

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРСКОГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЯ: ГЕОХРОНОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯ, ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОБЕРЕЖЬЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Зарецкая Н.Е.¹, Корсакова О.П.², Шварёв С.В.³,
Репкина Т.Ю.⁴, Луговой Н.Н.⁴, Григорьев В.А.⁵,
Баранская А.В.⁴, Нечушкин Р.И.⁶, Петров О.Л.⁶,
Трофимова С.С.⁷, Аляутдинов А.Р.⁴

Терский берег Белого моря протянулся с запада на северо-восток от устья реки Варзуга до мыса Святой Нос, с северо-западной стороны окаймляя пролив Горло. Разнообразие ландшафтов Терского берега, предопределённое процессами, его сформировавшими, равно как его труднодоступность, обусловили, с одной стороны, интерес к нему со стороны исследователей, с другой — его недостаточную изученность. Поэтому в 2018 году здесь были проведены комплексные исследования на участке от устья р. Варзуги до устья р. Пулоньги, ставившие перед собой несколько целей, и решавшие разнообразные задачи.

Основной целью исследований было хронометрирование стратиграфических последовательностей позднего неоплейстоцена, вскрывающихся в естественных разрезах в долинах рек Терского берега, выявление палеоклиматических трендов и поиск аналогов природных обстановок валдайского времени. В ходе работ были изучены следующие разрезы (с востока на запад): Большая Кумжевая, Чапома (Глиняная гора), Фактория (в устье р. Чапомы), Каменка, Чаваньга и Варзуга (Клетной порог) (рис. 1). Все разрезы расположены в приустевых (не далее 5 км вверх по течению от устья) участках одноимённых рек.

¹ *Зарецкая Н.Е.* — ГИН РАН; ИГ РАН; ИФЗ РАН, Москва.

² *Корсакова О.П.* — ГИ КНЦ РАН, Апатиты.

³ *Шварёв С.В.* — ИГ РАН; ИФЗ РАН, Москва.

⁴ *Репкина Т.Ю., Луговой Н.Н., Баранская А.В., Аляутдинов А.Р.* — МГУ им. М.В. Ломоносова, географический ф-т, Москва.

⁵ *Григорьев В.А.* — СПбГУ, Ин-т Наук о Земле, Санкт-Петербург.

⁶ *Нечушкин Р.И., Петров О.Л.* — ГИН РАН, Москва.

⁷ *Трофимова С.С.* — ИЭРЖ УрО РАН, Екатеринбург.

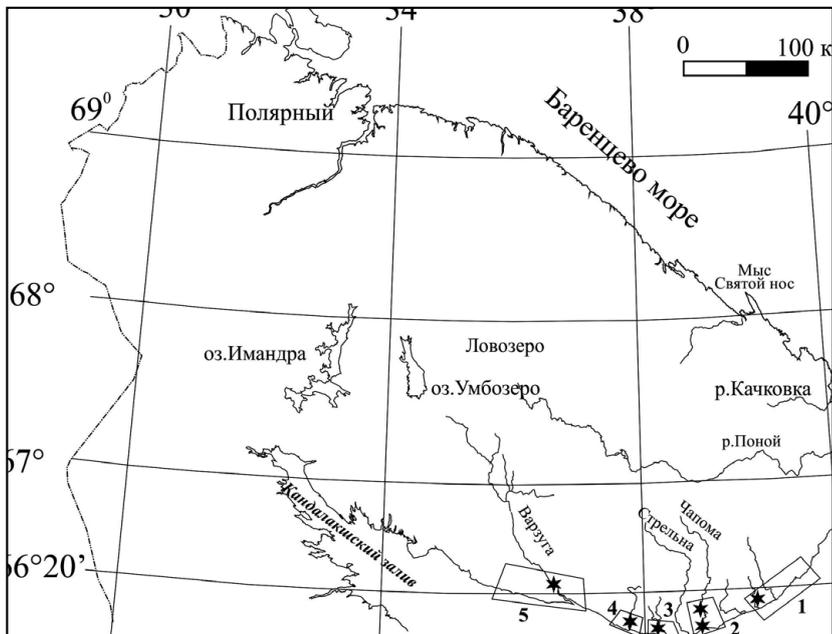


Рис. 1. Район работ и ключевые участки: 1 – Пулоньга–Большая Кумжевая (разрез Б. Кумжевая); 2 – Чалома (разрезы Чалома (Глиняная гора) и Фактория (устье Чапомы); 3 – Тетрино–Песчанка (разрез Каменка); 4 – Чаваньга (разрез Чаваньга); 5 – Варзуга–мыс Корабль (разрез Клетной порог). * – изученные разрезы

Ранее изучением этих разрезов (кроме разреза в устье р. Чапомы, который изучен впервые) занимались [Арманд, 1969; Граве и др., 1969; Евзеров, Кошечкин, 1977, Евзеров и др., 1980], и возрастная привязка осадочных толщ проводилась главным образом по литостратиграфическим, спорово-пыльцевым и диатомовым данным. В начале 2000 годов по этим разрезам были получены первые геохронологические данные [Корсакова и др., 2004; Korsakova, 2009], позволившие более чётко отнести вскрывающиеся в них горизонты к отложениям последнего ледникового макроцикла. Было установлено, что в разрезах Терского берега присутствуют морские осадки микулинского времени (понойские слои – отложения бореальной трансгрессии с теплолюбивой малакофауной), позднемикулинского (стрельнинские слои) и среднего валдая (отложения ленинградского горизонта). Отложения ледникового парагенетического ряда присутствуют, как в погребенном виде, которые по литостратиграфическим и единичным геохронометрическим данным отнесены к ран-

не-валдайскому времени [Корсакова и др., 2004; Korsakova, 2009], так и в виде практически сплошного покрова морены и водно-ледниковых осадков последнего ледникового максимума.

В задачи проводившихся исследований входили: расчистка известных разрезов; описание разрезов и литостратиграфическая привязка горизонтов к описаниям, сделанным ранее, для последующей корреляции полученных дат с уже опубликованными данными; детальный отбор образцов песчаных горизонтов на OSL и IRSL датирование и малакофауны из суглинков на $^{230}\text{Th}/\text{U}$ анализ. Также проводился отбор микропалеонтологических (диатомовых и спорово-пыльцевых) образцов. Для поиска климатических аналогов МИС 3 Вычегодско-Северодвинской флювиальной системы проводился отбор образцов на карпологический анализ из голоценовых торфяных болот.

По первому направлению ожидаются следующие результаты:

1. Будет определен с высокой степенью достоверности (за счет использования разных датирующих методов) возраст морских отложений, отнесенных по единичным датировкам и полученным ранее палинологическим данным к среднему валдаю;
2. Будет реконструирована событийность средневалдайского времени на южном побережье Кольского полуострова и в Бломорском бассейне и проведено сравнение с Северодвинской флювиальной системой, в том числе — для выявления градиента изменения тепла и влаги с запада на восток.

Второй целью работ был детальный анализ морфоструктуры Терского берега и прилегающего дна Белого моря в сопоставлении с современными рельефо-образующими процессами и палеосейсмичностью.

Актуальность детальных исследований морфоструктуры Терского берега обусловлена необходимостью установления четких зависимостей между современным структурным планом, режимом позднеплейстоценовых и голоценовых тектонических движений и их влиянием на развитие рельефа и осадконакопление. Это, с одной стороны, весьма важно для выявления причинно-следственных связей и корректных палеогеографических реконструкций, а с другой — для прогнозов территориального развития и определения природных опасностей, таких как землетрясения и катастрофическая активизация рельефообразующих процессов.

Исследование морфоструктурных особенностей Терского берега распадается на две составляющие, определяемые переходным поло-

жением морфоструктуры на границе «суша-море». В методическом плане морфоструктурные особенности субаквальной части территории выявляются с использованием детальной батиметрической информации, моделируемой в трех измерениях с использованием средств ГИС-анализа [Шварев, Никонов, 2015], а для определения иерархической блоковой морфоструктуры субаэральной части использованы дистанционные изображения среднего и высокого разрешения (Landsat-ETM+, WorldWiew и др.), а также цифровые модели рельефа, созданные как на основе дистанционных данных (ASTER GDEM), так и обобщения данных по абсолютным высотам, заимствованных с топографических карт (ГТОРО-30) [Шварев, 2014]. Совмещение двух типов данных демонстрирует сопряжение структур на дне моря с дислокациями на прибрежной суше. Для Кандалакшского залива такие сопряженные структуры ориентированы как в продольном направлении, совпадая с главной осью опускания, так и в диагональном и поперечном направлениях. Преобладающие тектонические смещения здесь явно носят вертикальный характер, что отражается в высотах уступов, обрамляющих грабены, достигающих индивидуальных значений 100–150 м при суммарном опускании дна в осевой части залива до глубин более 300 м. Тем не менее, хорошо заметны и сдвиговые смещения, реализуемые здесь в поперечных направлениях [Шварев, Никонов, 2015].

Морфоструктурный план территории четко дифференцируется на два участка. Первый вытянут вдоль Горла Белого моря, где преобладают прямолинейные структуры ЗСЗ-простираения, определяющие вдольбереговые структурные ступени рельефа, моделируемые морскими террасами разных уровней. В морской части ему соответствуют уступы того же простираения высотой до первых десятков метров. Второй участок протягивается вдоль Кандалакшского залива и характеризуется преобладанием в субаэральной части дугообразных разрывов, отсекающих от побережья ступени, замыкающиеся к востоку и западу. В морской части характерно развитие прямолинейных уступов, обращенных к осевой части Кандалакшского грабена, из которых основным является эскарп СЗ-простираения. Высота уступа, достигающая 100 м, в совокупности с протяженностью более 100 км определяет его как главную активную тектоническую структуру территории, обладающую сейсмическим потенциалом. Из характерных особенностей морфоструктуры как субаэральной, так и субаквальной частей участка можно отметить веерообразные сочленения разрывов преимущественно ССЗ-простираений, определяющие сбросовые ступени, как, например, сложный грабен нижнего течения

р. Варзуга. Помимо явной сбросовой кинематики, преобладающей для постледниковых тектонических смещений, подобные структуры могут отражать новейшие сдвиговые смещения основных структур обрамления Кандалакшского грабена.

На трех участках побережья (2, 3–4 и 5, рис. 1) были сосредоточены работы по поискам следов постледниковой активности тектонических структур, в том числе имеющих сейсмогенный характер в коренных породах и рыхлых отложениях. В коренных породах на всех трех участках обнаружены следы вибрационных сейсмических воздействий, выраженные в площадном дроблении и латеральные смещения крупных блоков. Локально распространены сейсмо-гравитационные структуры и единично – гравитационно-сеймотектонические. В разрезах рыхлых отложениях вскрыты складчатые и разрывные структуры, приуроченные как к позднеплейстоценовым осадкам, лежащим под отложениями последнего ледника, так и к голоценовым отложениям. Их структурная обусловленность подтверждается четкими пространственно-кинематическими соответствиями характеристик основных межблоковых зон, выделенных при морфотектоническом анализе и самих деформаций. Важно отметить, что деформации, как в скальных породах, так и в рыхлых отложениях, отражают сейсмические события, связанные как с нормальными сбросами, так и со сдвиговыми и взбросовыми смещениями. Таким образом, они отражают не только постледниковые подвижки, связанные с изостатической компенсацией, но также и то, что обнаруженные разновозрастные деформационные структуры охватывают длительный период с периодическим повторением.

Третья цель имела перед собой изучение и реконструкцию истории развития Терского берега в позднеледниковье и голоцене, и распалась на три направления:

1. Изучение дифференцированных вертикальных движений земной коры в после-ледниковое время.
2. Изучение истории развития Терского берега в постгляциальное время как результат взаимодействия комплекса факторов.
3. Изучение современной динамики берегов района.

Для решения поставленных задач на четырех ключевых участках (рис. 1) было выполнено геоморфологическое профилирование (13 профилей). Высота поверхностей определялась с помощью ручного уровня CST Berger 17-632 Hand Sight Level и мерной рейки. Координатная привязка профилей осуществлялась с помощью портативного GPS-приемника Garmin60CSx. На двух профилях высота

определена путем тахеометрического профилирования с привязкой к Балтийской системе нормальных высот. Также на трех участках профилирование было дополнено съемкой БПЛА.

Геоморфологическое профилирование выполнялось в целях увязки скважин ручного бурения и интерпретации истории развития рельефа участков. Профили охватывали комплекс морских голоценовых террас от верхней границы современной береговой зоны до наиболее древней береговой линии. В ходе профилирования определена относительная высота поверхностей террас, выполнено описание их морфологии, ландшафтных особенностей. Состав приповерхностных отложений охарактеризован по копушкам, искориям, фитоиндикационным признакам. Профилирование сопровождалось полевым геоморфологическим дешифрированием детальных топографических карт и космических снимков (КС): обработанных на предполевом этапе (синтез, координатная привязка, улучшение разрешения до 14,5 м) КС Landsat ETM+ и КС Quick Bird (пространственное разрешение 2,5 м), содержащихся в Google Earth.

Террасы с отчетливо выраженными аккумулятивными (береговые валы) и абразионными (бенчи, оглаженные выход скальных пород) формами зафиксированы на высотах до 10–30 м. Тыловой шов наиболее высоких террас примыкает к отчетливому абразионному уступу, выработанному в ледниковых отложениях поздневалдайского или коренных породах. Максимальных отметок рельеф морского происхождения достигает в районе устья р. Варзуга. На участках Чаваньга, Тетрино и Чапома закономерного снижения верхней морской границы в восточном направлении не выявлено. Высота террас в существенной мере связана с положением кровли коренных пород или ледниковых отложений.

Строение древних морских террас, как правило, аналогично строению современной береговой зоны. Это позволяет говорить о сохранении морфодинамических тенденций. В устье р. Чапома по морфологическим признакам можно предположить относительно недавнее изменение направлений потоков наносов.

Определение возраста террас позволит реконструировать историю развития береговой зоны Терского берега в голоцене и установить время перестройки морфодинамических систем западного берега Горла Белого моря.

Работа проведена в рамках Госзадания ГИН РАН №0135-2018-0037, при финансовой поддержке РФФИ, грант №17-05-00706, и Программы Президиума РАН №19 проект 0135-2018-0040.

Литература

- [1] *Арманд А.Д.* Рельеф и стратиграфия антропогенных отложений юго-западной части Кольского полуострова // Фонды Кольского филиала АН СССР. Апатиты, 1967. — 162 с.
- [2] *Арманд А.Д.* Паудорфский межстадиал в юго-западной части Мурманской области // В сб.: Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского п-ова. — Л.: Наука, 1969. — С. 63–79.
- [3] *Граве М.К., Гунова В.С., Девятова Э.И., Лаврова М.А., Лебедева Р.М., Самсонова Л.Я., Черемисинова Е.А.* Микулинское межледниковье на юго-востоке Кольского полуострова // Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского п-ова. — Л.: Наука, 1969. — С. 25–56.
- [4] *Евзеров В.Я., Каган Л.Я., Лебедева Р.М., Раямяэ Р.А.* Разрез валдайских отложений в окр. г. Ковдора (ЮЗ часть Мурманской обл.) // Геология и полезные ископаемые Кольского п-ова. — Апатиты: изд-во Кольского филиала АН СССР, 1980. — С. 112–125.
- [5] *Евзеров В.Я., Кошечкин Б.И.* Палеогеография плейстоцена западной части Кольского п-ова. — Л.: Наука, 1980. — 105 с.
- [6] *Корсакова О.П., Молодьков А.Н., Колька В.В.* Геолого-стратиграфическая позиция верхнеплейстоценовых морских образований на юге Кольского полуострова (по геохронологическим и геологическим данным) // ДАН, 2004. Т. 398. №2. — С. 218–222.
- [7] *Шварев С.В., Никонов А.А., Фроль В.В.* Морфоструктура, тектоническая и сейсмическая активность в бассейне Белого моря: анализ на основе ЦМР, геологических и сейсмических данных // Всероссийская конференция «VII Шукинские чтения»: Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 18–21 мая 2015. — М.: МГУ, 2015. — С. 199–202.
- [8] *Никонов А.А., Шварев С.В.* Сейсмолинементы и разрушительные землетрясения в российской части Балтийского шита: новые решения для последних 13 тысяч лет // Геолого-геофизическая среда и разнообразны проявления сейсмичности: мат-лы междунар. конф.; г. Нерюнгри, 2015. — С. 243–251.
- [9] *Шварев С.В.* Экзогенные процессы Кольского полуострова в свете блокового строения и активной тектоники // Мат-лы XXXIV Пленума Геоморф. комиссии РАН, 2014 г. Волгоград.
- [10] *Korsakova O.P.* Pleistocene marine deposits in the coastal areas of Kola Peninsula (Russia) // Quaternary International. 2009. Vol. 206. — P. 3–15.