

## ПОЗДНЕНЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ РАЗРЕЗЫ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО: ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ

<sup>1</sup>Зарецкая Н.Е., <sup>1,2</sup>Луговой Н.Н., <sup>3</sup>Демиденко Н.А., <sup>1</sup>Баранов Д.В., <sup>2</sup>Ван В.Г.

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

МГУ имени Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup>ГОИН, Москва, Россия

Впервые изучены поздненеоплейстоценовые разрезy береговых обнажений западного побережья Беломорско-Кулойского плато. Установлено, что в подошве сводного разреза вскрываются ледниково-морские отложения неизвестного пока возраста, перекрытые озёрно-ледниковыми или морскими осадками; верхняя часть разреза представлена ледниковыми, водно-ледниковыми и озёрно-ледниковыми отложениями, формировавшимися в течение МИС 2. В кровле разреза могут залегать осадки позднеледниковой или раннеголоценовой трансгрессии Белого моря.

Ключевые слова: *поздний неоплейстоцен, Двинский залив, Беломорско-Кулойское плато, МИС 5 – МИС 2, современный прибрежно-морской седиментогенез.*

**Введение.** Беломорско-Кулойское плато располагается в северной части Восточно-Европейской платформы, и разделяет Двинский и Мезенский заливы Белого моря. Его побережье имеет собственные названия: Зимний берег занимает восточный фланг Двинского залива и юго-восточный берег пролива Горло, а Абрамовский берег - западный фланг Мезенского залива (Рис. 1).

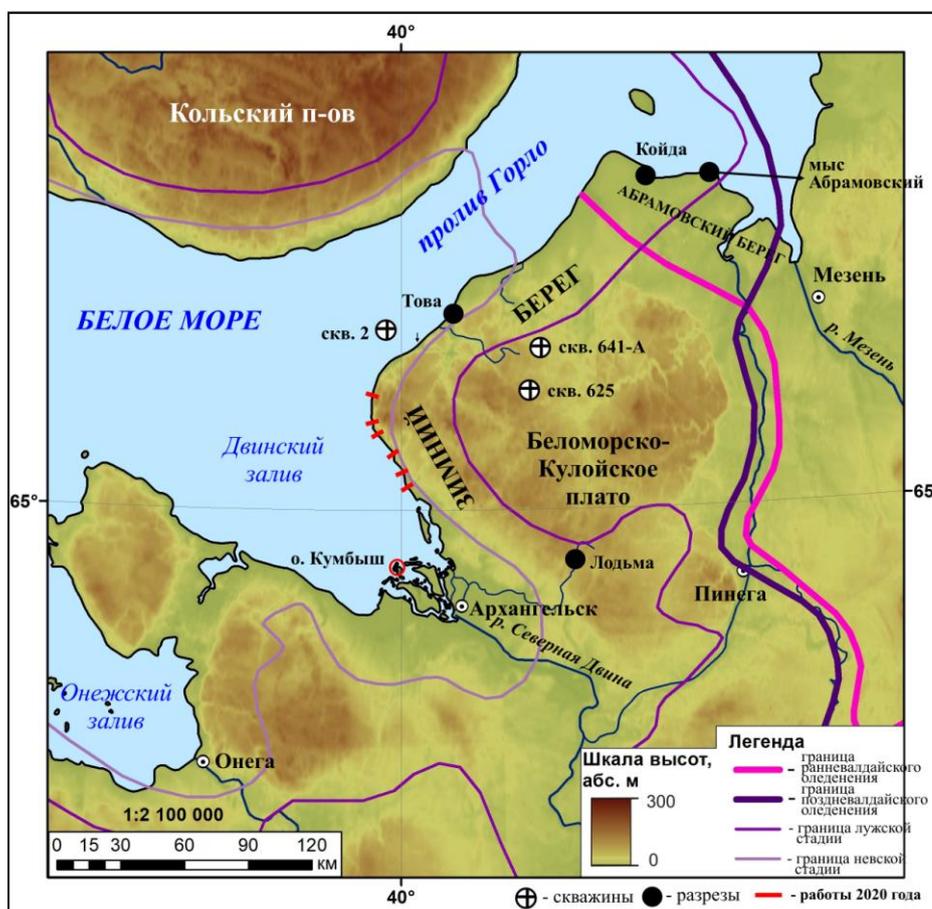


Рис. 1. Карта юго-восточного Прибеломорья с разрезами и участками 2020 года. Границы оледенений даны по [Astakhov et al., 2016].

Несмотря на относительную доступность территории плато и хорошую обнажённость берегов, геологические исследования охватывали, в основном, самые ранние этапы истории Земли. Здесь в Зимних горах (западная оконечность плато) в выходах коренных пород венда была описана эдиакарская фауна, и её исследования продолжаются до сих пор. Данные по плейстоценовой истории региона до последнего времени были весьма скудны [Zaretskaya et al., 2020].

На Беломорско-Кулойском плато четвертичные отложения представлены осадками средне- и позднеплейстоценового возраста. Среднеплейстоценовые отложения (начиная с МИС 12) вскрыты, в основном, скважинами, в глубоких палеодолинах или депрессиях дочетвертичного чехла, нигде не обнажаются, по ним нет геохронометрических, и почти нет – биостратиграфических данных [Семёнова и др., 2012a; 2012b]. Немногочисленные датированные разрезы и скважины относятся уже к позднему неоплейстоцену [Zaretskaya et al., 2020] (Рис. 1, 2).

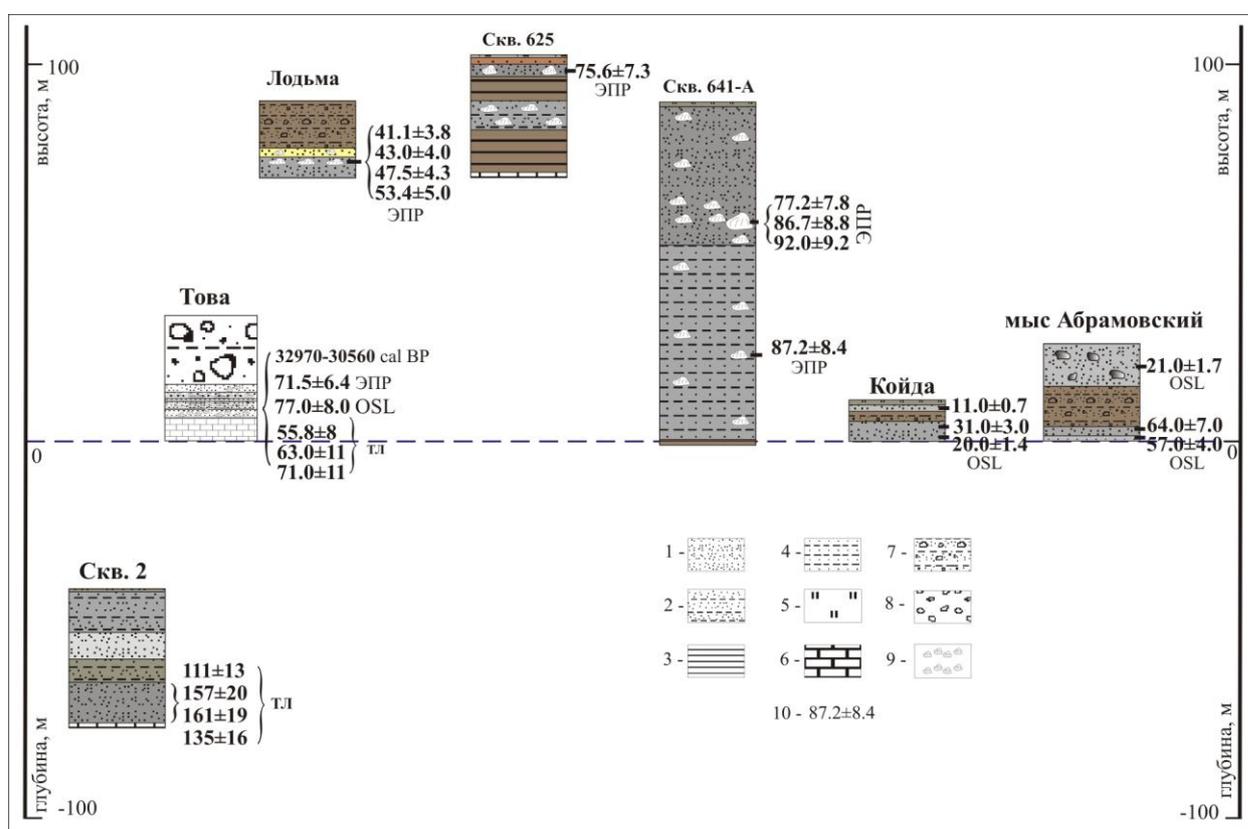


Рис. 2. Датированные позднеплейстоценовые разрезы и скважина Беломорско-Кулойского плато. Использованы данные из [Соболев, 2008; Molodkov, Raukas, 1998; Molod'kov, 2019; Larsen et al., 2006].

Всего к настоящему времени для Беломорско-Кулойского плато имеется 4 разреза и три скважины, по которым в разные годы были получены биостратиграфические и геохронометрические данные. Это разрезы Лодьма, Това, Койда и мыс Абрамовский [Соболев, 2008; Molodkov, Raukas, 1998; Molod'kov, 2019; Larsen et al., 2006], и скважины 625, 641-А на суше [Molodkov, Raukas, 1998; Molod'kov, 2019] и 2 в Горле Белого моря [Соболев, 2008] (Рис. 1, 2). Анализ опубликованных по этим разрезам и скважинам данных позволили провести предварительное хроностратиграфическое расчленение позднеплейстоценового разреза побережья Беломорско-Кулойского плато [Зарецкая, Рыбалко, 2020]. На протяжении практически всего позднего неоплейстоцена реконструируются морские и прибрежно-морские обстановки осадконакопления вплоть до МИС 2: бореальная и беломорская трансгрессии (МИС 5), трансгрессия во время МИС 4, мезенская трансгрессия (выделенная [Jensen et al., 2006]) на рубеже МИС 4 и 3, и

трансгрессия (пока без названия) во время МИС 3. Во время МИС 2 территория перекрывалась Скандинавским ледником, который оставил по себе сложно соотносящийся друг с другом комплекс ледниковых, ледниково-морских и водно-ледниковых осадков. Но скудость имеющихся данных оставляет пока открытыми многие вопросы поздненеоплейстоценовой истории региона: это и возраст, и амплитуда морских трансгрессий, и граница и сам факт проникновения ранневалдайского (МИС 4) оледенения на территорию Беломорско-Кулойского плато, и соотношение ледниковых, водно-ледниковых, ледниково-морских и морских отложений периода деградации последнего оледенения.

В связи со всем изложенным выше, нами были начаты исследования по реконструкции поздненеоплейстоценовой истории юго-восточного Прибеломорья; в качестве одного из ключевых участков было выбрано западное побережье Беломорско-Кулойского плато (восточный берег Двинского залива Белого моря), где в июле-августе 2020 года проводились полевые работы.

Основной целью работ было выявление пространственного и хронологического соотношения поздненеоплейстоценовых оледенений и морских трансгрессий в регионе. Для этого выполнялось литостратиграфическое изучение разрезов береговых обнажений, вскрывающих позднечетвертичные осадки разного генезиса. Также проводился отбор образцов на оптико-люминесцентное и уран-ториевое датирование, и на диатомовый и малакофаунистический анализы. Всего было изучено 6 разрезов высотой от 15 до 35 м (с севера на юг): Ершиха, Конечгорье, Крашенный Камень, Ущеменский, Долгий Мох и Куя (Рис. 1).

Также в целях реконструкции особенностей осадконакопления в береговой зоне приливно-отливного моря в позднем неоплейстоцене изучалась и современная динамика восточного побережья Двинского залива. Для этого проводилась детальная геодезическая съёмка отдельных, в том числе – приустьевых, участков восточного берега Двинского залива, а также внешнего обрамления (морского края) дельты р. Северной Двины (остров Кумбыш, Рис. 1) с помощью DGPS профилирования и аэрофотосъёмки с БПЛА.

Во время работ на лодке было пройдено 180 км вдоль восточного берега Двинского залива (от села Лапоминка к северу от Архангельска до маяка Зимнегорский и обратно) и 60 км (туда и обратно) на остров Кумбыш.

**Обобщённое строение разрезов.** В строении изученных разрезов были выявлены закономерности, позволяющие выделить два типа последовательностей осадконакопления, которые изменяются с севера на юг.

Первый тип был описан нами в устье долины ручья Ивовик, в береговом обрыве с высотой бровки 35 м. Долина прорезает Зимние горы, сложенные отложениями венда, и заполнена четвертичными осадками. В разрезе снизу вверх вскрываются:

1. Толща с ленточноподобной слоистостью: переслаивание суглинка (бурого, красноватого) лёгкого и тонкозернистого песка или алевролита. Мощность прослоев варьирует от долей мм до первых дм, в прослоях песка наблюдается слоистость – горизонтальная или знаков ряби. Ближе к подошве слоя встречаются линзы или прослои более грубообломочного окатанного материала (от гравия до валунов диаметром до 30 см), лежащие с размывом, мощность которых может достигать 1 м. Общая мощность толщи может превосходить 20 м.

2. Песок слоистый (переслаивание песчаных прослоев разной размерности) с линзами более крупнообломочного материала, мощность до 3 м.

3. Буро-серый суглинок, насыщенный обломками размерностью от гравия до валунов диаметром 0.5 м, скандинавских и местных пород, мощность 7 м. Подстиляется гравийно-галечно-валунной смесью, очень плотной (держит стенку), мощностью до 3 м. Нижняя граница – эрозионная. Рельеф поверхности – грядово-ложбинный.

По-видимому, разрез вскрывает мощную толщу озёрно-ледниковых отложений с вложениями (линзами) флювиогляциальных осадков, перекрытую мореной. Время

формирования толщи может относиться как к максимуму последнего оледенения, так и к какой-либо фазе его деградации.



Рис. 3. Разрез Крашенный Камень, расчистка межморенных песков. На разрезе (слева направо) – Д.В. Баранов и В.Г. Ван. Копает осушку Н.Н. Луговой.

Второй тип был описан южнее, уже в области распространения четвертичных отложений. В разрезе снизу вверх вскрываются:

1. Красновато-бурый, тёмно-серый суглинок, часто опесчаненный, в верхней части практически без обломков пород, зато встречаются фрагменты или даже целые раковины морских двустворчатых моллюсков. К низу количество обломков и их крупность увеличиваются. Слой уходит под тыловую шов пляжа, иногда формируя бенч. Мощность его варьирует от 1 м до первых десятков м.

2. Песок светло-серый, слоистый, прослоями от тонко- до крупно- и грубозернистого, часто со знаками ряби, с прослоями красновато-бурого алевритистого суглинка, чередуется с прослоями гравийно-галечного материала с мелкими валунами; может полностью замещаться светло-серым песком с горизонтальной слоистостью, и текстурами типа «скелет селёдки» и содержать обломки малакофауны. Нижний контакт чёткий, но без размыва, верхний – эрозионный. Мощность слоя может превышать 10 м.

3. Двойной слой, состоящий из гравийно-галечно-валунной смеси, очень плотной, как будто цементированной, перекрытой бурым, плотным, опесчаненным суглинком с большим количеством обломочного материала разного размера и степени окатанности. Мощность может достигать первых метров.

4. Верхний слой может быть представлен: ленточноподобным переслаиванием мелкозернистого песка и среднего суглинка; грубозернистым песком и гравием; сизым лёгким суглинком с большим количеством растительных остатков.

По-видимому, в подошве таких разрезов вскрываются либо ледниково-морские осадки (более вероятно), либо морена с кровлей, перекрытой морем. Возраст толщи пока не установлен, и может варьировать от МИС 6 до ранних фаз МИС 2. Межморенные осадки в средних частях разрезов представлены либо водно-ледниковыми (озёрно-ледниковыми), либо морскими песками, которые, в свою очередь, перекрыты верхней мореной. Венчают разрез или озёрно-ледниковые осадки, или отложения позднеледниковой/раннеголоценовой трансгрессии Белого моря.

Анализ отобранной представительной коллекции геохронометрических и палеонтологических образцов позволит установить возраст и генезис осадков, слагающих разрез западного берега Беломорско-Кулойского плато.

**Берега.** Исследованный отрезок побережья Зимнего берега по своему геоморфологическому строению делится на 3 части. Северный участок берега, между мысами Зимнегорский (на севере) и Конецгорья (на юге) – высокий (до 80 м) крутой абразионный уступ, с широко развитыми оползневыми процессами, рассечённый узкими небольшими долинами и оврагами. Центральный участок от м. Конецгорья, до м. Полтоминка устроен более сложно, это чередование абразионных участков с клифами высотой до 30 м и аккумулятивных террас, приуроченных к устьевым частям речных долин. Участок берега южнее м. Полтоминка, и до Никольской косы представляет собой пологую террасированную равнину, с абразионными берегами и высотой клифов, в среднем 10-15 м. Только у устьев рек Куйца и Куя имеются аккумулятивные формы.

Проведены рекогносцировочные обследования четырех устьев рек западного побережья Беломорско-Кулойского плато: Керца, Малые Козлы, Куица и Куя. Это приливные эстуарии малых рек Зимнего берега с открытым отмелым устьевым взморьем. Основными морскими факторами формирования этих устьев на выходе в море является приливные колебания уровня с величиной прилива до 1.2 м в сизигию, сильные приливные течения, мощный вдольбереговой поток наносов, движущийся в южном направлении под результирующим воздействием ветров северных и северо-западных направлений и генеральная ориентировка северо-восточного берега Двинского залива, с азимутом простирания 330°.

Сочетание этих сильных морских факторов и речных с незначительным стоком воды и наносов с дренируемых бассейнов рек приводит к формированию блокирующей косы с примыканием к коренному берегу на правом северном берегу этих рек, впадающих в море, и мелководного бара или устьевого осередка, препятствующих проникновению приливных волн в русла рек. Речные наносы во взвешенном и влекомом состоянии выносятся с дренируемой территории в устье и аккумулируются, формируя начальную форму дельты в виде островов, осередков, мелей. В период весеннего половодья возможно частичное размывание аккумулятивных форм и берегов и вынос наносов на устьевое взморье. Блокирующие аккумулятивные формы сложены наносами морского происхождения, являющихся продуктами абразии морских берегов. При сильных штормах и в периоды весеннего половодья эти косы могут размываться, и речной поток устремляется в море, а левая часть основной стоковой бороздины отделяется, превращаясь в старицы. Эти процессы наглядны в устьях рек Куица и Малые Козлы.

**Остров Кумбыш.** Остров Кумбыш расположен в центре выступа дельты Северной Двины у Мурманского рукава (Рис. 1). Он наиболее удалён от материковых берегов и приближен к зоне максимальных глубин внутренней части Двинского залива. Такое его расположение обеспечивает Кумбышу максимальное воздействие морского волнения из всех островов дельты. Остров состоит из комбинации нескольких генераций береговых валов (не менее 8 генераций), разделённых заболоченными и заозёрными ложбинами. Фоновые высоты валов 1-2 м над уровнем моря одинаковы на всех генерациях, отдельные дюнные массивы на них достигают высоты 5 м. Активная современная динамика рельефа острова прослеживается на его берегах (Рис. 4). Северо-восточный берег (вдоль Мурманского рукава) активно отступает, по всей его длине развиты активные клифы.

Морской (северо-западный) берег, несмотря на аккумулятивный облик, подвержен штормовым размывам. Так, отмеченный на топографических картах середины XX века остров Сельдяная Кошка по большей части размыт, и частично присоединился к о. Кумбыш. Здесь же ввиду большого количества незакреплённых песков весьма активно идут эоловые процессы. С южной стороны острова в нескольких глубоко врезанных заливах идёт мощная лайдовая аккумуляция, приводящая к их обмелению и заполнению. Незаболоченные части острова сильно техногенно трансформированы в середине XX века в результате деятельности министерства обороны СССР.



Рис. 4. Остров Кумбыш. Фиолетовым контуром обозначены участки аэрофотосъёмки с БПЛА; красные линии - геодезические (DGPS) профили, по северо-восточному берегу совпадающие с разрезами в клифах и местами отбора радиоуглеродных образцов; жёлтыми точками обозначены скважины ручного бурения.

*Работы выполнены при поддержке РФФИ, грант № 20-05-00613.*

#### ЛИТЕРАТУРА

*Зарецкая Н.Е., Рыбалко А.Е.* Хроностратиграфия позднего неоплейстоцена юго-восточного Прибеломорья: обзор имеющихся данных // Актуальные проблемы палеогеографии плейстоцена и голоцена: Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Марковские чтения 2020 года». Отв. редакторы Н. С. Болиховская, Т. С. Ключевиткина, Т. А. Янина. – М.: Географический факультет МГУ, 2020, с. 134-139

*Семенова Л.Р., Рыбалко А.Е., Журавлев В.А.* Четвертичная система. В: ГГК РФ (1:1000000), третье поколение, серия Мезенская, лист Q-38 (Мезень), Объяснительная записка, 2012а, с. 86-122.

*Семенова Л.Р., Рыбалко А.Е., Журавлев В.А.* Четвертичная система. В: ГГК РФ (1:1000000), третье поколение, серия Балтийская, лист Q-37 (Архангельск), Объяснительная записка, 2012б, с. 36-73.

*Соболев В.М.* Состав, стратиграфия четвертичных отложений Горла Белого моря и основные черты его палеогеографии // Региональные палеогеографические реконструкции, 2008, с. 144-156.

Astakhov V., Shkatova V., Zastrozhnov A., Chuyko M., Glaciomorphological map of the Russian Federation // Quaternary International. 2016. Vol. 420. P. 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.024>

Jensen M., Larsen E., Demidov I., Funder S., Kjær K.H. Depositional environments and sea level changes deduced from Middle Weichselian tidally influenced sediments, Arkhangelsk Region, northwestern Russia // Boreas. 2006. Vol. 35. P. 521–538. <https://doi.org/10.1080/03009480600781941>

Larsen E., Kjær K.H., Demidov I.N., Funder S., Grøsfjeld K., Houmark-Nielsen M., Jensen M., Linge H., Lysa A., 2006. Late Pleistocene glacial and lake history of northwestern Russia // Boreas. 2006. Vol. 35. Is. 3. P. 394–424. <https://doi.org/10.1080/03009480600781958>

Molodkov A.N., 2019. The Late Pleistocene palaeoenvironmental evolution in Northern Eurasia through the prism of the mollusc shell-based ESR dating evidence // Quaternary International. 2020. Vol. 556. P. 180–197. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.05.031>

Molodkov A., Raukas A. ESR age of the Late Pleistocene transgressions in the eastern part of the White Sea coast // Geologija. 1998. № 25. P. 62–69.

Zaretskaya N.E., Rybalko A.E., Repkina T.Yu., Shilova O.S., Krylov A.V. Late Pleistocene in the southeastern White Sea and adjacent areas (Arkhangelsk region, Russia): stratigraphy and palaeoenvironments // Quaternary International, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.10.057>

## THE LATE PLEISTOCENE SECTIONS OF THE WESTERN COAST OF KULOI PLATEAU: FIRST DATA

<sup>1</sup>Zaretskaya N.E., <sup>1,2</sup>Lugovoy N.N., <sup>3</sup>Demidenko N.A., <sup>1</sup>Baranov D.V., <sup>2</sup>Van V.G.

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

<sup>2</sup>Faculty of Geography, Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup>State Institute of Oceanography, Moscow, Russia

The Late Pleistocene sections of coastal outcrops on the western coast of the Kuloi plateau have been studied for the first time. It has been established that at the bottom of the composite section, glaciomarine deposits of unknown age are exposed, overlain by glaciolacustrine or marine sediments; the upper part of the section is represented by glacial, glaciofluvial and glaciolacustrine deposits that formed during MIS 2. The top of the section may contain sediments of the Late Glacial or early Holocene transgression of the White Sea.

Keywords: *Late Pleistocene, Gulf of Dvina, Kuloi plateau, MIS 5 - MIS 2, modern coastal-marine sedimentation.*