

УДК 551.35 (262.5): 551.79

ГАЗОПРОЯВЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ШЕЛЬФА КРЫМА ПО ДАННЫМ НЕПРЕРЫВНОГО СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

© 2025 г. А. В. Хортов^{1,*}, А. А. Пронин¹, Н. А. Римский-Корсаков¹, А. Д. Мутовкин¹

Представлено академиком РАН М.А. Федонкиным 08.07.2024 г.

Поступило 08.07.2024 г.

После доработки 12.09.2024 г.

Принято к публикации 16.09.2024 г.

Представлены результаты сейсмоакустических исследований шельфа юго-восточной части Крыма, выполненные в 2018–2023 гг. сотрудниками Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, с использованием сейсмоакустического и акустического профилографов. Приводится сейсмостратиграфическое описание кайнозойского разреза юго-восточного шельфа Крыма с использованием данных инженерно-геологического бурения. В процессе интерпретации данных непрерывного сейсмоакустического профилирования в придонной части разреза были выделены аномальные участки, отождествляемые со скоплениями газа.

Ключевые слова: шельф, Крым, непрерывное сейсмоакустическое профилирование, спаркер, акустический профилограф, эхолот, газовый сип, метан, сейсмокомплекс, отражающий горизонт

DOI: 10.31857/S2686739725010071 EDN: GWWIEE

ВВЕДЕНИЕ

Исследования выполнялись отрядом Института океанологии РАН в экспедициях научно-исследовательских судов (НИС) “Пеленг” Севастопольского отделения ГОИН и “Профессор Водяницкий” ФИЦ ИнБЮМ (115, 116, 124 и 126-ые рейсы) в 2018–2023 гг. в соответствии с Планом морских экспедиций на научно-исследовательских судах Минобрнауки России.

Цели исследования включали получение новых геолого-геоморфологических данных по истории развития шельфа полуострова Крым, необходимых для восстановления малоизученных этапов палеогеографической истории формирования континентальной окраины Крыма в новейшее время, которые позволят уточнить существующие представления об изменении уровня Чёрного моря, уточнить положение древней гидрографической сети и установить связи береговых и субаквальных морфоструктур.

При этом решались задачи промера глубин, непрерывного сейсмического профилирования (НСАП) и акустического зондирования осадочных отложений, а также панорамной съёмки поверхности дна с помощью гидролокатора бокового обзора.

Следует отметить, что исследования с близкими целями и задачами в этом районе проводились рядом научно-исследовательских организаций. Среди них следует выделить работы института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, институт геологических наук НАН Украины, ГНЦ АО Южморгеология, МГУ им. М.В. Ломоносова и др. [1–6].

Технически выполнение задач исследований включало: эхолотный промер и сейсмоакустическое профилирование шельфа, выполненных для промера глубин и получения изображений структуры верхнего слоя осадочных отложений в виде разрезов вдоль маршрута движения судна буксируемыми необитаемыми подводными аппаратами (БНПА), в частности, сейсмоакустическими и акустическими профилографами (рис. 1). В ходе работ были выявлены многочисленные аномальные зоны, связанные со скоплениями газа в верхней части осадочного

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова
Российской Академии наук, Москва, Россия

* E-mail: khortov.av@ocean.ru

чехла. Ввиду того, что сейсмоакустические исследования методом НСАП в этой части шельфа Крыма ранее практически не проводились, а акустическое профилирование проводилось очень ограниченно, то можно утверждать, что, практически, все обнаруженные сейсмоакустическим отрядом ИО им. П.П. Ширшова РАН в 2018–2023 гг. придонные скопления газа выявлены впервые.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для НСАП использовался сейсмоакустический комплекс “Геонт-шельф” на основе электроискрового излучателя (“спаркер”) и приёмной сейсмокосы. Информация, полученная с помощью сейсмоакустического комплекса “Геонт-шельф” дополнялась данными геоакустического зондирования профилографом АП-5Т с рабочей частотой 5 кГц, использующего частотно-модулированную посылку.

Сейсмоакустический комплекс “Геонт-шельф” включает:

- сейсмический накопитель энергии SPES-600: блок управления разрядом и блок высоковольтных конденсаторов;
- устройство ввода сейсмических сигналов PSA-1;
- забортную буксируемую часть: излучатель спаркера и приёмную антенну (сейсмокосу).

Забортная буксируемая часть оборудования состоит из:

- многоэлектродного излучателя спаркера (на 64 потенциальных электрода);
- приёмной антенны: 25-ти метровой сейсмической косы с 10 пьезоприёмниками,

помещёнными в полиуретановый шланг с шагом 2 м и залитыми жидким парафином;

- буксировочной штанги (“Выстрел”) длиной 5 метров с оттяжками из капронового фала;
- буксировочного кабеля излучателя спаркера и приёмной сейсмокосы.

Сейсмическая коса буксировалась с правого борта с помощью выдвигной штанги “Выстрел”, а гондола профилографа опускалась за борт при помощи П-рамы (рис. 2).

Устройство и принцип работы указанной аппаратуры подробно рассмотрены в работах [7, 8].

ПАРАМЕТРЫ РЕГИСТРАЦИИ

Перед началом работ проводилась настройка аппаратуры сейсмической съёмки. Были выполнены настроечные записи НСАП, по которым установили следующие параметры регистрации:

- мощность излучателя не менее 600 Дж при $C = 50$ Мкф;
- диапазон частот 100–1200 Гц;
- период излучения 1.5 с;
- усиление $20 \times 100 = 2000$;
- время регистрации $100 \text{ мкс} \times 4000 = 400 \text{ мс}$;
- скорость судна 8–10 узлов.

По мере изменения глубин параметры регистрации менялись. Кроме профилографа с источником типа “спаркер”, для изучения придонной части разреза, в указанных рейсах применялся высокочастотный акустический профилограф и бортовой эхолот. Для исследования строения верхней толщи осадочных отложений был применён метод непрерывного акустического профилирования



Рис. 1. Схема работ НИС “Профессор Водяницкий” в 2018–2023 гг. 1 – изобаты; 2 – сейсмоакустические профили НСАП комплекса “Геонт-шельф” (чёрный цвет) и акустические профили профилографа АП-5Т (коричневый цвет); 3 – скважины инженерно-геологических изысканий (ИГИ)



Рис. 2. Фото НИС “Профессор Водяницкий”, показывающее буксировочные приспособления сейсмической аппаратуры. Стрелкой показана буксировочная штанга “Выстрел”

на ходу судна акустическими импульсами с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) несущей частоты, который был реализован с использованием акустического профилографа АП-5Т, разработанного в ИО им. П.П. Ширшова РАН. АП-5Т включает буксируемое тело (носитель акустических антенн), кабельную буксирную линию, накопительную кабельную вьюшку, судовой электронный блок и персональный компьютер для отображения и регистрации данных. При пересчёте времени в глубину скорость волн считалась постоянной и принималась равной скорости в верхнем слое грунта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С учётом изученности верхней части осадочного чехла крымского шельфа и керченско-таманского шельфа, а также результатов исследований фауны остракод в инженерно-геологических скважинах Глубокая-1 и Глубокая-2 (см. рис. 1) было установлено, что в строении выделенных на сейсмоакустических профилях сейсмокомплексов участвуют голоценовые ново- и древнечерноморские отложения (СК-7), новоэвксинские отложения верхнего неоплейстоцена (СК-6), карангатские и узунларские (СК-5, СК-4) и древнеэвксинские (СК-3) отложения среднего неоплейстоцена. Сейсмокомплексы СК-2 и СК-1 представлены, по-видимому, более древними, ранними неоплейстоценовыми отложениями чаудинского ритма. Нижние слои залегают на триас-юрских породах таврической серии, являющихся фундаментом. Более подробно сейсмостратиграфическое расчленение неоген-четвертичных отложений юго-восточного шельфа Крыма с привязкой к скважинам инженерно-геологического бурения на структуре Глубокая нами дано в работе [9].

При интерпретации полученных результатов были выделены аномальные участки записи, стратиграфически приуроченные к верхнеплейстоценовым отложениям и отождествляемые со скоплениями природного газа. Было отмечено, что часть из выявленных аномалий приурочена к областям развития палеодельт плейстоценовой погребённой гидросети. Известно, что каждая река имеет двухэтажное строение. Помимо песчаных скоплений, связанных с конусами выноса палеорек, на юго-восточном шельфе аккумулирующим резервуаром также могут являться аллювиальные отложения их подруслового ложа. Именно с этой частью палеодельты могут быть связаны значительные газофлюидные скопления.

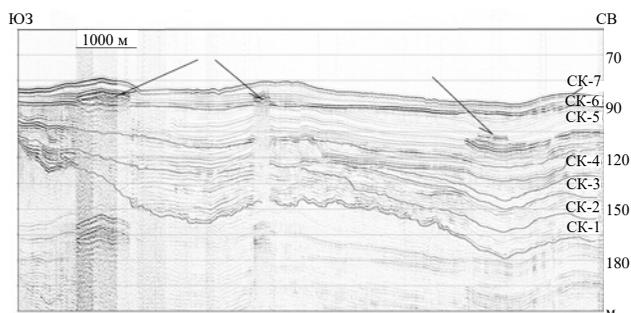


Рис. 3. Фрагмент сейсмоакустического профиля 1 НСАП на траверсе г. Ялта. Стрелками показаны газовые скопления, приуроченные к отложениям верхнего неоплейстоцена

На рис. 3 показан фрагмент сейсмоакустического профиля, на котором в интервале 80–120 м отмечаются отложения палеорусел и приуроченные к ним газовые скопления.

Отмеченные участки отличаются от сопредельных по ряду динамических и кинематических признаков, характерных для газопроявлений в сейсмическом волновом поле.

Наиболее характерными признаками, создающими аномальные эффекты в поле отражённых волн, являются: резкое возрастание амплитуд, изменения полярности волн с положительной на отрицательную, прогибание под “яркими пятнами” границ ниже залегающих отражающих горизонтов за счёт уменьшения скорости прохождения волн в газосодержащих грунтах.

Методика выявления газовых аномалий и их интерпретация в сейсмическом волновом поле Чёрного моря и в других акваториях довольно подробно изложена в ряде работ [10–12].

На рис. 4 показаны выделенные на сейсмоакустических профилях скопления газа в придонной части разреза, приуроченные к верхнеплейстоцен-голоценовым отложениям.

Выделяемые по сейсмическим признакам аномальные зоны, отождествляемые со газовыми скоплениями, нами разделяются на три типа.

Первый тип аномалий связан с придонными “бескорневыми” скоплениями газа в следствие диагенеза в третичных отложениях. Они образуют характерные зоны потери корреляции, обусловленные поглощением сейсмического сигнала на участках скоплений газа. Выделяемые по амплитудно-частотным признакам, размеры этих скоплений по латерали могут достигать нескольких километров. На рис. 5 показана зона потери корреляции, связанная с локальным скоплением газа в придонной части юго-восточного

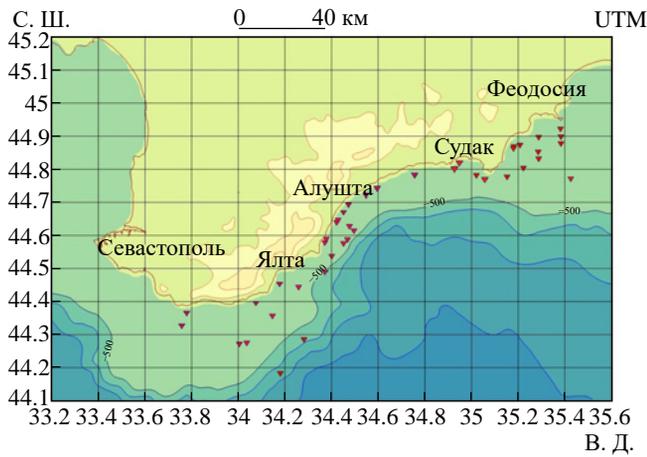


Рис. 4. Схема газовых скоплений в юго-восточной части крымского шельфа по данным сейсмоакустического профилирования

шельфа на меридиане г. Судак. Такие скопления образуются в результате латерального движения флюида по восстанию слоёв. По-видимому, газофлюидная смесь мигрирует по песчаным пропласткам со стороны Западно-Черноморской впадины вверх по восстанию слоёв в направлении берега.

Второй тип аномалий обусловлен вертикальными перетоками глубинного газа под действием аномально высоких пластовых давлений, с характерными узкими вертикальными зонами, часто именуемых в публикациях “флюидный прорыв”. Для них характерно вертикальная столбчатая форма и направленность с образованием небольших, до нескольких метров высотой и десятки и даже сотни метров шириной, поднятий в рельефе дна. В их пределах наблюдается сложный рисунок записи, связанный, по-видимому, со скоплениями песка, выносимого флюидными потоками по вертикальным разломам из глубинных горизонтов, с образованием поднятий в рельефе дна. По отношению к общему характеру записи, такие участки носят явно деструктивный характер, поэтому в специализированной литературе их, в определённых случаях, именуют зонами деструкции. На рис. 6 стрелками показаны поднятия в рельефе дна в четвертичных отложениях южнее Алушты, по-видимому, образованное разгрузкой газовой смеси, с выносом песчаного материала на поверхность дна.

Отмеченные выше поднятия в рельефе дна есть форма проявления локальных газовых потоков глубинных углеводородов, обычно сопровождающихся, помимо песка, выбросами сопочной брекчии, обломочного материала, воды и формирующих конусовидные холмы с кратерами

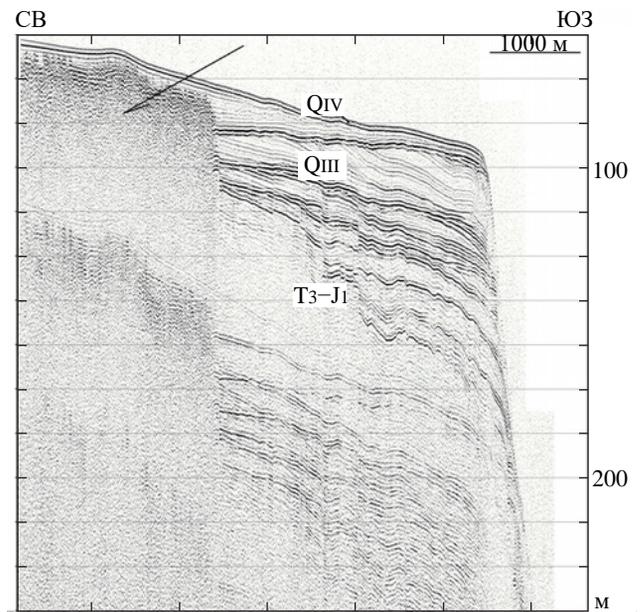


Рис. 5. Фрагмент сейсмоакустического профиля 2 НСАП шельфа и склона в районе Судакской бухты. Стрелкой показано газовое скопление в отложениях верхнего плейстоцена

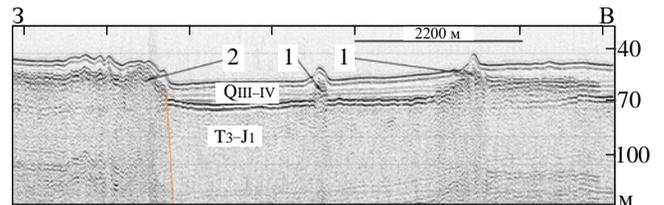


Рис. 6. Фрагмент сейсмоакустического профиля 3 НСАП шельфа на траверсе г. Алушта. Стрелками показаны: 1) газовые проявления, вероятно, связанные с грязевулканической деятельностью (с координатами 44. 36. 38 с. ш., 34. 29. 36 в. д.); 2) приуроченные к современным поднятиям фундамента юго-восточной материковой окраины Крыма

на вершинах. Образование грязевых вулканов характерно для мест выхода углеводородов. Существует немало примеров подобных образований, как в Чёрном море, так и в других акваториях [12].

Геодинамическая активность в геологическом районе от г. Ялты до г. Алушты проявляет себя по системам разломов и отдельным вертикальным зонам деструкции горных пород. Следы движения потоков глубинных флюидов – субвертикальные геологические тела, которые проникают на поверхность по крупным нарушениям сплошности осадочного чехла и связаны с интенсивными локализованными зонами разгрузки

углеводородных флюидов. Отмеченные субвертикальные геологические тела могут являться каналами миграции углеводородов, проявляясь на поверхности выходами газов, нефти, воды. Как следствие, в этих зонах наблюдаются вулканизм, диапиризм и вертикальное структурообразование, выделение и струйная вертикальная миграция водорода, латеральная миграция подвижных флюидов и другие, связанные с этим явлением, геологические процессы [13].

Изучением состава газа совместно занимались сотрудники Института морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН (Севастополь) и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Образцы пузырькового газа ими отбирались при помощи специальных газовых ловушек, установленных на морское дно в районе мыса Фиолент, бухты Ласпи, побережья г. Ялты и др. Проведённые исследования состава газовых сипов показали, что в компонентном составе пузырькового газа преобладает метан. Установленный этими работами полигенный состав флюидных потоков метана, вероятнее всего, объясняется их глубинной миграцией [14, 15].

Третий тип аномалий относится к приподнятым блокам пород фундамента юго-восточной материковой окраины Крыма. К ним приурочены скопления газа, которые на сейсмоакустических профилях выглядят в виде динамически затемнённых участков, в пределах которых наблюдается потеря корреляции отражающих горизонтов. На широтном профиле от меридиана п. Малореченское до меридиана м. Чауда отчётливо выделяются приподнятые и опущенные приподнятых по вертикальным разломам блоки пород таврической серии, перекрытые маломощными отложениями верхнеплейстоцен-голоценового возраста. Участки интенсивного газопроявления приурочены к приподнятым в современное время тектоническим блокам, а путями миграции газофлюидной смеси являются ограничивающие их разломы (рис. 7).

В районе работ первый тип аномалий стратиграфически приурочен, преимущественно, к приповерхностной части верхнеплейстоцен-голоценовых отложений, а второй и третий типы могут охватывать более значительный интервал записи.

Первый тип аномалий связан с толщами палеодельтовых и палеорусловых накоплений. Проявление этих газов и формирование их скоплений обусловлено латеральной миграцией вверх по поднятию слоев.

Аномалии второго и третьего типов связаны с проявлениями глубинно-миграционных газов

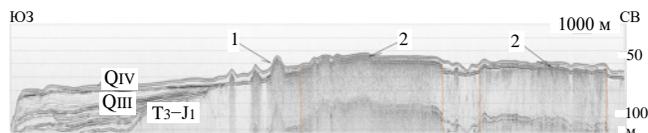


Рис. 7. Фрагмент регионального широтного сейсмоакустического профиля 4 НСАП по линии п. Малореченское – мыс. Чауда. Стрелками показаны: 1) газовые проявления, вероятно, связанные с грязевулканической деятельностью (с координатами 44.42.80 с. ш., 35.00.87 в. д.); 2) приуроченные к современным поднятиям фундамента юго-восточной материковой окраины Крыма

и приурочены, прежде всего, к активным тектоническим зонам и областям развития грязевого диапиризма. При этом крупные тектонические нарушения играют решающую роль в создании вертикальных каналов миграции газофлюидных потоков и формировании газовых струй. Сотрудниками АО «Южморгео» были опубликованы анализы химического и изотопного составов газов из осадков (процентное содержание гомологов метана, концентрация углекислого газа и азота), отобранных в пробах грунта в северо-западной части Чёрного моря в зоне разлома на континентальном склоне и в глинах грязевых вулканов. Их идентичный состав привёл авторов к выводу о том, что газ метан имеет преимущественно глубинное происхождение. В верхние слои осадочного чехла он поступает путём фильтрации или струйной миграции [16].

На акустических профилях отчётливо выделяется просачивание газа из осадочных пород в воду в зонах разгрузок (рис. 8).

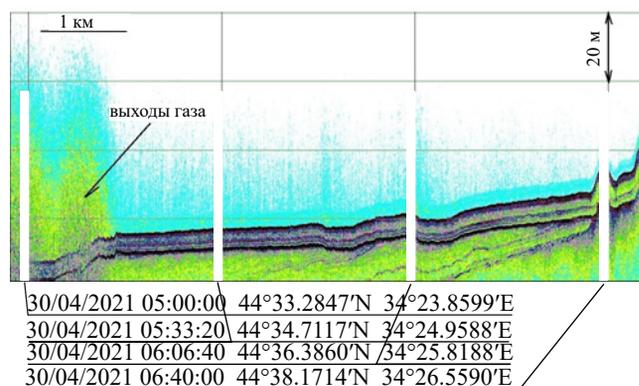


Рис. 8. Фрагмент акустического профиля 5 вблизи г. Ялта, в районе горы Аю-Даг, показывающий выход газа на поверхность дна в точке с координатами 44°33'28" с. ш., 34°23'85" в. д.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сейсмостратиграфический анализ полученных материалов показал, что выявленные на юго-восточном шельфе Крыма газовые проявления в количестве 40 аномалий, стратиграфически приурочены к верхнеплейстоцен-голоценовым отложениям. В качестве аккумулярующих пород могут выступать отложения плейстоценовых палеodelьт, следы которых обнаружены по данным НСАП в районе исследования.

Генетически, выявленные аномалии нами подразделяются на три типа. Первый тип связан с придонными “бескорневыми” скоплениями газа, образованных латеральными перетоками. Второй тип обусловлен узкими вертикальными зонами выхода газифлюидной смеси под действием аномально высоких давлений. Третий тип газовых скоплений приурочен к разломам, связанных с приподнятыми блоками пород фундамента.

Выполненные сейсмоакустические исследований также показали, что для материковой окраины Крыма характерно блоковое строение. Дифференцированные вертикальные неотектонические движения здесь играли и продолжают играть решающую роль в строении юго-восточного шельфа, в формировании глубинных разломов, как каналов миграции флюидов из глубинных горизонтов на поверхность дна [17, 18]. Именно в зонах активной разломной тектоники происходит формирование газовых скоплений, грязевых вулканов и газовых сипов. Выявленные работами НИС “Профессор Водяницкий” различные типы газифлюидных проявлений являются тому подтверждением. Газонасыщенные, с зонами АВПД, отложения являются особенностью субаквальной инженерно-геологической обстановки. Площади их распространения являются опасными для инженерного строительства. Давление и выбросы газа в водную толщу сопровождаются деформацией поверхности дна, формированием оползней, снижением несущей способности грунтов и т.п. Разгерметизация газовых скоплений в верхней части разреза в ходе бурения может привести к прорыву газа, образованию котлованов и загазованности водной толщи [19, 20].

ВЫВОДЫ

Выявленные по данным сейсмоакустического профилирования придонные скопления метана расположены в юго-восточной части

крымского шельфа и приурочены к песчаным отложениям плейстоцен-голоценового возраста, преимущественно, вблизи разломных зон.

Выявленные аномалии находятся в области развития палеodelьтовых систем, породы которых обладают хорошими аккумуляющими свойствами.

Выделено три типа газовых скоплений, генетически связанных с латеральными перетоками, грязевулканической деятельностью и вертикальной миграцией по глубинным разломам.

Выходы газа на поверхность дна обусловлены сейсмической активностью сооружения Горного Крыма и являются следствием проявлений новейшей тектоники.

Периодическая активизация разломных блоков, лежащих в основании осадочного чехла, вносит значительный вклад в формирование приповерхностных газовых скоплений, что свидетельствует о вероятности их глубинного происхождения.

Выявление газовых скоплений в придонной части осадочного чехла имеет важное значение с точки зрения мониторинга потенциально опасных районов для инженерного строительства и судоходства.

Для уточнения генезиса и зональности газовых скоплений, выявленных по данным сейсмоакустики, необходимо по всем линиями сейсмоакустических профилей НСАП дополнительно провести полный комплекс исследований, включая акустическое профилирование, исследования гидролокатором бокового обзора и эхолотирование.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность морякам НИС “Профессор Водяницкий” и сотрудникам ИМБЮМ за постоянную помощь в работе.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования проведены в рамках государственного задания по теме № FMWE-2024-0024, а также при финансовой поддержке проекта РФФИ № 20-05 00384_А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мейснер Л. Б., Туголесов Д. А. Флюидогенные деформации в осадочном выполнении Черноморской впадины // Разведка и охрана недр. 1997. № 7. С. 18–22.

2. Шнюков Е. Ф., Пасынков А. А., Клещенко С. А. и др. Газовые факелы на дне Черного моря. Киев, 1999. 133 с.
3. Глебов А. Ю., Круглякова Р. П., Шельтинг С. Л. Естественные выделения углеводородных газов в Черном море // Разведка и охрана недр. 2001. № 8. С. 19–22.
4. Шнюков Е. Ф., Старостенко В. И., Русаков О. М., Кутас Р. И. Глубинная природа газовых факелов западной части Черного моря по результатам геофизических исследований // Геол. и полезн. ископ. Мирового океана. 2005. № 5. С. 70–82.
5. Круглякова Р. П., Круглякова М. В., Шевцова Н. Т. Геолого-геохимическая характеристика естественных проявлений углеводородов в Черном море // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2009. № 1. С. 37–51.
6. Шнюков Е. Ф., Коболев В. П., Пасынков А. А. Газовый вулканизм Черного моря. Киев: “Логос”, 2013. 384 с.
7. Римский-Корсаков Н. А., Пронин А. А., Хортов А. В. и др. Технология и результаты сейсмоакустического профилирования на шельфе Крыма в 124 рейсе НИС “Профессор Водяницкий” // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 2. 2023. С. 37–43.
8. Римский-Корсаков Н. А., Пронин А. А., Мутовкин А. Д. и др. Сейсмостратиграфия материковой окраины Крыма по данным сейсмоакустического профилирования / В сборнике: “Состояние и перспективы ГРП на нефть и газ на континентальном шельфе Российской Федерации”, 1–2 июня 2023 года. Вып. 2. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2023. 86 с.
9. Хортов А. В., Римский-Корсаков Н. А., Пронин А. А. и др. Сейсмостратиграфические исследования крымского шельфа методом непрерывного сейсмоакустического профилирования // Доклады РАН. Науки о Земле. 2023. Т. 512. № 2. С. 134–140.
10. Димитров Л. Л. Газово-акустические аномалии осадочного чехла Болгарского Черноморского шельфа // Геологическая эволюция западной части Черноморской котловины в неоген-четвертичное время. София: Изд-во Болгарской академии наук, 1990. С. 362–380.
11. Гайнанов В. Г. О природе ярких пятен на временных разрезах сейсмоакустического профилирования // ГЕОразрез. Электронный научный журнал университета “Дубна”. 2008. № 2. С. 1–18.
12. Мараев С. Л., Хортов А. В. Вертикальные деструктивные флюидоразгрузочные зоны Каспия как разновидность геологических опасных явлений // Научный журнал Российского газового общества. Раздел Геоэкология. 2022. № 1. С. 30–35.
13. Шнюков Е. Ф., Пасынков А. А., Любичкий А. А. и др. Формы рельефа дна Черного моря как возможные проявления современной геодинамической активности // Геол. и полезн. ископ. Мирового океана. 2012. № 2. С. 99–103.
14. Малахова Т. В., Канапацкий Т. А., Егоров В. Н. и др. Микробные процессы и генезис струйных метановых газовыделений прибрежных районов Крымского полуострова // Микробиология. 2015. Т. 84. № 6. С. 743–752.
15. Малахова Т. В., Малахова Л. В., Мурашова А. И. и др. Мониторинг мелководных сипов у мыса Фиолент (Черное море) // Океанология. 2023. Т. 63. № 1. С. 135–148.
16. Kruglyakova R. P., Vyakov Y. A., Kruglyakova M. V. et al. Natural oil and gas seeps of the Black Sea floor // Geo-Marine Letters. 2004. № 23. P. 193–201.
17. Евсюков Ю. Б., Руднев В. И. Геоморфология и неотектоническое преобразование материковой отмели в западной части Черного моря // Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 3(50). С. 46–55.
18. Есин Н. И., Хортов А. В. Динамика вертикальных движений земной коры в голоцене // Экология гидросферы. 2022. № 2 (8). С. 47–68.
19. Миронюк С. Г., Клещин С. М. Опыт применения геофизических методов с целью идентификации морских геологических опасностей // ГеоИнжиниринг. 2010. № 1. С. 48–54.
20. Миронюк С. Г., Маркарьян В. В., Шельтинг С. К. Опыт комплексной оценки и крупномасштабного инженерно-геологического районирования северо-восточного шельфа Черного моря по геологической опасности для строительства линейных объектов // Инженерные изыскания. 2013. № 13. С. 48–59.

GAS SHOWS WITHIN THE SOUTHEASTERN SHELF OF THE CRIMEA ACCORDING TO CONTINUOUS SEISMOACOUSTIC PROFILING DATA

© 2025 A. V. Khortov[#], A. A. Pronin, N. A. Rimsky-Korsakov, A. D. Mutovkin

Presented by Academician of the RAS M.F. Fedonkin July 8, 2024

P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[#]E-mail: khortov.av@ocean.ru

The research was carried out by a team from the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences during the expeditions of the research vessels (RV) “Peleng” of the Sevastopol branch of the State Oceanographic Institute and “Professor Vodyanitsky” of the Federal Research Center InBYuM (115th, 116th, 124th and 126th voyages) in 2018–2023 in accordance with the Plan of Marine Expeditions on Research Vessels of the Ministry of Education and Science of Russia. At the same time, the tasks of depth measurements, continuous seismic profiling (CSAP) and acoustic sounding of sedimentary deposits, as well as panoramic survey of the bottom surface using a side-scan sonar were solved. The objectives of the study included: firstly, obtaining new geological and geomorphological data on the history of the development of the Crimean Peninsula shelf, necessary for restoring poorly studied stages of the paleogeographic history of the formation of the continental margin of Crimea in modern times, which will clarify the existing ideas about the change in the Black Sea level, and secondly, obtaining new geological and geomorphological data on the paleogeomorphology of the Crimean Peninsula shelf, which will clarify the position of the ancient hydrographic network and establish the connections of coastal and subaqueous morphostructures. In the process of interpreting continuous seismoacoustic profiling (CSAP) data, anomalous areas identified with gas accumulations were identified in the bottom part of the section.

Keywords: shelf, Crimea, continuous seismoacoustic profiling (CSAP), sparker, acoustic profiler, echo sounder, gas seep, methane, seismic complex, reflecting horizon