

Репкина Т.Ю., Луговой Н.Н., Лукьянова С.А.
(МГУ Географический ф-т, г. Москва, e-mail: t-repkina@yandex.ru)

Антропогенные берега Российской Арктики

Repkina T.Yu., Lugovoy N.N., Lukyanova S.A.
(Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography)

Anthropogenic coasts of the Russian Arctic

Ключевые слова: морские берега, антропогенный рельеф, геоморфологические процессы, Российская Арктика

Впервые в региональном масштабе оценена степень антропогенной трансформации рельефа и геоморфологических процессов берегов Российской Арктики; составлены соответствующие карты масштаба 1:15000000. Выявлены типичные для региона виды антропогенного воздействия, установлена зависимость глубины трансформации береговой зоны от типа воздействия и генетического типа берега.

Антропогенная трансформация рельефа и геоморфологических процессов берегов Российской Арктики обычно рассматривается на локальных участках в целях решения инженерных и геоэкологических задач. Вместе с тем за несколько сотен лет освоения на арктических берегах сформировались типичные для региона комплексы антропогенных форм рельефа (рельефоидов) и берегоформирующих процессов, спровоцированных деятельностью человека.

Береговые процессы в арктических морях обладают рядом специфических черт. Низкие температуры воздуха и продолжительное отсутствие солнечной радиации приводят к длительной консервации берегов морскими льдами и способствуют развитию многолетнемерзлых пород, присущих только арктической зоне. Время действия активных берегоформирующих факторов – ветра, волнения, течений и наиболее значительных колебаний уровня арктических морей в существенной степени зависит от ледового режима моря. Поэтому весьма важна продолжительность динамически активного периода открытой воды, когда кромка льда расположена на значительном удалении от берега, что обеспечивает достаточный разгон для ветровых волн.

Характер и степень проявления разнообразных береговых процессов и их специфических черт формируют тот или иной тип аккумулятивного или абразионного берега и влияют на его устойчивость, а это, в свою очередь, определяет возможности хозяйственного освоения побережья.

Относительно безопасности деятельности человека основное внимание обычно уделяется процессам волнового размыва (абразии), которые влекут за собой потерю ценных прибрежных земель, разрушение промышленных и жилых сооружений и разного рода коммуникаций. По наносимому ущербу для народного хозяйства абразия берегов играет ведущую роль среди опасных

береговых процессов, особенно при современном глобальном подъеме уровня Мирового океана. Остальные природные процессы становятся опасными, главным образом, через усиление абразии берега.

Несмотря на короткий безледный период, многие участки арктического побережья, в том числе некоторые крупные береговые аккумулятивные формы, подвергаются волновому размыву и разрушению. В немалой степени волновому размыву берегов способствуют геокриологические явления, такие как термокарст, термоэрозия и термоабразия. Развитие этих процессов обусловлено тем, что на большом протяжении к берегу подходят аллювиально-морские равнины, сложенные мелкодисперсными высокольдистыми отложениями, легко поддающимися тепловому воздействию воды и воздуха.

В целом, на арктическом побережье России, особенно в Западной Арктике, преобладают довольно устойчивые берега, отстающие со скоростью менее 1 м/год (58% от общей длины материкового побережья). В основном это берега, сложенные прочными кристаллическими и метаморфическими породами. Почти вдвое меньше (28%) протяженность берегов с умеренно опасными (1-3 м/год) и еще меньше (~14%) опасными для деятельности человека (более 3 м/год) скоростями размыва.

Особенности береговых процессов требуют внимательного отношения при хозяйственном освоении арктического побережья.

Типы и степень антропогенной трансформации берегов Российской Арктики оценены на базе дешифрирования космических снимков Quick Bird съемки 2010-18 гг. (<https://www.google.com/earth/>) и Landsat съемки 1988-2016 гг. (<https://earthengine.google.com/timelapse/>), анализа литературных источников и результатов полевых исследований на ключевых участках.

Значимые изменения рельефа и/или береговых процессов выявлены на 86 участках, расположенных вблизи населенных пунктов, промышленных и военных объектов. Типичные для региона виды антропогенного воздействия – строительство портовых и берегозащитных сооружений, переходов трубопроводов, изъятие отложений пляжей, береговых баров и дюнного комплекса, загрязнение береговой зоны (БЗ) отходами производства и потребления. В зависимости от типа и интенсивности воздействия и генетического типа берега влияние человека приводит к смене естественных берегов техногенными, изменяет скорость или тип береговых процессов, емкость и направления потоков наносов. Протяженность участков непосредственного воздействия на берега, как правило, не превышает 2 км при максимуме ~30 км. Динамическое влияние антропогенной нагрузки прослеживается на расстояние от сотен метров до десятков километров и сохраняется десятки, а иногда даже сотни лет.

Кардинальная **трансформация рельефа БЗ** свойственна *техногенным берегам*. Они чаще всего представлены причальными и берегозащитными сооружениями протяженностью вдоль береговой линии (БЛ) десятки –

сотни метров. В районах длительного освоения они, чередуясь с береговыми постройками различного назначения, могут занимать километры – первые десятки километров БЛ. Наибольшую протяженность техногенные берега имеют во фьордах (~30 км в районе города-порта Мурманск в Кольском заливе Баренцева моря и ~5 км в бухте Провидения Берингова моря), рельеф которых удобен для размещения портов и баз подводного флота. Крупные комплексы портовых сооружений (4-8 км вдоль БЛ) созданы на абразионно-аккумулятивных (порты Тикси, Певек, Эгвекино, Угольные Копи) и абразионных (Анадырь) берегах. Порт Мыс Шмидта (~7 км вдоль БЛ, из которых ~3.5 км – зона изъятия наносов), – крупнейший в Арктике портовый комплекс, построенный на галечном баре.

Глубокая трансформация БЗ происходит при строительстве переходов трубопроводов (о. Колгуев и о. Варандей в Баренцевом море, Байдарацкая губа Карского моря). Неизбежные нарушения всех элементов рельефа БЗ провоцируют активизацию комплекса деструктивных береговых, криогенных, склоновых и эоловых процессов.

Изъятие отложений пляжей, береговых баров и/или дюнного комплекса и нарушение их поверхностей сопровождается строительством любых антропогенных объектов и ведет к нарушению баланса наносов, активизации абразионных и эоловых процессов. На участках традиционного хозяйственного освоения этот тип воздействия имеет самостоятельное значение в связи с многократными проездами техники и изъятием наносов для частных нужд. Уменьшение высоты форм берегового рельефа, вызванное размывом и дефляцией, ведет к расширению зоны затопления во время штормов и нагонов.

Загрязнение БЗ отходами производства и потребления – наиболее распространенный тип антропогенного воздействия. Замусоривание пляжей и подводного берегового склона (ПБС) приводит, как правило, к локальным изменениям вдольбереговых потоков наносов. Техногенные «мусорные» берега возникают, чаще всего в заброшенных портах и на военных объектах, где скопления брошенной техники, металлических контейнеров и бочек и иных устойчивых к размыву отходов блокируют протяженные участки берега (например, пос. Сиреники в Анадырском заливе Берингова моря). Аккумулятивные «опилочные» берега сформировались из отходов лесопильных заводов (поселки Лесозаводский и Кислуха, Белое море).

Степень **трансформации берегоформирующих процессов** оценена в трех градациях. Она отнесена к *незначительной*, если тип берегоформирующих процессов не изменился, их скорость возросла менее чем в 2 раза, а характеристики потоков наносов близки к естественным; *средней*, если скорость процессов увеличилась более чем в 2 раза, а направление и/или емкость потоков наносов изменены; *высокой* при существенных изменениях параметров потоков наносов, смене типа процессов (аккумуляция – размыв)

и/или берега, резком увеличении скорости процессов и протяженной (километры – десятки километров) зоне динамического воздействия антропогенных объектов.

На большинстве (59%) участков антропогенного прессинга выявлена незначительная степень трансформации берегоформирующих процессов, на 27% участков – средняя, а на 14% – высокая.

Глубина антропогенного изменения процессов зависит от типа и интенсивности антропогенного воздействия и генетического типа берега. Максимальное воздействие оказывают строительство объектов, изменяющих направление и емкость потоков наносов – портовых сооружений и переходов трубопроводов, изъятие наносов из БЗ и разрушение естественных аккумулятивных форм берегового рельефа.

Незначительная трансформация процессов свойственна берегам, малоизмененным и неизменным морем, абразионным берегам, выработанным в прочных сцементированных породах и абразионным отмершим берегам. Так, строительство портовых сооружений на фиордовых и шхерных берегах в большинстве случаев почти не повлияло на характер береговых процессов. Причины этого – высокая устойчивость берегов к размыву, преимущественно приглубые ПБС и малая емкость потоков наносов. В ряде случаев причальные сооружения и дамбы перехватывают наносы, однако их аккумуляция практически не изменяет естественную динамику контура берега. Антропогенное воздействие заметно изменило процессы формирования таких берегов только в пределах крупных портовых комплексов (порты Мурманск, Кола и Лавна в Кольском заливе Баренцева моря, порт Провидения в Беринговом море).

Средняя степень трансформации процессов выявлена на абразионно-денудационных берегах морей Лаптевых (пос. Янранай, Западный), Чукотского (пос. Энурмино) и Берингова (пос. Лаврентия). Изменения вызваны строительством портовых сооружений и захлаплением БЗ и выражены активизацией аккумуляции наносов.

Высокая и средняя степень трансформации процессов выявлена на термоабразионных берегах, абразионных берегах, выработанных в рыхлых отложениях, и абразионно-аккумулятивных берегах, где чередуются участки разрушения берега под действием абразии (в зоне многолетнемерзлых пород – термоабразии, термоденудации и термоэрозии). Антропогенное воздействие приводит здесь к активизации размыва берега и деструктивных процессов на береговых уступах и пляжах. Увеличение скорости криогенных процессов провоцирует нарушение температурного режима многолетнемерзлых береговых уступов.

Аккумулятивные пляжевые и лагунные берега часто используют для целей строительства жилых и промышленных объектов. Вместе с тем, на таких берегах нарушение рельефа береговой зоны и баланса наносов имеет наиболее

острые, а иногда – катастрофические последствия. Чаше чем на берегах других генетических типов аккумуляция сменяется здесь размывом берега; велика деструктивная роль спровоцированных человеком эоловых процессов. Динамическое влияние даже небольших (первые сотни метров) техногенных берегов может распространяться на десятки километров и охватывать берега с естественным рельефом. Так, в результате строительства перехода трубопровода на о. Варандей (Баренцево море), естественная тенденция к незначительному отступанию берега приобрела масштабы антропогенной катастрофы, затронувшей участок протяженностью ~15 км [1]. Динамическое влияние изъятия и уплотнения наносов пляжей в районе Песчаноозерского месторождения (о. Колгуев, Баренцево море) проявляется в активизации размыва и перевевания аккумулятивных форм на протяжении ~20 км.

Выводы. 1. Влияние человека на рельеф и процессы формирования берегов морей Российской Арктики в настоящее время имеет точечный характер и локализовано преимущественно вблизи портов, населенных пунктов, участков добычи и транспорта углеводородов и военных объектов. 2. Наибольшее воздействие на рельеф береговой зоны оказывает строительство портовых сооружений и переходов трубопроводов. При этом основной тип воздействия неизбежно сопровождается комплексом сопутствующих; наиболее губительны из них – изъятие наносов и разрушение естественных аккумулятивных форм рельефа. 3. Антропогенное воздействие, как правило, активизирует комплекс деструктивных береговых, термических, склоновых и эоловых процессов и провоцирует отступление берега. При этом наиболее уязвимы аккумулятивные (пляжевые и лагунные) и термоабразионные берега.

Работы выполнены при поддержке проекта РФФИ 18-05-60200/18 (изучение антропогенного рельефа и процессов), в рамках темы ГЗ АААА-А16-116032810089-5 (изучение естественного рельефа и процессов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огородов С. А. Морфолитодинамика береговой зоны Варандейского района Печорского моря в условиях техногенного прессинга // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2004. № 3. С. 273–278.

For the first time on a regional scale, the degree of anthropogenic transformation of the relief and geomorphological processes of the coasts of the Russian Arctic was estimated; corresponding maps of scale 1: 15000000 were compiled. Types of anthropogenic impact typical for the region have been identified, the dependence of the depth of transformation of the coastal zone on the type of impact and the genetic type of coast has been established.



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ
ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН

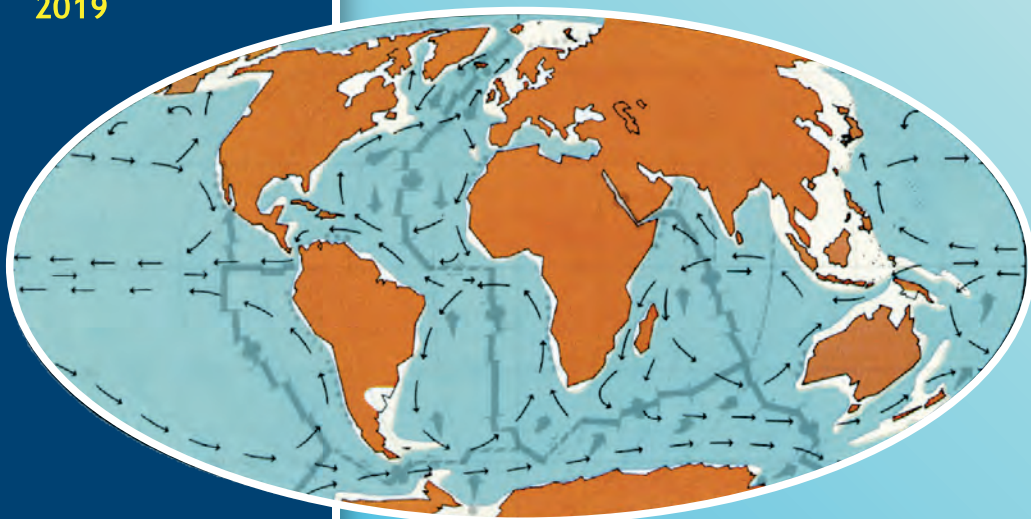


Материалы
XXIII
Международной
научной
конференции
(Школы)
по морской
геологии

ГЕОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Том II

Москва
2019



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XXIII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 18–22 ноября 2019 г.

Том II

**GEOLOGY
OF SEAS AND OCEANS**

**Proceedings of XXIII International Conference on Marine
Geology**

Moscow, November 18–22, 2019

Volume II

Москва / Moscow
ИО РАН / IO RAS
2019

ББК 26.221

Г35

УДК 551.35

DOI:10.29006/978-5-9901449-6-5.ICMG-2019-2

Геология морей и океанов: Материалы XXIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. – М.: ИО РАН, 2019. – 320 с. DOI:10.29006/978-5-9901449-6-5.ICMG-2019-2.

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XXIII Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в пяти томах.

В томе II рассмотрены проблемы изучения полярных регионов, гидротерм, руд, полезных ископаемых океанов и морей.

Материалы опубликованы при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 19-05-20102.

Ответственный редактор

Академик А.П. Лисицын

Редакторы к.г.-м.н. Н.В. Политова, к.г.-м.н. В.П. Шевченко

Geology of seas and oceans: Proceedings of XXIII International Conference on Marine Geology. Vol. II. – Moscow: IO RAS, 2019. – 320 pp., doi:10.29006/978-5-9901449-6-5.ICMG-2019-2.

The reports of marine geologists, geophysics, geochemists and other specialists of marine science at XXIII International Conference on Marine Geology in Moscow are published in five volumes.

Volume II includes reports devoted to the problems of research of polar regions, hydrotherms, ores, mineral resources in the seas and oceans.

Chief Editor

Academician A.P. Lisitzin

Editors Dr. N.V. Politova, Dr. V.P. Shevchenko

ISBN 978-5-9901449-6-5

ББК 26.221

© ИО РАН 2019