

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени**  
**кандидата географических наук Новиковой Анны Владиславовны**  
**на тему: «Морфология и динамика термоабразионных берегов**  
**Карского моря» по специальности 1.6.14 – «Геоморфология и**  
**палеогеография» (25.00.25 – «Геоморфология и эволюционная**  
**география»)**

Цель работы Анны Владиславовны Новиковой заключается в выявлении основных морфодинамических характеристик термоабразионных берегов Карского моря на фоне современных (за последние 50 лет) изменений окружающей среды, климата и техногенеза.

В исследовании решены поставленные задачи: обобщены опубликованные материалы по теме, сопоставлены с собственными данными, и выявлены на этой основе литолого-геоморфологические, мерзлотные, гидрометеорологические и техногенные факторы, определяющие динамику берегов Карского моря; проведена сегментация береговой линии материкового побережья Карского моря по морфогенетическому строению и динамике; охарактеризованы геоморфологическое строение и динамика термоабразионных берегов ключевых участков Карского моря и проведен расчет скоростей как отступления, так и выдвижения береговой линии за разные временные периоды; дана качественная оценка влияния литолого-геоморфологических, мерзлотных и гидрометеорологических условий, а также техногенного воздействия на пространственную и временную изменчивость состояния термоабразионных берегов Карского моря.

Актуальность избранной темы определяется недостаточностью существующих количественных оценок динамики разных типов берегов в пределах такой значительной по длине береговой зоны, являющейся также объектом промышленного освоения. Рост средней годовой температуры

воздуха, увеличение продолжительности безлёдного периода, увеличение длины разгона волн определяют заметное ускорение отступления берегов за последние десятилетия, а известные и предполагаемые закономерности пространственной и временной изменчивости этих скоростей искажаются наложенным техногенным воздействием. Из-за этого потребовалось уточнение существующих фундаментальных представлений о динамике берегов криолитозоны и совершенствование методов мониторинга береговой зоны арктических морей.

Научные положения А.В.Новиковой обоснованы значительным количеством использованного фактического материала, как собственного, полученного лично автором, так и опубликованного, обобщенного и приведенного в систему.

Выводы, сформулированные в диссертации, в основном, представляются достоверными, поскольку получены с применением традиционных методов полевого мониторинга и дешифрирования дистанционных данных, а новизна определяется использованием широкого круга дистанционных материалов, в том числе, не использовавшимся ранее, и дополнительных методов их обработки. Впервые для всего материкового побережья Карского моря проведена оценка динамики берегов за последние ~50 лет, благодаря анализу архивных космических снимков Corona 1960-х гг. на большую часть региона исследования, и сопоставлению их с современными снимками. Важно, что оценены погрешности полученных величин скоростей отступления/выдвижения береговой линии.

Для материкового побережья Карского моря А.В.Новикова рассчитала соотношение берегов, отличающихся по морфогенетическому типу: 27% берегов отнесены к термоабразионным, 20% - к абразионно-термоденудационным, 21% - к аккумулятивным пляжевым, 26% - лайдовым, лагунным и дельтовым, 6% - к абразионным скальным. По данным автора последние 50 лет 40% берегов отступали, 3% - выдвигались, 57% - оставались стабильными.

Установлены среднемноголетние скорости отступления берега; максимальные значения характерны для термоабразионных берегов о. Белый, Уральского берега Байдарацкой губы и Харасавея, где наиболее развит собственно процесс термоабразии благодаря наличию пластовых/жильных льдов, высокой льдистости отложений, а также подверженности берегов интенсивному ветро-волновому воздействию открытого моря. А высокие средние скорости отступления берега в районе Терминала Утренний связаны, главным образом, с интенсивным антропогенным воздействием в последнее десятилетие. Берег залива Крузенштерна характеризуется средними скоростями отступления, так как несмотря на широкое развитие пластовых льдов, наблюдается относительно слабое ветро-волновое воздействие из-за закрытости залива. И наиболее стабильны Ямальский берег Байдарацкой губы и берег бухты Лемберова, для которых и ветро-волновой и геокриологический факторы относительно слабы.

Установлены периоды с максимальными скоростями отступления, отличающиеся для разных ключевых участков: для Уральского и Ямальского берегов это 2005-2016 гг., для залива Крузенштерна 2010-2019 гг., для Харасавея 1977-1988 гг., для Терминала Утренний 2014-2017 гг., для Бухта Лемберова 2015-2019 годы. Для неосвоенных берегов эти периоды повышенной активности термоабразии в целом совпадают с пиковыми значениями гидрометеорологических факторов, которые на осваиваемых участках нивелируются техногенным воздействием.

Установлено, что при прочих равных условиях, берег с более низким береговым уступом, более узким пляжем, большей крутизной и глубиной подводного берегового склона отступает быстрее. Береговые уступы, сложенные тонкодисперсными породами, как правило, размываются быстрее чем сложенные крупнозернистыми песчаными и гравийными. Высокая льдистость пород и наличие в них скоплений подземного льда, в целом, благоприятствуют разрушению берегов за счет развития термоденудационных процессов на береговом уступе. Климатический фактор определяет

продолжительность безлёдного и безморозного периодов, ветро-волновую и термическую нагрузку, определяя интенсивность термоабразии на берегах, открытых наиболее сильным и часто повторяющимся ветрам.

Большой интерес представляет анализ отступления берегов на западном Ямале на участке хозяйственного освоения. Здесь количественно установлено резкое увеличение скоростей отступления в период хозяйственного освоения по сравнению с периодами как до, так и после освоения (параграф 5.1.2). Этот период освоения не совпадает с периодом потепления. Для участка Харасавей отмечено несовпадение наибольших скоростей отступления, приуроченных ко времени максимально активного техногенеза, с периодом наибольшего теплового воздействия.

Новизну я бы сформулировала следующим образом: 1) скорости отступления в целом коррелируют с периодами повышенного гидрометеорологического потенциала термоабразии; 2) техногенная нагрузка не только увеличивает скорости отступления берегов на фоне потепления, но может обеспечить наиболее высокие их средние значения и на фоне короткопериодных похолоданий; 3) после 2010 г. проявилось отступление аккумулятивных берегов; и 4) количественно установлены отличия скоростей отступления термоабразионных берегов и переход аккумулятивных берегов в фазу отступления за счет изменения направления и количества переносимых наносов вследствие техногенеза.

Работа не лишена недостатков.

Главное замечание методического характера заключается в неопределенности выделения бровки уступа на снимках. Анна Владиславовна в качестве индикатора береговой линии рассматривает наиболее стабильные элементы рельефа береговой зоны: на абразионных берегах это бровка клифа/берегового уступа (стр. 10). Однако, при этом отступление абразионно-термоденудационных берегов оказывается значительно ниже, чем термоабразионных. Это вызывает сомнение в точности или методической целесообразности проведения бровки абразионно-термоденудационных

берегов, но проверить применение методического подхода невозможно. На рис. 24 показан пример абразионно-термоденудационного берега, но не показано, где проводится линия бровки, а это принципиально для вычисления объема вынесенного на пляж материала, то есть, расчета объемного отступления, заявленного в задачах. Если бы измерения велись по бровке термоцирков, результаты бы значительно отличались. В частности, на известных мне термоденудационных берегах волнового воздействия на ближайший к морю уступ нет, но бровки термоцирков, глубоко врезанных вглубь суши, отступают очень быстро. На некоторых участках термоабразия не проявляется совсем или идет очень медленно в отличие от отступления бровки термоцирков, но такие берега картографируются Анной Владиславовной как стабильные или даже аккумулятивные. На одном из наших участков Югорского полуострова, не включенных автором в это рассмотрение, коренной цоколь абразионного типа перекрыт пластовыми льдами, в которых выработан термоцирк с очень быстро отступающей бровкой. Такой вариант в классификации берегов также не учтен и на карте (рис. 6) этот участок показан как аккумулятивный или стабильный. Тот же участок на картах Приложения 1 показан как одновременно абразионно-термоденудационный, выдвигающийся и отступающий с малой скоростью. Нет пояснения, что означают двойные или тройные линии типов берегов. Видимо, это связано с масштабом карты, на которой встречаются все эти варианты локально, но всё же непонятно расхождение с картой на рис. 6.

На рисунках со снимками береговой зоны дешифрируемая линия бровки показана только на рис. 39 с аккумулятивным берегом, на рис. 46 и 57 с термоабразионным, на рис. 54 с техногенным. Нет ни одного примера интерпретации на снимке бровки термоденудационного берега. Поэтому трудно оценить достоверность оценки динамики именно таких берегов.

На стр. 23 автор ссылается на работы F.Gunther с соавторами, которые установили показатель, определяющий долю термоабразии и термоденудации в развитии конкретных уступов и сделали вывод о преобладании

термоденудационного механизма для льдистых берегов. Как сообщает автор со ссылкой на работы А.А.Васильева по Марре-Сале, там скорость термоденудации последние годы превысила скорость термоабразии. К сожалению автор не анализировал многие наши публикации по Югорскому полуострову где на двух ключевых участках, а также вдоль 35 – км участка берега велись как натурный мониторинг так и анализ ДДЗ за период с 2000 по 2020 г., в том числе, картировались и в процессе маршрутной съемки и по снимкам термоденудационные берега на всем протяжении, рассматривалось влияние разных факторов на скорость термоденудации и её связь с потеплением за 20 лет, рассчитано количество выносимого в море материала разного состава за счет именно термоденудации. Может быть, по этой причине автор делает вывод о том, что ранее исследования берегов велись только для коротких временных срезов и локально, и не велись в 2016-2020 гг. (стр. 30). Несомненно, это достижение автора, что проанализированы ДДЗ за последние 50 лет и это осуществлено на большом числе ключевых участков. Это достижение достойно более конкретной формулировки защищаемого положения, чем сформулировано автором.

На стр. 43 указано, что самые «крупные скопления» пластовых льдов - на побережье. Это не вполне справедливо. В скважинах вскрывались, а сейчас и термоденудацией вскрыты более мощные и широко распространенные по сравнению с береговыми уступами залежи пластовых льдов в глубине суши на Ямале и Гыдане, только в скважинах можно увидеть их распространение ниже уровня моря.

На стр. 44 указано, что автохтонные пластовые льды пресные и ультрапресные, но в том же предложении сказано, что их отличительной особенностью является засоление. И еще дальше – аллохтонные льды формировались сингенетически. Это уж совсем трудно понять.

К сожалению, на рис. 13 и аналогичных нет условных обозначений для двух цветов и двух типов линий.

На стр. 84 в описании классификации берегов «Аккумуляция – это выдвигание береговой линии в море – наблюдается у 2% берегов». В то же время, аккумулятивные берега по карте автора занимают 47% площади. В описании этого типа на стр. 79 сказано, что они формируются за счет накопления осадков и продвижения береговой линии в сторону моря. А далее на стр. 86 написано, что аккумулятивные берега отступают. Хотелось бы более четких формулировок, обосновывающих выделение типов берегов, и более складного описания их динамики.

В выводах автор отмечает это расхождение - что динамический тип берега не соответствует его морфогенетическому типу, но не затрудняется объяснением кроме тривиальной ссылки на глобальное потепление. Кстати, почему глобальное? Ведь автор пишет вслед за общепринятыми представлениями, что в Арктике потепление по скорости превышает «глобальное», а значит и ссылаться логичнее на региональную динамику климата.

На стр. 85 указывается, что для термоденудационных берегов характерна высокая стабильность. Это расходится со многими опубликованными данными, упомянутыми выше. Возникает вопрос о принципе оценки. Во многих публикациях, процитированных автором, бровка термоденудационных берегов определяется по снимкам как очень быстро отступающая при достаточно стабильной подошве уступов, часто независимых от воздействия моря. Тогда если оценивать абразионную составляющую и измерение по «нижней бровке», являющейся подошвой термоцирка/термотеррасы, то они могут быть стабильными. В то же время, отступление «верхних бровок» термоцирков и термотеррас достигает в отдельные годы и на отдельных участках десятков метров.

Таблица 11 на стр. 126 очень ценная и показательная, однако, остается неочевидным вопрос как определялись средние и максимальные отступления. Возможно, способы измерения и определения средних и максимальных в разных источниках различались, тогда сравнение некорректно.

На стр. 134-135 сформулирована закономерность, с которой трудно согласиться: «...наличие мономинеральных залежей льда, помимо термоабразии, способствует развитию других криогенных процессов в береговой зоне (термоденудация, термоэрозия, термокарст), ускоряющих термоабразию». Видимо, имеется в виду, что сочетание процессов ускоряет отступление берегов. Скорость именно термоабразии скорее снижается под действием других склоновых процессов, поскольку вынесенный ими материал бронирует подошву уступа, поглощая энергию волн.

Есть технические замечания по тексту и графике. Я бы отметила некоторую небрежность в редактировании текста. На стр. 42 в описании мерзлотных условий указано, что морские отложения «среднеплейстоценового салехардского и позднеголоценового казанцевского возраста» промерзали сингенетически. Это, видимо, описка. Либо не казанцевского, либо не позднеголоценового и ни то, ни другое, как правило, не сингенетические.

Что означает «суглинистый песок», «многочисленные пластовые льды» (например, в таблице 12 на стр. 127). «Рыхлые мерзлые породы» (стр. 132), видимо, это дисперсные породы (мерзлые породы рыхлыми могут быть только при полном отсутствии влаги). На страницах 135 и 136 в первых абзацах почему-то рассматривается скорость эрозии в отношении берегового уступа. Видимо, это опечатка или результат перевода с английского, поскольку дальше снова рассматривается термоабразия и абразия. «Эрозия» регулярно появляется в тексте вместо абразии при описании берегового уступа.

В тексте используется как термин абразия, так и термоабразия. Непонятно, вкладывается ли при описании берегов в эти термины генетический смысл. Оба термина бессистемно применяются для описания береговых уступов с выходами льда, а не только, скажем, для коренных берегов. Точный генетически обоснованный термин в науках о Земле заменяет уравнения и формулы в точных науках и является единственным способом обмена научной информацией.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.14 – «Геоморфология и палеогеография» (25.00.25 – «Геоморфология и эволюционная география») (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Новикова Анна Владиславовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.14 – «Геоморфология и палеогеография» (25.00.25 – «Геоморфология и эволюционная география»).

Официальный оппонент:

Доктор геолого-минералогических наук,

**ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК** Лаборатории комплексных методов изучения криогенных геосистем Института криосферы Земли

«Обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук»

ЛЕЙБМАН Марина Оскаровна

29.04.2022 г.

Контактные данные:

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация:

25.00.36 – Геоэкология

Адрес места работы:

625026, (Тюменская область) г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86

ИНСТИТУТ КРИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ - обособленное структурное

подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения

науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного

центра Сибирского отделения Российской академии наук (ИКЗ ТюмНЦ СО

РАН), лаборатория комплексных методов изучения криогенных геосистем

Тел.: 

Подпись сотрудника

ИКЗ ТюмНЦ СО РАН

М.О.Лейбман удостоверяю:

/Специалист по кадрам



Е.А. Бескровная

2012 г.