в данном случае существует определенное динамическое равновесие: газы из верхней части залежи могут поступать в воду, газы из недр компенсируют потерянное. Подгидратные залежи возникают в таком случае лишь при более мощном подтоке снизу, чем потери газов из залежи сверху. Пока что изучить залежи газогидратов бурением в Черном море не удалось, получены лишь интересные геофизические (сейсмоакустические) данные [8 и др.].

Судя по литературным данным, находки газогидратов локализованы в крупных геологических структурах Восточно-Черноморской впадины — в прогибах Сорокина, Туапсинском, Гиресунском, в Западно-Черноморской впадине.

Состав газов, слагающих газогидраты, многократно описывался в литературе. По нашему мнению, газовый состав газогидратов имеет довольно важное значение, ибо в известной мере свидетельствует о термодинамических условиях их возникновения и тем самым сужает или расширяет возможный ареал развития газогидратов на дне моря. К сожалению, данные о составе газогидратов во многом разноречивы. Возможно, это свидетельство регионального разнообразия состава газогидратов. Ю.А. Бяков, Р.П. Круглякова [2] выделяют по составу два типа газогидратов. В газогидратах первого типа (грязевые вулканы МГУ, академика Страхова, Безымянный) метан содержится в количестве 93,3–95,7%, его гомологи — в количестве 4,3–6,7%. В других анализах из этих же точек найдены азот (0,7–1,8%), углекислый газ (0,85%), сероводород (0,25%). Второй тип — газогидраты из района грязевого вулкана Вассоевича — содержит только метан. По определениям Г.Д. Гинсбурга, А.Н. Кремлева, М.Н. Григорьева [4], газогидраты на западе Черноморской впадины содержат 97–98% метана, 0,02–0,4% этана, 0,5–0,9% углекислоты, 0,25% сероводорода.

Аналитические данные о составе газогидратов, поднятых во время рейсов НИС “Профессор Водяницкий” были получены В.И. Авиловым и С.Д. Авиловой. Состав газов преимущественно метановый.

Изучался и изотопный состав газов из метаногидратов. По оценке А.Ю. Бякова и Р.П. Кругляковой [2], изотопный состав углерода  $d^{13}C$  —  $61,8–63,55\text{‰}$ , что, по их мнению, свидетельствует о смешанной (биохимической и термокаталитической) природе углеводорода.

Были предприняты подсчеты запасов потенциальных залежей газогидратов. По данным региональных сейсмических профилей по сетке  $25 \times 25$  км, выполненных “Южморгеологией”, обнаружено широкое развитие газогидратов в глубоководной впадине Черного моря и даже построена схема перспектив газоносности. В соответствии с этой схемой перспективна на газогидраты фактически вся центральная часть Черного моря, в частности, свод вала Андрусова, восток Западно-Черноморской впадины, материковый склон между Анапой и Сочи, материковый склон, прилежащий к Грузии, Туапсинская впадина и т.д.

О.Д. Корсаков, А.Ю. Бяков, С.Н. Ступак (1989) оценивают запасы газа в газогидратах суммарно в 20–25 трлн  $m^3$ . Болгарские геологи А. Василев и

Л. Димитров [3] отмечают перспективность примерно тех же районов Черного моря, определяя цифру запасов метана в газогидратах в 42–49 трлн м<sup>3</sup>.

По нашему мнению, время оценок общей массы газогидратов в Черном море пока еще не наступило.

подавляющее большинство реальных находок газогидратов приурочено в Черном море к выбросам грязевых вулканов. Грязевые вулканы — своеобразное проявление диапировой тектоники — достаточно широко развиты на дне Черного и Азовского морей. Из глубины недр при достижении аномально высоких давлений в 300–400 атмосфер по нарушениям газы поднимаются вверх, на поверхность дна, выбрасывая воду, глинистые массы, обломки твердых пород, чаще всего образуя как на дне, так и на суше положительные формы рельефа.

Грязевые вулканы известны на берегах Черного моря на Керченском и Таманском полуостровах. Их здесь встречено до семидесяти. Несколько грязевых вулканов описано в Румынии. Обычно это спокойно булькающие или эпизодически взрывающиеся морфоструктуры. Широко известны катастрофические взрывы вулканов Джау-Тепе в 1909 и 1914 гг.; Джарджава в 1927 и 1982 г. (на Керченском п-ове), Карабетова гора в 1999, 2004, Западные Цимбалы в 2002 г. (на Таманском п-ове).

Грязевые вулканы в море развиты как на мелководьях, так и в глубоководной зоне. Примером катастрофического взрыва на мелководье может служить извержение вулкана Голубицкий в Азовском море в 2000 г. Взрывы этого очага имели место уже минимум 10 раз, начиная с 1795 г. (описание Палласа). В полукилометре от берега при десятиметровой глубине моря неожиданно происходит взрыв, образуется небольшой остров с сальзой в центре, в течение многих часов происходит выброс огромных масс газа, сопочной брекчии, крупных глыб и обломков пород. Газ иногда воспламеняется.

В Черном море сейчас известно 40–45 грязевых вулканов. По нашим прогнозам, составленным на основе изучения архива гидрографической службы СССР в г. Гатчина, в Черном море может быть обнаружено еще минимум столько же грязевых вулканов. Они и на дне действуют обычно спокойно, создавая положительные формы рельефа морского дна. Иногда, однако, имеют место катастрофические по своим масштабам выбросы газа. В этом отношении показателен грязевой вулкан Двуреченского во впадине Сорокина. Он открыт сотрудниками МГУ и “Южморгеологии”. Полученные НИС “Проф.Водяницкий” эхолотные изображения показывают моменты оживления деятельности вулкана в 2002 и 2003 гг. Фонтаны газа диаметром 300 м достигали высоты 800–850 м. Интересно, что немецкие экспедиции в те же годы и наша экспедиция в 2004 г. застали вулкан в состоянии покоя. Этот вулкан напоминает грязевой вулкан Локбатан в Азербайджане, где уже 60 лет продолжает работать мощный нефтепромысел.

Судя по данным А.А.Никонова [11], можно предположить, что взрывные выбросы грязевых вулканов с выходом газов на поверхность воды и их воспламенением имели место и в районах впадины Сорокина во время крымского землетрясения 1927 г.



Исследования морского дна впадины Сорокина, выполненные предыдущими исследователями [10, 24] и в 2003–2005 годах экспедицией на судне “Профессор Водяницкий” с целью оконтурить выходы газогидратов в верхнем 2–3 метровом слое донных осадков показали в общем неоднозначные результаты (рис. 1, 2). Поля развития газогидратов весьма невелики, они привязаны к грязевым вулканам и грязевулканическим отложениям. Надо, очевидно, учитывать спорадичность развития газогидратов в осадках, случайность их скоплений и случайность их находок грунтовыми трубками.

Такая же картина была получена и при изучении газогидратов близ грязевого вулкана Профессор Водяницкий.

Каковы критерии поисков газогидратов? О.Д. Корсаков, А.Ю. Бяков, С.Н. Ступак [8] относят к перспективным районам материковый склон (от глубин 700–800 м до его подножия), конусы выноса рек, зоны суспензионных потоков и оползней, зоны развития диапировых структур, в первую очередь те, которые осложнены грязевыми вулканами.

По нашему мнению, это совершенно оправданные обобщения. Некоторые новые материалы позволяют их несколько уточнить и конкретизировать. Прежде всего, вся зона развития газогидратов ограничивается зоной гидратообразования, т.е. глубинами больше 700–800 м. В пределах зоны гидратообразования заслуживает внимания вся полоса огромного циркумчерноморского разлома, по которому и развивается материковый склон, все те участки глубинных и региональных разломов, которые расположены в глубоководной части моря, зоны развития диапиризма, в первую очередь осложненные грязевым вулканизмом и, возможно, зоны глубоководной субмаринной разгрузки (рис. 3). Что касается подводного хребта Андрусова, разделяющего две глубоководные котловины — западную и восточную — то, пожалуй, это вряд ли перспективный район. В течение нескольких последних лет мы исследовали Форосский выступ, являющийся как бы областью примыкания этого хребта к Крыму. В пределах выступа не удалось обнаружить ни одного газового факела, ни одного грязевого вулкана. Можно полагать, что их не будет и на хребте Андрусова как на продолжении этого выступа, хотя принципиально их существование возможно.

Справедливы мнения о перспективности Туапсинской и Гиресунской впадин, материкового склона у берегов Южного Кавказа. Особенно перспективной представляется впадина Сорокина. Очень перспективен и северо-восток Западно-Черноморской впадины, где выявлены многочисленные грязевые вулканы, в выбросах которых обнаружены газогидраты.

Грязевые вулканы служат источником газов и генерируют залежи газогидратов, в то же время частично разрушая и выбрасывая обломки пород с гидратами на поверхность дна.

По нашему мнению, основная масса газов — глубинного происхождения [23]. Об этом свидетельствуют многие данные. Это, прежде всего, локализация большинства газовых факелов в зонах внешнего шельфа и материкового склона, где трассируется циркумчерноморский разлом, и в зонах палеодолин, где фиксируются региональные или глубинные разломы. Принимая во внимание находки супергигантских скоплений газов в четвер-

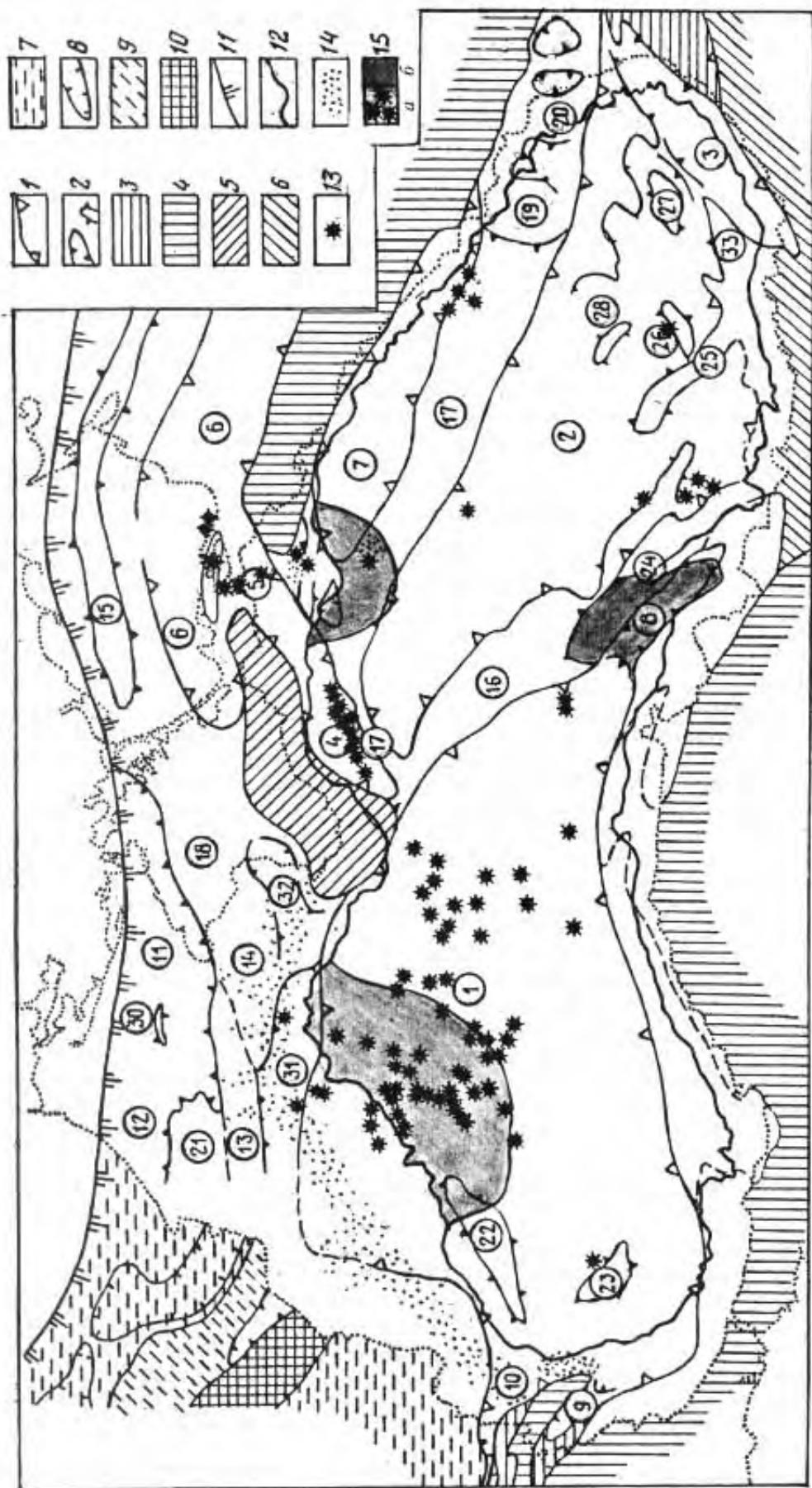


Рис. 1. Схема предполагаемых перспективных районов развития газогидратов:

1 — контуры крупных палеогеновых впадин; 2 — контуры второстепенных поднятий и впадин; 3 — палеоцен-эоценовые прогибы Аджаро-Триалет и Балкан; 4 — складчатые сооружения Западного Кавказа; 5 — Крымский мегантиклинорий; 6 — Восточный Понт; 7 — палеозойско-мезозойский осадочный чехол Мизийской плиты и Преддобруджжского прогиба; 8 — контуры юрских впадин в пределах Преддобруджжского прогиба; 9 — складчатый палеозой и триас Северной Добруджи и Припрутского выступа; 10 — рифейский горст центральной Добруджи; 11 — южная граница древней Восточно-Европейской платформы; 12 — граница зоны потенциального гидратообразования; 13 — грязевые вулканы; 14 — грязевые факелы (силы); 15 — предполагаемые перспективные районы развития грязевых вулканов; 16 — зоны потенциальной субмаринной разгрузки.

Видовые: 1 — Западно-Черноморская; 2 — Восточно-Черноморская; 3 — Гурийский; 4 — Сорокина; 5 — Керченско-Гаманский; 6 — Индоло-Кубанский; 7 — Туапешский; 8 — Снопский; 9 — Бургасский; 10 — Нижне-Камчатский; 11 — Каркинитский; 12 — Крыловский; 13 — Губкина; 14 — Каламитский; 15 — Азовский; 16 — Андрусова; 17 — Шатского; 18 — Краевая ступень; 19 — Клейковский; 20 — Дружба; 21 — Полшкова; 22 — Муратова; 23 — Чкачев; 24 — Александров; 25 — Муратова; 26 — Чкачев; 27 — Джанелидзе; 28 — Страхова; 29 — Барьерное; 30 — Голышныя; 31 — Краевая ступень; 32 — Альминская впадина; 33 — Трабзонский выступ.

Структурно-тектоническая основа заимствована из работы Д.А. Тутолесова, А.С. Горшкова, Л.Б. Мейенера и др. "Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины" (1985)



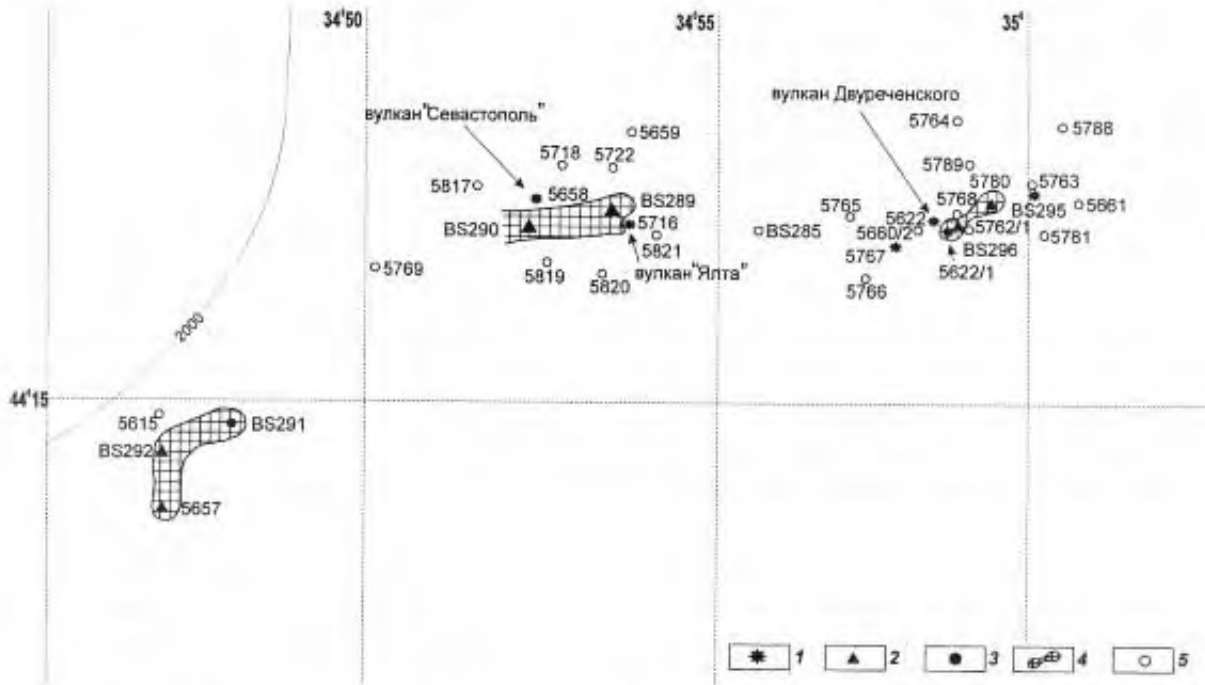


Рис. 2. Встреченные выходы газогидратов в приповерхностных донных осадках:

1 — грязевые вулканы; 2 — станции, где встречены газогидраты (нанесены по данным автора и литературным источникам); 3 — газонасыщенные илы; 4 — площадное развития газогидратов; 5 — станции, где газогидраты не встречены

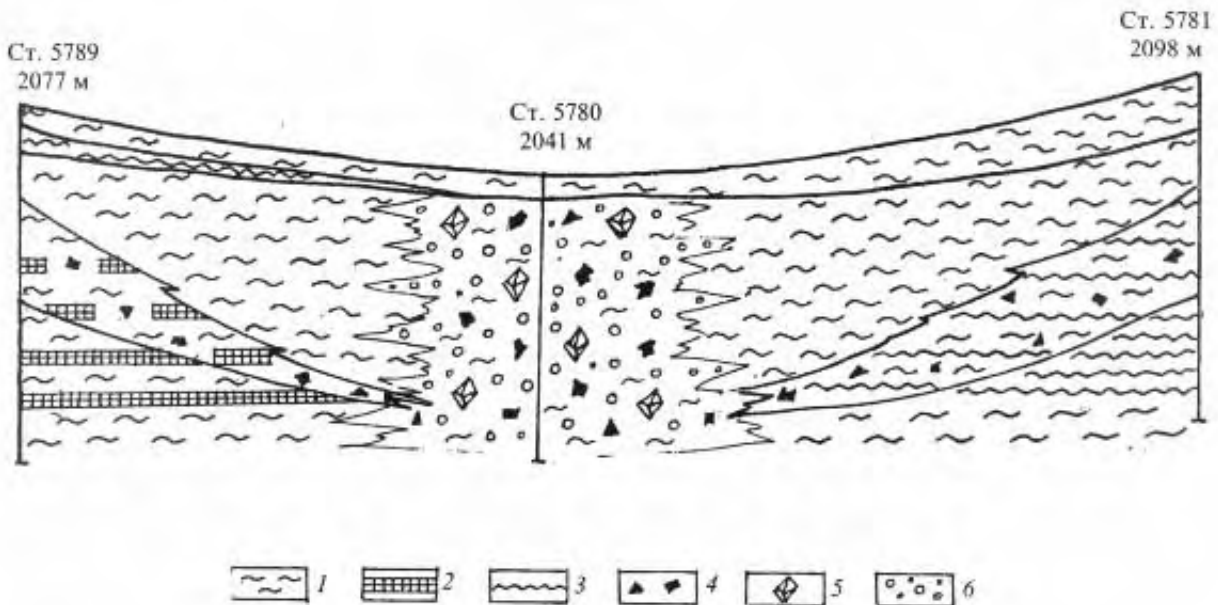


Рис. 3. Литологический разрез района грязевого вулкана Двуреченский:

1 — илы, 2 — сапропель, 3 — гидротроилит; 4 — грязевулканическая брекчия; 5 — газонасыщенные илы

тичных отложениях дельты Нила, палеодолины рек северо-запада и северо-востока Черного моря представляют особый интерес. Примеров локализации газовых факелов над зонами нарушений более чем достаточно.

О глубинном происхождении метана свидетельствует и локализация газовых месторождений (Голицынское, Южно-Голицынское, Штормовое, Крымское, Архангельское) на северо-западе в узлах пересечения Одесского разлома с разломами северо-восточного простирания. Еще один аргумент в пользу глубинного происхождения — газовые сипы над кристаллическими породами — плагиогранитами, диоритами, вулканитами Ломоносовского подводного массива, обнаруженного нами еще в 1989 г.

Природа газов грязевых вулканов и газовых сипов скорее всего одина. Но корни грязевых вулканов уходят на глубины до 18–20 км. Как показали наши азербайджанские коллеги, по данным трехмерной сейсмоки субвертикальные тела вулканов прослеживаются в недра именно на такие глубины. Еще один аргумент в пользу глубинности — масштабы выбросов газов грязевыми вулканами. За одно извержение выбрасывается до 100, 200, однажды зафиксировано даже 500 млн м<sup>3</sup> газов. (Данные Р.Р. Рахманова [13]).

Длительность деятельности газовых факелов — десятки тысяч лет, если судить по возрасту карбонатных построек. Масштаб отдачи газов в акватории Черного моря в целом невероятно велик.

Как сообщается в массовых изданиях<sup>1</sup>, исследования газогидратов в Мировом океане достигли большого размаха. Это и понятно, ибо освоение газогидратов решает энергетическую проблему для человечества на сотни лет.

Предполагается, что в Тихом и Атлантическом океанах, в полярных морях существуют огромные районы развития газогидратов. Размеры и формы залежей в полной мере не выяснены. Более того, ряд компаний считает, что газогидраты в морских осадках находятся в рассеянной форме и промышленного интереса не представляют. Тем не менее, во многих странах программы изучения газогидратов метана носят приоритетный характер наряду с ядерными и космическими исследованиями (США, Япония, Канада, Индия, Южная Корея, Германия). В США работы по газогидратам даже получили законодательное оформление: в 1999 г. Конгресс США принял “Акт о широкомасштабных поисках и разработке гидратов на суше и в море”. В 2001 г. сенат США выделил на эти исследования 42 млн дол.

Обширные программы проводятся в Индии и в Японии, которая планирует начать добычу газогидратов в 2007 г., а в 2017 г. стать страной-экспортером газа.

Освоение газогидратов метана позволит совершенно изменить геополитическую ситуацию, особенно для стран, обладающих правами на перспективные районы Мирового океана. Украина, имеющая права на значительную часть перспективного Черного моря, должна как можно скорее начать работы по исследованию газогидратов метана в море.

<sup>1</sup> Нефтегазовая вертикаль. — 2000. — № 2.

## Выводы

1. В акватории Черного моря в условиях высокой газоотдачи морского дна, обусловленной глубинной подпиткой, устанавливается своеобразная зональность. По периферии моря развиты многочисленные газовые (метановые) источники — сипы. В глубоководной впадине Черного моря, где развиты благоприятные для образования газогидратов метана сочетания температур и давления, существует зона гидратообразования, в пределах которой поступающие из недр газы увязываются в составе газогидратов. Неравномерность поступления газов из недр обуславливает неравномерность развития скоплений газогидратов.

2. Благоприятными для развития газогидратов являются зоны круго-черноморского разлома, создающего материковый склон, зоны глубинных разломов (в пределах благоприятных для формирования газогидратов рТ-условий), районы развития прорванных грязевыми вулканами положительных структур, зоны глубинной разгрузки пресных вод (палеодельты и др.).

3. Скорее всего, даже в пределах благоприятных зон газогидраты образуют не площадные покрытия, а локализованы в виде залежей над определенными положительными структурами в более глубоких структурных этажах. Возможно, под залежами газогидратов спрятаны обычные залежи газа в мезокайнозойском чехле и даже в более древних толщах.

4. Первоочередной задачей является оконтуривание залежей газогидратов и их реальная оценка геофизическими, в первую очередь сейсмоакустическими методами с последующим бурением скважин.

5. По нашему мнению, наиболее благоприятной для поисков газогидратов структурой Черного моря является впадина Сорокина, и именно здесь должны быть сосредоточены опытные работы на газогидраты.

6. Важной составляющей газогидратных залежей служат подгидратные газы, месторождения которых и будут, очевидно, первоочередными объектами эксплуатации.

7. Освоение газогидратов в Мировом океане может изменить геополитическую ситуацию в мире. В этой связи многие страны уже развернули широкие исследования газогидратов. Несмотря на благоприятные признаки гидратоносности Черного моря, Украина непростительно отстает в своих работах по этой проблеме.

1. Басов Е.И., Иванов М.К. Позднечетвертичный грязевой вулканизм в Черном море // Литология и полезные ископаемые. — 1994. — № 2. — С. 215–222.

2. Бяков Ю.А., Круглякова Р.П. Газогидраты осадочной толщи Черного моря — углеводородное сырье будущего // Разведка и охрана недр. — 2001. — № 8. — С. 14–19.

3. Василев А., Димитров Л. Оценка пространственного распределения и запасов газогидратов в Черном море // Геология и геофизика. — 2002. — 43. — № 7. — С. 672–684.

4. Гинсбург Г.Д., Кремлев А.Н., Григорьев М.Н. и др. Фильтрогенные газовые гидраты в Черном море // Геология и геофизика. — 1990. — № 3. — С. 10–20.

5. Глебов А.Ю., Круглякова Р.П., Шельтинг С.К. Естественное выделение газов в Черном море // Разведка и охрана недр. — 2001. — № 8. — С. 19–23.

6. Двойченко П.А. Черноморские землетрясения 1927 г. в Крыму // Природа. — 1928. — № 6. — С. 523–542.



7. *Ефремова А.Г., Жижченко Б.П.* Обнаружение кристаллогидратов в осадках // ДАН СССР. — 1976. — 214. — № 5. — С. 3–10.
8. *Корсаков О.Д., Бяков Ю.А., Ступак С.Н.* Газовые гидраты Черноморской впадины // Сов. геология. — 1989. — № 12. — С. 4–10.
9. *Круглякова Р.П., Прокопцев Г.Н., Берлизова Н.И.* Газовые гидраты Черного моря — потенциальный источник углеводородов // Разведка и охрана недр. — 1993. — № 12. — С. 7–10.
10. *Мейснер Л.Б., Туголесов Д.А., Хахалев Е.М.* Западно-Черноморская грязе-вулканическая провинция // Океанология. — 1996. — 35. — № 1. — С. 119–127.
11. *Никонов А.А.* Крымские землетрясения 1927 года. Неизвестные явления на море // Природа. — 2002. — № 9. — С. 13–20.
12. *Попов С.П.* Грязевые вулканы // Природа. — 1928. — № 6. — С. 541–554.
13. *Рахманов Р.Р.* Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. — М.: Недра, 1987. — 174 с.
14. *Соловьев В.А.* Газогидратоносность недр Мирового океана // Газовая промышленность. — 2001. — № 12. — С. 19–23.
15. *Шнюков Е.Ф.* Грязевой вулканизм в Черном море // Геол. журн. — 1999. — № 2. — С. 38–47.
16. *Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П.* Минеральные богатства Черного моря. — К.: ОМГОР ННПМ НАН Украины, 2004. — С. 1–27.
17. *Шнюков Е.Ф., Иванников А.В., Безбородов А.А. и др.* Стратиграфические литолого-петрографические исследования 51 рейса в Черное море НИС “Михаил Ломоносов”. — К., (Препр. ИГН). — № 90–8.1990. — 49 с.
18. *Шнюков Е.Ф., Кутний В.А.* Карбонатные образования как производное газовых выделений на дне Черного моря // Геофиз журн. — 2003. — 25. — № 2. — С. 90–100.
19. *Шнюков Е.Ф., Митин Л.И.* Опасное Черное море. — К.: ОМГОР НАН Украины, 2000. — 420 с.
20. *Шнюков Е.Ф., Пасынков А.А., Клещенко С.А. и др.* Газовые факелы на дне Черного моря. — К., 1999. — 134 с.
21. *Шнюков Е.Ф., Пасынков А.А., Клещенко С.А. и др.* Газовые факелы на Керченско-Таманском взморье // Геофиз журн. — 2003. — 25. — № 2. — С. 161–170.
22. *Шнюков Е.Ф., Старостенко В.И., Гожик П.Ф. и др.* О газоотдаче дна Черного моря // Геофиз. журн. — 2001. — № 4. — С. 7–14.
23. *Шнюков Е.Ф., Старостенко В.И., Русаков О.М., Кутас Р.И. и др.* Глубинная природа газовых факелов западной части Черного моря по результатам геофизических исследований // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2005. — № 1. — С. 70–89.
24. *Ivanov M.K., Limonov A.F., van Weering T.J.C.E.* Comparative characteristics of the Black Sea and Mediterranean Ridge mud volcanism // Marine Geology. — Vol. 132. — 1997. — P. 253–271.

Узагальнено відомості про виявлення газогідратів у Чорному морі, простежено зв'язок із тектонічними структурами регіону. У глибоководній западині відбувається локалізація газогідратів, на материковому схилі та шельфі — вивільнення газу у вигляді сипів. Більшість знахідок газогідратів метану приурочені до викидів грязьових вулканів.

Підтверджені та уточнені відомості про перспективні райони пошуків газогідратів з метою оцінки газового потенціалу Чорного моря, донині недостатньо вивченого.

Information about occurrences of methane gas hydrate in the Black sea is generalized, connection with tectonic structures is observed. Localization of gas hydrate takes place in deep water depression, gas streaming — on continental slope and shelf. Majority of occurrences of gas hydrate is connected with mud volcanic products.

Information about promising areas for search of methane gas hydrate is confirmed and made more precise so as to evaluate the Black sea's gas potential, now insufficiently studied.