

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОЛЕБАНИЙ БЕЛОГО МОРЯ НА ТЕРРИТОРИИ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА ПО ДАННЫМ РАДАРНОЙ ТОПОСЪЕМКИ*

И. М. Греков¹, П. А. Леонтьев¹, Л. С. Сырых¹, Д. А. Субетто^{1,2}

¹Российский государственный педагогический университет

им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

²Институт водных ресурсов Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

Аннотация. Новейшие методы съемки рельефа с применением геоинформационных технологий позволяют создавать подробные математически обоснованные палеогеографические модели колебания морей и крупных озер. Детальные палеолимнологические исследования реконструируют изменения уровня Белого моря в голоцене. В данной работе составлена картосхема внешнего облика Соловецкого архипелага в середине голоцена. Полученный методом реконструкции внешний вид Соловецкого архипелага сильно отличается от современного. Острова Большой Соловецкий и Большая Муксалма значительно уменьшились по площади и поменяли форму береговых линий. Остров Анзерский значительных изменений не претерпел, кроме увеличения уже существующих заливов.

Ключевые слова: палеогеография, Белое море, Соловецкий архипелаг, голоцен, SRTM.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время активно ведутся различные палеогеографические исследования на северо-западе России с целью реконструкции изменений природных условий в позднеледниковье и голоцене. Одним из основных вопросов региона является уточнение колебаний уровня Белого моря в послеледниковье. Достаточно надежным источником необходимой информации могут быть донные отложения малых озер.

МЕТОДЫ

Палеолимнологические исследования озер, лежащих на разных гипсометрических уровнях, позволяют восстановить внешний облик прибрежной территории на различные временные срезы. Методом радиоуглеродного датирования донных отложений, содержащих органические остатки, определяется время начала озерного седиментогенеза. Зная возраст начала пресноводной стадии и порог стока озера, можно реконструировать минимальный уровень моря в тот или иной период [Греков, Кузнецов, Субетто, 2015, с. 213–216]. На основе спутниковых данных рельефа Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) становится возможным смоделировать внешний облик береговой линии на нужный период времени. SRTM-модель имеет разрешение 90 м и представлена мозаикой 5×5°, изготовленной из бесшовного набора данных, что облегчает работу с информацией. Математический анализ цифровой маски рельефа территорий позволяет наиболее точно определить границы морских вод. На основе данных палеолимнологических исследований можно составить реконструкции относительно небольших участков земной поверхности с равномерным гляциоизостатическим поднятием.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 13-05-41457-РГО_a.

МАТЕРИАЛЫ

Палеолимнологические исследования проводились на о. Большой Соловецкий. Результаты диатомового и литологического анализов донных отложений свидетельствуют о значительном изменении положения береговой линии. Площадь суши Соловецкого архипелага была меньше существующей большую часть послеледниковой истории, что объясняется как гляциоизостатическим поднятием, так и колебаниями уровня Белого моря. Это хорошо видно на реконструкции для позднеатлантического периода по датировке оз. Большое Корзино ($65^{\circ}03.5'$ с. ш., $25^{\circ}38.5'$ в. д.; высота 17 м над у. м.), где изоляция бассейна (переходная стадия осадконакопления) началась 5755 ± 45 ^{14}C л. н. (Hela-1927) (4690–4540 лет до н. э.) (рис. 1). Следующий этап уровня вод Белого моря зафиксирован на отметке 8 м над у. м. в оз. Святое ($65^{\circ}01.6'$ с. ш., $35^{\circ}43.5'$ в. д.), где озерные отложения начинают формироваться 2715 ± 40 ^{14}C л. н. (Hela-1930) (900–820 лет до н. э.) в позднесуббореальный период (рис. 2) [Хронология изоляции озер ..., 2012, с. 183–190].

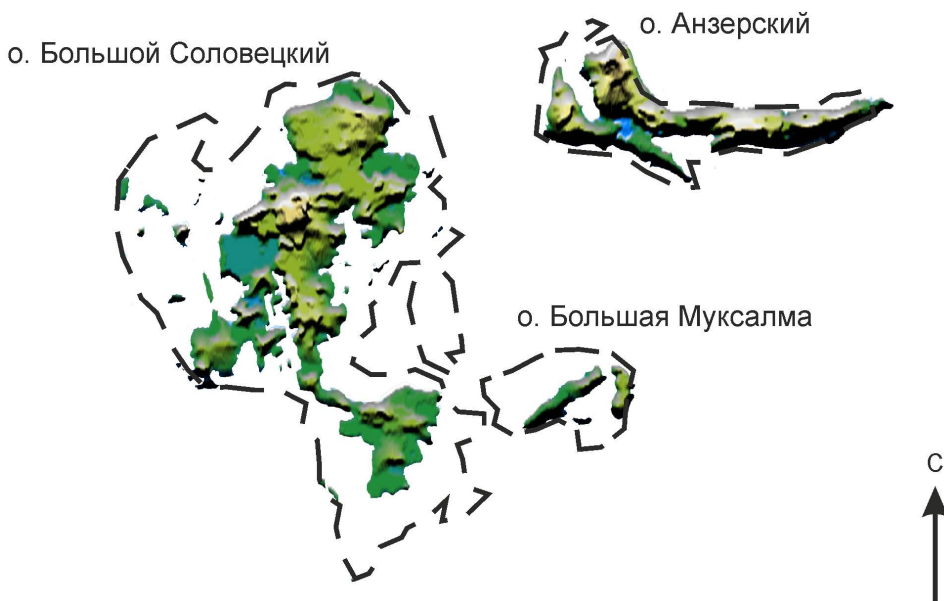


Рис. 1. Реконструкция береговой линии островов Соловецкого архипелага в атлантический период (6000–4500 ^{14}C л. н.) при повышении уровня моря на +17 м. Пунктиром обозначена современная береговая линия

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученный внешний вид Соловецкого архипелага в атлантический период сильно отличается от современного. Острова Большой Соловецкий и Большая Муксалма значительно преобразились, и их площадь уменьшилась. В отличие от остальных о. Анзерский значительных изменений не претерпел, кроме увеличения уже существующих заливов. Судя по реконструкции, можно сделать выводы об изменении на островах климатических условий фитоценозов, при поправке на общее повышение температур в атлантический период.



Рис. 2. Реконструкция береговой линии островов Соловецкого архипелага в суббореальный период (4500–2500 ^{14}C л. н.) при повышении уровня моря на +8 м. Пунктиром обозначена современная береговая линия

Реконструкция Соловецкого архипелага на данный временной отрезок согласуется с археологическими находками позднего мезолита и неолита, расположенными на удаленных от морского берега террасах, превышающих современный уровень Белого моря на 14–20 м [Мартынов, 2002]. Небольшая разница в высоте террас над уровнем моря обусловлена, по всей вероятности, гляциоизостатическими движениями территории.

Состояние Соловецкого архипелага в суббореальный период максимально похоже на современный внешний облик района исследований. Значительно увеличилась площадь суши Большого Соловецкого острова и о. Большая Муксалма. Береговая линия стала изрезанной, со множеством заливов и мелких островов. Осушению подверглись большие участки с западной стороны островов, что, возможно, связано с геоморфологией и ледниковой историей региона. Остров Анзерский мало изменился с позд-неатлантического периода, кроме уменьшения площади глубоких заливов, часть которых стала озерами, отделившимися от моря. Растительный покров архипелага, по всей видимости, уже был почти современным. Полученные результаты для суббореального периода также согласуются с археологическими данными стоянок, отмеченных на высотах 8–10 м над у. м. [Мартынов, 2002].

Выводы

Метод реконструкции, основанный на спутниковых данных радарной топосъемки рельефа, позволяет визуализировать накопленные палеогеографические данные и создать наиболее точную реконструкцию колебаний уровня морей и крупных водоемов при междисциплинарных исследованиях. Локальные уточнения положения вод Белого моря для разных временных периодов могут быть полезны при археологических исследованиях Соловецкого архипелага.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Греков И. М. Реконструкция голоценовых колебаний морей и крупных озер на северо-западе России по данным радарной съемки / И. М. Греков, Д. Д. Кузнецов, Д. А. Субетто // География: развитие науки и образования. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2015. – С. 213–216.
- Мартынов А. Я. Археологическое прошлое Соловецкого архипелага: материк – море – острова / А. Я. Мартынов // Соловецкое море. – 2002. – № 1. – С. 31–39.
- Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления / Д. А. Субетто, В. П. Шевченко, А. В. Лудикова, Д. Д. Кузнецов, Т. В. Сапелко, А. П. Лисицын, В. Я. Евзеров, П. ван Беек, М. Суо, Г. Д. Субетто // Докл. Акад. наук. – 2012. – Т. 446, № 2. – С. 183–190.

RECONSTRUCTION OF FLUCTUATIONS IN THE WHITE SEA NEAR THE SOLOVKI ARCHIPELAGO ACCORDING TO THE RADAR TOPOGRAPHIC MAPPING

I. M. Grekov¹, P. A. Leontiev¹, L. S. Strykh¹, D. A. Subetto^{1,2}

¹Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

²Northern Water Problems Institute KarRC RAS, Petrozavodsk, Russia

Abstract. The latest shooting techniques using geoinformation technologies allow you to create detailed relief mathematically grounded paleogeographic model fluctuations of the seas and large lakes. Detailed studies paleolimnological reconstruct changes of White Sea level during the Holocene. In this work composed schematic map the external appearance of the Solovki Archipelago in the Middle Holocene. Palaeolimnological studies were carried out on the Bolshoi Solovetskii Island. The results of diatom and lithological analyzes of sediments show a significant change of position of the shoreline. Land area Solovki Archipelago was less than the current most of the post-glacial history that explains how glacioisostatic raising and fluctuations in the White sea level. This is clearly seen in the renovation late Atlantic period by dating in the lake a large basket (height of 17 m above sea level), where basin insulation began 5755±45 BP. The resulting appearance of the Solovki Archipelago in the Atlantic period is very different from the modern. Bolshoi Solovetskii Island and Bolshaya Muksalma Island significantly transformed and they reduced the area. Distinctive from the rest of the Anzerskii Island underwent no significant changes, except for increases in existing bays. Judging by the reconstruction is possible to make conclusions about climate change on the islands, and change phytocenoses, when the amendment to the general rise in temperatures in the Atlantic period. Reconstruction of the Solovki Archipelago in the period is consistent with the archaeological finds of the Late Mesolithic and Neolithic located at remote from the seaside terraces above the current level of the White Sea on 14–20 m. The small difference in height of the terraces above the sea level is due, in all probability, glacioisostatic movements' territory. The method of reconstruction, based on satellite radar data of relief topographic survey, allows visualizing the accumulated paleogeographic data and creating the most accurate reconstruction of sea levels and large reservoirs with multidisciplinary research vibrations.

Keywords: White Sea, Solovki Archipelago, Holocene, paleogeography, SRTM.

REFERENCES

- Grekov I. M., Kuznetsov D. D., Subetto D. A. Rekonstruktsiya golotsenovykh kolebaniy morei i krupnykh ozer na severo-zapade Rossii po dannym radarnoy semki [Reconstruction of Holocene oscillations of seas and large lakes in northwest Russia according radar topographic mapping]. *Geografiya: razvitie nauki i obrazovaniya* [Geography: the development of science and education]. St. Petersburg, Herzen University Publ., 2015, pp. 213–216. (In Russ.)

- Martynov A. Ya. Arkheologicheskoe proshloe Solovetskogo arhipelaga: materik – more – ostrova [The archaeological past of the Solovetsky archipelago: the mainland – sea – islands]. *Solovetskoe more [Solovki Sea]*. 2002, Is. 1, pp. 31–39. (In Russ.)
- Subetto D. A., Shevchenko V. P., Ludikova A. V., Kuznetsov D. D., Sapelko T. V., Lisitsyn A. P., Yevzerov V. Ya., P. van Beek, Souhaut M., Subetto G. D. Khronologiya izolyatsii ozer Solovetskogo arhipelaga i skorosti sovremennogo ozerogo osadkonakopleniya [Chronology insulation lakes of Solovetsky archipelago and speed of modern lacustrine depositional]. *Doklady Akademii Nauk [Reports of the Academy of Science]*. 2012, Vol. 446, Is. 2, pp. 183–190. (In Russ.)
-

Греков Иван Михайлович

ассистент, кафедра физической географии и природопользования, факультет географии
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
191186, Россия, г. Санкт-Петербург, Наб. р. Мойки, 48, корп. 12
e-mail: ivanmihgrekov@gmail.com

Grekov Ivan Mikhailovich

Assistant, Department of Physical Geography and Environmental, Geography Faculty
Herzen State Pedagogical University of Russia
b. 12, 48, Moika River St., St. Petersburg, Russia, 191186
e-mail: ivanmihgrekov@gmail.com

Леонтьев Петр Александрович

ассистент, кафедра физической географии и природопользования, факультет географии
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
191186, Россия, г. Санкт-Петербург, Наб. р. Мойки, 48, корп. 12
e-mail: barograph@yandex.ru

Leontiev Petr Aleksandrovich

Assistant, Department of Physical Geography and Environmental, Geography Faculty
Herzen State Pedagogical University of Russia
b. 12, 48, Moika River St., St. Petersburg, Russia, 191186
e-mail: barograph@yandex.ru

Сырых Людмила Сергеевна

младший научный сотрудник, кафедра физической географии и природопользования, факультет географии
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
191186, Россия, г. Санкт-Петербург, Наб. р. Мойки, 48, корп. 12
e-mail: lyudmilalsd@gmail.com

Syrykh Lyudmila Sergeevna

Junior Researcher, Department of Physical Geography and Environmental, Geography Faculty
Herzen State Pedagogical University of Russia
b. 12, 48, Moika River St., St. Petersburg, Russia, 191186
e-mail: lyudmilalsd@gmail.com

Субетто Дмитрий Александрович

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой физической географии и природопользования факультета географии
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
191186, Россия, г. Санкт-Петербург, Наб. р. Мойки, 48, корп. 12
директор Института водных проблем Севера
Карельский научный центр РАН
185030, Россия, г. Петрозаводск, пр. Александра Невского, 50
e-mail: subetto@mail.ru

Subetto Dmitrii Aleksandrovich

Doctor of Sciences (Geography), Professor, Head of Department of Physical Geography and Environmental, Geography Faculty
Herzen State Pedagogical University of Russia
b. 12, 48, Moika River St., St. Petersburg, Russia, 191186
Director of Northern Water Problems Institute
Karelian Research Centre RAS
50, Alexander Nevsky av., Petrozavodsk, Russia, 18503
e-mail: subetto@mail.ru