

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОЛУОСТРОВА ТОБИЗИНА (О. РУССКИЙ, ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

М. Р. Симашов¹, Г. М. Вовна^{1,2}, А. М. Сазыкин¹,

1. ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток

2. ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Выделены основные формы рельефа полуострова Тобизина, выявлены их характерные черты и генезис. Исключительность рельефа полуострова в значительной степени обусловлена литологическим контролем геоморфологических процессов и неотектонической активностью. Денудационная прочность пород связана с декарбонатизацией-карбонатизацией отложений.

Ключевые слова: мыс Тобизина, остров Русский, клиф, бенч, геологический памятник природы, ранний триас, карбонатизация.

GEOMORPHOLOGY OF THE TOBIZINA PENINSULA (RUSSKY ISLAND, SOUTHERN PRIMORYE)

M.R. Simashov¹, G. M. Vovna², A. M. Sazykin¹,

1. Far Eastern Federal University, Vladivostok

2. Far Eastern Geological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The main landforms of the Tobizina Peninsula have been identified, and their characteristics and genesis have been revealed. The exceptional nature of the peninsula's landforms is largely due to the lithological control of geomorphological processes and neotectonic activity. The denudation strength of the rocks is associated with the decarbonization-carbonization of the deposits.

Keywords: Cape Tobizina, Russky Island, cliff, bench, geological natural monument, Early Triassic, carbonation.

Введение. Полуостров Тобизина, расположенный в заливе Петра Великого (Японское море), представляет собой уникальный геоморфологический объект, в пределах которого расположен один из наиболее полных разрезов нижнетриасовых отложений Южного Приморья, который имеет статус регионального памятника природы «Геологический разрез Тобизинский». Рельеф полуострова характеризуется морфологической выразительностью: высокие отвесные клифы, абразионная пещера, наклоненный осушенный бенч, разбитый на плиты, известняковые пирамидки. Некоторые скальные поверхности напоминают искусственные формы (стены, мостовые, колоннады). Исключительность рельефа в значительной степени обусловлена литогенетическим контролем.

Несмотря на уникальность геоморфологического ландшафта, на высокую посещаемость территории и устойчивый познавательный интерес со стороны рекреантов, морфология и генезис данных форм рельефа до сих пор не описаны и не проанализированы.

Материал и методы исследования. Фактологической основой работы послужили результаты полевых исследований, выполненных авторским коллективом на Тобизинском геологическом разрезе в 2025–2026 гг. Полевые методы включали в себя маршрутное геоморфологическое профилирование с описанием всех типов форм рельефа; инструментальные замеры морфометрических параметров (высоты клифов, ширины бенча, размеров глыб и др.) с использованием рулетки; описание литологического состава и

текстурных особенностей пород в естественных обнажениях. Камеральные методы включали в себя генетический анализ пород на основе петрографических данных с моделированием условий осадконакопления; структурно-геоморфологический анализ с дешифрированием космических снимков высокого разрешения, построение схемы рельефа с использованием ГИС методов (ПО ArcGIS).

Результаты и их обсуждение.

Литологические предпосылки рельефообразования. Полуостров Тобизина сложен преимущественно средне- и мелкозернистыми аркозовыми и субаркозовыми песчаниками с карбонатно-глинистым цементом оленёкского яруса нижнего триаса. Имеются редкие линзы ракушечников и прослои базальных гранитных среднегалечных конгломератов того же возраста. В породах заключено большое количество морских беспозвоночных, представленное двустворчатыми моллюсками, брахиоподами, аммоноидеями и наутилоидеями (рис. 1) [2]. Генезис песчаников мыса Тобизина, формирующих его характерные ступенчатые стенки, представляет собой классический пример раннедиагенетической декарбонатизации и последующей карбонатизации с участием биогенных компонентов [5]. После осаждения в прибрежно-морских условиях, богатый органическим детритом осадок, содержащий массу раковин, подвергся значительным изменениям. Разложение мягких тканей и водорослевых масс в результате жизнедеятельности бактерий, продуцировало значительные объёмы углекислого газа (CO_2), который, растворяясь в поровой воде, резко повышал её агрессивность по отношению к карбонату кальция (арагониту и кальциту). Это привело к масштабному процессу декарбонатизации – растворению первичных карбонатных раковин. Однако в результате дальнейшего метаболизма бактериального сообщества, оттока CO_2 или изменения кислотно-щелочного баланса, поровые воды стали пересыщенными относительно карбоната кальция, что инициировало обратный процесс – кристаллизацию микрокристаллического и зернистого кальцита непосредственно в порах между обломочными зёрнами песчаника. Таким образом, образовался прочный карбонатизированный песчаник, где карбонатная часть глинисто-карбонатного цемента не является первичной, а представляет собой продукт перераспределения карбонатного материала уже внутри осадка и значительно усиливает свойственную аркозам прочность [7].



Рис. 1. Остатки аммоноидей, найденные на одном из пляжей полуострова

Геоморфология полуострова Тобизина. Полуостров Тобизина представляет собой абразионный столовый массив [4], резко вдающийся в акваторию залива Петра Великого и приуроченный к области развития нижнетриасовых морских прибрежных отложений. В морфологическом отношении полуостров представляет собой комплекс, образованный закономерным пространственным сочетанием пяти сопряжённых и генетически взаимосвязанных форм рельефа (рис. 2), сформированных в условиях длительного

взаимодействия абразионных процессов, избирательной денудации и новейших тектонических движений.

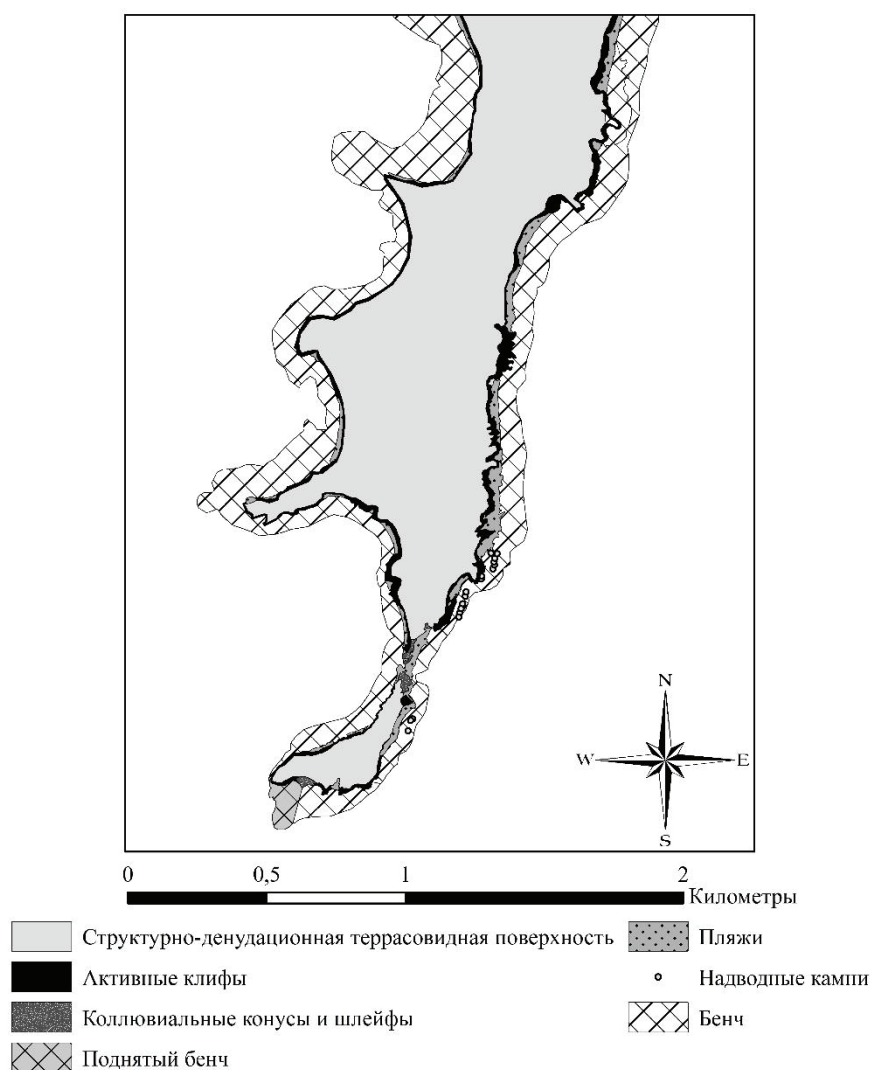


Рис. 2. Геоморфологическая карта полуострова Тобизина

Структурно-денудационная террасовидная поверхность представляет собой выровненную пологонаклонную форму рельефа, сформировавшуюся в аэральных условиях при литологическом контроле субгоризонтальными пластами песчаников. Поверхность характеризуется пологим уклоном и незначительными колебаниями абсолютных высот, образуя слабоволнистую площадку с маломощным чехлом выветрелового материала, покрытого низкорослым лесом с густым травяным покровом. Из-за избыточного рекреационного пресса значительные участки поверхности имеют 3-5 стадии почвенно-растительной дигрессии. В южной части полуострова в результате разрушения данной поверхности под действием аэральных денудационных процессов и волноприбойного воздействия образовался перешеек, где отмечаются выходы коренных пород, образующие ступенчатые стенки и останцы в виде пирамидок (последние сложены ракушечником).

Активные клифы обрамляют полуостров практически на всем протяжении береговой линии. Высота клифов колеблется в пределах от 25 до 30 метров. В юго-восточной части берег практически отвесный (рис. 3), что в Приморье практически не встречается. Здесь же на уровне уреза воды находится самая большая в Приморье абразионная пещера (длина 42 м, ширина и высота до 10 м, глубина 4,5 м) [1]. Клифы интенсивно расчленены системами

трещин, что обуславливает их блоковое строение и ведёт к формированию характерных склонов отседания [4]. Разрушение происходит по преобладающим системам трещиноватости, приводя к отделению крупных угловатых глыб и отвесности обрывов.



Рис. 3. Клиф со стороны поднятого бенча в районе пещеры

Бенч представляет собой выровненную, субгоризонтальную поверхность в коренных породах, непрерывно окаймляющую всё побережье у подножия клифов. Ширина бенча варьирует в широких пределах – от 18 до 142 м, что отражает дифференцированный характер новейших тектонических движений и локальную неоднородность волновой эрозии. На южной оконечности мыса фиксируется наиболее протяжённый (142 м) приподнятый сегмент бенча (рис. 1), маркирующий относительное поднятие блока. В южной части восточного побережья бенч, наоборот редуцирован, опущен и утрачивает характерную плоскую морфологию, что свидетельствует о погружении либо отставании в поднятии данного участка. Морфологической особенностью бенча является его решетчатая структура: поверхность расчленена ортогональной сетью субвертикальных трещин, формирующих правильную мозаику из прямоугольных и квадратных блоков.

Коллювиальные конусы и шлейфы представляют собой три контрастные по строению и генезису аккумулятивные формы. Первый участок расположен в юго-западной части перешейка на берегу в условиях ослабления волнового воздействия из-за нахождения в ветровой тени и представляет собой относительно стабилизированный пологий осыпной конус, сложенный песчаным материалом. Конус имеет высоту 4,5 м и характеризуется малой мощностью отложений, слабо скрывающей коренной рельеф. Второй участок расположен близ первого, но на наветренной части перешейка и сложен обвальным материалом. Третий участок на южной оконечности полуострова представляет собой нагромождение крупноглыбового материала, образующего обвальную шлейф у подножья отмершего клифа, отчленённого от моря поднятым бенчем.

Прислоненные пляжи неполного профиля являются завершающим элементом береговой морфологии полуострова Тобизина. Узкие аккумулятивные галечные пляжи пространственно связаны с активными клифами. Данные береговые формы сложены несортированным обломочным материалом от мелко- до крупно-галечного, представленного продуктами механического разрушения коренных пород массива абразией и выветриванием. Ни один из таких пляжей не обладает достаточной мощностью или шириной, чтобы стать эффективным волногасящим барьером и отрезать клиф от морского воздействия, находясь в состоянии постоянной трансформации, обусловленной волновым перемыванием. Наиболее широкие и протяжённые пляжи сформированы на восточном, наветренном побережье, подверженном прямому воздействию открытого моря, тогда как на западном, более защищённом берегу они

имеют фрагментарное распространение и меньшие размеры. По морфологии чётко выделяются два типа: 1) линейные пляжи, протянувшиеся вдоль относительно прямолинейных участков подножья клифа; 2) локальные широкие пляж, приуроченные к эрозионно-денудационным выемкам береговой линии, где происходит концентрация обломочного материала морского и обвально-осыпного генезиса.

Взаимосвязь литологического состава пород с формами рельефа.

Связь литологического состава пород с формами рельефа полуострова Тобизина раскрывается через взаимодействие неотектонического и литогенетического факторов. Закономерная сеть субвертикальных трещин и разломов, исчерчивающих массив полуострова, сформирована неотектоническими движениями, характерными для территории острова Русский [3, 6]. Развитию трещин способствуют волновые и воздушные удары при сильных штормах, особенно при наличии в клифе полостей (пещеры), а также инфильтрация поверхностных вод, подкисленных почвенным органическим веществом, что способствует растворению глинисто-карбонатного цемента песчаников [5]. Геометрическая правильность блоковой трещиноватости бенча, отвесность клифов, наличие пещеры, в значительной мере обусловлены спецификой самих пород. Аркозовые и субаркозовые песчаники с глинисто-карбонатным цементом характеризуются с одной стороны сочетанием прочности к процессам денудации, с другой – хрупкости на механическое, в частности тектоническое воздействие, что обеспечивают формирование ровных поверхностей отрыва и фиксирует полученную блочную структуру.

Заключение

В морфологической структуре абразионного столового массива выделены и охарактеризованы шесть основных форм рельефа: пологонаклонная террасовидная поверхность, активные клифы, бенч, осыпи, обвалы отмерших клифов и пляжи. Коренные породы полуострова приобрели исключительную прочность в результате раннедиагенетической декарбонатизации с последующей карбонатизацией, заключающейся в растворении карбонатных раковин и кристаллизации карбонатного цемента в поровом пространстве. Этот процесс сформировал литологическую основу современного рельефа. Ключевым результатом работы является доказательство причинно-следственной связи между генезисом пород и морфологией рельефа: высокая прочность карбонатизированных аркозовых и субаркозовых песчаников обеспечила сохранность столового массива в условиях абразии и денудации в аэральных условиях, а их хрупкость и связанная с этим трещиноватость предопределили блоковый характер разрушения под влиянием неотектонических факторов. Полученные результаты вносят вклад в понимание литогенетического контроля рельефа полуострова и имеют практическое значение для экскурсионно-просветительской деятельности на территории геологического памятника природы.

Литература

1. Виттенбург П. В. Геологическое описание полуострова Муравьего-Амурского и архипелага Императрицы Евгении // Записки общества изучения Амурского края. Т.15. – Петроград, 1916. – 480 с.
2. Маркевич П. В., Захаров Ю. Д. Триас и юра Сихотэ-Алиня. Книга 1. Терригенный комплекс. Владивосток: Дальнаука, 2004. – 417 с.
3. Назаренко Л.Ф., Бажанов В.А. Геология Приморского края: Препринт. – В 3 ч. – Ч. III: Основные черты тектоники и истории развития. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 60 с.
4. Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов. – Москва: Наука, 1978. – 242 с.
5. Фролов В.Т., Литология. Кн.1: Учебное пособие. – Москва: изд-во МГУ, 1992. 336 с.
6. Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. – М.: Наука, 1977. – 256с.
7. Япаскерт О. В. Литология: учебник / О. В. Япаскерт. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 359с.