

Морфология и динамика берегов Печорского моря⁽¹⁾

Станислав А. Огородов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Общая особенность арктических морей – развитие береговой зоны в условиях наличия многолетнемерзлых пород. Береговые системы в криолитозоне обладают низкой устойчивостью (Геоэкология Севера, 2001), что особенно хорошо заметно в районах интенсивного ресурсного освоения, в том числе и на побережье Печорского моря. Техногенные нарушения приводят к активизации разрушительных береговых процессов, которые могут серьезно осложнить условия промышленного освоения береговой зоны, вызвать значительные производственные затраты на ликвидацию негативных последствий и восстановление нарушенных геосистем. В свою очередь, природные морфодинамические процессы, такие как размыв берегов, термоабразия, термоденудация, термоэрозия, дефляция, ледовая экзарация, сами могут стать причиной прямых материальных потерь. Изучение морфологии и динамики берегов Печорского моря, в связи с изложенным выше, имеет прямое прикладное значение.

Береговая зона в Печорском регионе в границах, близких к современным, сформировалась примерно 6 тыс. лет назад (Каплин, 1962; Тарасов, Алексеев, 1985). Облик береговой зоны есть результат ее последовательного развития в голоцене. За истекшее время в своем развитии она прошла этап атлантической ингрессии, фландрской трансгрессии, этап суббореальной регрессии и этап современной трансгрессии (Попов и др., 1988). Следует отметить, что вопрос об отметках уровня моря максимума голоценовой трансгрессии и о наличии суббореальной регрессии как таковой остается дискуссионным.

Современная морфодинамика берегов Печорского моря отражена на прилагаемой схеме (Рис. 1). В основу выделения типов берегов положена генетическая классификация (Леонтьев, 1961), уточненная и расширенная применительно к условиям арктических морей (Попов и др., 1988). Направления потоков наносов получены на основе анализа геоморфологических признаков, так и волновых энергетических характеристик, рассчитанных по методике Попова-Совершаева (Морская геоморфология, 1980; Попов, 1981; Попов, Совершаев, 1982).

Южная часть побережья Печорского моря от мыса Святой Нос до Хайпудырской губы находится в пределах Печорской плиты, где коренной (байкальский) фундамент лежит под мощным чехлом палеозойских и мезозойских пород, с поверхности перекрытых толщей ледниковых, морских и озерно-аллювиальных плейстоценовых и голоценовых осадков. Лишь начиная от о. Долгий и далее на восток появляются кристаллические породы, относящиеся к Предуральскому прогибу.

Тиманский береговой район простирается от мыса Святой Нос до п-ова Русский Заворот. П-ов Святой Нос представляет собой аккумулятивную форму двойного питания типа переймы, образующуюся за счет наносов, поставляемых со стороны абразионного берега Индигской губы и встречного потока со стороны Горностаевой губы (Суздальский, 1974). Перейма соединяет берег и останец коренных пород. Далее на северо-восток тянется относительно прямой участок – «Тиманский берег», протяженностью

(1) работа выполнена при поддержке ИНТАС, проект № 99-14-89



Рис. 1. Схема морфологии и динамики берегов Печорского моря.

Условные обозначения. Рельеф прибрежной суши: 1 – поймы и дельты рек (Q_{IV}); 2 – эолово-морские (высотой до 10-12 м) и аллювиально-озерно-морские (высотой до 3,0-3,5 м) террасы (Q_{IV}); 3 – озерно-аллювиальные террасы высотой 5-20 м (Q_{III-IV}); 4 – денудационные равнины (Q_{II-III}) на рыхлых ледниковых, ледниково(ледово)-морских отложениях с фрагментами высоких морских террас; 5 – денудационные равнины (Q_{II-III}) на скальных породах с фрагментами докольных морских террас. Типы берегов: 6 – абразионные (в скальных породах) с галечно-щебнистым пляжем; 7 – термоабразионные и термоденудационные с песчано-галечным пляжем или валунной отсыпкой; 8 – размыта аккумулятивных форм с песчаным или песчано-галечным пляжем; 9 – аккумулятивные с песчаным или песчано-галечным пляжем; 10 – дельтовые; 11 – лагунно-бухтовые. Элементы динамики береговой зоны: 12 – вдольбереговые потоки волновой энергии (толщина стрелки пропорциональна наносодвижущей силе); 13 – участки двухсторонних миграций наносов; 14 – скорость отступления берегового уступа. Прочие обозначения: 15 – ветровые осушки; 16 – фрагменты затопленных речных долин; 17 – авандельты; 18 – отдельные выходы коренных пород; 19 – пояса дюн.

более 200 км. Между мысом Святой Нос и о. Сенгейский берег абразионно-аккумулятивный. Причем берега, омываемые Горностапей губой, преимущественно термоабразионные (абразия морской террасы высотой 25-35 м). Еще восточнее встречаются и аккумулятивные участки. Остров Сенгейский, имеющий высоты до 50 м и коренные породы в основании, является останцом средне-позднеплейстоценовой денудационной равнины. На поверхности острова развиты эоловые процессы.

Наличие значительных запасов песчаного материала здесь связано с разгрузкой потоков наносов в зоне конвергенции. К северо-востоку от о. Сенгейский, получил развитие голоценовый бар с высотами до 5-10 м. В современных условиях бар подвержен размыву, в результате на ряде участков, в частности, на восток от губы Колоколкова к урезу выходит озерно-аллювиальная позднеплейстоцен-голоценовая терраса с высотами 10-15 м. Здесь берег термоабразионный. Оценка скорости отступления абразионного уступа

в этом районе не проводилось, но по морфологическим признакам она должна составлять не менее 1 м/год. Генеральное направление потока наносов – северо-восток.

Печорский береговой район включает аккумулятивные формы Русский Заворот и Гуляевские Кошки (П о п о в и др., 1988). Эти формы представляют собой голоценовый бар. На продолжении Русского Заворота, ограждая с севера Печор-скую губу, еще на протяжении более 50 км следует полуподводный, местами островной бар Гуляевские Кошки. О том, что это именно бар можно судить по отсутствию каких-либо серьезных источников питания, которые могли бы обес-печить здесь мощный вдольбереговой поток наносов, а также по наличию пластовых льдов субарального происхождения (В е л и к о ц к и й, 1998). П-ов Русский Заворот сложен хорошо сортированным песчаным материалом, в результате на его поверхности интенсивно проявляются эоловые процессы, формирующие мощный донный пояс. Вдольбереговой поток волновой энергии направлен на восток, чем обусловлен и вдольбереговой поток наносов того же направления (Рис. 1), в основном разгружающийся у дистального конца полуострова. Гуляевские Кошки представляют собой цепь из девяти островных баров, подразделяемых на Западные и Восточные. В динамике первых, более крупных островов, отмечается их смещение к югу и востоку. Приливы и дрейфовые течения формируют между ними приливные дельты, а волнения – косы на их оконечностях. В целом эти формы, питаемые наносами как с морского дна, так и из Печорской губы, относительно устойчивы. О-ва Восточные Кошки меньше Западных и вследствие местных особенностей гидродинамического режима их положение и размеры постоянно меняются (С у з д а л ь с к и й, К у л и к о в, 1997). Эти формы неустойчивы и для возведения долговременных сооружений непригодны. На старых поморских картах 16-17 веков Гуляевские Кошки были несколько крупнее современных, а также превосходили нынешние числом. Вероятно, ранее Русский Заворот и Гуляевские Кошки представляли собой единую аккумулятивную форму.

В пределах Печорской губы отмечается чередование низких термоабразионных и термоденудационных береговых откосов

(выработанных в мерзлых последнических морских, аллювиально-озерных и биогенных отложениях) с аккумулятивными участками. Дельта р. Печоры, относящаяся по своим морфологическим признакам к типу многоукавных дельт, занимает южную часть губы. По данным Суздальского, Куликова (1997), средняя скорость отступления термоабразионного берега в юго-восточной части губы (район пос. Вангурей) составляет 1.2 м/год, а в бухтах 0.4 м/год и менее. Относительно небольшие значения термоабразии обусловлены более коротким по сравнению с открытым побережьем Печорского моря динамически активным периодом и низкой волновой энергетикой частично закрытой акватории губы. По оценке тех же авторов за счет термоабразии (берегового уступа и подводного склона) в береговую зону поступает около 1000 м³ осадочного материала, что в 4.5 раза меньше твердого стока Печоры. С целью определения гранулометрического спектра осадочного материала, поступающего в губу, ими были использованы 10 анализов образцов четвертичных отложений низовьев р. Печоры, которые были сопоставлены с данными 28 анализов образцов донных осадков из различных районов Печорской губы. Оказалось, что средняя крупность донных осадков губы несколько выше по сравнению с возможным источником материала: так доля песка выросла с 31 до 44 %, алеврита – с 31 до 43 %, пелита – сократилась с 34 до 13 %. Вероятно, большая часть тонкодисперсного материала выносятся за пределы губы, в том числе через затопленное русло палео-Печоры и многочисленные каналы стока приливных и нагонных вод. Высота приливов в Печорской губе достигает 1.2 м, обеспечивая широкое распространение регулярных осушек в вогнутостях берега и в волновой тени аккумулятивных островов.

Следует отметить еще один важный фактор динамики берегов и дна Печорской губы – деятельность морских льдов. Именно здесь наблюдается самая высокая плотность стамух в Печорском море: соответственно после таяния льда в рельефе дна обнаруживается большое количество борозд и ям ледового выпаживания. На участке непосредственно примыкающем к дельте Печоры можно прогнозировать образование воронок высверливания – форм, получивших широкое распространение в устьях

арктических рек (Reimnitz, Kempe, 1983). Морские льды также играют важную роль в литодинамике, участвуя в выносе обломочного материала из губы во время схода припая.

Варандейский береговой район охватывает участок от о. Песяков на западе до п-ова Медынский Заворот на востоке. О-ва Песяков и Варандей – береговые голоценовые бары, сложенные песчаным материалом и по строению схожие с п-овом Русский Заворот. Центральная часть баров на современном этапе подвержена размыву (Рис. 2). На их дистальных оконечностях берег аккумулятивный. К востоку от о. Варандей отмечается выход к урезу 5-15 метровой цокольной террасы, здесь берег термоабразионный (Рис. 3), так как абразии подвержена мерзлая толща среднеплейстоценовых валунных суглинков и глин. П-ов Медынский Заворот имеет сложный генезис – промежуточный вариант между косой и баром. Под защитой баров и кос получили развитие ветровые осушки и лайды. Хотя средняя величина прилива в Паханческой и Перевозной губах невелика – от 0.8 до 1.2 м, очень пологие уклоны как прибрежной суши за барами, так и подводного берегового склона способствуют развитию таких форм. Данный район характеризуется разнонаправленными и более слабыми, чем в районе Русского Заворота, вдольбереговыми потоками волновой энергии, а к центральной его части приурочена зона двухсторонних миграций наносов. Значения вдольберегового потока волновой энергии усиливаются лишь в районе п-ова Медынский Заворот, обеспечивая его размыв в прикорневой части и нарастание в дистальной (Рис. 1). В Перевозной губе, в волновой тени полуострова образуется местный противопоток наносов, обуславливающий ее заполнение мелкозернистым материалом.

Для Варандейского берегового района имеются наиболее достоверные на побережье Печорского моря данные по динамике берегов: начиная с 1987 г. здесь ведутся стационарные наблюдения силами Лаборатории геоэкологии Севера МГУ. На участках баров, относительно слабо затронутых человеческой деятельностью, береговой уступ размывается со скоростью 1-2.5 м/год (о. Песяков). В пределах термоабразионного участка (см. Рис. 1) берег отступает на 1.8-2.0 м/год (Новиков, Федорова, 1989).

Ежегодно за счет размыва голоценовых аккумулятивных форм в береговую зону попадает около 300 000 м³ мелкопесчаного материала. Еще 130 000 м³ песка, 5 000 м³ крупнообломочного материала, 25 000 м³ торфа и 120 000 м³ глинистого материала поступает в береговую зону с термоабразионного участка. Часть песчаного материала и весь глинистый откладываются глубже 10-метровой изобаты. Весь крупнообломочный материал и другая часть песчаного участвуют во вдольбереговом переносе, формировании пляжей, береговых валов на дистальных оконечностях баров и кос. Также определенная доля мелкопесчаной фракции в процессе эолового переноса переместится с пляжей на бар и аккумулируется в пределах донного пояса.

Одновременно с отступанием берегового уступа происходит абразионное (в том числе, термоабразионное) разрушение подводного склона и регулярной осушки (Рис. 4), сопровождающееся увеличением глубин. Как отмечают Мельников, Сесивцев (1995), наличие многолетнемерзлых пород и, следовательно, проявление термоабразионного эффекта на подводном склоне типично только для термоабразионных берегов. На подводном склоне баров и кос мерзлота, как правило, отсутствует. На большей части протяжения Варандейского берегового района подводный склон сложен теми же глинистыми породами (с включениями крупнообломочного материала – 3-5%), которые выходят на термоабразионном отрезке побережья. Маломощный слой песков, местами прикрывающий валунные суглинки, не в состоянии препятствовать абразии подводного берегового склона в периоды сильных штормов. В результате абразии подводного склона пляжеобразующего материала практически не образуется. Глинистые частицы в виде суспензионных потоков устремляются вниз по подводному склону выносимые стоковыми и разрывными течениями, которые концентрируются в многочисленных желобах, пересекающих нижнюю часть подводного берегового склона на глубинах 5-10 м. Крупнообломочный материал, вымытый из суглинков, большей частью накапливается на месте размыва, формируя на выступах подводного рельефа галечно-щебнистую отмостку.



Рис. 2. Абразионный берег в районе нефтебазы пос. Варандей



Рис. 3. Термоабразионный берег в 30 км к востоку от пос. Варандей

Там, где сдвигающие скорости волнения достаточны, часть обломков достигает уреза и участвует в пляжеобразовании. За счет этого механизма, например, сформирован галечный пляж на западной оконечности о. Песяков, береговые уступы которого содержат исключительно мелкий песок. По нашим оценкам, проведенным по методу Шуйского (1986), слой эффективной абразии подводного склона составляет в среднем 0.02 м/год, несколько увеличиваясь в пределах осушек. В результате в береговую зону поступает приблизительно такое же количество наносов, что и при разрушении берегов. Однако, как уже было показано выше, пляжеобразующего материала формируется при этом крайне мало.

Иное происхождение имеет цепь островов к северо-востоку от Варандейского берегового района, хотя территориально тяготеет к нему. О-ва Матвеев, Голец, Долгий, Зеленцы в совокупности образуют единый линейно вытянутый выступ кристаллических пород, переработанный волновыми процессами и физическим выветриванием. Берег абразионный, абразионно-аккумулятивный, абразионно-бухтовый. Прислоненные и карманные пляжи состоят из гальки и щебня. Отметки береговых валов, сохранившихся в современном рельефе, повышаются к центру о. Долгий, что свидетельствует о

его тектоническом вздымании. Наличие кристаллических пород, значительные высоты (10-18 м) делают берега островов, да и сами острова, особенно о. Долгий, весьма устойчивыми и удобными для хозяйственного использования.

Западно-Югорский береговой район простирается от мыса Синькин Нос до пролива Югорский Шар (Попов и др., 1988). В отличие от вышеописанных районов здесь широко представлен валунно-галечный материал в толще пород, слагающих берег, а в северной части имеется выход к морю скальных пород. К мысу Синькин Нос, представляющему собой выступ коренных пород с чехлом преимущественно рыхлого грубообломочного материала, приурочена зона дивергенции относительно слабых вдольбереговых потоков волновой энергии, чем обусловлен его размыв. В вогнутости берега восточнее мыса отмечается конвергенция потоков наносов и в целом здесь преобладает процесс аккумуляции. У устья р. Кортаиха формируется обширный конус выноса – авандельта этой реки. В разные стороны от него направлены вдольбереговые потоки волновой энергии (Рис. 1), которыми обусловлен двухсторонний разнос выносимого рекой материала. У входа в пролив Югорский Шар отмечается зона дивергенции вдольбереговых потоков волновой



Рис. 4. Абразионная поверхность осушки («глинистый бенч») в 30 км к востоку от пос. Варандей

энергии, один из которых направлен на юг, к мысу Бельковский Нос, что способствует его росту, а другой, более короткий – в пролив.

Новая Земля с Вайгачем являются продолжением Уральской горной системы и сложены породами складчатого герцинского комплекса. На большей части западного побережья о-вов Южный и Вайгач, выходящего к Печорскому морю, к урезу выходят относительно прочные кристаллические породы. Берегоформирующее значение имеет также Главный разлом, окаймляющий западные берега Вайгача и южной оконечности Новой Земли. Основные линии разломов пересекаются густой сетью поперечных нарушений, которые использованы речными потоками, выработавшими по ним речные долины, а также ледниками, переработавшими эти долины в трюги. Низовья их впоследствии были подтоплены трансгрессирующим морем и преобразованы в фиорды (Каплин, 1962), в том числе и на западной части о. Южный. Широкое распространение получили стрэндфлеты, имеющие здесь, по мнению П.А. Каплина (1962), главным образом абразионный генезис. Однако большая часть береговой линии о. Южный, выходящая к акватории Печорского моря, представлена абразионно-бухтовыми берегами на западе и фиордово-шхерными на юге. Берега о. Южный нельзя отнести к категории берегов, не измененных морем; здесь вследствие благоприятных геологических условий под действием волн активно протекают абразионные и аккумулятивные береговые процессы, так как эта часть Новой Земли находится под влиянием теплого течения и большую часть года свободна ото льда. В бухтах формируется широкий спектр аккумулятивных форм рельефа – пересыпей, кос, серповидных баров и перейм.

Берега о-ва Вайгач почти на всей периферии обрываются к морю абразионным уступом, сложенным дочетвертичными породами. Сравнительно слабое расчленение береговой линии на западном и восточном побережье острова связано с тем, что направление линии берега здесь совпадает с простираем пород. Нередко подножия абразионных клифов окаймлены пляжами из грубообломочного материала. Береговая линия на западе и северо-западе расчленена из-за подтопления синклиналей и грабенных, что сближает эти

берега с далматинским или фиордовым типом расчленения. В местах выходов более податливых пород выработаны абразионные бухты, – такие берега можно отнести к абразионно-бухтовым. К мысам здесь приурочены участки дивергенции сильных вдольбереговых потоков волновой энергии, а материал от их абразии переносится в заливы и вогнутости берега, где формируются галечные пляжи и косы. Вдольбереговой поток волновой энергии направлен на юг (Рис. 1), чем обусловлен перенос обломочного материала к проливу Югорский Шар. Как результат высокой прочности пород, скорости абразии берегов не превышают 0.1 м/year.

Структурно-геоморфологическая позиция о. Колгуев определяется его приуроченностью к погребенному Колгуево-Печорскому валу (Дибнер, 1978) – платформенной структуре чехла Печорской плиты. Коренные породы на острове нигде не выходят. Его северная возвышенная часть сложена песками, валунными суглинками и глинами ледникового и ледово-морского происхождения. На уровнях 20-30 м и 40-70 м выделены уровни цокольных абразионных террас. Южная и восточная части острова представляют собой заболоченную низменность, сложенную средне- и послеледниковыми песчаными отложениями. Мерзлота, продолжительное воздействие волн северных румбов, определяют широкое развитие термоабразионного процесса. Западный, северный и северо-восточный берега о. Колгуев имеют высокие крутые обрывы от 8 до 53 м высотой (Велицкий, 1998), подверженные термической абразии. Наиболее высокие из них имеют двухчленное строение: в нижней части до высоты 10-15 м клифы формируются волновыми процессами и термоабразией (сложены слабодистыми валунными суглинками), а в верхней части от 15 до 50 м – термоденудационными процессами (сложены сильнодистыми песками и суглинками). Особенность таких берегов – низкая скорость отступления абразионного уступа, всего 0.1-0.2 м/year (Велицкий, 1998), как результат наличия обширного валунного бенча на осушке и подводном склоне, а также большого объема обломочного материала, поступающего к подножью уступа с термоденудацией. При снижении высоты берегового обрыва скорость абразии увеличивается до 1-3 м/year (Суздальский, 1974). Для этого

сектора острова характерны самые высокие значения волновой энергии вследствие максимальной длины разгона волн соответствующих румбов. Южная и юго-восточная части острова закрыты от прямого волнения материковой суши. Здесь, на тыловой по отношению к главным волнообразующим ветрам стороне Колгуева, значения потока волновой энергии падают, что приводит к разгрузке потока наносов и образованию аккумулятивных форм, представленных островными косами Западные и Восточные Тонкие Кошки, крупной косой-баром, отделяющей лагуну Песчаную от моря.

Берега Печорского моря, относительно устойчивые в естественных условиях, теряют устойчивость в условиях техногенного прессинга. Характерным примером является Варандейский промышленный участок, где острота ситуации уже требует неотложных мер по защите промышленных и гражданских объектов (Рис. 2). Техногенное воздействие в районе пос. Варандей привело к заметной активизации абразионного процесса. Причина – неграмотное с точки зрения природопользования освоение территории, без учета особенности строения рельефа побережья и динамики береговой зоны (Новиков, Федорова, 1989;

Огородов, Луговой, 2000; Огородов, 2001; Совершаев, Огородов, Камалов, 2001). Размыв берега на Варандейском участке угрожает существованию поселка, нефтебазы, аэропорта, наглядно подтверждая необходимость построения и тщательного анализа схем динамики береговой зоны до того, как будут предприняты попытки вмешательства в ее естественный режим.

Активное освоение Варандейского промышленного участка началось в 70-е годы. Максимальной техногенной нагрузке подвергся о. Варандей, где была заложена основная производственная база, построен поселок Новый Варандей на 3.5 тыс. жителей. Место под поселок, склады, нефтебазу было выбрано не случайно – хорошо дренируемая поверхность дюнного пояса голоценовой террасы, сложенной слабодистой песчаной толщей, представлялась наиболее устойчивой в инженерно-геологическом отношении по сравнению с окружающей сильнозоболоченной тундровой равниной. В ходе начатого практически у бровки абразионного уступа строительства поселка и производственной базы имели место многократные изъятия песчаных и песчано-галечных наносов с авандюны и пляжа, что для зон дивергенции волновой энергии (Рис. 1) является недопустимым



Рис. 5. Поверхность берегового бара о. Варандей за период освоения местами стала ниже на 1 - 3 м в результате воздействия дефляции, термоэрозии и термокарста

(Попови др., 1988), тем более в области и ранее подверженной размыву.

Повсеместно в зоне освоения береговой уступ и прибрежная полоса суши испытали ощутимые механические деформации рельефа в результате организации съездов транспорта, механического выравнивания береговых откосов и других техногенных нарушений (Огородов, Луговой, 2000; Совершаев, Огородов, Камалов, 2001). Бессистемное использование транспортной и строительной техники, в том числе гусеничной, привело к деградации почвенно-растительного покрова по всей поверхности донного пояса о. Варандей. Дюнный пояс, сложенный мелкими песками, в условиях глубокого сезонного протаивания является, в данном случае, ареной особо благоприятной для развития дефляции, термоэрозии и термокарста. Масштабы и скорость этих процессов столь заметны, что местами поверхность острова за период освоения стала ниже на 1-3 м (Рис. 5). Широкое распространение получили дефляционные и термокарстовые котловины, в абразионном уступе заложилась многочисленная дефляционно-термоэрозионные врезы. Все это приводит к снижению высоты абразионного уступа, нарушению его однородности, сокращению поступления материала в береговую зону, и, в итоге, снижению устойчивости берегов, ускорению их отступания. Как результат

скорость абразии увеличилась до 3-4 м/год, что в два раза выше, чем на аналогичных участках, не затронутых деятельностью человека.

Геоэкологическая ситуация на о. Варандей близка к критической. Освоение территории обернулось здесь не только разрушением сложившейся береговой системы, но и привело к ощутимым материальным потерям. По состоянию на октябрь 2000 г. целая серия жилых и хозяйственных построек пос. Новый Варандей уже разрушена в результате интенсивного отступления абразионного уступа. С каждым годом масштабы потерь будут возрастать по мере продвижения берегового уступа к центру поселка.

Активизация в последние годы хозяйственной деятельности в Печорском регионе требует принятия ответственных решений, связанных с выбором площадок под строительство новых объектов и стратегии освоения территории. Негативный пример Варандейского участка диктует необходимость грамотного, экологически обоснованного подхода при освоении новых береговых районов. Накопленный Научно-исследовательской лабораторией геоэкологии Севера МГУ банк данных по морфолитодинамике берегов Печорского моря, многолетний опыт работ в регионе, уникальный методологический базис позволяют приступить к решению как теоретических, так и прикладных задач.

ЛИТЕРАТУРА

- Великоцкий, М. А., 1998. Особенности современной динамики берегов о. Колгуев // Динамика арктических побережий России. М., МГУ, С. 93 - 101.
- Великоцкий, М. А., 2001. О ледовых льдах на песчаных косах Печорского берегового бара // Проблемы общей и прикладной геоэкологии Севера / Под ред. В. И. Соломатина, М., Изд-во МГУ, С. 148 - 154.
- Геоэкология Севера, 2001. / Под ред. В.И. Соломатина, М., Изд-во МГУ, 270 с.
- Данилов, И.Д., 1978. Плейстоцен морских субарктических равнин. М., Изд-во МГУ, 198 с.
- Дибнер, В. Д., 1978. Морфоструктура шельфа Баренцева моря. Л., Недра., 212 с.
- Каплин, П. А., 1973. Новейшая история побережий Мирового океана. М., Изд-во МГУ, 265 с.
- Каплин, П. А., 1962. Фиордовые побережья Советского Союза. М., Изд-во АН СССР, 187 с.
- Левонтьев, О. К., 1961. Основы геоморфологии морских берегов. М., Изд-во МГУ, 417 с.
- Морская геоморфология, 1980. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия определения. / Научн. ред. В.П. Зенковича и Б.А. Попова. М., Мысль, 280 с.

- Мельников, В. П., В. И. Спесивцев, 1995. Инженерно-геологические и геокриологические условия шельфа Баренцева и Карского морей. Новосибирск, Наука, 197 с.
- Новиков, В.Н., Е.В. Федорова, 1989. Разрушение берегов в юго-восточной части Баренцева моря // Вестник МГУ, сер. 5, География, № 1. С. 64-68.
- Огородов, С.А., Н.Н. Луговой, 2000. Техногенный фактор в динамике берегов Варандейского промышленного участка // Геоморфология на рубеже XXI века. IV щукинские чтения. Труды. М., Изд. геогр. ф-та МГУ, С. 432 - 436.
- Огородов, С.А., 2001. Проблемы природопользования и экологическая уязвимость береговой зоны Варандейского нефтегазоносного района // Проблемы развития топливно-энергетического комплекса: экономика, политика, история. Сб. докл. II межд. научн.-практ. конф. М., С. 111 - 114.
- Попов, Б.А., 1981. Наносдвижущий и абразионный эффекты морского волнения // Береговая зона моря. М., Мысль, С. 53 - 61.
- Попов, Б. А., В. А. Совершаев, 1982. Некоторые черты динамики арктических берегов Азии // Вопросы географии, сб.119. Морские берега, М., Мысль, С. 105 - 116.
- Попов, Б. А., В. А. Совершаев, В.Н. Новиков, В. Ю. Бирюков, А.М. Камалов, Е. В. Федорова, 1988. Береговая зона морей Печорско-Карского региона // Исследование устойчивости геосистем Севера. М., Изд-во МГУ, С. 176 - 201.
- Совершаев, В. А., С. А. Огородов, А.М. Камалов, 2001. Техногенный фактор в развитии берегов Варандейского промышленного участка // Проблемы общей и прикладной геоэкологии Севера / Под ред. В.И. Соломатина, М., Изд-во МГУ, С. 126 - 134.
- Суздальский, О. В., 1974. Литодинамика мелководья Белого, Баренцева и Карского морей // Геология моря. Л., Недра, Вып. 3. С. 27 - 33.
- Суздальский, О. В., И. В. Куликов, 1997. Ландшафтно-литодинамическая схема Печорской губы // Вопросы картирования прибрежного мелководья Баренцева и Белого морей. С.-П., С. 72 - 83.
- Тарасов, Г. А., В. В. Алексеев, 1985. К осадкообразованию на шельфе южной части Баренцева моря // Геология и геоморфология шельфов и материко-вых склонов. М., С. 112-117.
- Шуйский, Ю. Д., 1986. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей // Л., Гидрометеиздат, 239 с.
- Reimnitz, E., E.W. Kempe, 1983. High rates of bedload transport measured from the infilling rate of large strudel-scour craters in the Beaufort Sea, Alaska // Continental Shelf Research. v. 1, no. 3. p. 237 - 251.

Morphology and dynamics of the Pechora Sea coasts

Stanislav Ogorodov

(Summary)

Based on analysis of geological and geomorphological structure and wind-energy calculations, classification and zonation of the Pechora Sea coasts were carried out and sediment drift directions were determined. The Varandei area – the most industrially developed coastal region of the Pechora Sea – is used as an example of technogenic impact upon dynamics of coastal systems reducing their stability.

Постъпила на 18.07.2001 г.