

Репкина Т.Ю., Луговой Н.Н.

(МГУ Географический ф-т, г. Москва, e-mail: t-repkina@yandex.ru)

Динамика берегов Горла Белого моря в районе м. Инцы

Repkina T.Yu., Lugovoy N.N.

(Moscow State University, Faculty of Geography)

Dynamics of the coasts of the Gorlo of the White Sea in the vicinity of the Cape of Intsy

Ключевые слова: береговая зона, морфо- и литодинамика, мониторинг, Белое море

Горло Белого моря – один из наиболее трудных для мореплавания районов акватории. Активное разрушение восточного берега пролива угрожает существованию маяка Инцы, действующего с 1900 г.

Динамика берегов района ранее рассматривались в рамках региональных исследований [1, 2]. В июле-августе 2016 г. впервые изучены строение и современная динамика восточного берега Горла Белого моря в районе м. Инцы (~37 км), что продолжает крупномасштабные исследования на берегах пролива [3] (рис.). Полевые работы включали вдольбереговые маршруты с описанием морфологии и состава наносов береговой зоны (БЗ), составлением карты морфодинамики берегов. В районе маяка Инцы измерено положение бровки берегового уступа (~1.3 км) относительно сети неподвижных реперов; с помощью эхолота Lowrance LMS-480 (частота излучения импульса 200 кГц, точность измерения глубин на малой воде 0.1 м) получены данные о строении рельефа подводного берегового склона (ПБС). Сопоставление результатов полевых измерений с изображениями берега на разновременных картах и космических снимках (КС) позволило дать приближенную количественную оценку темпов отступления берега за 1832-2016 гг. и прогноз его развития в ближайшие десятилетия.

Восточный берег Горла Белого моря подвержен интенсивному ветро-волновому воздействию. По данным моделирования высота волн закономерно уменьшается от границ пролива с Воронкой и Бассейном к его центральной и наиболее узкой части - м. Инцы [4]. Данные наблюдений на береговых ГМС подтверждают результаты моделирования. На ГМС Инцы средняя месячная высота волн (1955-1997 гг.) была больше 1 м в 10.7% случаев, и не превышала 1.5 м. При этом на ГМС Зимнегорский Маяк и Моржовец повторяемость волн высотой >1 м составила 15.6% и 10.2%; высота волн достигала 2.1-5.0 м (1.6% случаев) и 2.1-3.5 м (0.4% случаев) соответственно. Максимальная за месяц высота волн на ГМС Инцы изменялась от 0.3-0.5 м (7.3% случаев, март-май), до 3.0-3.1 м (0.6%, декабрь), составляя преимущественно (72.1%) 1.1-2.0 м; преобладали Ю и ЮЗ, а летом – СВ и ЮЗ ветры; они же были наиболее сильными. Максимальная измеренная скорость ветра - 34 м/с [5].

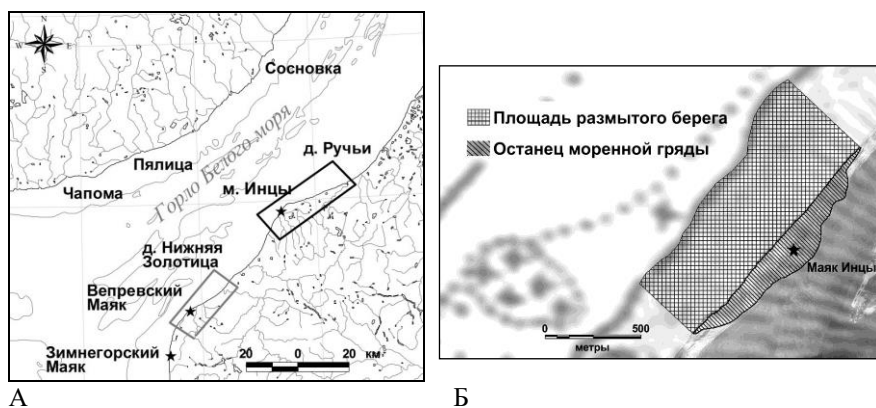


Рис. 1. Положение района исследования (А: черный контур – данная работа, серый – [3]) и отступление берегового уступа у маяка Инцы за 184 года по данным совмещения фрагмента навигационной карты съемки 1929-1832 г. [6] и полевых измерений (Б)

Средняя высота приливов 1.7-2 м, скорости приливных течений на дне пролива – до 1.0-1.2 м/с. Плавающие льды присутствуют с конца ноября – начала декабря до конца мая, припай – с середины января до начала мая [4]. Припай неустойчив, торосист, часто эродировывает берег.

Конфигурацию береговой линии контролирует ССВ-СВ простирающиеся моренных гряд невиской стадии деградации оледенения, развитых на дне пролива и прибрежной суши [8]. Ледниковые валунные суглинки полностью слагают береговые уступы или залегают на микулинских морских песках; на ряде участков перекрыты озерно-ледниковыми и флювиогляциальными песками и супесями, морскими и эоловыми песками, а также торфом [8].

Распределение берегов разных типов (табл.) обусловлено волновой нагрузкой и литологией береговых уступов. Динамика берегов оценена путем сопоставления топографических карт и КС за ~30 лет. На СВ участка (р. Ручьи – р. Спенская) и к ЮЗ от маяка Инцы береговая линия практически прямолинейна, господствуют абразионные и абразионно-оползневые берега с уступами высотой от 2-3 до 36 м, в устьях рек развиты песчаные и песчано-галечные косы. В центре участка расположен протяженный аккумулятивный выступ с вершиной у м. Инцы, сформировавшийся в зоне конвергенции потоков наносов в тылу частично размытой моренной гряды, на которой стоит маяк Инцы. Близкая по строению, аккумулятивная форма описана в районе м. Вепревский [3].

Берега **абразионного типа** развиты там, где в основании береговых уступов выходят подморенные пески, и/или воздействие волн на береговые уступы наиболее интенсивно. Абразионные берега подразделены на 3

подтипа (табл.). *Абразионные активные берега* характеризуются свежими крутыми до отвесного, высоко динамичными уступами размыва, с осыпями, обвалами и оплывинами. Скорость отступления берегового уступа – первые метры в год. *Абразионным относительно стабилизированным берегам*, свойственны выположенные до 25-30° уступы размыва, заросшие травой и кустарниками. Интенсивность склоновых процессов на береговых уступах ниже, преобладает оплывание. Скорость отступления <1 м/год. *Абразионные берега с прислонённым штормовым валом* выделяются по наличию у подножия берегового уступа хорошо развитого штормового вала, сложенного песком и галькой, обильно насыщенного бревенчатым плавником. Валы формируются в сильные и экстремальные штормы и защищают основание клифа от штормов слабой и средней силы. Скорость отступления <1 м/год. На *абразионно-оползневых* берегах береговой уступ представляет собой сплошное чередование оползневых цирков, и формируется, главным образом, комплексом оползневых процессов (блоковые оползни, оплывины, и др.). У подножия развиты оползневые тела и шлейфы, местами - оползневые терраски, защищающие уступ от воздействия умеренных штормов. Скорость отступления – около 1 м/год.

Таблица

Типы берегов района исследования

Типы берегов	Кол-во участков	Протяженность	
		км	%
1.Аккумулятивные:	12	15.1	40.8
<i>1.1. Пляжевые, стабильные</i>	<i>1</i>	<i>3.7</i>	<i>10.0</i>
<i>1.2. Приустьевые косы, стабильные</i>	<i>4</i>	<i>2.4</i>	<i>6.5</i>
<i>1.3. Размыв аккумулятивных форм</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>24.3</i>
2. Абразионные	19	13.2	35.7
<i>2.1. Абразионные, активные</i>	<i>11</i>	<i>8.3</i>	<i>22.4</i>
<i>2.2. Абразионные относительно стабилизированные</i>	<i>4</i>	<i>3.1</i>	<i>8.4</i>
<i>2.3. Абразионные с прислонённым штормовым валом</i>	<i>4</i>	<i>1.8</i>	<i>4.9</i>
3. Абразионно-оползневые	7	8.8	23.7

На абразионном берегу в створе останца моренного холма, где расположен маяк Инцы, за 1832-2016 гг. (за 184 года) отступление берега составило в среднем 450 м, а средняя скорость отступления берега - 2.4 м/год; размытая площадь холма ~58 га (рис.). По результатам сравнения положения береговой линии на КС съемки 2009 г и инструментальных измерений 2016 г. средняя скорость отступления берега также составила 2.4

м/год (за 7 лет). При этом на разных створах участка средняя скорость отступления береговой линии (уровня сизигийного прилива) меняется в пределах 1.3-2.8 м/год, а скорость отступления бровки клифа в тех же створах - 0.9-3.2 м/год. Различия скоростей вызваны влиянием оползневых процессов. На береговом уступе останца выделяются 2 участка, пораженных оползнями (общей длиной 800 м) и 3 – свободных от оползней (всего 500 м). Максимальные скорости отступления бровки клифа достигаются на оползневом участке в центральной части останца, в районе маяка. Минимальные скорости отмечены на безоползневых участках.

Характерными чертами абразионных и абразионно-оползневых берегов района являются аномально для берегов этого типа широкие (десятки метров) песчаные и галечно-песчаные пляжи и наличие на осушке и ПБС песчаных береговых валов, что связано со значительными объемами поступления в БЗ песков от размыва береговых уступов. На СВ участка береговые уступы перекрыты эоловыми песками мощностью до 1.5-2 м, сформировавшимися за счет выноса наносов с пляжей. Наибольшую (до 4-5 м) мощность имеет эоловый чехол, перекрывший моренную гряду у р. Спенская, на границе абразионного участка с аккумулятивным выступом. К ЮЗ от аккумулятивного выступа мощность эоловых песков резко падает.

Аккумулятивные приустьевые формы формируются в устьях рек со значимым твердым стоком и служат индикаторами направления и объемов потоков наносов. У СВ границы участка, в устье р. Ручьи, развита наиболее крупная (>700 м при ширине >200 м) песчаная коса, ориентированная на ЮЗ. Судя по наличию на ПБС и осушке серии песчаных подводных валов, активна аккумуляция наносов. Однако в многолетнем плане береговая линия стабильна. К ЮЗ от аккумулятивного выступа (рр. Бол. Инцы и Мал. Инцы) косы ориентированы на СВ, имеют меньшие (до 200 м при ширине до 50 м) размеры. На СВ ориентирована и коса р. Казама (м. Инцы).

В пределах аккумулятивного выступа мыса Инцы преобладают *берега с размываемыми аккумулятивными террасами* (табл.). Для них характерен четкий уступ размыва высотой 1.5-2 м, сложенный песчаными морскими и эоловыми отложениями с прослоями торфа, обильно насыщенными плавником. На осушке местами встречены выходы суглинистого (моренного) бенча, т.е. терраса цокольная, а морские отложения маломощны. Таким образом, из 13 км берегов аккумулятивных террас (табл.) в настоящее время 9 км подвержены размыву. Берег отступает неравномерно и относительно быстро (около 1 м/год), однако точность определения темпов размыва ограничена характером изображения песчаных поверхностей на КС. *Аккумулятивный стабильный берег* развит на небольшом участке на СВ границе аккумулятивного выступа в зоне конвергенции потоков наносов. Морфология берега свидетельствует о стабильности аккумулятивных процессов, однако в многолетнем плане выдвигения берега не наблюдается. К этому участку приурочена

наибольшая мощность эолового чехла на береговых уступах и дюнные массивы на моренных грядах. Ориентировка наиболее крупных массивов и отдельных дюн указывает на преобладание переноса к Ю и ЮВ от берега, что согласуется с направлением сильных летних ветров [5].

Выводы. 1. Конфигурацию берега контролирует простираание моренных гряд. 2. Господствуют процессы разрушения берегов, в том числе низких аккумулятивных террас. 3. Скорость отступления береговых уступов от <1 до 2.4 м/год; при сохранении многолетних (184 года) тенденций отступления берега маяк Инцы будет разрушено через 25 лет. 3. Потоки наносов, благодаря большому объему песков, поступающих с береговых уступов, мощные; направлены согласно распределению волновой активности, от границ участка к его центру. 4. В зоне конвергенции потоков наносов берег аккумулятивный, стабильный; выдвигения береговой линии не происходит за счет эолового выноса песков из береговой зоны.

Работы выполнены по теме ГЗ АААА-А16-116032810089-5 при поддержке проекта РФФИ 16-05-00262.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суздальский О.В. Литодинамика мелководья Белого, Баренцева и Карского морей // Геология моря. Л., 1974. Вып. 3. С. 27-30.
2. Сафьянов Г.А., Соловьева Г.Д. Геоморфология дна и берегов Белого моря // Вестник МГУ. Серия 5: География. 2005. №3. С.54–62.
3. Сафьянов Г.А., Репкина Т.Ю., Кунгаа М.Ч., Зарецкая Н.Е., Садков С.А., Романов А.О. Морфодинамика Зимнего берега Белого моря - от голоцена до наших дней // Геология морей и океанов: Т. III. -М.: ГЕОС, 2015. с. 276-280.
4. Архипкин В.С., Добролюбов С.А., Мысленков С.А., Кораблина А.Д. Волновой климат Белого моря // Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики / Под ред. С. А. Сократова. Т. 1. Лига-Вент, Москва, 2015. С. 48-58.
5. Климат морей России и ключевых районов Мирового океана. Белое море. (URL: <http://www.esimo.ru/atlas/Beloe> (дата обращения: 10.09.2017)).
6. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:1000000. Третье поколение. Лист Q-37 с акваторией (Архангельск). Объяснительная записка. СПб.: МАГЭ, ВСЕГЕИ, 2012. 338 с.
7. Атлас Белого моря сост. при гидрографическом депо Главного Морского Штаба Его Императорского Величества, по наблюдениям и промеру произведенным с 1827 по 1833 год под начальством капитан-лейтенанта Рейнеке. Лист. 7. 1833 г.

Dynamics of the coasts of the Gorlo of the White Sea studied from the data of maps, space images and field measurements (1830-2016).