

УДК 550.4:553.98:552.578

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА И ГАЗОГИДРАТОВ НА САХАЛИНСКОМ ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

Н.Л. Пестрикова, А.И. Обжиров

Тихоокеанский океанологический
институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН¹

Представлены результаты исследований распределения фоновых и аномальных полей метана в водной толще и донных осадках на сахалинском северо-восточном шельфе и склоне Охотского моря и полей газогидратов. В придонных слоях водной толщи фоновые концентрации метана не превышают 100 нл/л, а аномальные содержания метана достигают 20 000 нл/л. В донных осадках фоновые концентрации метана составляют около 0,01 мл/л, а аномальные превышают 200 мл/л. Аномальные поля метана приурочены к зонам разломов, по которым метан мигрирует из глубоких горизонтов нефтегазосодержащих осадочных слоев. В этих зонах формируются и разрушаются поля газогидратов.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение распределения природных газов в водной толще и донных осадках Охотского моря показало несколько закономерностей [1]. Во-первых, в составе природных газов в воде и донных осадках основным является метан (без учета кислорода и азота). Во-вторых, на сахалинском восточном шельфе и склоне Охотского моря к 2009 г. обнаружено около 500 выходов пузырей метана из донных отложений в воду. Они приурочены в основном к зонам разломов или оперяющим их трещинам. Концентрации метана в районе выходов пузырей метана достигают 20 000-200 000 нл/л, что превышает фон в 1000-10 000 раз. В-третьих, в районе очагов газовой разгрузки обнаружены площади, на которых в верхних слоях донных осадков (в интервалах 0,4-6,0 м) выявлены слои и прослойки газогидратов.

Актуальность проблемы изучения потоков метана в морских условиях связана с пониманием их значительной роли в природных процессах - экологический риск, связанный с

выбросами огромных объемов метана в окружающую среду; разрушение поверхности дна и изменение его морфологии, поток тепличных газов (метана и углекислого газа) в атмосферу и изменение климата, а также формирование газогидратов. Но при этом до сих пор идет жаркая дискуссия об источнике метана - некоторые исследователи склоны считать, что основным поставщиком метана для образования газогидратов и других его проявлений является микробный метан. Во многом эти представления основаны на анализе изотопного состава углерода метана, извлеченного из газогидратов. $\delta^{13}\text{C}$ в них составляет -55 ... -65 ‰. В метане, образованном за счет микробной продукции метанообразующими бактериями, присутствует более легкий изотоп углерода ^{12}C , и поэтому $\delta^{13}\text{C}$ равняется -70 ... -110 ‰. В процессе термогенного образования метана в осадочных отложениях за счет преобразования органического вещества при определенных термодинамических условиях и с участием минеральных ассоциаций обра-

зуется метан с большим количеством тяжелого изотопа ^{13}C с $\delta^{13}\text{C}$, равным -30 ... -40 ‰. Метан, поступающий из недр, связанный с эмиссией мантии, содержит еще больше тяжелого изотопа ^{13}C , и его $\delta^{13}\text{C}$ составляет 0 ... -10 ‰. Наличие в Охотском море нефтегазовых месторождений и мощной толщи осадочных отложений с нефтегазосодержащими слоями, нарушенными зонами разломов, по которым метан мигрирует к поверхности, позволяет сделать вывод, что основным источником газогидратного метана является термогенный метан. Изотопные изменения метана имеют вторичный характер. Этот процесс требует отдельного рассмотрения, которое мы приведем в следующих публикациях.

В этой статье рассмотрим масштаб поступления метана в толщу воды и атмосферу и сопряженность потоков пузырей метана с формированием и разрушением полей газогидратов.

¹ 690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43, тел: (4232)311-631, e-mail: obzhirov@poi.dvo.ru

Согласно работам [2, 3] фоновое распределение метана в водной толще и в донных осадках определяется процессами жизнедеятельности микроорганизмов, сульфатредукцией, гидрологическими характеристиками водных масс и физическими параметрами морской воды (соленость, температура и др.).

Фоновые поля метана

Фоновые концентрации метана в донных отложениях Охотского моря до 2-3 м от поверхности дна обычно не превышают 0,001-0,005 мл/л; ниже концентрации метана увеличиваются и на глубине около 10 м достигают 0,01-0,05 мл/л. Концентрации резко возрастают до 0,1-1 мл/л (даже в верхнем слое осадка), если в отложениях содержится большое количество органического вещества [4].

Особенностью распределения фоновых концентраций метана в водной толще Охотского моря является наличие максимальных фоновых значений в пределах холодного подповерхностного слоя (50-150 м от поверхности моря), сопряженного с градиентом температуры и солености. Повышенные концентрации метана в этой зоне (рис. 1), по-видимому, связаны с минимальными температурами, которые сохраняются в Охотском море на протяжении всего года. Дополнительной причиной повышенных концентраций метана в подповерхностном слое водной толщи, возможно, служит его микробное продуцирование.

В поверхностном слое воды фоновые концентрации метана обычно составляют 70-80 нл/л, которые отражают равновесную концентрацию растворимости метана, содержащегося в атмосфере, при определенных температуре и солености. В подповерхностном слое они

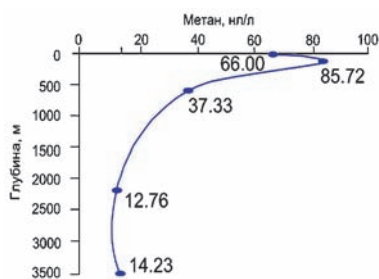


Рис. 1. Вертикальное распределение фоновых концентраций метана в водной толще Охотского моря в отсутствии других источников метана [5]

возрастают до 90-100 нл/л и уменьшаются до 15-20 нл/л в придонном слое в глубоководной части акватории (более 1000 м).

Микробиальная деятельность в пределах шельфа и склона западной части Охотского моря обуславливает фоновые концентрации метана в придонном слое воды порядка 80-100 нл/л, если поверхностные осадки содержат более 1 % органического вещества, и 10-20 нл/л, если содержание органического вещества менее 1 %. Аномальные поля метана на шельфе о-ва Сахалин, связанные с подтоками его из глубоких горизонтов нефтегазосодержащих пород, характеризуются значениями 500-15000 нл/л, что превышает фон в 10-1000 раз [6].

Превышение фоновых значений указывает на возникновение аномального поля метана, связанного с существованием дополнительных его источников (например, залежей нефти и газа, разрушающихся газогидратов и др.). При этом концентрация метана в придонном слое воды может достигать очень высоких значений 20 000-200 000 нл/л и 500-1000 нл/л в поверхностном слое.

Аномальные поля метана

В настоящее время установлено, что нет абсолютно непроницаемых покрышек для газа

в толще осадочных пород. Согласно законам физики и механики трещины обязательно будут образовываться в толще, если в ней есть залежь, поскольку это инородное тело, часто с давлением газа, превышающим гидростатическое. Кроме того, на контакте с залежью, в куполе структуры, в области разлома, контролирующего залежь, под воздействием геолого-тектонических и прочих внешних факторов будут формироваться многочисленные трещины, по которым возможна миграция газа к поверхности морского дна. Основными параметрами, оказывающими влияние на формирование газогеохимического поля в придонном слое воды, являются мощность перекрывающих залежь отложений, их литологический состав, характер ловушек и др. [2].

На сахалинском шельфе в районе открытых месторождений нефти и газа — Одоптинском, Пильтун-Астохском и других (рис. 2) в придонной воде наблюдаются концентрации метана порядка 2000-3000 нл/л. Исключение составляет Лунское месторождение. Здесь отмечена наибольшая аномалия метана в придонной воде 10900 нл/л. Столь высокое значение зафиксировано над центральной частью структуры, которая представляет собой крупную брахиантиклинальную складку размером 25 x 8 км, разбитую на тектонические блоки серией субширотных сбросов (рис. 3). На крыльях структуры также отмечены высокие концентрации метана, но они примерно в 5 раз меньше, чем над центральной частью [2]. При этом на Лунской структуре, как и в других нефтегазоносных районах Сахалина, с увеличением содержания метана в придонной воде в газовой составляющей увеличивается количество тяжелых углеводородов.

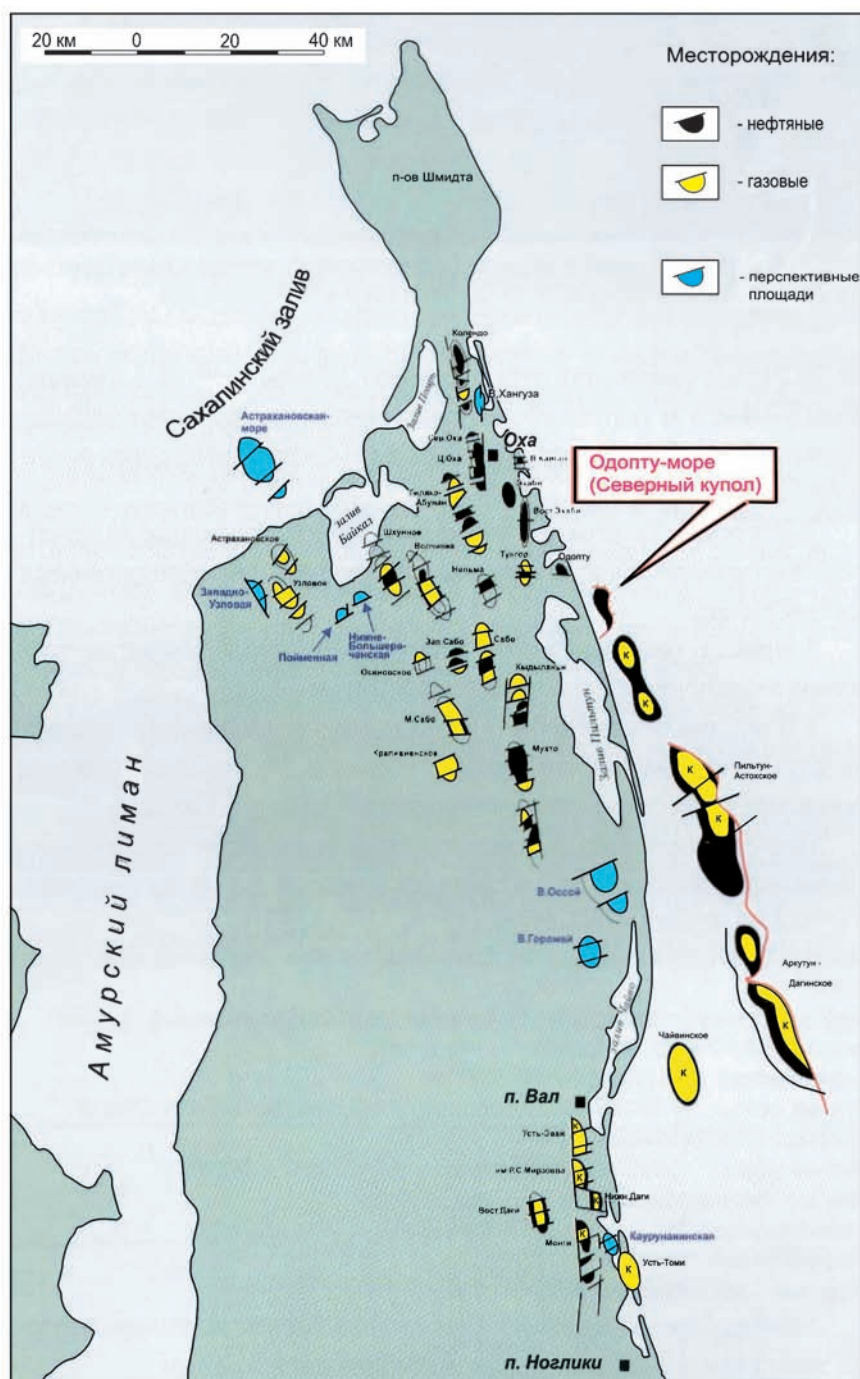


Рис. 2. Схема распределения некоторых залежей нефти и газа на Северном Сахалине и прилегающем к нему шельфе [7]

Аномальное поле метана на Лунской площади обусловлено сильной нарушенностью структуры, большой мощностью продуктивной толщи (500 м), преимущественно газовой залежью, средняя глубина залегания которой составляет 1700 м.

В целом формирование аномально высоких концентраций метана в Охотском море над не-

фтегазоносными структурами, как показывают исследования, связано с наличием определенных условий. Так, над Чайвинским месторождением (глубина залегания продуктивного горизонта – 2000 м) концентрация метана в 1,5 раза меньше, чем над Одоптинским (глубина залегания продуктивного горизонта – 1000 м, структура бо-

лее нарушена). Таким образом, аномально высокое содержание метана в водной толще Охотского моря в районе нефтегазоносных структур о-ва Сахалин объясняется прежде всего степенью их нарушенности и глубиной залегания верхнего продуктивного горизонта.

Распределение аномальных полей метана в районах гидратоносных структур сахалинского северо-восточного склона и в близрасположенных к ним областях Охотского моря

В результате комплексных исследований водной толщи и донных осадков северо-восточного сахалинского склона за период 1998-2009 гг. было установлено, что формирование аномальных полей метана в Охотском море в районах гидратоносных структур и прилегающих к ним участков связано с потоками метана из донных отложений в воду [8, 9, 6, 10, 11, 4, 12, 13, 14]. Последние являются следствием миграции газа через зоны разломов, которые в периоды сейсмотектонической активизации недр региона раскрываются, инициируя нарушение условий стабильности находящихся в осадочной толще газовых гидратов. Причем источником метана, помимо гидратного газа, является и свободный газ, накапливающийся под непроницаемыми газогидратными отложениями, а также газ, образующийся в результате микробной деятельности в приповерхностных горизонтах донных отложений.

На восточном склоне и шельфе о-ва Сахалин концентрация метана внутри и около газифицирующих из донных отложений струй, приуроченных к зонам разломов, составляет в среднем 10000-20000 нл/л [6]. Важно отметить, что концентрации

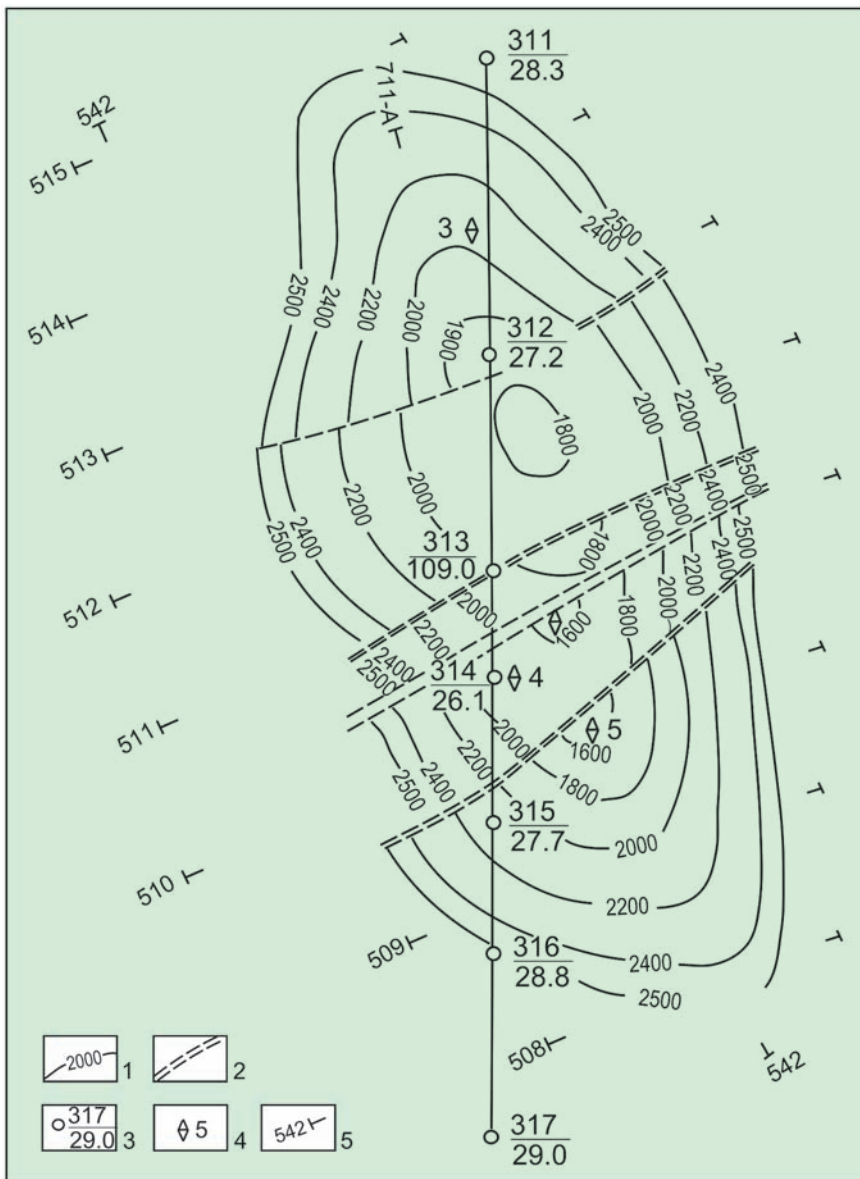


Рис. 3. Структурная схема Лунской нефтегазовой залежи [2]. 1 – изолинии подошвы Окобыкайской свиты, м; 2 – зоны разломов; 3 – газогеохимические станции (в числителе номер, в знаменателе – концентрация метана, мл/л · 10⁻⁴); 4 – скважина; 5 – геофизические профили

метана резко возрастают, когда источниками метана в осадочных отложениях являются газогидраты (рис. 4). Пузыри газа (метана) в районах очагов газовой разгрузки (рис. 5,а и 5,б) устремляются вверх и создают аномалии с максимальными значениями концентрации метана 20 000–200 000 нл/л у дна и 500-1000 нл/л по мере приближения к поверхности моря [12, 4, 13].

Анализ экспедиционных данных позволил выявить, что

распределение метана в водной толще северо-западной части Охотского моря в пределах гидратоносных структур, характеризующихся мощными газовыми выходами из донных отложений (Хаос, Китами, Иероглиф, Обжиров и др.), подчиняется общей закономерности [3, 12, 13]. Для вод глубже 700 м аномальные концентрации метана отмечаются в интервале 700-1000 м, при их почти полном отсутствии в промежуточном, подповерхностном и

поверхностном слоях. В мелководных областях склона (менее 700 м), а также в шельфовых районах Охотского моря аномально высокие концентрации метана встречаются на различных горизонтах.

В качестве примера последнего случая представим данные по водным колонкам на широтах 52°–54°36', полученные в 2005 г. [13]. Здесь начиная с поверхности моря и до дна зафиксированы аномальные концентрации метана. Особенно они высоки на широте 54°03,7', в районе которой проходит разлом НИС «Лаврентьев». На станции LV36-75С вся толща воды насыщена метаном (рис. 6). В поверхностном слое воды его концентрация составляет 1650 нл/л, в придонном (380 м) – 9200 нл/л. В промежуточных слоях воды обнаружены ещё большие концентрации метана – 19000 нл/л (150 м) и 14000 нл/л (300 м). К северу и югу от станции концентрации метана в воде несколько снижаются, но при этом остаются достаточно высокими – 500-5000 нл/л.

Примером распределения метана в водной толще шельфовых областей, которые в данном случае рассматриваются для сопоставления с результатами по гидратоносным участкам, расположенным на сахалинском склоне, может служить станция LV32-17CR, выполненная в пределах мощного газового факела (глубина моря 171 м) на широте 52°. До 2003 г. здесь в придонной воде отмечалась достаточно высокая концентрация метана: 2000-3000 нл/л. В 2003 г. фоновые концентрации метана (61-77 нл/л) в интервале глубин 0-30 м остались на прежнем уровне, тогда как с 60 до 152 м концентрации метана резко возросли от 1764 до 6286 нл/л. Это, вероятно, связано с изменением активности газовой разгрузки в этом районе. Источником метана здесь

служат нефтегазосодержащие отложения и/или углеводородная залежь. Газ поступает из них через зону разлома [12].

В пределах самой крупной из выявленных на данный момент в Охотском море гидратоносной структуры Хаос (глубина моря 960 м) существующую закономерность в распределении метана можно продемонстрировать на примере трех станций LV31-20CR, LV31-25CR (рис. 7, 8) и LV32-02CR (2003). Последняя располагается в центральной части Хаоса, в 200 метрах от станции LV31-24GS, где газогидраты обнаружены в самом верхнем слое осадка. Здесь в придонном слое воды определена аномально высокая концентрация метана – 1458 нл/л. От поверхности моря до 500 м концентрация метана не превышает фоновых значений – 54-77 нл/л, но по мере приближения к 700 м (902 нл/л) и далее концентрация возрастает более чем в 10 раз. Подобное вертикальное распределение метана в водной толще отмечено и на LV31-20CR (450 м северо-западнее LV32-02CR), и на LV31-25CR (между LV32-02CR и LV31-20CR). На некотором расстоянии, около 100-150 м, от области выхода пузырьков из донных отложений в воду зафиксированы фоновые концентрации метана на глубине от 500 м и до поверхности моря и аномально высокие значения от 700 м и глубже.

Следует обратить внимание и на тот факт, что указанная закономерность обнаружена и на станции LV32-04CR (глубина моря 1032 м). Местоположение этой станции (3 мили юго-восточнее Хаоса) специально было выбрано вдали от структур, характеризующихся мощными очагами разгрузки флюидов, чтобы выявить фоновые концентрации метана. Различие заключается лишь в наличии на LV32-04CR в интервале глубин моря 500-900 м повышенной концентрации ме-

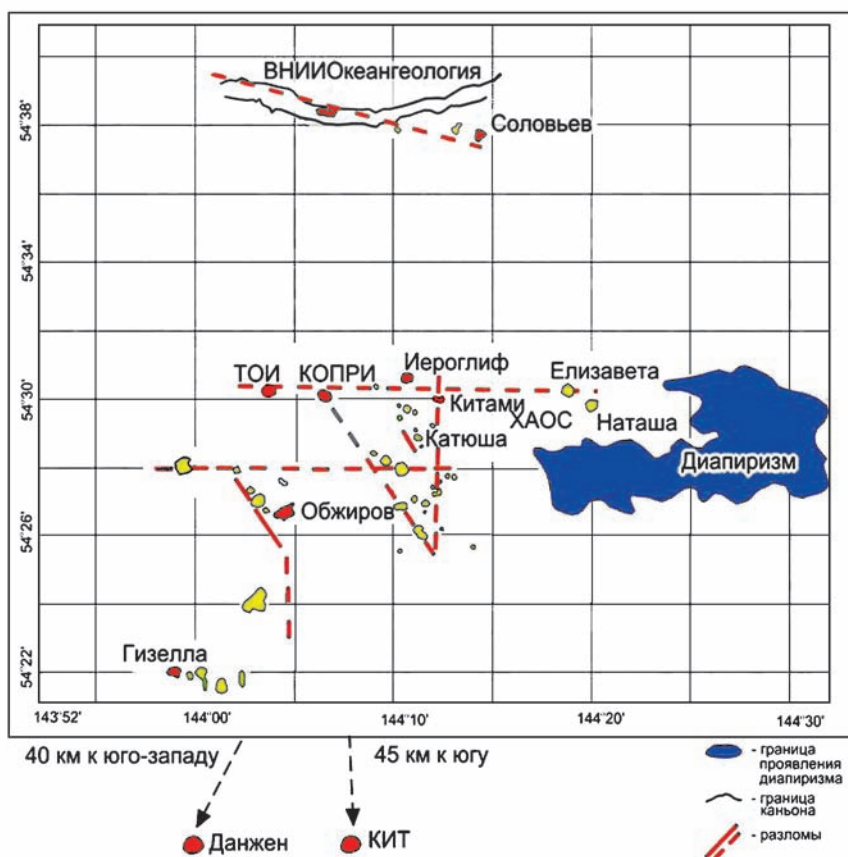


Рис. 4. Схема расположения выявленных (обозначены красным цветом) и предполагаемых (желтый цвет) скоплений газовых гидратов в ассоциации с очагами подводной газовой разгрузки на континентальном склоне о-ва Сахалин в Охотском море. По данным из отчета по 39-му рейсу на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» [14]

тана (170-320 нл/л). Вероятно, эта ситуация связана с горизонтальной миграцией аномально высоких концентраций метана придонного слоя воды в областях мощных потоков пузырей газа из донных отложений, связанных с гидратоносными районами, а также с перемешиванием верхних и нижних слоев водной толщи, в результате чего происходит формирование «смешанных» слоев за пределами газифицируемых участков морского дна.

Распределение метана в северо-западной части Охотского моря на широтах 48°-52° [13], за пределами гидратоносных и смежных с ними участков, демонстрирует фоновую концентрацию метана (20-30 нл/л) в придонном слое воды на глубине около 1000 м, которая иногда увеличивается до 60-130 нл/л.

Это указывает на отсутствие существенных выделений метана из донных отложений. В промежуточных слоях воды этого района, особенно на глубине 700 м и иногда на глубинах 200-300 м, аномальные концентрации метана достигают 150-350 нл/л и 700-1000 нл/л соответственно. Наблюдаемая картина, вероятно, является результатом поступления метанонасыщенных слоев воды со стороны шельфа.

Что касается газовой составляющей донных осадков Охотского моря, то её изучение в исследуемом районе позволило получить следующие результаты. Концентрации метана в поверхностном слое осадка обычно не превышают 0,01-0,02 мл/л. В осадках, не содержащих газовых гидратов, они, как правило, возрастают с 200 см

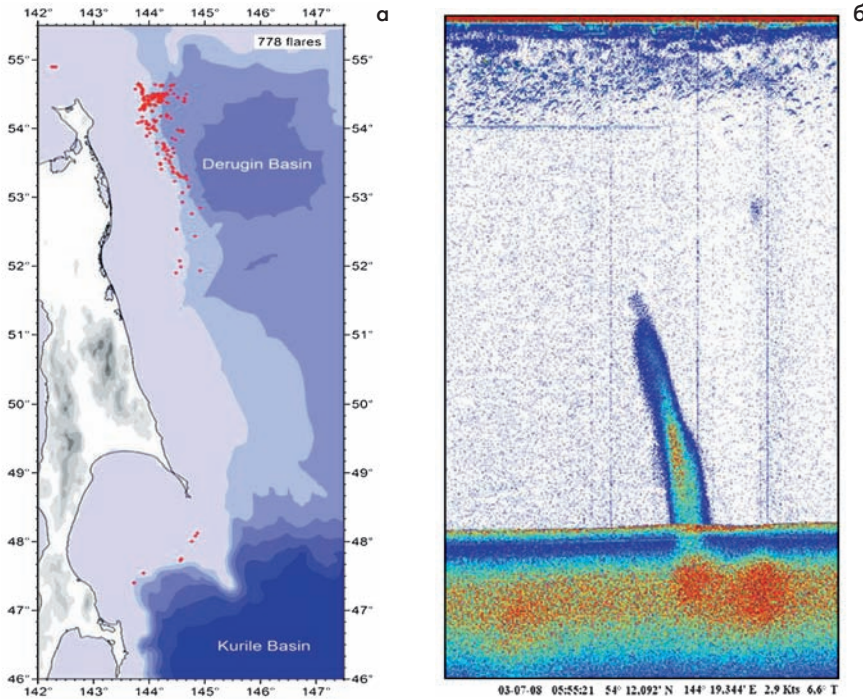


Рис. 5. Район распространения выходов пузырей метана на сахалинском восточном шельфе и склоне Охотского моря (а) и гидроакустическая эхограмма выхода пузырей метана (б) (запись сделана А.С. Саломатиным)

до 400-500 см и достигают 0,1-1,0 мл/л. В интервале глубин 600–1000 см концентрация метана увеличивается в 10 раз, а на 1100–1200 см – ещё в 10 раз по сравнению с вышележащим слоем [4]. Например, станция SO178-10-5 (49°44', 2004 г.): до 500 см концентрация метана составляет 0,003-0,09 мл/л, 600-1000 см – 0,2-4 мл/л, 1100-1200 см – 34 мл/л (рис. 9). Эта закономерность нарушается, если в осадке присутствуют газовые гидраты. В газогидратсодержащем осадке независимо от интервала (глубины от поверхности морского дна) концентрация метана может увеличиваться до 500 мл/л и более. Например, на станции LV36-15Н в районе структуры Копри распределение метана в осадке, содержащем газы гидраты почти на поверхности донных осадков, в интервале 40-60 см концентрация метана достигала 500 мл/л.

Очень высокая аномалия метана порядка 1000-3000 мл/л в

гидратсодержащих осадках, вероятно, объясняется наличием в осадке и захватом при опробовании кусочков или микровключений газовых гидратов. Например, в районе станции LV32-16GC структуры Хаос (2003 г.) концентрация метана на поверхности осадка составляет 2287,2 мл/л, а на глубине 250 см – 3198,4 мл/л. Следует обратить внимание на район станции LV36-10Н (структура Копри, 2005 г.). Здесь в керне газогидрат не обнаружен, но концентрация метана в подошве колонки достигает 70 мл/л (интервал 335 см). В этом же районе в придонной воде обнаружена аномалия метана – 2500 нл/л. Возможно, газогидрат в осадке данной станции всё-таки присутствует – либо в виде микровключений, или в более крупных по размерам формах ниже 4 м. То есть в данном случае аномалия метана служит индикатором возможного присутствия газогидрата в донных осадках.



Рис. 6. Распределение метана в водной толще на станции LV36-75C в районе разлома НИС «Лаврентьев» (2005 г.)

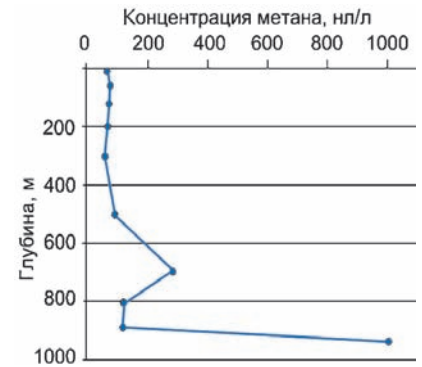


Рис. 7. Распределение метана в водной толще на станции LV31-20CR в районе структуры Хаос (2003 г.)

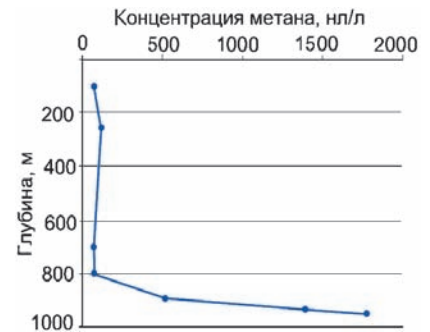


Рис. 8. Распределение метана в водной толще на станции LV31-25CR в районе структуры Хаос (2003 г.)

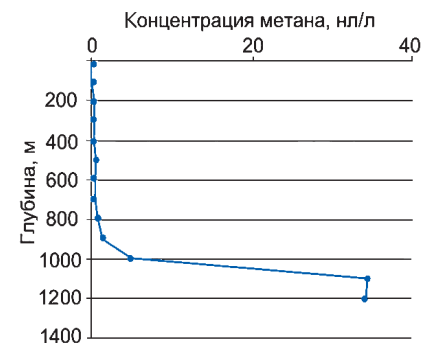


Рис. 9. Распределение метана в осадке, содержащем газы гидраты на горизонте 1000-1200 см, на примере станции SO178-10-5 (2004 г.)

Следует отметить, что потоки пузырей метана и сопряженные с ними поля газогидратов обнаружены на сахалинском северо-восточном шельфе и склоне, в районе мощной толщи осадочных отложений, содержащих нефтегазоносные слои. В районе их отсутствия, например, в центральной части Охотского моря, где незначительная мощность осадков (менее 1000 м) и нет нефтегазоносных слоев, ни полей газогидратов, ни потоков пузырей метана не встречено. То есть поступление термогенного метана к поверхности из глубоких горизонтов недр по зонам разломов способствует формированию газогидратов в донных отложениях. Условия для микробной продукции метана здесь такие же, как и в районе площадей газогидратопроявлений. Как уже отмечалось, этот вопрос будет подробно рассмотрен в следующей статье.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение распределения метана в донных осадках в пределах гидратоносных структур на сахалинском северо-восточном склоне указывает на высокие концентрации метана в гидратсодержащих горизонтах (300-3000 мл/л), превышающие фоновые значения на 4-6 порядков. Концентрации метана в водной толще в районе очагов газовой разгрузки в пределах районов газогидратопроявления превосходят фоновые концентрации метана на 3-4 порядка и концентрации над нефтегазоносными структурами на 1-2 порядка.

На основе полученных данных можно сделать следующие важные научные и практические выводы:

1) в водной толще Охотского моря формируются аномальные поля метана, которые оказывают воздействие на окружающую

среду, в том числе и на поставку в атмосферу тепличного газа – метана;

2) в районе очагов газовой разгрузки донные отложения насыщаются метаном, что влияет на развитие донных биосообществ (развитие полей некоторых представителей моллюсков, крабов, рыб);

3) в районе распространения полей газогидратов происходит нарушение поверхности дна при разрушении газогидратов в связи с изменением (повышением) температуры и(или) снижением давления, особенно в периоды сейсмোটонической активизации зон разломов;

4) гидратный метан можно добывать и использовать для нужд народного хозяйства [15]. Представленные результаты исследований полей метана и газогидратов возможно использовать для этих целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг метана в Охотском море / А.И. Обжиров [и др.]; отв. ред. А.И. Обжиров, А.Н. Салюк, О.Ф. Верещагина. Владивосток : Дальнаука, 2002. 250 с.
2. Газогеохимическое районирование и минеральные ассоциации дна Охотского моря / Обжиров А.И. [и др.]; отв. ред. Ю.К. Иващенко. Владивосток: Дальнаука, 1999. 184 с.
3. Шакиров Р.Б. Аномальные поля метана в Охотском море и их связь с геологическими структурами: дис. ... канд. геол.-мин. наук / ТОИ ДВО РАН. Владивосток, 2003. 175 с.
4. SO178-KOMEX Cruise Report: RV SONNE. Mass exchange processes and balances in the Okhotsk Sea / Eds. Dullo W.-Chr., Biebow N., Georgeleit K. Kiel, Germany, 2004. 125 p.
5. Обжиров А.И., Салюк А.Н., Шакиров Р.Б. и др. Потоки метана и газовые гидраты Охотского моря // Наука и техника в газовой промышленности. 2004. № 1/2. С.20-25.
6. Kurile Okhotsk Sea Marine Experiment (KOMEX II). Cruise Report: RV "Akademik Lavrentyev", cruise 29. Leg 1-2 / Eds. Biebow N., Kulinich R., and Baranov B. Kiel, Germany, 2002. 190 p.
7. Красный М. Охрана природы, мониторинг и обустройство сахалинского шельфа. Южно-Сахалинск: Рус. геогр. о-во. Сахалинское отд., 2001. 180 с.
8. Cruise Reports: KOMEX I and II. RV «Professor Gagarinsky». Cruise 22. RV «Akademik M.A. Lavrentyev». Cruise 28. GEOMAR Report 82 INESSA / Eds. Biebow N., Huetten E. Kiel, Germany, 1999. 188 p.
9. Biebow N., Ludmann T., Karp B. and Kulinich R. KOMEX: Kurile Okhotsk Sea Marine Experiment. Cruise Reports: KOMEX V and KOMEX VI, RV «Professor Gagarinsky». Cruise 26 and MV «Marshal Gelovany». Cruise 1. GEOMAR Report 88. Kiel, Germany, 2000. 296 p.
10. Матвеева Т.В., Соловьев В.А. Газовые гидраты Охотского моря: закономерности формирования и распространения // Журн. Рос. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 2003. Т. 47, № 3. С. 101-111.
11. Мазуренко Л.Л. Газогидратообразование в очагах разгрузки флюидов : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб., 2004. 27 с.
12. Cruise Report CHAOS-1: RV «Academic M.A. Lavrentyev». Cruises 31 and 32 / Eds. Matveeva T., Soloviev V., Shoji H., Obzhirrov A. SPb.: VNIIOkeangeologia, 2005. 164 p.
13. Комплексные геологические, гидрологические, газогеохимические и геофизические исследования в районе распространения газовых гидратов в Охотском море: заключит. отчет по результатам экспедиционных исследований по проекту «CHAOS-2» в 36 рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 21 мая – 10 июня 2005 г. / ТОИ ДВО РАН; рук. Обжиров А.И.; исполн. Николаева Н.А. [и др.]. Владивосток, 2005. 123 с.
14. Комплексные геологические, гидрологические, газогеохимические и геофизические исследования в районе распространения газовых гидратов в Охотском море: отчет по результатам экспедиционных исследований по проекту «CHAOS-3» в 39 рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 24 мая – 19 июня 2006 г. / ТОИ ДВО РАН; рук. Обжиров А.И.; исполн. Николаева Н.А. [и др.]. Владивосток, 2006. 62 с.
15. Юсупов В.И., Саломатин А.С., Обжиров А.И. Газогеофизический комплекс для обнаружения подводных выходов газогидратов: Пат. 70377 Российская Федерация 2008, Бюл. № 2.