

УДК 551.89

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УРОВНЯ МОРЯ НА ОСТРОВЕ БОЛЬШОЙ СОЛОВЕЦКИЙ В РАННЕМ ГОЛОЦЕНЕ (БЕЛОЕ МОРЕ, РОССИЯ)

Ю. А. Кублицкий¹⁾, Т. Ю. Репкина^{2),3)}, А. В. Орлов^{1),3)},
А. К. Крехов⁴⁾, В. В. Брылкин¹⁾, Е. Д. Вяткин⁵⁾

¹⁾Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Мойки 48, 191186, г. Санкт-Петербург, Россия, uriy_87@mail.ru

²⁾Институт географии РАН, Старомонетный переулок, дом 29, стр. 4, 119017,
Москва, Россия, t-repkina@yandex.ru

³⁾ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Английский проспект, д. 1, 190121,
Санкт-Петербург, Россия, 95orlov@rambler.ru

⁴⁾Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб.,
д. 7–9, 199034, Санкт-Петербург, Россия

⁵⁾Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Ленинские горы, д. 1, 119991, Россия, Москва, Россия

В статье представлены результаты полевых работ (2022-2023 гг.) на о. Большой Соловецкий (Белое море, Россия). Целью работ было выявление максимального уровня позднеледниковой трансгрессии и сроков начала регрессии раннего голоцена. Были выполнены отбор донных отложений озер для литологического описания и радиоуглеродного датирования, определение высоты урезов озер и древних береговых линий с помощью DGPS, а также георадиолокационное профилирование (георадар ОКО-3, антенны с частотой 50 и 250 МГц). Полученные результаты позволили сделать выводы о том, что максимальный уровень позднеледниковой трансгрессии не превышал 25 м относительно современного уровня моря; регрессия раннего голоцена началась ~10,9 тыс. лет.

Ключевые слова: донные отложения озер; относительный уровень моря; палеолимнология; Белое море; Соловецкий архипелаг; позднеледниковая трансгрессия; регрессия раннего голоцена.

NEW DATA ON CHANGES IN RELATIVE SEA LEVEL IN THE BOLSHOY SOLOVETSKY ISLAND IN THE EARLY HOLOCENE (WHITE SEA, RUSSIA)

Yu. A. Kublitsky¹⁾, T. Yu. Repkina^{2),3)}, A. V. Orlov^{1),3)}, A. K.
Krekhov⁴⁾, V.V. Brylkin¹⁾, E. D. Vyatkin⁵⁾

¹⁾Herzen State Pedagogical University of Russia, 48 Moika Embankment, 191186, St.
Petersburg, Russia, uriy_87@mail.ru

²⁾Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetny Lane,
building 4, 119017, Moscow, Russia, t-repkina@yandex.ru

³⁾*Federal State Budgetary Institution “VNIIOkeangeologia”, Angliyskiy Avenue, 1, 190121, St. Petersburg, Russia, 95orlov@rambler.ru*

⁴⁾*St. Petersburg State University, Universitetskaya Embankment, 7-9, 199034, St. Petersburg, Russia*

⁵⁾*Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia*

The article presents the first results of field work (2022-2023) on Bolshoy Solovetsky Island (White Sea, Russia) aimed at identifying the maximum level of Late Glacial transgression and time of Early Holocene regression. The work included GPR profiling (GPR OKO-3, antennas with frequencies of 50 and 250 MHz), DGPS leveling, as well as the selection of lake sediments for analytical studies and radiocarbon dating. The results obtained allowed us to conclude that the maximum level of Late Glacial transgression did not exceed 25 m relative to modern sea level and the regression of the Early Holocene occurred ~ 10.9 ka cal BP.

Keywords: lake sediments; relative sea level; paleolimnology; White Sea; Solovetsky Archipelago; Late Glacial transgression; Early Holocene regression.

Соловецкие острова — архипелаг, расположенный в северной части Онежской губы Белого моря, на границе Балтийского щита и Русской плиты [1]. Архипелаг состоит из шести крупных и более чем 110 мелких островов, самый крупный остров - Большой Соловецкий (площадь ~ 225 кв. км) [2].

Историю позднеледникового развития Соловецких островов изучают более 200 лет. За это время были изучены рельеф полуострова и строение отложений террас (детальный обзор истории исследований приведен в [3]), в том числе выделены древние береговые линии [4]. Береговые линии на высотах 20.5-23.5 и 17-19 м над у.м. были соотнесены с позднеледниковой и среднеголоценовой (Тапес) трансгрессиями [4]. С 2000х годов проводятся работы по изучению изменения относительного уровня моря методом изолированных бассейнов [5-6]. Следы позднеледниковой трансгрессии были обнаружены в донных отложениях на о. Анзер на высоте ~21 м над у.м. [5]. Максимальный уровень трансгрессии Тапес был зафиксирован на о. Большой Соловецкий на высоте ~17 м над у.м. [6]. Тем не менее, максимальный уровень трансгрессий не был однозначно установлен. Таким образом, цель настоящего исследования – определить максимальный уровень и хронологию позднеледниковой трансгрессии, а также уточнить положение относительного уровня моря во время трансгрессии Тапес. Для достижения этой цели были исследованы два озера: Моренное и Рыбка, расположенные выше и ниже отчетливо выраженной в рельефе абразионной древней береговой линии.

Методы исследования. Полевые работы проводились в марте 2023 г. Георадарное профилирование осуществлялось георадаром Око 3 с

экранированной антенной 250 МГц (разрешающая способность 0.3 - 0.1 м) и неэкранированной антенной 50 МГц (разрешающая способность — 1.5-0.5 м). Профилирование выполнялось для определения оптимальной точки для пробоотбора. Донные отложения озер были отобраны русским буром, диаметр пробоотборной части 5 см, длина — 100 см. Выполнено литологическое описание донных отложений в соответствии с [7]. Возраст горизонтов, указывающих на ключевое изменение условий осадконакопления, был определен радиоуглеродным анализом. Абсолютные отметки уреза воды и древней береговой линии были определены с помощью DGPS PrinCe i50 (комплект база и ровер) с плановой и высотной точностью 3 и 5 мм соответственно.

Результаты и обсуждение. В ходе DGPS-профилирования была установлена высота урезов озер и разделяющей их береговой линии над уровнем моря (Балтийская система нормальных высот). Озеро Моренное расположено на высоте 26 м над у. м. в пределах холмистой моренной равнины, а озеро Рыбка на высоте 24 м над у. м., на днище плоской, заболоченной ложбины. Подножие абразионного уступа, ограничивающего ложбину, имеет в районе оз. Рыбка высоту 24-24.5 м. Георадиолокационное профилирование озер позволило выделить в основании их котловин неровную кровлю морены, поверх которого прослежены горизонты донных отложений. В точках с максимальной мощностью осадков был осуществлен пробоотбор. Донные отложения оз. Рыбка представлены снизу вверх серым глинистым алевритом, чередованием серого глинистого алеврита с темно-оливковой опесчаненной полосчатой гиттии, бурой гиттией. Общая мощность вскрытой толщи осадков составила 405 см. Донные отложения оз. Моренное представлены снизу вверх серым мелко-среднезернистым песком, торфом и бурой гиттией. Общая мощность вскрытой толщи составила 460 см. Таким образом, несмотря на близкое положение изученных озер (450 м), строение их нижней части принципиально отличается друг от друга.

На Соловецких островах отложения позднеледниковой трансгрессии практически не встречались. К ее отложениям относят серую глину, вскрытую в нижней части осадочной толщи оз. № 1 (урез - 21 м над у.м.) на о. Анзер, регрессивный контакт сформировался 10,2-11,2 тыс. л.н. [5]. Нижний горизонт вскрытых отложений оз. Рыбка (урез - 24 м над у.м.), представлен глинистым алевритом, и, формировался, по-видимому, в аналогичных условиях.

Таким образом, можно обоснованно предположить, что низ колонки формировался в условиях позднеледниковой трансгрессии. Выше по разрезу наблюдается чередование серого глинистого алеврита с темно-оливковой опесчаненной полосчатой гиттией. Аналогичных горизонт

называют «переходным» [6], он указывает на постепенную изоляцию котловины от крупного бассейна и встречается в большинстве озер, подвергшихся изоляции от моря [5,6,8,9]. Возраст этого переходного горизонта составляет ~10,9 тыс. кал. л.н., что не противоречит времени регрессии раннего голоцена на о. Анзер [5]. Выше залегают гиттии, характерные для озерного осадконакопления, без следов последующей трансгрессии среднего голоцена (Тапес).

Нижний горизонт вскрытых донных отложений оз. Моренное (высота 26 м над у.м.) представлен средне-мелкозернистыми песками. Аналогичные отложения были вскрыты в озерах, расположенных выше максимального уровня позднеледниковой трансгрессии (более 25 м) [5,6], их происхождение считают водно-ледниковым [6]. На песках залегают торф, маркируя собой повышение уровня грунтовых вод, что является косвенным подтверждением присутствия в непосредственной близости крупного водоема. Нижний горизонт торфа сформировался ~10,4 тыс. кал. л.н. Выше залегают озёрные гиттии.

Таким образом, по нашим данным верхняя граница позднеледниковой трансгрессии не была выше 24-25 м, регрессия раннего голоцена началась ~10,9 тыс. кал. л.н. Регрессия шла постепенно, на что указывает горизонтально слоистые отложения переходного горизонта. После изоляции озеро Рыбка более не заливалось морскими водами, о чем говорят ненарушенные типичные озерные отложения. Т.е. максимальный уровень трансгрессии Тапес на о. Большой Соловецкий превышал уровень 17 м, но не достигал 24 м. Для более детальной аналитики планируется применить диатомовый и геохимический анализы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта РФФ № 22-17-00081, палеолимнологические исследования частично соответствуют теме ГЗ РГПУ им. А.И. Герцена № 2023-2025 VRFY-2023-0010.

Библиографические ссылки

1. Макаров В. И., Шукин Ю. К., Юдахин Ф. Н. Позиция Соловецких островов в неотектонической структуре Беломорья, их природа и современная геодинамика // Литосфера. 2007. № 3. С. 86–94.
2. Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата / ред. Ю. Г. Шварцман, И. Н. Болотов. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2007. 184 с.
3. Авенариус И. Г. Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России. М.: Paulsen. 2008. 187 с.
4. Никишин Н. А. Особенности развития Соловецких островов в голоцене // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География. 1984. № 5. С. 55-57.
5. Кузнецов Д. Д., Лудикова А. В., Субетто Д. А. и др. Хроно- и литостратиграфия озерных отложений острова Анзер (Соловецкие острова) в контексте послеледниковой истории Белого моря. Известия Российской академии

наук. Серия географическая. 2022;86(6):914–932. <https://doi.org/10.31857/S2587556622060085>

6. Субетто Д. А., Шевченко В. П., Лудикова А. В. и др. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // ДАН. 2012. Т. 446. № 2. С. 183–190.

7. Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 348 с.

8. Леонтьев П. А., Субетто Д. А., Репкина Т. Ю и др. Реконструкция относительного перемещения уровня моря в голоцене на северо-западе Онежского полуострова (губа Конюхова, Белое море) на основе палеолимнологических исследований // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86, № 6. С. 933–945

9. Kublitskiy Y., Repkina T., Leontiev P., Shilova O., Zaretskaya N., Gurinov A., Lugovoy N., Subetto D., Yakovleva A., Nam Seung Il, Ki Jung-Hyund, Son Yeong-Jud, Peretrakhina A. Reconstruction of Relative Sea-Level Changes Based on a Multiproxy Study of isolated basins on the Onega Peninsula (White Sea, Northwestern Russia) // Quaternary International. 2023. Volumes 644-645. P. 79-95. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618222001574>. DOI: 10.1016/j.quaint.2022.04.016.