

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МОРЯХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОМ И ЛАПТЕВЫХ В РАМКАХ 4-ГО ЭТАПА ЭКСПЕДИЦИИ «ТРАНСАРКТИКА-2019»

<sup>1,2</sup>Талденкова Е.Е., <sup>3</sup>Шманяк А.В., <sup>4</sup>Кассенс Х., <sup>4</sup>Эверс Ф.

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

<sup>2</sup>ФГБУ «АНИИ», Санкт-Петербург

<sup>3</sup>ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург

<sup>4</sup>Гельмгольц Центр по изучению Океана в Киле (ГЕОМАР), Киль, Германия

Приводится информация о геологических работах в морях Восточно-Сибирском и Лаптевых, выполненных в рамках 4-го этапа экспедиции «Трансарктика-2019» (11.09-23.10.2019 г.). Основная часть работ была проведена в сравнительно мало изученном с геологической и палеоокеанологической точки зрения Восточно-Сибирском море, которое во время экспедиции было полностью свободно ото льда. Отобраны керны осадков из различных участков шельфа и континентального склона для последующего анализа и изучения с целью реконструкции изменений палеосреды в позднем плейстоцене и голоцене и геологического картирования.

Ключевые слова: *палеоокеанология, геологическая съемка, голоцен, поздний плейстоцен, Восточно-Сибирское море, море Лаптевых*

**Введение.** Оценка современного состояния природной среды требует знания о естественном тренде ее изменения в контексте недавнего геологического прошлого, за пределами эпохи инструментальных наблюдений. Геологические исследования в ходе 2-ой части 4-го этапа экспедиции «Трансарктика-2019» (11.09.-23.10.2019 г.) были, в основном, сосредоточены в Восточно-Сибирском море, прежде всего, в силу того, что его строение осадочного чехла и история развития за последние несколько десятков тысяч лет исследованы крайне фрагментарно. Кроме того, в силу ряда объективных причин, работы в море Лаптевых были сокращены, и здесь отбирались только поверхностные образцы для общих геологических задач. Приоритетная необходимость проведения работ в Восточно-Сибирском море непосредственно связана с его удаленностью и практически круглогодичным ледовым покровом. До настоящего времени считанное количество экспедиций работало в этом районе, в основном, в международной зоне [Stein et al., 2010; Гусев и др., 2012; Niessen et al., 2013; Cronin et al., 2017; Schreck et al., 2018]. Данные о геологическом строении центральных районов моря практически отсутствуют. Соответственно, помимо палеоокеанологических реконструкций (см. ниже), важной задачей геологических работ в рамках экспедиции являлось получение информации, необходимой для геолого-съемочных работ.

В течение последних десятков лет своей геологической истории шельфовые моря Сибири подвергались масштабным трансформациям, от затопления в межледниковые эпохи до осушения и формирования вечной мерзлоты в эпохи оледенений. В последнее время появляются также свидетельства существования в некоторых частях Восточно-Сибирского шельфа позднеплейстоценовых ледниковых покровов, при этом размеры, возраст и причины образования этих покровов остаются неясными и требуют дальнейших детальных исследований [Stein et al., 2010; Niessen et al., 2013; Schreck et al., 2018]. Не менее важным является реконструкция характеристик водных масс в регионе в разные геологические эпохи, которые зависят от флуктуаций уровня моря и определяются взаимодействием атлантических и тихоокеанских вод, а также речного стока и процессов ледообразования/таяния льдов.

В соответствии с вышеизложенным, цели и задачи геологических исследований в экспедиции были сформулированы следующим образом:

*Цели:*

- реконструкция ледниково-межледниковых изменений природной среды Восточно-Сибирского моря на основе детального анализа кернов морских осадков комплексом литологических, микропалеонтологических, геохимических и изотопных методов с применением абсолютного датирования;
- детальное изучение поверхностных осадков Восточно-Сибирского моря с целью уточнения особенностей геологического строения территории, для последующего составления литологической карты ГГК-1000/3 поверхности морского дна на часть акватории Восточно-Сибирского моря; границ и площадей развития донных отложений с определением их вещественно-генетической принадлежности.

*Задачи:*

- отбор коротких (до 50 см, с помощью боксера/коробчатого дночерпателя) и длинных (до 10 м, с помощью круглой и коробчатой ударных/гравитационных трубок) колонок морских осадков на шельфе и континентальном склоне в интервале глубин от 20 до 300 м;
- пробоотбор донных отложений для комплекса аналитических исследований, который включает в себя: гранулометрический, геохимический, минералогический анализ, что позволит существенно увеличить достоверность карт комплекта ГГК-1000/3, а также получить данные для оценки состояния геологической среды.

**Материалы и методы.** Согласно задачам экспедиции, состав работ на судне во время экспедиции включал пробоотбор донных осадков различными методами – дночерпателем с площадью захвата 0.2 м<sup>2</sup>, большим коробчатым пробоотборником (боксером, 50x50x60 см, модель Oktorpus box corer 2500 производства Oktorpus GmbH, Киль, Германия), круглой ударной прямоточной трубкой (диаметр 12 см, длиной до 5 м, модель GC 125 производства Oktorpus GmbH, Киль, Германия) и коробчатой ударной прямоточной трубкой (размер 15x15 см, длина до 5 м, HYDROWERKSTAETTEN, Киль, Германия). Для колонок осадков из боксера и коробчатой ударной трубки приводилось геологическое описание разрезов. Также описание проводилось для ряда разрезов из дночерпателя, в том случае, если удавалось получить ненарушенные осадки.

Работа на «полной» (палеоокеанология и общая геология – литология, геохимия) геологической станции включала в себя ряд последовательных операций: подъем длинных ударных трубок, подъем боксера, пробоотбор из дночерпателя (в случае неиспользования боксера). На всех станциях, где брались керны с помощью ударных трубок, в дополнение к ним, для изучения поверхностных и подповерхностных осадков, брался либо боксер, либо дночерпатель. Всего было сделано 12 полных станций в Восточно-Сибирском море (Рис. 1). На остальных 15 станциях в Восточно-Сибирском море и 9 станциях в море Лаптевых проводился отбор образцов только из дночерпателя (Рис. 1).

Хранение и вся аналитическая обработка полученных проб будет выполняться в российско-германской Лаборатории по морским и полярным исследованиям им. О.Ю. Шмидта при АНИИ (ОШЛ) (г. Санкт-Петербург) и в ФБГУ «ВСЕГЕИ» (г. Санкт-Петербург).

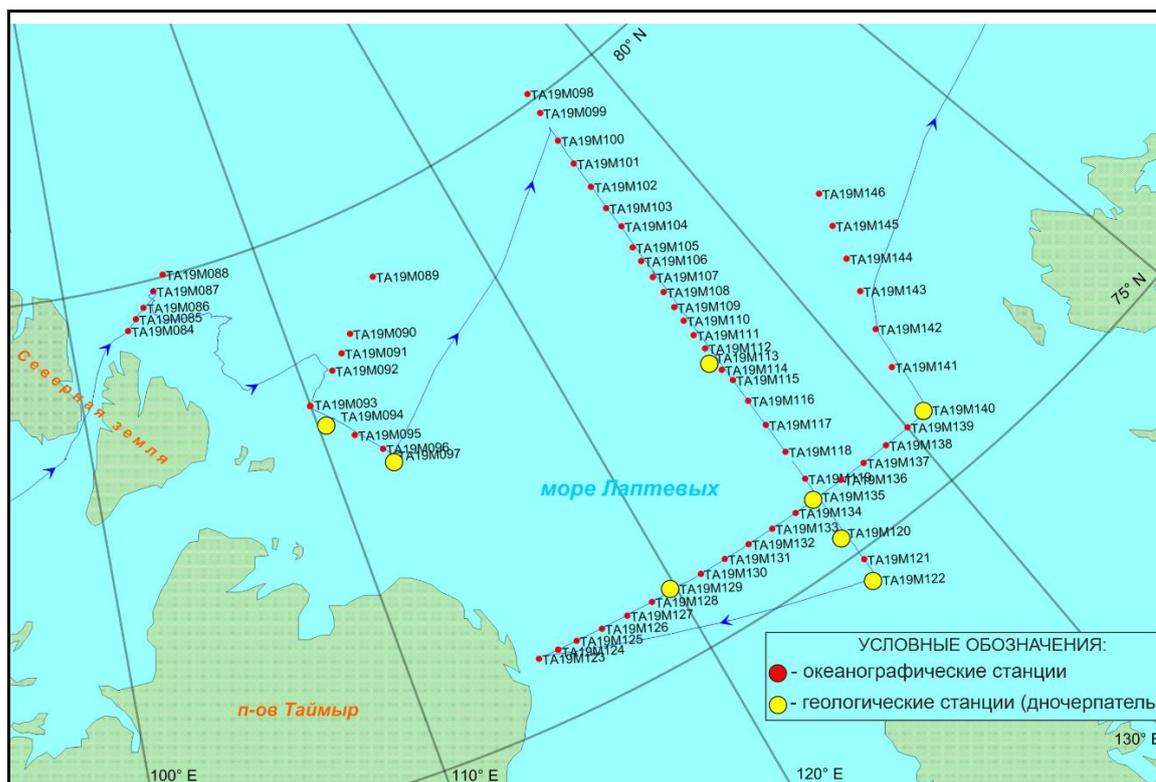


Рис. 1а.

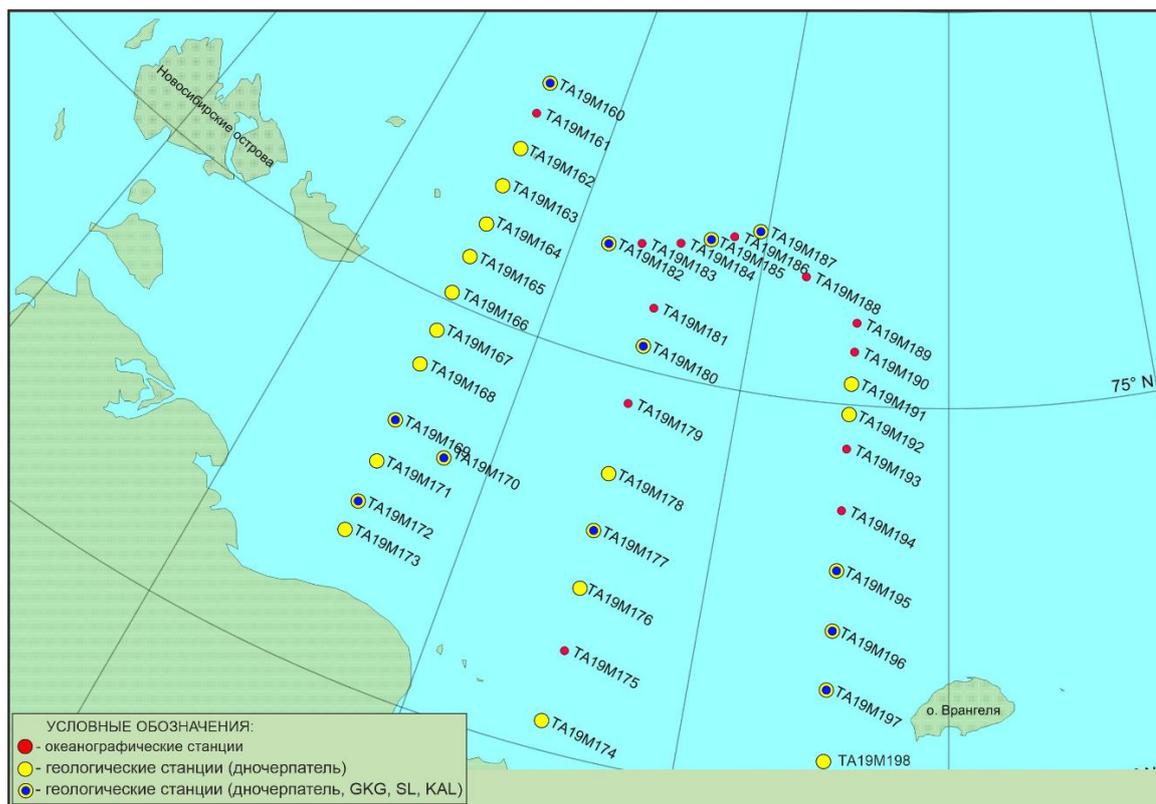


Рис. 1б.

Рис. 1. Схема района работ: а – море Лаптевых, б – Восточно-Сибирское море.

**Предварительные результаты.** На настоящий момент нами сделано литологическое описание 5-ти разрезов из боксорера и одного разреза осадков из

коробчатой ударной трубки. Кроме того, составлены литологические описания 18-ти разрезов осадков из дночерпателя. Судя по этим описаниям, мы можем предположить, что изучение последовательности различных слоев в этих разрезах позволит реконструировать историю изменения палеосреды и палеоклимата до времени последнего позднплейстоценового оледенения или даже древнее и позволит приблизиться к ответу на вопрос о существовании ледника на территории шельфа Восточно-Сибирского моря. До настоящего времени нет опубликованных данных о длинных морских колонках из центральной части этого моря. Мы полагаем крайне перспективным изучение длинных колонок, в частности, 3-х и 5-ти метровых колонок осадков со станции ТА19М169. Результаты наших исследований дадут представление о природном тренде изменения климата, что важно для прогноза и моделирования его будущих изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

Гусев Е.А., Зинченко А.Г., Бондаренко С.А., Аникина Н.Ю., Деревянко Л.Г., Максимов Ф.Е., Кузнецов В.Ю., Левченко С.Б., Жеребцов И.Е., Попов В.В. [Новые данные о рельефе и четвертичных отложениях внешнего шельфа Восточно-Сибирского моря](#) // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Вып. 4. М.: ГЕОС. 2012. С. 58-68.

Cronin T.M., O'Regan M., Pearce C., Gemery L., Toomey M., Semiletov I., Jakobsson M. [Deglacial sea-level history of the East Siberian and Chukchi Sea margins](#) // *Climate of the Past*. 2017. V. 13. P. 1097-1110.

Niessen F., Hong J.K., Hegewald A., Matthiessen J., Stein R., Kim H., Kim S., Jensen L., Jokat W., Nam S.-I., Kang S.-H. [Repeated Pleistocene glaciation of the East Siberian continental margin](#) // *Nature Geoscience*. 2013. V. 6. P. 842-846.

Schreck M., Nam S.-I., Polyak L., Vogt C., Kong G.-S., Stein R., Matthiessen J., Niessen F. [Improved Pleistocene sediment stratigraphy and paleoenvironmental implications for the western Arctic Ocean off the East Siberian and Chukchi margins](#) // *Arktos*. 2018. 4:21. Doi:10.1007/s41063-018-0057-8.

Stein R., Matthiessen J., Niessen F., Krylov A., Nam S., Bazhenova E. [Towards a better \(litho-\) stratigraphy and reconstruction of Quaternary paleoenvironment in the Amerasian Basin \(Arctic Ocean\)](#) // *Polarforschung*. 2010. V. 79. P. 97-121.

#### GEOLOGICAL RESEARCHES IN THE EAST SIBERIAN AND LAPTEV SEAS DURING THE 4th STAGE OF THE TRANSARCTIC-2019 EXPEDITION

<sup>1,2</sup> Taldenkova E.E., <sup>3</sup> Shmanyak A.V., <sup>4</sup> Cassens H., <sup>4</sup> Evers F.

<sup>1</sup>Moscow State University M.V. Lomonosov Moscow State Geographical Faculty

<sup>2</sup>Arctic and Antarctic Research Institute (AANII), St. Petersburg

<sup>3</sup>All-Russian Geological Research Institute named after A.P. Karpinsky (VSEGEI), St. Petersburg

<sup>4</sup> Helmholtz Ocean Research Center in Kiel (GEOMAR), Kiel, Germany

Information is given on geological work in the East Siberian and Laptev Seas carried out as part of the 4th stage of the Transarctic-2019 expedition (September 11-23, 10, 2019). Most of the work was carried out in the East Siberian Sea, which was studied relatively little from a geological and paleo-oceanological point of view, which was completely ice-free during the expedition. Sediment cores from various sections of the shelf and the continental slope were selected for subsequent analysis and study with the aim of reconstructing the changes in the paleoenvironment in the Late Pleistocene and Holocene and geological mapping.

Keywords: *paleo-oceanology, geological survey, Holocene, Late Pleistocene, East Siberian Sea, Laptev Sea*