

УДК.551.465

**НЕПРЕРЫВНОЕ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЕ  
СЕЙСМОПРОФИЛИРОВАНИЕ ВДОЛЬ ТРАНСАТЛАНТИЧЕСКОГО  
РАЗРЕЗА РОТТЕРДАМ (ГОЛЛАНДИЯ)–МОНТЕВИДЕО (УРУГВАЙ)  
(40-Й РЕЙС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА  
“АКАДЕМИК ИОФФЕ”)**

© 2014 г. О. В. Левченко

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва*

*e-mail: olevses@rambler.ru*

Поступила в редакцию 07.02.2013 г.

DOI: 10.7868/S0030157414020154

В период с 7 по 31 октября 2012 г. выполнен 40-й рейс НИС “Академик Иоффе” в Атлантическом океане, в котором были продолжены исследования в рамках программы сейсмофациального анализа четвертичных отложений Атлантического океана в перегонных трансатлантических рейсах [1]. Рейс организован Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН) и проводился за счет средств Программы Президиума РАН 23 “Фундаментальные проблемы океанологии: геология, физика, биология, экология”. Состав экспедиции (начальник О.В. Левченко) включал четырех сотрудников ИО РАН, все работы проводились отрядом сейсмоакустики (начальник Ю.Г. Маринова). Экспедиционный рейс был совмещен с перегонем судна из Европы после завершения туристического сезона в Арктике до конечности Южной Америки для выполнения туристических круизов в Антарктиде. В связи с жестким расписанием этих круизов программа исследований строго привязывалась к кратчайшему маршруту перегона на скорости, превышающей обычный экономичный ход в 9 узлов (рисунок). Из-за ограниченного времени исключались любые исследования на станциях, требующие остановки судна. Научная программа экспедиции предусматривала лишь сейсмоакустическую съемку супервысокого разрешения по маршруту судна из Роттердама (Голландия) в Монтевидео (Уругвай) для определения тонкой структуры верхней части океанских осадочных отложений и их фациальной изменчивости с целью уточнения особенностей седиментационных процессов, влияющих на формирование современного облика океанского дна. Исследование осадков проводилось узколучевым параметрическим эхолотом-профилографом “SES-2000 deer” (частота зондирования 5–6 кГц) с цифровой системой сбора и обработки данных. Аппаратура оставалась в рабочем со-

стоянии на судне после 37-го рейса НИС “Академик Иоффе” (весна 2012 г.), по окончании которого во время стоянки судна в порту Бремерхафен (Германия) сотрудниками компании “Innotar Technologie GmbH” была выполнена профилактика профилографа “SES-2000 deer”.

Эти регулярные исследования были начаты в 26-м рейсе НИС “Академик Сергей Вавилов” (2009 г.) [4] и продолжены в 32-м (2010 г.) [1], 33-м (2011 г.) [2], 35-м (2011 г.) [3] и 37-м (2012 г.) рейсах НИС “Академик Иоффе”. В результате прямой корреляции данных высокочастотного сейсмоакустического промера с вскрытыми скважинами глубоководного бурения разрезами неоген-четвертичных отложений впервые удалось детально расшифровать тонкую структуру верхней части осадочного покрова ряда принципиально важных морфоструктурных элементов и связанных с ними фациальных комплексов дна Атлантики. В 32-, 33-, 35- и 37-м рейсах НИС “Академик Иоффе” полученные сейсмоакустические профили интерпретировались на основании одновременно отобранных в них геологических колонок. Для интерпретации данных сейсмопрофилирования 40-го рейса, в котором пробоотбор осадков не проводился из-за лимита времени, будут использованы скважины глубоководного бурения и геологические колонки, расположенные на его маршруте. Новый трансатлантический сейсмоакустический профиль 40-го рейса НИС “Академик Иоффе” существенно дополнил сейсмоакустические профили, выполненные ранее в этих рейсах в полосе трансатлантического геотраверса. Наличие компенсатора качки (MRU) позволяло проводить сейсмоакустическое профилирование в любых погодных условиях, однако на протяжении почти всего рейса волнение океана не превышало 2-х баллов. Общая протяженность выпол-

ненного сейсмоакустического профилирования SES составила около 5550 миль (объем цифровых записей 13.6 Гб).

На участках геотраверза через подножие континентального склона Юго-Западной Европы, Северо-Западной Африки и Южной Америки новый профиль прошел на сравнительно небольшом расстоянии от выполненных в прошлых рейсах профилей, планомерно наращивая и сгущая сетку получаемых разрезов. Это создает возможность площадной корреляции сейсмофаций и сейсмофациальных переходов и позволяет детализировать сейсмофациальный анализ, результаты которого послужат основой реконструкции океанологических и климатических условий недавнего геологического прошлого. Первые же результаты такой корреляции данных 32-, 33- и 35-го рейсов НИС “Академик Иоффе” существенно дополнили представления о седиментационных процессах на континентальном подножии в области действия контурных течений. Было выяснены аккумулятивные и эрозионные аспекты деятельности контурных течений и гравитационных потоков при накоплении четвертичных отложений в районе западного замыкания канала Колумбия, к северу от подводной горы Сан-Томе [6]. На склоне плато Сан-Паулу и у его подножия был выявлен ряд эрозионно-аккумулятивных контуритовых систем: вдоль подножия было прослежено продолжение контуритового канала Сан-Паулу и генетически связанного с ним намывного вала; впервые на склоне плато были обнаружены контуритовые террасы, отражающие положение границ водных масс в настоящее время и в период максимума последнего оледенения [5]. На абиссальных участках в глубоководной части маршрута 40-го рейса (котловины Канарская, Зеленого Мыса, Бразильская), где этот профиль прошел намного дальше через необследованные ранее участки геотраверза, он принес новую информацию о структуре четвертичных отложений, их сейсмофациях, фациальных переходах, процессах седиментогенеза и относительной роли гравитационных осадочных потоков и придонных течений.

В результате проведенных в экспедиции работ:

1. Получена новая непрерывная информация о глубоководных сейсмофациях Атлантического океана по новому маршруту судна от континентальной окраины Южной Европы до континентальной окраины Бразилии и Уругвая. Новый профиль SES дополнил сетку профилей 2010–2012 гг. трансатлантического геотраверза, что позволяет выполнить площадной сейсмофациальный анализ на тех участках дна Атлантического океана, где все профили находятся на относительно близком расстоянии.

2. В результате выполненного высокоразрешающего профилирования SES выявлены новые

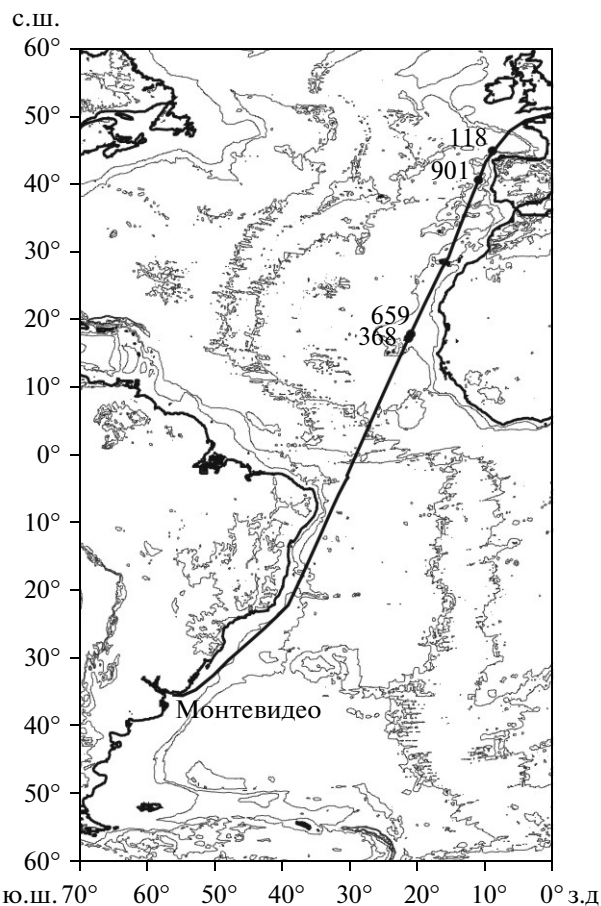


Схема маршрута 40-го рейса НИС “Академик Иоффе”, показаны пересеченные скважины глубоководного бурения.

или мало известные черты тонкой структуры верхней, неоген-четвертичной, части осадочного чехла Атлантического океана вдали от профилей прежних рейсов (в котловинах Сьерра-Леоне и Бразильской, а также на Срединно-Атлантическом хребте).

3. Дополнена база высокоразрешающих сейсмоакустических данных SES, что позволит сопоставлением их с имеющимися геологическими данными уточнить представления о процессах четвертичного осадконакопления на континентальном подножии Южной Европы (Бискайский залив, Иберия) и Северо-Западной Африки. Прежде всего, рассмотреть акустические признаки распознавания двух основных типов отложений и по этим косвенным акустическим признакам более детально рассмотреть соотношение двух главных механизмов седиментации в этой фациальной зоне в четвертичное время: поставка терригенного материала стекающими по склону гравитационными (турбидными) потоками и перемыв этого материала вдольсклоновыми (контурными) течениями.

4. Продолжено совершенствование методики высокоразрешающей съемки с акустическим узколучевым параметрическим профилографом “SES-2000 deer” в глубоком океане, где показана высокая эффективность использования этого прибора для детального исследования тонкой структуры глубоководных донных осадков.

Кроме научных результатов 40-го рейса НИС “Академик Иоффе” необходимо отметить следующие важные моменты:

1. Малая затратность экспедиции, бюджет которой составил порядка 300 тыс. руб. Доказано, что при таких небольших затратах при необходимости можно выполнять полноценные попутные трансатлантические научные экспедиции на НИС “Академик Иоффе”.

2. Максимальное использование судовой научной аппаратуры, что крайне важно для выполнения партнерских обязательств в рамках сотрудничества с немецкой компанией “Innomar Technologie GmbH”, которая безвозмездно установила профилограф “SES-2000 deer” на НИС “Академик Иоффе”. Важно, чтобы эта аппаратура работала как можно больше времени, без длительных перерывов.

3. Наконец, самое важное – подготовка кадров. Исследования в рейсе выполнены коллективом из 4-х человек, трое из которых в возрасте 24–26 лет. Все молодые участники экспедиции полностью справились со своими обязанностями, о чем свидетельствует успешное выполнение всей программы рейса и полученные новые данные высокого качества. Однако следует отметить, что лишь один из них впервые участвовал в подобном рейсе, тогда как двух остальных можно отнести к “ветеранам”, т.е. они сознательно и с большим желанием работали в рейсе. Накопленный опыт позволил Ю.Г. Мариновой, участвующей уже в пятом подобном трансатлантическом рейсе, полностью справиться с должностью начальника отряда на всех этапах экспедиции: подготовка, выполнение работ, написание отчета. Можно уверенно утверждать, что при общем дефиците экспедиций в Мировом океане в последние 20 лет подобные рейсы являются хорошей практикой для молодых исследователей и главным, если не единственным способом их закрепления в профессии. Все три молодых участника 40-го рейса показали большую заинтересованность в продолжении исследований в трансатлантических экспедициях. Это подтверждает главный вывод о том, что для закрепления молодых кадров в институте необходимо обеспечить их участие в научных рейсах. Без этого трудно рассчитывать на

естественную смену поколений. Для этого переронные трансатлантические рейсы НИС “Академик Иоффе” и “Академик Сергей Вавилов” с их важной для молодежи романтикой дальних странствий представляют огромные возможности, и необходимо максимально развивать эту практику в будущих рейсах. Поэтому призываем руководителей подразделений ИО РАН и других научных организаций находить финансовые возможности, как показал опыт 40-го рейса вполне доступные, для того, чтобы обеспечить своим молодым сотрудникам возможности участия в этих трансатлантических рейсах.

Большая благодарность Дирекции Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН за организацию рейса, директору компании “Innomar Technologie GmbH” С. Мюллер за использованную аппаратуру, а также экипажу НИС “Академик Иоффе” во главе с капитаном В.А. Иониным и научному составу экспедиции за слаженную работу при выполнении научной программы рейса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00744).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левченко О.В., Мурдмаа И.О. Стратегия системных исследований структуры донных осадков вдоль трансатлантических геотраверзов (32-й рейс научно-исследовательского судна “Академик Иоффе”, осень 2010 г., Калининград – Ушуая) // *Океанология*. 2013. Т. 53. № 1. С. 139–144.
2. Левченко О.В., Мурдмаа И.О. Комплексные исследования вдоль трансатлантического разреза Ушуая (Аргентина) – пролив Ла-Манш, 33-й рейс научно-исследовательского судна “Академик Иоффе” // *Океанология*. 2013. Т. 53. № 2. С. 279–284.
3. Левченко О.В., Мурдмаа И.О. Комплексные исследования вдоль трансатлантического разреза Галифакс (Канада)–Монтевидео (Уругвай), 35-й рейс научно-исследовательского судна “Академик Иоффе” // *Океанология*. 2013. Т. 53. № 3. С. 425–427.
4. Мурдмаа И.О., Левченко О.В., Маринова Ю.Г. О четвертичных сейсмофазах континентального подножия Атлантического океана // *Литология и полезные ископаемые*. 2012. № 5. С. 427–450.
5. Borisov D.G., Murdmaa I.O., Ivanova E.I., Levchenko O.V. Contourite accumulative and erosional features on the southern escarpment of the San Paulo Plateau // *Abstr. Intern. Workshop “Dialogue between contourite and oceanography processes”*. 18–29 January, 2013, Hull, UK. P. 23.
6. Murdmaa I.O., Borisov D.G., Demidova T. et al. Very high resolution seismic profiling at the Brazil margin // *EOS*. 2012. V. 93. № 25. P. 233–234.