

УДК 550.83(26)+550.834+551.465

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРОЕНИЯ И ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОКРАИН ЧУКОТСКОГО МОРЯ В 70-М РЕЙСЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА “АКАДЕМИК ОПАРИН”

© 2024 г. В. Н. Карнаух*, Е. Н. Суховеев, Д. А. Космач,
А. А. Коптев, С. А. Зверев, Э. А. Спивак

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

**e-mail: karnaukh@poi.dvo.ru*

Поступила в редакцию 29.05.2024 г.

После доработки 11.06.2024 г.

Принята к публикации 08.08.2024 г.

В ходе выполнения 70-го рейса НИС “Академик Опарин” были проведены геофизические и гидрологические исследования и атмосферные наблюдения на акватории шельфа Чукотского моря. Получены новые данные о строении морского дна, структуре осадочных отложений, особенностях магнитного поля, пространственном распределении парниковых газов на границе вода-атмосфера.

Ключевые слова: сейсмоакустика, приповерхностные скопления газа, подводная мерзлота, магнитное поле, метан, Чукотское море

DOI: 10.31857/S0030157424060153, **EDN:** FHFCTQ

С 24 октября по 3 декабря 2023 г. в соответствии планом государственного задания ТОИ ДВО РАН на 2023 г. в части тем “Палеоокеанология и палеоклиматология окраинных морей Востока Азии и примыкающих районов Северного Ледовитого и Тихого океанов, современное и мезозойско-кайнозойское осадконакопление, геодинамика, магматизм и рудогенез” и “Исследования климатических, геологических, биогеохимических и экологических последствий деградации реликтовой прибрежно-шельфовой криолитозоны морей Северной Евразии” была проведена экспедиция на НИС “Академик Опарин” (рейс № 70), целью которой являлись комплексные океанологические исследования строения и истории развития подводных окраин северо-восточной Евразии, состояния и динамики вод, осадконакопления в областях активной шельфовой и склоновой циркуляции вод, изучение их вклада в формирование геологических структур.

В экспедиции выполнялись батиметрические, сейсмоакустические и магнитометрические исследования дна Чукотского моря для определения геологического строения шельфа, выяснения характера деградации подводной мерзлоты и формирования приповерхностных скоплений газа. Для оценки межгодовой динамики эмиссии

метана в морях Тихоокеанского и Восточно-арктического сектора России производились гидрологическая съемка, измерения параметров геосистемы “литосфера–гидросфера–атмосфера”, количественное определение концентраций диоксида углерода и метана в атмосфере и морской воде по маршруту следования НИС и изотопное определение компонентов метана.

За время экспедиции получено 415 км высококоразрешающих сейсмоакустических профилей с высокочастотным профилографом “GeoPulse Subbottom Profiler”, 400 км профилей 16-канального сейсмического профилирования с электроискровым источником, 7000 км профилей эхолотного промера, 66650 определений значений магнитного поля, две океанологические станции, и попутные измерения концентрации парниковых газов (КПГ) на границе вода–атмосфера (рис. 1).

При изучении шельфа Чукотского моря были получены новые данные, касающиеся рельефа дна, строения осадочных отложений, структуре магнитного поля и характера распределения концентрации парниковых газов.

В водной толще северной части шельфа Чукотского моря обнаружены газовые факелы. Они располагаются в части шельфа, где в структуре

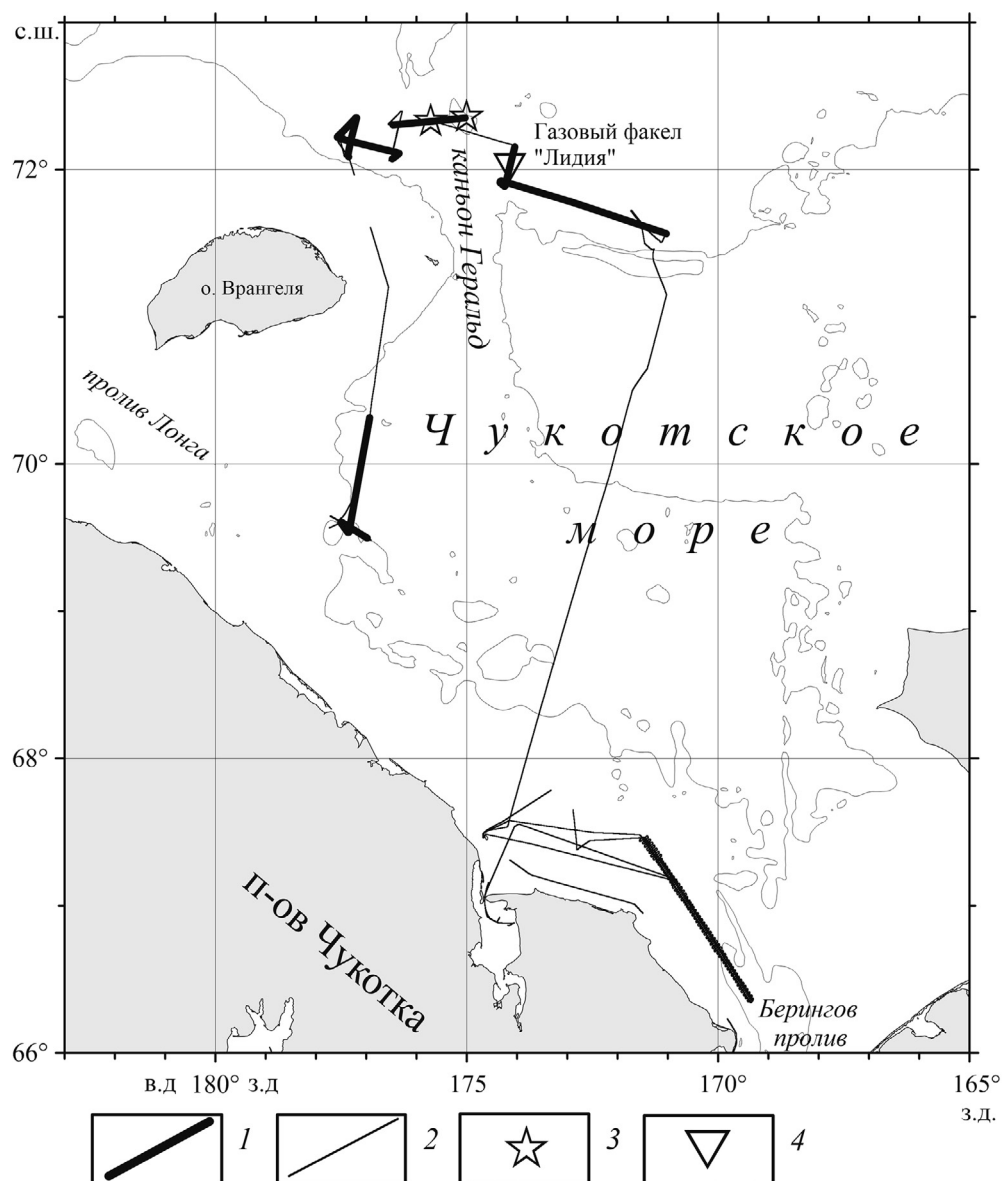


Рис. 1. Расположение геофизических профилей и океанологических станций, полученных в рейсе № 70 НИС «Академик Опарин» в Чукотском море. 1 – профили 16-канального сейсмопрофилирования, работ с профилографом, магнитометром, эхолотом, измерения КПП на границе вода-атмосфера; 2 – измерения КПП на границе вода-атмосфера и эхолотный промер; 3 – океанологические станции; 4 – местоположение газового факела в водной толще.

верхней части осадочных отложений установлены акустические аномалии газовой природы. Проведено детальное изучение осадочного чехла на глубину до, примерно, 300 м. В верхней части осадочных отложений обнаружены многочисленные погребенные эрозионные речные долины глубиной до 20 м и палеозера глубиной до 40 м. Наличие последних указывает на локальное протаивание грунта вследствие деградации многолетнемерзлых грунтов. В каньоне Геральд и на его западном борту установлены признаки современной гидрологической активности, выражающейся в формировании на морском дне обширной сети промоин глубиной до 6 м. В каньоне подтверж-

дено существование долгоживущей системы включений газа в осадочные отложения. Выполнен повтор высокоразрешающего сейсмоакустического профиля, отработанного ранее в 2008 г. Сравнение разрезов показало, что за прошедшие 15 лет наблюдается незначительное укрупнение акустической аномалии газовой природы в осевой части каньона. В результате эхолотных измерений получен массив батиметрических данных, уточняющих рельеф дна Чукотского моря. Получены новые геомагнитные данные, позволяющие детализировать характер распределения магнитного поля в Чукотском море. Установлено, что амплитуда измеренного магнитного поля

меняется от 56773.01 до 58759.22 нТл. Нормальное геомагнитное поле на участке исследований в период измерений составляло 57044–57594 нТл. Аномальное магнитное поле характеризуется существенным разбросом амплитуд от –437.65 до 1199.22 нТл.

Концентрации растворенного метана в поверхностном слое воды морей Тихоокеанского сектора по маршруту следования судна изменялись от 4.2 до 65 нМ/л, что свидетельствует о перенасыщении поверхностного слоя воды относительно атмосферы. Это позволяет считать исследованные акватории значимым источником эмиссии метана в атмосферу. Анализ вертикального распределения метана, полученного на двух комплексных гидрологических станциях в каньоне Геральд, показывает, что поверхностные концентрации метана являются в среднем характерными для всего восточноарктического шельфа с превышением относительно фона в 2–3 раза. Придонные концентрации в точках отбора свидетельствуют о наличии мощного локального источника эмиссии метана из донных осадков. На профиле выделяются горизонты высоких концентраций метана (относительно поверхностного и придонного горизонта), коррелирующие с вклиненным теплым слоем воды. Это может указывать на поступление метана из области формирования первоначальной аномалии, сформированной путем эмиссии из донных осадков на изобатах 30–40 м. По данным мониторинга содержания метана в воздухе анализаторов Picarro G2301 на 2 горизонтах, проявления повышенной разгрузки метана в Чукотском море не отмечены. В то же время минимальный уровень концентрации метана в приводном воздухе составил

2.02 ppm при среднем значении около 2.03 ppm, что намного превышает среднеширотную концентрацию метана равную 1.85 ppm. Источником этих повышенных концентраций метана в приводном воздухе могут быть поверхностные воды моря, в которые метан поступает из источников, находящихся на дне.

В поверхностном слое моря выделяются три основные водные массы. В южной части моря (до широты 66°) регистрировались теплые (2–3°C) и соленые (27–30 епс) воды, образованные в результате затока тихоокеанских вод из Берингова моря и смешения их с более холодными и более пресными водами Чукотского моря. У побережья Чукотки и в западной части моря располагалась холодная и распресненная поверхностная водная масса с температурой от –1°C до 0°C и соленостью порядка 25.5 епс. В северо-западной части моря, на границе плавучих льдов, отмечена холодная и соленая водная масса, характеризующаяся температурой –1.4°C и соленостью 31.5 епс.

Таким образом, океанологические исследования, выполненные в 70-м рейсе НИС “Академик Опарин”, позволили установить новые особенности геологического строения шельфа Чукотского моря и уточнить характер распределения парниковых газов.

Источники финансирования: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (темы № 124022100084-8, 124022100083-1), гранта РНФ № 21-77-30001.

Конфликт интересов. Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

STUDIES OF STRUCTURE AND FORMATION HISTORY THE SUBMARINE BORDERLAND OF CHUKCHI SEA IN THE 70TH CRUISE OF THE R/V “ACADEMIC OPARIN”

V. N. Karnaukh*, E. N. Sukhoveev, D. A. Kosmach, A. A. Koptev, S. A. Zverev, E. A. Spivak

Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch Russian Academy of Science, Vladivostok, Russia

** e-mail: karnaukh@poi.dvo.ru*

During the 70th cruise of the RV *Academic Oparin* geophysical, hydrological and atmospheric studies within the shelf Chukchi Sea were conducted. New data on the structure sea bottom, sedimentary cover, features of the magnetic field, spatial distribution of greenhouse gases at the water-atmosphere boundary.

Keywords: seismoacoustic, subsurface gas accumulations, submarine permafrost, magnetic field, methane, Chukchi Sea