

## Summary

Hydrological and morphological criteria are established to distinguish straight unbraided channels from meandering and braided ones. Straight channels are shown to occupy a certain position within the channel forms hierarchy, and good grounds are given for including them into the morphodynamic classification as a specific type of channels.

УДК 551.4(571.661)

Ю. А. НАУМОВ

## О МОРФОЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И ФОРМАХ РЕЛЬЕФА ПЕНЖИНСКОЙ ГУБЫ

Примечательная особенность Пенжинской губы — самые высокие (до 14 м) приливы среди всех морей СССР. Если же учесть высокую активность волнового режима Охотского моря, то становится понятным отнесение Пенжинской губы к заливам, где мощность энергии волноприливного поля достигает наивысших значений, а приливный тип морфолитогенеза проявляется наиболее ярко [1].

До последнего времени крайне малая изученность пенжинского шельфа препятствовала решению целого ряда вопросов [2, 3]. Только широкий комплекс геолого-геофизических работ, выполненных объединением «Дальморгеология» в 1986—1987 гг. в северной половине губы, позволил получить значительный по объему фактический материал, который и был положен в основу данной статьи. Проведенные работы включали бурение с судна по всей северной акватории губы и, на отдельных участках, детальное бурение с плавучих буровых установок, а также непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП), эхолотирование, каппаметрию, радиометрию, гидромагнитную съемку, гидролокацию бокового обзора и маршрутные исследования.

Доминирующий фактор, определяющий направленность и мощность морфолитодинамических процессов Пенжинской губы, — приливо-отливные колебания. Наблюдения над динамикой приливов между полуостровами Елистратова и Маметчинским показали, что во время полусуточного цикла максимальная скорость течения на глубине 15 м достигала 1,65 м/с, во время действия суточного прилива 2,06 м/с, минимальные скорости составляли 0,05—0,1 м/с. Заметное берегоформирующее влияние имеет и ветровое волнение. Наиболее часты шторма осенью, когда доля волнений в 6—7 баллов составляет 5—10%, а повторяемость волнений до 3 баллов 20—35%. Крутые волны образуются при встречных приливах или отливах и средней силе ветра. Следует отметить суровый ледовый режим Пенжинской губы. По средним многолетним данным, уже в первой декаде ноября вся северная половина губы покрывается дрейфующим льдом и очищается от него лишь к концу мая.

Наиболее эффективно воздействие волноприливного фактора на берега и шельф в северо-западной части Пенжинской губы — области неотектонического опускания отдельных блоков. Последнее способствовало особенно быстрому наступлению моря на побережье, интенсивному разрушению слагающих его рыхлых комплексов и созданию условий для зарождения достаточно мощных потоков наносов, сильно различающихся по направлению движения, наносодвижущей силе и фракционному составу самих наносов (рис. 1).

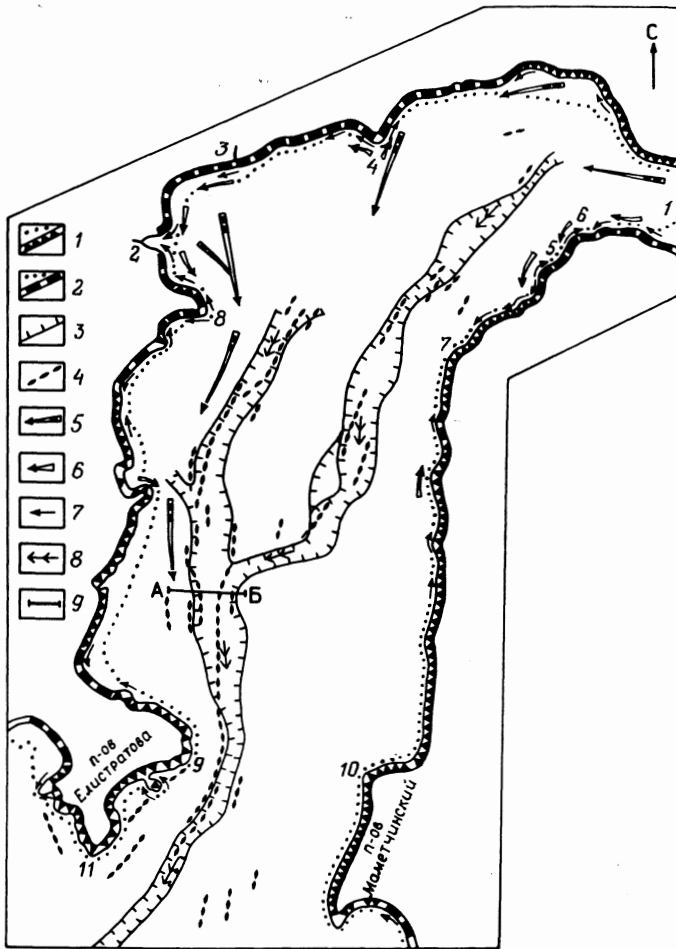


Рис. 1. Морфолитодинамическая схема Пенжинской губы

1 — клиф в коренных породах и мористая граница осушки; 2 — клиф в рыхлых породах и мористая граница осушки; 3 — морские эрозионные уступы; 4 — подводные валы и гряды; потоки наносов: 5 — «ареалы взвеси», 6 — «песчаные», 7 — «грубообломочные», 8 — придонные; 9 — сейсмо-акустический профиль.

Цифрами на схеме указаны: 1 — приустьевая часть р. Пенжины, 2 — устье р. Парень; 3 — устье р. Тылхой; мысы: 4 — Этаучью, 5 — Крайний, 6 — Астрономический, 7 — Валижген, 8 — Обрывистый, 9 — Опасный, 10 — Мамет, 11 — Елистратова, 12 — Водопадный

Морфолитодинамика береговой зоны тесно связана с динамикой экзогенных процессов, протекающих на побережье и поставляющих на акваторию губы обломочный материал. Основными поставщиками в береговую зону по степени важности являются: абразионно-эрозионная деятельность моря, склоновые процессы, вынос рек.

Штормовая абразия и эрозия приливо-отливными течениями поставляют большую часть обломочного материала. С наибольшей скоростью (до нескольких метров в год) отступает клиф северо-западной части губы, где побережье сложено валунными суглинками и галечниками. На восточном берегу отступление клифа протекает дифференцированно: наиболее быстро ( $\sim 1$  м/год) размываются слаболитифицированные неогеновые отложения и сильновыветрелые конгломераты позднемелового возраста. Наименее подвержены разрушению берега, сложенные основными породами и брекчиями.

Склоновые процессы широко развиты на клифах и эрозионных уступах,

их интенсивность находится в прямой зависимости от эрозионной работы водотоков и разрушительной деятельности моря. На крутых участках развиты обвально-осыпные процессы, на более пологих — оползневые. Наибольших масштабов обвалы и оползни достигают в местах сейсмодислокаций (восточный и западный берега губы).

Различный по размерности обломочный материал поставляется гидросетью. Если сильно меандрирующие реки низменной части побережья (Пенжина, Парень, Тылхой) переносят преимущественно алевропелитовую составляющую, то порожистые и спрямленные водотоки предгорных равнин в основном — грубообломочную фракцию.

Весь обломочный материал, поступающий в Пенжинскую губу, подвергается переработке в волноприливном поле, что обуславливает образование сложно-разветвленной системы потоков наносов, хорошо выраженных на аэрофотоснимках. Эта система включает четыре типа потоков наносов. Первый тип представлен низкоплотными распространенными на значительном удалении от берега и выраженными на водной поверхности широкими мутьевыми ареалами взвешенных частиц, выделяющимися на аэроснимках темно-серым фототонном. Такие потоки слабо связаны с донной контактной зоной и условно названы нами «ареалами взвеси». Они несут в основном пелитовую составляющую в низких концентрациях. Наибольшее распространение «ареалы взвеси» получили в приустьевых частях рек Пенжины и Парени, откуда протягиваются к п-ову Елистратова. Тяготея к западной половине губы, эти ареалы формируют транзитный слой (в первые десятки сантиметров) илистой осушки (ваттов), которая достигает максимальной ширины (6 км) у западных берегов губы.

Второй тип потоков наносов — высокоплотностной. Эти потоки несут в поверхностном водном слое илестые частицы алевритовой фракции, а в донной контактной зоне — песчаную фракцию. На аэроснимках они выделяются белёсым фототонном в виде вытянутых, как бы «прижатых» к берегу полос с размытыми контурами и «волосовидной» структурой. Такие вдольбереговые потоки условно названы нами «песчаными». Они формируют обогащенную песчаной фракцией приурезовую часть илистой осушки.

Третий тип потоков наносов сформировал береговые аккумулятивные тела, вытянутые в строго определенных направлениях. Они состоят в основном из грубообломочного материала (от песчаного до валуно-галечного), что позволило нам отнести эти вдольбереговые потоки к типу «грубообломочных».

Четвертый тип потоков наносов приурочен к нижней части подводного склона и охватывает донную контактную зону. Морфологическим отражением эродирующего воздействия потоков на дно являются свежие морские врезы, формирующиеся и в настоящее время. Эти врезы четко выражены на сейсмо-разрезах.

Большая часть охарактеризованных выше потоков наносов делится на две основные группы: восточную и западную, тяготеющие к соответствующим берегам. Границей между группами служит находящийся посередине северного участка берега мыс Этаучью, где наблюдается зона дивергенции. От этой зоны «песчаные» и «грубообломочные» потоки наносов расходятся в противоположных направлениях. Четкое разграничение этих потоков осложняется наличием «ареалов взвеси», протягивающихся от устья р. Пенжины сначала к западу, затем к югу.

Восточная группа потоков наносов начинается у м. Этаучью, где формируется «песчаный» поток северо-восточного направления с размытыми и трудноразличимыми контурами, которые через 1,5 км, по мере насыщения потока наносами, получают более четкие очертания. Ширина «песчаного» потока 0,4—0,5 км. Восточнее вдольбереговой поток наносов прослеживается по приключенным к клифу аккумулятивным формам и приустьевым косам многочисленных рек побережья, сложенным песчано-галечным материалом. Небольшие размеры этих форм не позволили показать их на приведенной мелкомасштабной схеме.

Косы мысов Крайний и Астрономический вытянуты в северо-восточном направлении, соответствующем движению «грубообломочных» потоков наносов, формируемых штормами южных румбов. В противоположном им юго-западном направлении вытянуты «песчаные» потоки, генерируемые отливными течениями, усиленными выносами водных масс р. Пенжиной. Между мысами Астрономическим и Валижген потоки наносов ориентированы в основном на юг и юго-запад. С изменением ориентировки береговой линии южнее м. Валижген на меридиональное соответственно изменяется и направление потоков наносов.

Западная группа потоков наносов начинается «грубообломочным» вдольбереговым потоком, направленным от м. Этаучью в северо-западном направлении и образующим береговую аккумулятивную форму. Далее к западу протягивается «песчаный» поток шириной 0,2—0,3 км. В том же направлении, по мере своего насыщения наносами, поток становится более мощным, его ширина возрастает до 0,8 км. У р. Тылхой дельта выдвинута в сторону моря на 300 м. При этом она несколько сдвинута к западу, формируя «ареал взвеси». Приустьевая песчано-галечная коса этой реки вытянута на 1,9 км также в западном направлении.

Довольно сложная динамика наносов в устье р. Парени, имеющем форму эстуария. Если «грубообломочные» потоки ориентированы к вершине эстуария, то «песчаный» поток имеет другое — юго-восточное направление. Соединяясь с другим шлейфом, он поворачивает на юг, формируя общий мощный поток взвешенных наносов, протягивающийся к выходу из губы более чем на 60 км.

У м. Обрывистого развита вторая зона дивергенции наносов, откуда одна ветвь вдольберегового потока следует в северо-западном направлении к эстуарию р. Парени, а другая ориентирована на юго-запад. Ориентировка формирующихся далее к югу коротких потоков наносов различна и зависит от взаимоотношения очертаний берегов с направлениями господствующих волнений.

Широко представлены на шельфе Пенжинской губы подводные гидрогенные формы. Так, в центральной части губы развиты морские эрозионные формы, врезанные как в отложения затопленной гидросети, так и в литифицированные породы фундамента шельфа. Это узкие У-образные и широкие ящикообразные врезы, морфология которых находится в тесной зависимости от скорости придонных течений. Так, в вершине губы, где скорости низкие, глубина врезов в морское дно составляет всего лишь 2—5 м при ширине до 12 км. Как следствие эти врезы имеют ящикообразный профиль.

В районе резкого сужения Пенжинской губы между полуостровами Маметчинским и Елистратова (с 59 до 25 км на траверзе м. Опасный — м. Мамет) морской врез приобретает У-образную или каньонообразную форму с абс. отметками тальвега до —131 м и относительной глубиной 105 м при ширине от 1,4 до 4,5 км. Мощность современных морских осадков на днище таких врезов от 0 до 3 м, что свидетельствует об интенсивной эрозионной деятельности придонного потока наносов, обуславливающей дефицит наносов. По данным подводного фотографирования, на дне этого участка из современных осадков нередко встречаются лишь валуны. Песчано-гравийный и даже галечный материал отсюда большей частью вымывается. Однако, несмотря на тенденцию к уменьшению мощности осадков здесь, вывод Р. О. Радкевича и А. С. Астахова [2] об отсутствии осадков в самом узком месте Пенжинской губы не подтверждается.

Одна из характерных морфологических особенностей морского вреза — неравномерность понижения абсолютных отметок его тальвега к югу. Если к месту наибольшего сужения Пенжинской губы его отметки опускаются до —131 м, то с очередным расширением губы к югу отметки тальвега на траверзе м. Елистратова — м. Водопадный поднимаются до —34 м, т. е. он приобретает обратный уклон к северу, несвойственный для затопленных речных долин и характерный только для форм, образованных при воздействии приливотливных течений.

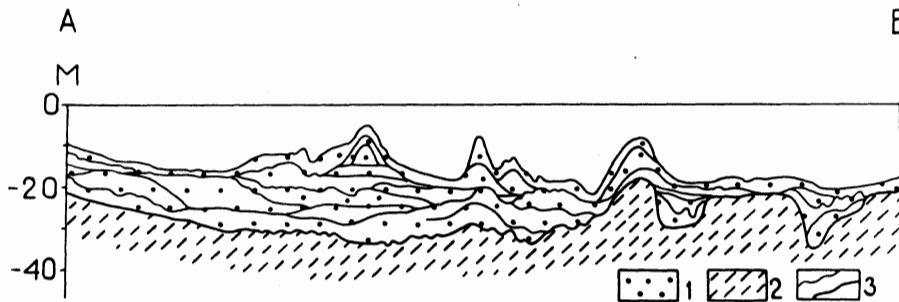


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез

1 — рыхлые отложения, 2 — коренные породы, 3 — сейсмоакустические границы. Положение разреза см. рис. 1

Анализ плановых взаимоотношений между морскими эрозионными врезами и затопленной гидросетью показывает, что они контролируются разрывной тектоникой. При этом, несмотря на использование вторичной (морской) эрозионной сетью субаэральных углублений между ними, наблюдаются существенные отклонения, обусловленные различием в динамике русловых и приливо-отливных процессов.

Об эрозирующем воздействии придонного потока наносов на открытые пространства абразионного шельфа можно судить по зубчатым профилям эхограмм. На них выделяются скалистые останцы высотой до 3 м и узкие эрозионные ложбины такой же глубины. Наряду с эрозионными и абразионными формами широкое развитие на шельфе получили аккумулятивные образования, основная часть которых сгруппировалась в западной половине губы. Здесь они представлены сложно построенной генерацией подводных валов. Часть из них, сливаясь или сближаясь, формирует гряды значительных размеров (рис. 2). Так, на сейморазрезах насчитывается до 4 аккумулятивных гряд, расположенных параллельно друг другу и вытянутых в субмеридиональном направлении на 53 км. Высота такой гряды может достигать 22 м при ширине 6,5 км.

Встречаются как симметричные, так и асимметричные валы. Причем в большинстве случаев их морской склон круче берегового. Чем ближе к берегу расположен вал, тем резче выражена асимметрия волн. Отмечается определенная приуроченность подводных валов к днищам и бровкам затопленных палеодолин, в которых фиксируются наибольшие мощности рыхлых отложений. Примечательно, что с удалением от долин размеры валов уменьшаются.

Бурением с борта судна и локацией бокового обзора установлено, что подводные валы сложены галечниками и песками. Галечниковые валы являются преимущественно реликтовыми и сформировались, вероятнее всего, при более низком уровне моря в прибойной зоне, но в дальнейшем их морфология претерпела изменение под воздействием придонного потока наносов и «ареалов взвеси». Такие валы, представлявшие собой береговые бары и пересыпи на более раннем этапе последней трансгрессии, окаймляли, по-видимому, значительную часть берегов п-ова Елистратова. В настоящее время высота этих реликтовых образований достигает 8 м при ширине 1,5 км.

Наряду с валами и грядами на шельфе губы широко представлены так называемые песчаные волны, выделяемые также на шельфах других морей [1] и обязанные своим происхождением перемещению песка придонным потоком наносов. Эти образования, выделенные в Пенжинской губе М. В. Каминко по данным локации бокового обзора, имеют высоту лишь первые десятки сантиметров при ширине от 30 до 300 м. Гребни волн совпадают или перпендикулярны направлению преобладающих приливо-отливных течений.

## Выводы

Основной процесс в морфолитодинамике Пенжинской губы — мощный постоянный вынос из береговой зоны на внешний шельф терригенного материала широкого гранулометрического спектра (от алевропелитового до гравийно-галечного), что обусловлено высокой активностью волноприливного поля. Вынос осуществляется преимущественно через западную часть губы сложной разветвленной системой потоков наносов различного типа. При этом образуются разнообразные аккумулятивные и эрозионные формы. Среди них выделяются подводные гряды и валы высотой до 22 м и подводные врезы глубиной до 105 м.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ионин А. С., Медведев В. С., Павлидис Ю. А.* Шельф: рельеф, осадки и их формирование. М.: Мысль, 1987. 205 с.
2. *Радкевич Р. О., Астахов А. С.* Петрографо-морфологические исследования псефитового материала осадков мелководного шельфа Пенжинско-Гижигинского полигона (Охотское море) // Геология и геоморфология шельфа окраинных морей. Владивосток: Изд-во Тихоокеанского океанол. ин-та ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 79—92.
3. *Ковалишин О. Т.* Современный морфолитогенез на восточном побережье Пенжинской губы // Тез. междунар. симпозиума. Стратиграфия и корреляция четвертичных отложений Азии и Тихоокеанского региона. Т. 2. Владивосток: Изд-во Тихоокеанского ин-та географии ДВО АН СССР, 1988. С. 154.

ПГО «Дальморгеология»

Поступила в редакцию 17.V.1989

## ON MORPHOLITHODYNAMIC PROCESSES AND LANDFORMS OF THE PENZHINSKAYA GUBA

Yu. A. Naumov

Summary

The Penzhinskaya Guba (bay in the north of the Sea of Okhotsk) is distinguished from other seas of the USSR by the highest tides (up to 14 m). Geological and geophysical studies identified the main process in its morpholithodynamics to be powerful continuous evacuation of terrigenous material from the coast offshore (onto the outer shelf). The size of particles transported varies in wide limits (from silt and clay to gravel) due to high activity of waves and tides. The material is evacuated mostly through the western part of the bay by a complicated system of sediment flows. Various depositional and erosional features are formed in the process, including submarine ridges and barriers up to 22 m high and erosional furrows up to 105 m deep.

УДК 551.439(574.13)

А. П. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ, Д. А. ТИМОФЕЕВ, И. К. ЗИНЯХИНА,  
Ю. Л. КИСАРЕВ

## К ГЕОМОРФОЛОГИИ РАЙОНА МЕТЕОРИТНОГО КРАТЕРА ЖАМАНШИН

Урочище Жаманшин находится в Актюбинской области Казахской ССР, в 33—35 км юго-западнее районного центра пос. Иргиз. Оно расположено среди бескрайних степей Северного Приаралья на северо-восточной оконечности рав-