

## ДИНАМИКА ЮГО-ВОСТОЧНЫХ БЕРЕГОВ УНСКОЙ ГУБЫ БЕЛОГО МОРЯ И ИХ ЗАСЕЛЕНИЕ В ГОЛОЦЕНЕ

<sup>1</sup>Яковлева А.П., <sup>1,2</sup>Репкина Т.Ю., <sup>2</sup>Кублицкий Ю.А., <sup>2</sup>Леонтьев П.А., <sup>1,3</sup>Гуринов А.Л., <sup>2</sup>Орлов А.В., <sup>4</sup>Беличенко А.Е.

<sup>1</sup> Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> РУДН, Москва, Россия

<sup>4</sup> Институт археологии РАН, Архангельск, Россия

На юго-восточном побережье Унской губы, в районе д. Уны (Летний берег Белого моря) выполнены геоморфологические, георадиолокационные, палеолимнологические и геоархеологические исследования, а также дешифрирование детальных космических снимков. Восстановлены условия развития юго-восточных берегов Унской губы и их заселение представителями Беломорской культуры в голоцене. Задokumentированы прерывистые фрагменты древних береговых линий на высотах, не превышающих 6-7 метров, фиксирующие верхний предел уровня моря в позднем голоцене.

Ключевые слова: *морские берега, морфодинамика, относительный уровень моря, палеолимнологические исследования, георадиолокационные исследования, геоархеологические исследования, голоцен, Летний берег, Белое море*

**Введение.** Унская губа – один из крупных эстуариев Белого моря, вдаётся в Онежский полуостров на 30 км и наследует северо-восточное простираие рифейского грабена. Морфодинамика берегов изучалась на открытом волновому воздействию северо-западном побережье эстуария в районе оз. Мураканского [Kublitskiy et al., 2022], а также в его устье (горле), где наряду с волнением, действуют сильные приливные течения [Сафьянов, Репкина, 2013, Сафьянов и др., 2015]. В вершине эстуария получены сведения об изменении относительного уровня моря за последние ~2.8 тыс. кал. л.н. [Kemp et al., 2017]. Морфодинамика берегов вершины эстуария, развивающихся в затишных условиях, в основном под действием приливов и медленного послеледникового поднятия [Kemp et al., 2017, Kublitskiy et al., 2022], ранее детально не рассматривалась.

Заселение побережья представителями Беломорской морской культуры началось около 6 тыс.л.н. и происходило параллельно со стремительным ростом береговых аккумулятивных форм рельефа и выдвигением берега [Репкина и др., 2020]. На открытых берегах района горла Унской губы встречаются многочисленные свидетельства бытования представителей эпохи неолита-раннего металла. Вершина эстуария, однако, с археологической точки зрения, изучена крайне мало. В районе д. Уны исследована группа озёр (палеопротоливов), морских террас, древних береговых линий, которые, могли быть удобными для заселения представителями Беломорской культуры. Совместный анализ геоморфологических, палеолимнологических и археологических данных позволил выявить морфолитодинамические условия формирования берегов вершины эстуария, предварительно оценить их возраст, проследить взаимосвязь между развитием и заселением берегов. Результаты исследований стали основой при разработке проекта организации экскурсионного маршрута в буферной зоне национального парка «Онежское Поморье».

**Материалы и методы.** Экспедиционные исследования выполнены в окрестностях д. Уна в два этапа (Рис. 1). На первом этапе, в зимних условиях, были проведены георадиолокационное и тахеометрическое профилирование, а также изучены донные отложения озёр Червозеро (урез 7.3 м) и Светлое (урез 9.8 м).

Георадиолокационное профилирование выполнено с целью уточнения мощности и особенности залегания озерных, морских и ледниковых отложений, характерных для побережья Белого моря [Государственная..., 2013]. Работы осуществлялись при помощи

георадара Око-3 и антенн с частотой 250, 400/900 МГц. Ввод данных о превышениях проводился с использованием высот, которые были получены по результатам тахеометрического профилирования с помощью DGPS-приемника PrinCe i50. На камеральном этапе была проведена обработка первичных (полевых) радарограмм с использованием специальных программных пакетов CartScan, Prism 2.5, RadExplorer 1.42. Интерпретация радарограмм выполнена на основе анализа волновой картины по стандартной методике [Старовойтов, 2008], с учетом данных бурения и визуального наблюдения мощности снежного покрова, которые позволили соотнести волновую картину радарограммы с реальным разрезом.

Бурение донных отложений озёр осуществлялось со льда с помощью русского торфяного бура (диаметр 5 см, длина керна 1 м) и сопровождалось литостратиграфическим описанием кернов и отбором отложений на радиоуглеродное датирование и диатомовый анализ.

На втором этапе (июль, 2022) было проведено комплексное обследование рельефа и археологических памятников к западу и востоку от д. Уна. В ходе археологической разведки была обнаружена археологическая стоянка (местоположение отмечено на рис.1.). На камеральном этапе полевые данные были дополнены геоморфологическим дешифрированием детальных космических снимков, полученных с сервисов SAS-planet (ArcGIS IMAGERY; Bing.Satellite) и GoogleEarth (googlemaps) и анализа топографической основы. Полученная информация сведена в ГИС-проект и проанализирована в среде ArcGIS.

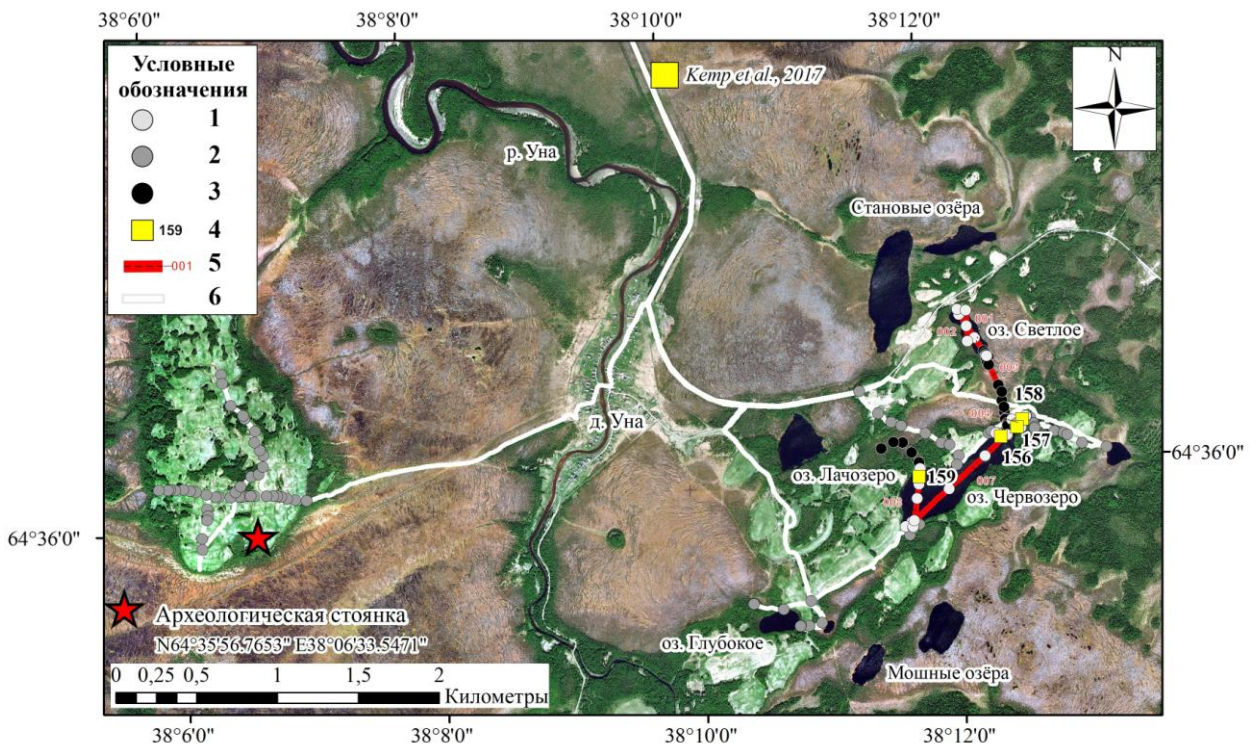


Рис. 1. Экспедиционные исследования, выполненные в окрестностях д. Уна. Условные обозначения: пункты геолого-геоморфологических наблюдений: 1 – февраль-март 2022 г.; 2 – июль 2022 г.; 3 – пункты измерения высоты с помощью DGPS; 4 – скважины ручного бурения; 5 – линии георадиолокационных профилей; 6 – линии пешеходных маршрутов (июль 2022 г.).

**Результаты исследования.** Геоморфологические исследования показали, что на юго-восточном побережье Унской губы на высотах более 10 м сохранился рельеф одной из стадий деградации последнего оледенения, частично изменённый береговыми процессами во время позднеледниковой трансгрессии [Государственная..., 2013]. В ходе полевых работ и при геоморфологическом дешифрировании детальных космических снимков повсеместно отмечено наличие моренных гряд, холмов, положение которых,

определило конфигурацию береговой линии послеледникового моря. Извилистый берег перерабатывался приливно-отливными и волновыми процессами, а вогнутости берега заполнялись морскими отложениями. Тем не менее, поскольку основным фактором формирования берегов кутовой части Унской губы в голоцене являются приливно-отливные явления, большая часть территории представлена пологовыпуклыми преимущественно заболоченными поверхностями древних осушек. Комплекс террас часто перекрыт болотами. Выраженные в рельефе уступы террас зафиксированы фрагментарно на высотах до 6-7 м. По данным радиоуглеродного определения времени смены морских обстановок осадконакопления пресноводными относительный уровень моря в окрестностях д. Уна достигал значений  $+2.60 \pm 0.47$  м над современным уровнем моря  $2804 \pm 52$  кал.л.н. [Kemp et al., 2017], т.е. юго-восточное побережье Унской губы последние ~2.8 тыс. лет поднималось со скоростью около 0.9 мм/год.

В ходе экспедиционных исследований была обследована группа моренных останцов, озёр и преимущественно заболоченных понижений между ними, которые, видимо, представляли собой серию палеопроливов, в разное время отчленившихся от моря в результате медленного поднятия берегов района. По результатам георадиолокационного профилирования и бурения разрез послеледниковых отложений участка исследований включает три интервала. Наиболее полный разрез отложений получен из донных осадков оз. Червозеро (урез 7.3 м).

У северо-восточного берега озера были вскрыты озёрно-болотные отложения (гиттия мощностью 1-2 м), которые залегают на сортированных среднезернистых песках, вероятно, сформированных волнами в озёрной котловине (скв. 157 и 158 на Рис. 1). Отложения не представляют интереса для датирования времени обособления озёрной котловины от моря. Более представительный и, вероятно, древний разрез донных отложений вскрыт в юго-западной, относительно мелководной части котловины (скв. 159, Рис. 1, 2). Под озёрно-болотными отложениями (гиттия, торф, общая мощность – 1.3-1.35 м) залегают хорошо отмытые мелкозернистые, а под ними – крупнозернистые пески с включениями гравия и макроостатков, в том числе фрагментов древесины. На георадарном профиле P0005-08 видно (Рис. 2), что пески облекают кровлю морены. Вероятно, они могут быть сопоставлены со временем отчленения озера от моря. Керна отложений отобраны для аналитических исследований и датирования.

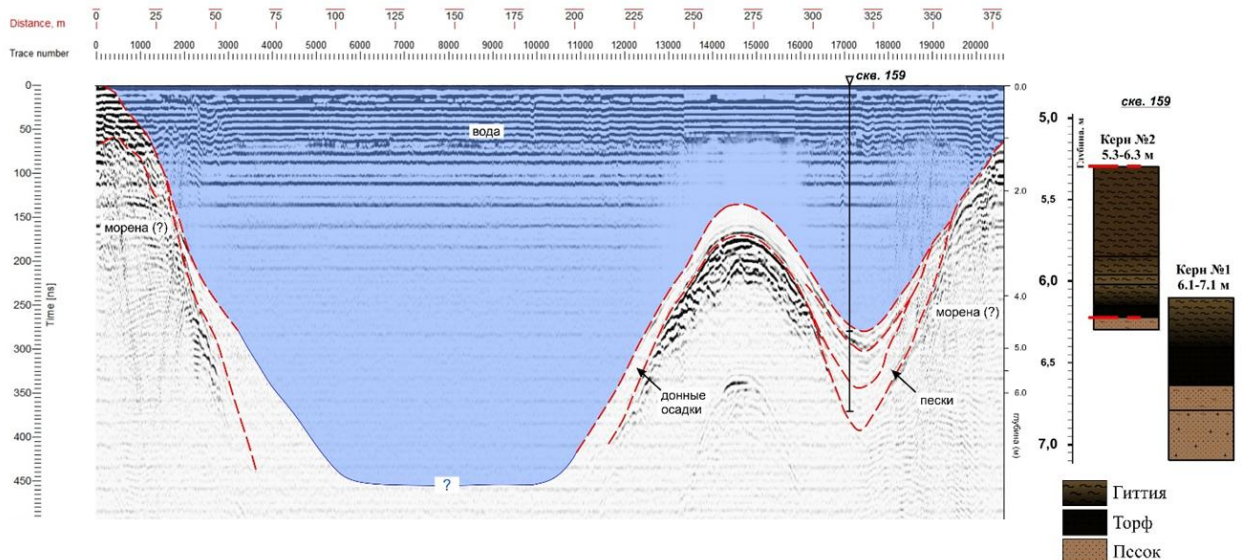


Рис. 2. Георадарный профиль P0005-008 (съемка 250 МГц) и разрез, полученный в пределах озера Червозеро. Временной разрез. Глубины указаны на шкале справа с учетом различий по слоям: для верхней части  $\epsilon = 81$  (вода), для нижней -  $\epsilon \approx 22$  (суглинки). Положение профилей см. на рис. 1.

Профиль P0005-003 (Рис. 3), пересекает заболоченную перемычку между оз. Светлое (9.8 м) и оз. Червозеро (урез 7.3 м). На профиле на глубинах 3-5 м от уровня поверхности

более или менее четко прослеживается кровля морены (4). Вышележащая толща, вероятно, имеет двучленное строение; верхняя часть ее представлена торфом (2). Учитывая мощность перекрывающей толщи, перемычка между озёрами располагалась на высотах ~8-9 м.

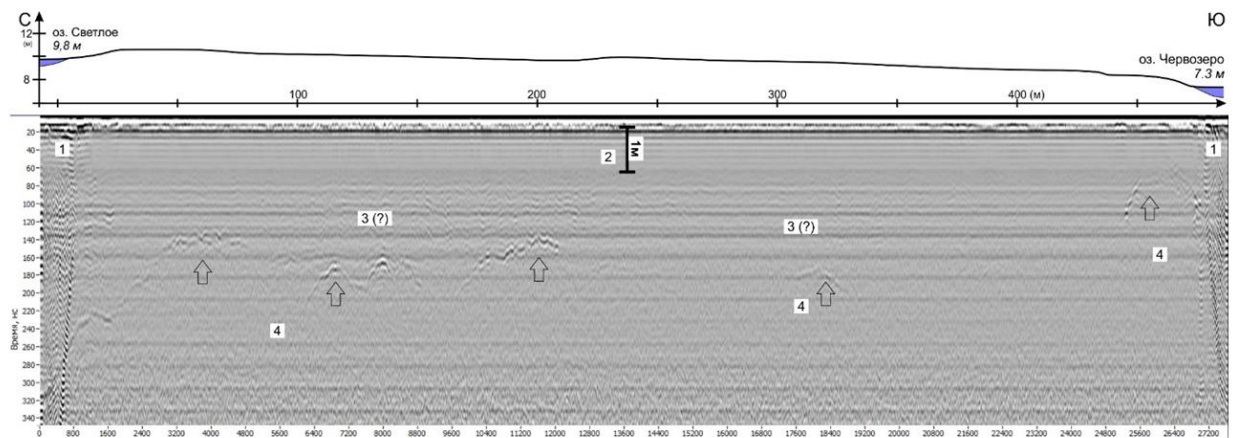


Рис. 3. Профили R0005-003, (съемка 250 МГц). Временной разрез. Вертикальный масштаб указан для  $\epsilon=65$  (обводненный торф) без учета возможных различий по слоям. Цифрами на рисунках обозначены: 1 – вода, снег, лед (озера); 2 – торф, слагающий верхнюю часть перемычки; 3 – отложения неизвестного состава и генезиса (пески, суглинки и т.п.); 4 – морена (кровля отмечена стрелками). Положение профилей см. на рис. 1.

С учетом неравномерности изменения относительного уровня моря на берегах Унской губы [Kublitskiy et al., 2022], обособление от моря оз. Червозеро может быть предварительно сопоставлено с понижением уровня моря после ~ 6 тыс. кал.л.н., а оз. Светлого – с завершением первого этапа трансгрессии среднего голоцена или регрессией раннего голоцена. Оценки времени отчленения от моря оз. Червозеро близки к предварительным датировкам ранних археологических памятников побережья Онежского полуострова и бытования стоянок и поселений на берегу оз. Мураканского [Беличенко и др., 2020].

В ходе археологической разведки в пределах палеопротоливов памятники обнаружены не были. Однако на моренном останце западнее д. Уна на близких высотах обнаружено местонахождение «Остров» (Рис. 1), которое, также как и стоянка в 2 км к северо-востоку от д. Луда, задокументированная в 1997 году экспедицией А.Е. Беличенко, относится к группе ранних археологических памятников Онежского полуострова.

Местонахождение «Остров» располагается на высоте около 9-9,5 м и ориентировано в сторону древнего залива. Предполагаемый возраст – 5-3 тыс. до н.э (неолит-ранний металл). Источником питьевой воды на данном уровне могли служить надморенные грунтовые воды, приуроченные к кровле ледниковых суглинков. Датирование донных отложений о. Червозеро позволит более уверенно определить время формирования береговой линии. Таким образом, будет уточнено время бытования стоянки.

**Выводы.** 1. Основным фактором формирования берегов в вершине Унской губы с голоцена до наших дней являлись приливно-отливные явления, поэтому террасы (на высотах, не превышающих 6-7 м), в основном, практически плоские и представляют собой приливные осушки, вышедшие из-под уровня моря в результате медленного послеледникового поднятия.

2. На высотах более 10 м сохранились группы моренных останцов. Извилистый характер береговой линии и обилие заливов и проливов могли стать причиной, по которой эти берега являлись благоприятными для заселения представителями Беломорской культуры.

3. Время обособления от моря проливов на высотах ~9-10 м (оз. Светлое) может быть предварительно сопоставлено с завершением первого этапа трансгрессии среднего голоцена или регрессией раннего голоцена, а на высотах ~ 7 м (оз. Червозеро) ~ с понижением уровня моря после ~ 6 тыс. кал.л.н.

**Благодарности.** Экспедиционные исследования выполнены в рамках тем ГЗ ИГ РАН АААА-А19-119021990091-4 (геоморфологические и георадиолокационные исследования), ГЗ при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSZN-2020-0016) (палеолимнологические исследования) и ГЗ НП «Кенозерский» 730000Ф.99.1БВ10АА00006 (Прикладные исследования. Шифр научной темы: 1-22-104-2) по договорам №539/1 от 1 июля 2022 г. и № 88 от 18 февраля 2022 г.

## ЛИТЕРАТУРА

*Беличенко А. Е., Репкина Т. Ю., Зарецкая Н. Е.* К вопросу о поиске и датировке объектов Беломорской морской культуры // Беломорье и прилегающие территории: история и культура с древнейших времен до наших дней: Сборник докладов научной конференции. Соловки, 7-12 сентября 2020 г. Лоция. Архангельск, 2020. С. 17–24.

Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Серия Онежская. Лист Q-37 с акваторией (Северодвинск). Объяснительная записка. М.: ВСЕГЕИ, 2013. 118 с.

*Репкина Т. Ю., Беличенко А. Е., Яковлева А. П.* Побережье Унской губы Белого моря: взаимодействие рельефа и человека // VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, Москва, 28 сентября-1 октября 2020 г. / Под ред. Е. Н. Бадюкова, В. Р. Беляев, Ю. Р. Беляев и др. Москва: Москва, 2020. С. 735–741.

*Сафьянов Г. А., Репкина Т. Ю.* Динамика берегов Унской Губы (Летний берег Белого моря) // Геоморфология. 2013. № 1. С. 82–89. doi: 10.15356/0435-4281-2013-1-82-89

*Сафьянов Г. А., Репкина Т.Ю., Селезнева Е.В., Кунгаа М.Ч.* Морфодинамика берега как критерий долгосрочного прогноза развития побережий (на примере Летнего берега Белого моря) // Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике. МАКС Пресс Москва, 2015. С. 172–175.

*Старовойтов А.В.* Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие М.: Издательство МГУ, 2008. 192 с.

*Kemp A.C., Horton B.P., Nikitina D.L., Vane C.H., Potapova M., Weber-Bruya E., Culver S.J., Repkina T., Hill D.F., Selezneva E.* The distribution and utility of sea-level indicators in Eurasian sub-Arctic salt marshes (White Sea, Russia) // Boreas. 2017. Vol. 46. Is. 3. P. 562-584. doi:10.1111/bor.12233

*Kublitskiy Yu., Repkina T., Leontiev P., Shilova O., Zaretskaya N., Gurinov A., Lugovoy N., Subetto D., Yakovleva A., Seung Il Nam, Jung-Hyun Kim, Yeong-Ju Son, 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. 2022. doi: 10.1016/j.quaint.2022.04.016

**DYNAMICS OF SOUTH-EASTERN COAST OF THE UNSKAYA BAY AND ITS INITIAL SETTLEMENT IN THE HOLOCENE (WHITE SEA, NORTHWESTERN RUSSIA)**

<sup>1</sup>*Yakovleva A.P.*, <sup>1,2</sup>*Repkina T.Yu.*, <sup>2</sup>*Kublitskiy Yu.A.*, <sup>2</sup>*Leontiev P.A.*, <sup>1,3</sup>*Gurinov A.L.*, <sup>2</sup>*Orlov A.V.*,  
<sup>4</sup>*Belichenko A.E.*

<sup>1</sup> Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> The Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Institute of Archaeology RAS, Moscow, Russia

We present new data that were generated by intensive field surveys and comprehensive geological-geomorphological, geophysical and archaeological studies within the southeastern coast of the Unskaya Bay of the White Sea (Una village area; Arhangelsk region). The study is based on the results of geomorphological and ground-penetrating radar (GPR) profiling, interpretation of detailed space images and archaeological survey of the territory. As a result, we reconstructed relative sea level (RSL) changes within the southeastern coast of the Unskaya Bay and its initial settlement by pre-historic humans in the Holocene. We have documented discontinuous fragments of ancient coastlines at heights not exceeding 6-7 meters, which fix the position of the Late Holocene Sea.

Keywords: *seashores, morphodynamics, relative sea level, paleolimnological studies, GPR studies, geoarchaeological studies, Holocene, Letniy Coast, White Sea*