

**ПРИБРЕЖНЫЕ ДЮНЫ И ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ БЕЛОГО МОРЯ В ГОЛОЦЕНЕ
(ЗИМНИЙ И КАНИНСКИЙ БЕРЕГА)**

**COASTAL DUNES AND SEA LEVEL CHANGE OF WHITE SEA (ZIMNIY AND
KANINSKY COASTS) IN THE HOLOCENE**

**Репкина Татьяна Юрьевна^{1,2}, Леонтьев Пётр Александрович², Кублицкий Юрий
Анатольевич², Крехов Алексей Константинович³, Гуринов Артём Леонидович^{1,4},
Вяткин Егор Дмитриевич², Орлов Александр Владимирович², Луговой Николай
Николаевич^{5,1}**

¹ *Институт географии РАН, Москва*

² *РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

³ *СПбГУ, Физический факультет, Санкт-Петербург*

⁴ *НИУ ВШЭ, факультет географии и геоинформационных технологий, г. Москва*

⁵ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва*

**Repkina Tatiana Yurievna^{1,2}, Leontiev Piotr Alexandrovich², Kublitskiy Yuriy
Anatolievich², Krekhov Alexey Konstantinovich³, Gurinov Artem Leonidovich^{1,4}, Vyatkin
Egor Dmitrievich², Orlov Alexander Vladimirovich², Lugovoy Nikolay Nikolaevich^{5,1}**

¹ *Institute of Geography, RAS, Moscow*

² *Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg*

³ *St. Petersburg State University, Faculty of Physics, St. Petersburg*

⁴ *Faculty of Geography and Geoinformation Technologies, National Research University
Higher School of Economics, Moscow*

⁵ *Faculty of Geography of LMSU, Moscow*

Введение

Эоловые процессы - один из важнейших факторов морфолитогенеза береговой зоны Мирового океана. Облик и динамика прибрежного эолового рельефа определяются, в первую очередь, балансом наносов в береговой зоне, направлением господствующих ветров относительно береговой линии и тенденцией ее перемещения. Усиливает или ослабляет активность эоловых процессов комплекс локальных факторов, таких как состав и влажность наносов, расчлененность поверхности, высота и плотность растительности и ряд других [Выхованец, 2003; Несп, 2002]. Ритмы активизации прибрежных эоловых процессов неизбежно связаны с колебаниями относительного уровня моря и изменениями режима ветров, волн и припайных льдов. Вместе с тем, реакция прибрежных эоловых процессов на изменения природной среды остается предметом дискуссий [Бадюкова, Соловьева, 2015]. Особенно актуальна эта проблема для Арктических морей, где прибрежный эоловый рельеф изучен на единичных участках [Ruz and Hesp, 2014] (рис. 1). Наши исследования направлены на получение фактических данных об эоловом рельефе, ритмах активизации эоловых процессов и их соотношения с колебаниями уровня моря и динамикой берегов восточного побережья Белого моря после деградации оледенения.

Крупные ареалы голоценового эолового рельефа приурочены к районам устойчивой прибрежно-морской аккумуляции. На побережье Белого моря, где преобладают слабо измененные морем или абразионные берега, такие условия возникли в устьях рек со значительным твердым стоком и в зонах разгрузки относительно мощных вдольбереговых потоков наносов. Представлены данные о строении эолового рельефа и отложений на двух участках Зимнего (мыс Инцы - устье р. Ручьи; устье р. Майда) и Канинского (устье р. Шойна) берегов Белого моря (рис. 1А).

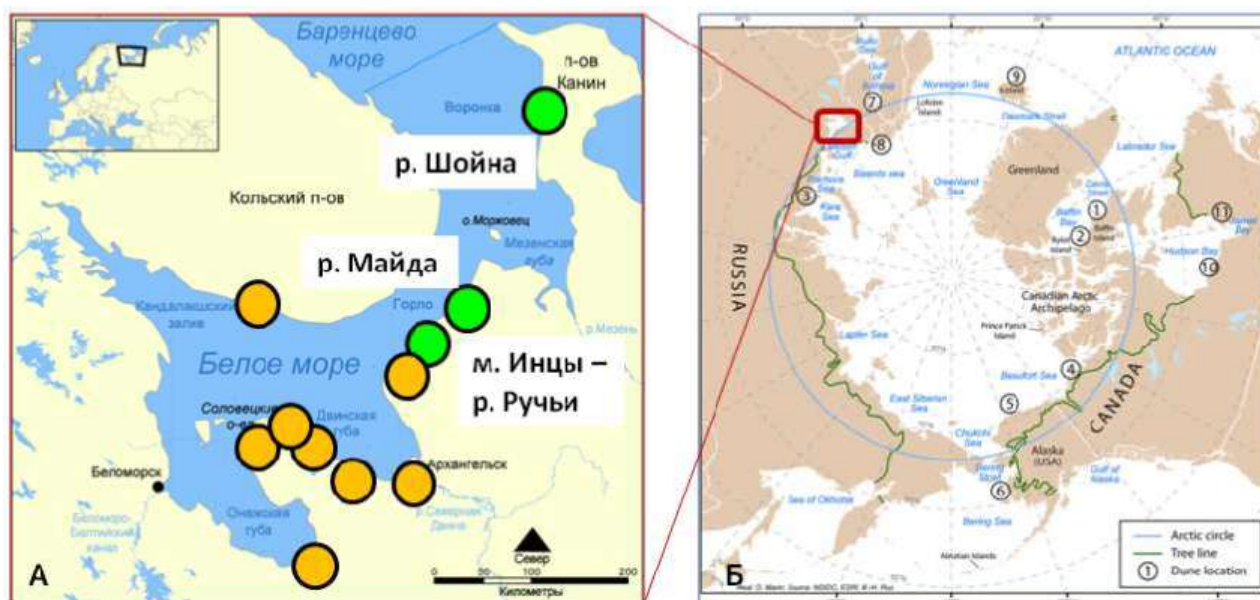


Рис 1. Ареалы распространения прибрежных дюн. А – на побережье Белого моря (зелеными значками показаны участки, описанные в тексте). Б – изученных на побережье Арктических морей [Ruz and Hesp, 2014].

Данные и методы

Исследования включают георадиолокационное профилирование, БПЛА и DGPS съемку, изучение донных отложений озёр палеоолимологическими методами, геоморфологическое дешифрирование разновременных дистанционных данных, морфолитодинамические и геоморфологические маршрутные описания, а также изучение голоценовых отложений комплексом аналитических (гранулометрический и диатомовый анализы, определение содержания органического вещества и соотношения Corg/Norg) и геохронологических (радиоуглеродное датирование) методов. Комплекс методов позволяет сравнить строение современных и реликтовых форм прибрежного эолового рельефа и отложений с литолого-стратиграфической последовательностью донных отложений прибрежных водоёмов, расположенных в зоне ближнего эолового переноса. Методика работ подробно изложена в [Repkina et al., 2022]. Радиоуглеродное датирование и калибровка образцов, отобранных в устье р. Майды, проведены в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана СПбГУ. Для оценки ритмов прибрежных эоловых процессов на участке м. Инцы - р. Ручьи проанализированы опубликованные данные [Repkina и др., 2019, Шилова и др., 2019, Zaretskaya et al., 2021].

Результаты. Зимний берег. Мыс Инцы - устье р. Ручьи.

Формы голоценового эолового рельефа развиты на трех участках: на приустьевой косе правого берега р. Ручьи, в зоне конвергенции потоков наносов у м. Инцы, а также в палеопроток, заполненном наносами двух небольших рек.

На приустьевой косе р. Ручьи прибрежные дюны (протяженность ~2 км, ширина до ~0.3 км, относительная высота до 4 м) перекрывают морские пески, которые накопились в корне косы не позднее ~4.4-4.3 тыс. кал.л.н., а в ее дистали – в конце позднего голоцена [Репкина и др., 2019]. На георадиолокационных профилях выделены два пачки эоловых песков, что позволяет предположить наличие двух этапов активизации эоловых процессов. Учитывая возраст подстилающих отложений, оба они имели место в позднем голоцене.

В северной части аккумулятивного мыса Инцы массивы дюн (протяженность ~5.5 км, ширина 0.2-0.5 км, относительная высота до 10 м) наложены на тыловую часть голоценовой морской террасы [Lugovoy, Repkina, 2019]. На георадиолокационных профилях в чехле террасы выделены два горизонта косослоистых морских песков. Накопление верхнего из них началось позже ~4.7 и завершилось между ~3.3 и ~2 тыс. кал. л.н. [Репкина и др., 2019]. В отложениях дюнного массива также выделяется не менее 2 самостоятельных пачек. Очевидно, что дюны образовались не раньше, чем морская терраса.

На днище осушенного палеопротока эоловые формы представлены грядами дюн (протяженность 0.1-0.5 км, ширина до 50 м, относительная высота до 2 м). Гряды перемещаются от оси протока, где расположены действующие русла рек, к его борту. Эоловые пески, переслаивающиеся с торфом, накапливаются с ~1.8 тыс. кал.л.н. до настоящего времени [Shilova et al., 2019, Repkina et al., 2019].

Зимний берег. Устье р. Майда

На приустьевой косе правого берега р. Майда развиты авандюна и система дюнных гряд (протяженность ~3 км, ширина до ~1.5 км). Относительная высота авандюны, также как и на правобережье р. Ручьи, увеличивается от корня косы (1-2 м) к ее дистали (4-5 м). За авандюной на практически плоской поверхности косы параллельно или под углом к современному берегу расположены четыре генерации дюнных гряд (относительная высота 5-18 м). Внутреннее строение гряд на георадиолокационных профилях позволяет предположить, что это древние авандюны, образующие так называемую «foredune plain» [Hesp, 2002]. Наиболее древняя авандюна наложена на днище палеолагуны, которая вышла из-под уровня моря в интервале ~3.8-3.0 тыс. кал.л.н. Последующие генерации авандюн формировались в ходе выдвижения берега за счет аккумуляции песков, поступающих с СВ с вдольбереговым потоком наносов. Даты из обогащенных песком прослоев озерно-болотных отложений, указывают на активизацию эоловых процессов ~0.8-0.6 тыс. кал.л.н.

Канинский берег. Устье р. Шойна

На приустьевых косах р. Шойны развиты дюнные массивы и гряды. Крупнейший дюнный массив (протяженность ~8 км, ширина до ~0.6 км, относительная высота до 22 м) сформировался на приустьевой косе левого берега. Дюнный массив состоит из отдельных дюн, ориентированных параллельно левому берегу эстуария и почти перпендикулярно берегу моря. Положение дюн и взаимное расположение пачек эоловых песков на георадиолокационных профилях позволяет предположить, что пески поступают с обширных приливных осушек открытого берега и эстуария реки, а также наличие не менее трех этапов накопления эоловых отложений. Два из них зафиксированы в разрезах голоценовых террас и могут быть датированы. Находка в чехле террасы, на которую надвинута наиболее древняя

дюна, обломков крупных ветвей деревьев, позволяет предварительно сопоставить начало формирования дюн с климатическим оптимумом голоцена.

Заключение

Голоценовые прибрежные эоловые формы представлены на ключевых участках авандюнами, дюнными грядами и массивами. Они формировались преимущественно за счет песков, поступающих на приливные осушки и пляжи с вдольбереговыми или поперечными потоками наносов с позднего (м. Инцы - р. Ручьи, устье р. Майда) или, возможно, со среднего (устье реки Шойна) голоцена, когда относительный уровень моря на этих участках берега приблизился к современному. Зафиксированы 2-4 этапа активизации береговых и эоловых процессов. Представляется, что активизация была синхронной: увеличение объема поступающих на берег песков вызывало рост эоловых форм. Результаты датирования позволяют подтвердить или опровергнуть это предположение.

Благодарность

Авторы благодарят Администрацию СП «Шойнинский сельсовет», РПК «Рыболовецкий совхоз «Освобождение»», а также жителей с. Шойна, д. Майда, с. Койда и с. Ручьи, за бескорыстную помощь при организации полевых работ и интерес к нашим исследованиям.

Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 22-27-00499.

Список литературы

1. Бадюкова Е. Н., Соловьева Г. Д. Прибрежные эоловые формы и колебания уровня моря // Океанология. 2015. Т. 55, №. 1. С. 139-139. doi: 10.7868/S0030157415010013.
2. Выхованец Г.В. Эоловый процесс на морском берегу. Одесса: Изд-во «Астропринт», 2003. 368 с.
3. Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М.: Наука, 1977. 236 с.
4. Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Шилова О.С. Луговой Н.Н., Садков С.А. Юго-восточный берег Горла Белого моря в голоцене: рельеф, отложения, динамика // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Выпуск 6. Спб.: ААНИИ, 2019. С. 146–153. DOI: [10.24411/2687-1092-2019-10621](https://doi.org/10.24411/2687-1092-2019-10621).
5. Шилова О.С., Зарецкая Н.Е., Репкина Т.Ю. Голоценовые отложения юго-восточного побережья Горла Белого моря: новые данные диатомового и радиоуглеродного анализов // ДАН. М: Наука, 2019. Т. 488. № 6, с. 661-666. DOI: [10.31857/S0869-56524886661-666](https://doi.org/10.31857/S0869-56524886661-666).
6. Hesp P. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics // Geomorphology. 2002. 48(1-3), 245–268. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00184-8](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00184-8).
7. Lugovoy N. N., Repkina T. Yu. Coastal dynamics of the accumulative Intsy cape (Zimniy Coast of the White sea) // INQUA 2019 Abstracts. 2019. P–3007.
8. Ruz M.-H., Hesp P.A. Geomorphology of high-latitude coastal dunes: a review // Geological Society, London, Special Publications. 388, 2014. P. 199-212 <https://doi.org/10.1144/SP388.17>.
9. Repkina T.Yu., Leontiev P.A., Kublitskiy Yu.A., Krekhov A.K., Gurinov A.L., Lugovoy N.N., Vyatkin E.D., Orlov A.V. Aeolian morpholithogenesis of the eastern coast of the White Sea in the Holocene according to paleolimnological and GPR studies // Limnology and

Freshwater Biology. 2022. № 4. P.1541-1543. DOI: <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2022-A-4-1541>

10. *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*. 2021. Vol. 605–606. P. 126–141. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.10.057>



XI Международная научно-практическая конференция

«Морские исследования и образование»

XI International conference

«Marine Research and Education»

MARESEDU-2022



**ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ /
CONFERENCE PROCEEDINGS
Том IV (IV) / Volume IV (IV)**

**24-28 октября 2022г.
г. Москва**

УДК [551.46+574.5](063)

ББК 26.221я431+26.38я431+28.082.40я431

Т78

Труды XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022» Том IV (IV): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2022, 303с.: ISBN 978-5-6049290-2-5.

Сборник «Труды XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции, состоящую из четырех томов. Сборник включает в себя главы, соответствующие основным секциям технической программы конференции: океанология, гидрология, морская геология и геофизика, морская биология, рациональное природопользование, подводное наследие и водолазные методы и морские ландшафты.

Помимо основных секций на конференции были представлены круглый стол "Новые данные о признаках последнего оледенения на Баренцево-Карском шельфе" и секция научно-популярных фильмов.

В рамках конференции участники обсудили состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, шельфовых морей и крупнейших озер, актуальные проблемы рационального природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, проблемы освоения ресурсов континентального шельфа, достижения науки в области морской геологии, современные подходы к исследованиям обширных акваторий дистанционными методами, проблемы устойчивого развития экосистем моря и прибрежной зоны, организацию и проведение комплексных экспедиционных исследований, преподавание «морских дисциплин», вопросы организации полевых практик студентов.

Все тезисы представлены в редакции авторов.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский
пр-т, д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

ООО «Центр морских исследований МГУ
имени М.В. Ломоносова».

РФ, 119234, г. Москва, ул. Ленинские
Горы, д. 1, стр. 77

(495) 648-65-58/ 930-80-58

Все права на издание принадлежат
ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова».

© ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова», 2022
© ООО «ПолиПРЕСС»