В.А. Мануйлов, В.С. Петренко

Дальневосточный федеральный университет,

г. Владивосток

mva385@mail.ru

ЛИТОЛОГИЯ И ПОДВОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ БУХТЫ ВИТЯЗЬ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО)

Аннотация. Бухта Витязь – одна из южных акваторий залива Петра Великого. Она врезана в западное побережье п-ова Гамова. Дно бухты представляет собой котловину глубиной до 39 м, что гораздо больше, чем в любой другой бухте Южного Приморья. Акватория бухты большую часть года защищена от проникновения волнения открытого моря. Донные осадки бухты Витязь представлены разными типами, кроме илов, которых нет в связи с отсутствием источников их поступления.

Нами проведены комплексные ландшафтные исследования бухты. В результате ландшафтной съемки выделены участки морского дна с относительно однородными природными условиями – донные природные комплексы (ДПК). Основным геоморфологическим элементом – днищу, аккумулятивной террасе, бенчу, аккумулятивной осыпи соответствуют донные природные комплексы (ДПК). Они полуконцентрическими поясами оконтуривают берега и котловину бухты.

Вблизи входных мысов Таранцева и Шульца, на подводных склонах о-вов Таранцева сформирован ДПК грядовых расчлененных склонов с мозаикой бурых водорослей, иглокожих и моллюсков. Валунно-глыбовые осыпи занимают прибрежную полосу в средней части бухты. В биоценозе этих ДПК преобладают шаровидные морские ежи, морские звезды, дальневосточные трепанги, а также саргассовые водоросли. В рельефе дна бухты четко выражена прислоненная аккумулятивная терраса, в пределах которой доминирует ДПК зарослей zostеры морской. Подводная каменистая гряда (бенч) с невысоким надводным выходом (камни Клыкова) перекрыта маломощным осадочным чехлом из разнозернистого песка, гравия, гальки. На поверхности бенча обитают в основном иглокожие, моллюски, растительный покров из бурых и зеленых водорослей и трав образует мозаичный рисунок. Днище бухты сформировано тремя ДПК, два из которых – это алевроитовые котловины, разделенные песчаными порогами. Их донное население представлено в основном морскими звездами и полихетами.

Бухта обладает высоким рекреационным потенциалом. Она также издавна является научной экспериментальной базой для многих академических учреждений.

Ключевые слова: донные осадки, подводный ландшафт, донные природные комплексы, бенчи, аккумулятивные равнины, биоценозы, рекреация.

V.A. Manuylov, V.S. Petrenko
Far Eastern Federal University, Vladivostok
mva385@mail.ru

LITOLOGY AND UNDERWATER LANDSCAPES OF VITYAZ BAY (PETER THE GREAT BAY)

Abstract. Vityaz Bay is one of the southern waters of Peter the Great Bay. It is embedded in the western coast of the Gamow Peninsula. The bottom of the bay is a basin with a depth of up to 39 m, which is much larger than in any other bay of Southern Primorye. The water area of the bay is protected from the penetration of unrest in the open sea for most of the year. The bottom sediments of Vityaz Bay are represented by different types, except for sludges, which are absent due to the lack of sources of their input.

We conducted comprehensive landscape studies of the bay. As a result of landscape surveys, areas of the seabed with relatively homogeneous natural conditions – bottom natural complexes (WPC) – are identified. The main geomorphological elements are the bottom, the accumulative terrace, bench, accumulative scree correspond to bottom natural complexes (WPC). They outline the coast and the hollow of the bay with semiconcentric belts.

The KDP of ridged slopes with a mosaic of brown algae, echinoderms, and mollusks were formed near the entrance capes of Tarantsev and Schultz, on the underwater slopes of the Tarantsev islands. Block boulder screes occupy the coastal strip in the middle part of the bay. The biocenosis of these duodenum is dominated by spherical sea urchins, starfish, Far Eastern sea cucumbers, and also sargasso algae. A leaned-on accumulative terrace, within which the duodenum of the zostera marine dominates, is clearly expressed in the relief of the bottom of the bay. An underwater rocky ridge (bench) with a low surface outlet (Klykov stones) is covered by a thin sedimentary cover of different-grained sand, gravel, and pebbles. Echinoderms, mollusks live mainly on the surface of the bench, the vegetation of brown and green algae and herbs forms a mosaic pattern. The bottom of the bay is formed by three KDPs, two of which are silt basins separated by sandy rapids. Their bottom population is represented mainly by starfish and polychaetes.

The bay has a high recreational potential. It has also long been a scientific experimental base for many academic institutions.

Key words: bottom sediments, underwater landscape, bottom natural complexes, benches, accumulative plains, biocenoses, recreation.

Риасовый тип расчленения залива Петра Великого предопределил сложность строения его береговой зоны. Основными элементами формирующими геосистему побережья являются многочисленные бухты и заливы разного порядка, острова, проливы [3].

Бухта Витязь – одна из южных акваторий залива Петра Великого. Она обладает высоким рекреационным потенциалом. Живописные крутые берега, отвесные скалы, пляжи, прозрачные и теплые летние воды акватории бухты – прекрасная база для отдыха. Глубокие подводные скалы и расщелины, где среди водорослей и трав обитает множество рыб и разнообразных донных животных – любимое место для дайверов. Близость к морскому заповеднику определяет высокое биоразнообразие морских гидробионтов. Бухта издавна является научной экспериментальной базой для многих академических учреждений и хорошо изучена с отраслевых, в основном, биологических позиций.

Нами проведены литологические и подводные ландшафтные исследования бухты Витязь, позволяющие дать комплексную географическую оценку взаимосвязи основных элементов природной среды бухты – подводного рельефа, донных осадков, водной массы, фито- и зообентоса. В результате ландшафтной съемки выделены участки морского дна с относительно однородными природными условиями – донные природные комплексы (ДПК). Каждый ДПК отличается от соседнего характером подводного рельефа, составом донных осадков, гидродинамическим режимом и структурой биоценозов. Исследования проводились по стандартной методике [2, 4].

Бухта Витязь расположена в юго-западной части залива Петра Великого. Длина бухты 3,0 км, наибольшая ширина – 1,8 км. Длина береговой линии составляет 8,0 км, расстояние между входными мысами Таранцева и Шульца – 1,5 км. Площадь водного зеркала акватории составляет 3,8 км, максимальная глубина – 39 м. Бухта открыта на запад и юго-запад, волнение сильных штормов открытого Японского моря большую часть года в нее не проникает.

Бухта врезана в позднепермский гранитный массив п-ова Гамова [1]. Ее берега представлены преимущественно пляжами, разделенными береговыми обрывами. У входных мысов пляжи шириной

5–10 м сложены в основном валунами и галькой, ближе к вершине они сложены галькой и гравием. Береговые гранитные уступы на значительной части задернованы. В вершине бухты пляж более широкий, он оконтуривает со стороны моря устье долины небольшой речки и сложен преимущественно гравием и галькой. В связи с широким развитием в районе кор выветривания в береговую зону мелкими ручьями и временными водотоками выносятся в основном щебнистый и дресвяный материал.

Дно бухты представляет собой котловину, полого наклоненную на юго-запад. Её рельеф имеет некоторые особенности. Глубины на линии входных мысов составляют 39 м, что гораздо больше, чем в любой другой бухте Южного Приморья. Однако мористее они резко уменьшаются на 7–10 м. Подводный береговой склон на значительном протяжении бухты очень крутой, особенно в южной её части и у мысов (0,1 и более). В вершине бухты расположена обширная мелководная ступень, в пределах которой расположена надводная гряда (камни Клыкова).

Донные осадки бухты Витязь (рис. 1) представлены разными типами, кроме илов, которые не могут здесь накапливаться в связи с отсутствием источников их поступления.

Центральную, наиболее глубоководную часть дна бухты занимают крупные алевроиты темно-серого цвета. В их составе находятся включения песка и гравия. Небольшое поле алевроитов залегает также в северо-восточном углу бухты. Пески мелкие, средние и крупные распространены преимущественно на глубинах 20–30 м вокруг участков с алевроитовыми осадками и полосой 200–300 м вдоль аккумулятивного побережья в северо-восточной части бухты. По составу это кварц-полевошпатово-роговообманковые пески. Гравийно-галечные отложения узкой полосой (100–250 м) залегают вдоль берега на глубинах 10–20 м. Этот материал плохо сортирован и включает в себя также пески и ракушечный детрит. Галечно-валунные отложения залегают в прибойной зоне и представляют собой навалы гранитных окатанных обломков размером до 1 м, небольшой мощности. Скальные бенчи распространены у мысов Таранцева, Шульца и во-

круг островов Таранцева и камней Клыкова и представляют собой узкую абразионную террасу, выработанную в гранитах.

Рис. 1. Карта донных осадков бухты Витязь

Условные знаки: 1 – коренные породы; 2 – валунно-глыбовый материал; 3 – галечно-валунный материал; 4 – гравийно-галечный материал; 5 – крупные, средние пески; 6 – мелкие пески; 7 – крупные алевриты

Основным геоморфологическим элементом – днищу, аккумулятивной террасе, бенчу, аккумулятивной осыпи соответствуют донные природные комплексы (ДПК). Они полуконцентрическими поясами оконтуривают берега и котловину бухты (рис. 2).

Вблизи входных мысов Таранцева и Шульца, на подводных склонах о-вов Таранцева сформирован ДПК грядовых склонов (1). Их крутосклонная коренная поверхность сильно расчленена. Этот субстрат благоприятен для водорослей, которые мозаикой покрывают склон. Основную массу составляют бурые водоросли, среди которых выделяются *Costaria costata* и *Laminaria japonica*. В прибрежной полосе густые заросли на отдельных участках образует *Phyllospadix iwatensis*. Основными представителями макроэпифауны являются фитофаги – шаровидные морские ежи, а также морские звезды: *Asterina pectinifera*,

Lysastrosoma anthosticta, *Lethasteria sfusca*. Трещиноватая поверхность коренных пород способствует закреплению многих моллюсков, в основном мидии *Crenomytilus grayanus*, образующей плотные скопления.

Валунно-глыбовые осыпи (2) занимают прибрежную полосу в средней части бухты. ДПК имеет небольшую ширину, в вогнутостях берега простирается до глубины 4–5 м. Её поверхность слагают валуны, глыбы и галька хорошей окатанности, что говорит о высокой гидро- и литодинамической активности в пределах этого природного комплекса. В биоценозе преобладают шаровидные морские ежи, морские звезды (гребешковая патирия, амурская), дальневосточные трепанги *Apostichopus japonicus*, мидии *Crenomytilus grayanus* а также саргассовые водоросли – *Sargassum pallidum*, *S. miyabei*.

В вершине бухты приурезовую полосу занимает ДПК песчано-гравийного мелководья (3). Его слабопологая поверхность, осложненная волновыми микроформами рельефа – рифелями, сложена крупными и средними песками, гравием. Биоценоз фаций составляют зеленые водоросли – *Cladophora stimpsonii*, *Ulva fenestrata*, трава *Zostera marina*, небольшими куртинами рассредоточенные на дне. Основные представители эпифауны – морские звезды: амурская и патирия.

В рельефе дна бухты четко выражена прислоненная аккумулятивная терраса. Она имеет наклонную мелкобугристую поверхность. Волновая сепарация привела к образованию полей осадков разного гранулометрического размера, что предопределило состав и распределение растений и животных, входящих в биоценоз.

От тылового шва террасы вглубь простирается фация гравийных отложений (4). Этот ДПК является переходным от валунно-галечной осыпи к песчаной равнине. В составе донных осадков преобладает средний и мелкий гравий, значительно содержание разнотекстурного песка. Высокая гидродинамическая активность приводит к вымыванию тонких наносов. Биоценоз сложен зелеными водорослями – *Ulva fenestrata*, *Codium fragile*, *Chaetomorpha moniligera*, *Cladophora stimpsonii*, которые куртинами рассредоточены на поверхности подводной террасы. Население представлено полихетами, патирией гребешковой, дистоластерией колкой (*Distolasterias nipon*), мидиями Грея.

Рис. 2. Ландшафтная схема и профили подводных склонов бухты Витязь.

Условные обозначения на ландшафтной схеме: донные природные комплексы бухты: 1 – расчлененные коренные грядовые склоны с мозаикой трав и бурых водорослей; 2 – валунно-глыбовые осыпи с мозаикой бурых водорослей и иглокожих; 3 – гравийно-песчаные участки подводной террасы с куртинами зеленых водорослей и трав; 4 – участки приурезового мелкобугристого песчаного склона с куртинами зеленых водорослей; 5 – участки пологого песчаного скло-

на с зарослями zostеры; 6 – песчано-ракушечная терраса с биоценозом иглокожих и моллюсков; 7 – песчано-гравийная поверхность погребенного бенча с куртинами трав и водорослей; 8 – валунно-галечная поверхность погребенного бенча с куртинами бурых водорослей и иглокожих; 9 – абразионный коренной останец с мозаикой бурых водорослей и иглокожих; 10 – прибрежная алевритовая котловина с биоценозом иглокожих; 11 – участок песчаной равнины с биоценозом иглокожих; 12 – центральная алевритовая котловина с биоценозом иглокожих и полихет; 13 – внешний аккумулятивный песчаный порог котловины бухты с биоценозом полихет и иглокожих.

Условные обозначения на профилях. Грунты: 14 – коренные породы; 15 – валунно-галечные; 16 – гравийно-песчаные; 17 – ракушечные; 18 – крупные пески; 19 – мелкие пески; 20 – крупные алевриты. Бентос: 21 – ламинариевые водоросли; 22 – морские травы; 23 – саргассовые водоросли; 24 – зеленые водоросли; 25 – морские звезды; 26 – морские ежи; 27 – моллюски; 28 – голотурии; 29 – асцидии; 30 – полихеты

Большую часть поверхности террасы и её склон занимают песчаные осадки. В вогнутостях берега и в вершине бухты расположены ДПК зарослей zostеры морской (5). Гидродинамический режим в придонном слое этого комплекса ослаблен, т. к. густой покров травы гасит волновой поток и препятствует возникновению вдольбереговых течений. Подводный склон представляет собой выравненную пологонаклонную поверхность. Сложен он в основном мелким песком с включением детрита. Ближе к вершине бухты увеличивается доля алеврита, что связано, очевидно, с поставкой сюда этого материала из реки и ручьев во время ливней.

Заросли zostеры распространены до глубин 8-10 м. Проективное покрытие дна морской травой, в среднем, составляет 60-80%. С увеличением глубины заросли разреживаются и заменяются куртинами. Кроме zostеры, фитоценоз формируют редкие экземпляры водорослей: бурых – *Laminariacichorioides*, *Sargassumpallidum* и зеленых – *Chaetomorpha moniligera*, *Ulvafenestrata*. Фауна представлена, в основном, полихетами, а также шаровидными морскими ежами и звездами.

Глубже заросли zostеры сменяет фация песчано-ракушечной поверхности террасы и её склона. Этот ДПК (6), занимает наибольшую площадь террасы. Для него характерен мелкобугристый рельеф

биогенного генезиса. Здесь происходит активная переработка организмами верхнего слоя донных осадков, среди которых преобладают мелкие пески. Поверхность испещрена многочисленными отверстиями – сифонами инфауны. Вокруг некоторых отверстий формируются холмики конической формы, высотой до 0,1 м. Морские звезды, охотясь на зарывающихся моллюсков, выкапывают грунт, создавая отрицательные формы микрорельефа в виде воронок, которые повсеместно встречаются на аккумулятивной террасе. Морские звезды поедает двустворчатых моллюсков, уничтожая целые колонии. При этом на поверхности террасы, среди песков, формируются участки ракушечных отложений, довольно многочисленных для этой фации.

На более глубоких участках, кроме полихет, биоценоз формируют многочисленные морские звезды – патирии гребешковые и дистоластерии колкие, шаровидные морские ежи. Значительно реже встречаются трепанги, а также мидии Грея, одиночно или небольшими друзами вросшие в грунт. Ближе к бровке террасы появляются асцидии – халоцинтия бугорчатая (*Halocynthia roretzi*) и халоцинтия пурпурная (*H.aurantium*). На склоне террасы асцидии, и особенно халоцинтия пурпурная, являются доминирующим видом биоценоза. На больших глубинах 15-20 м их колонии образуют плотные скопления, причем размеры самих животных значительно крупнее мелководных экземпляров.

Подводная каменистая гряда (бенч) с невысоким надводным выходом (камни Клыкова) образована в результате разрушения волнами коренного выступа берега и значительно расчленена, что нашло отражение в ее морфологии. Бенч перекрыт маломощным осадочным чехлом из разнотекстурного песка, гравия, гальки.

В пределах бенча расположены фации гравийно-песчаных участков и зарослей zostеры. Фация zostеры в некоторых чертах отличается от вышеописанной. Поверхность бенча подвержена сильному волновому воздействию. Причем его эффективность на различных участках фации зарослей zostеры неодинакова. На участках с густым покровом морской травы поверхность дна ровная. На полянах, лишенных растительности, происходит интенсивный размыв песчаной поверхности, т. к. она не покрыта дерниной морской травы, которая

надежно защищает соседние участки. Образуются котловины вымывания, глубиной 0,4–0,6 м, различной конфигурации. Такие формы рельефа характерны для мелководных (2–4 м) участков фации. На больших глубинах из-за ослабления волнового воздействия на дно эти формы не наблюдаются.

Заросли zostеры сменяет песчано-гравийная равнина (7). Этот участок представляет собой плоскую выровненную поверхность. Сложен он крупным песком, мелким гравием, редкими валунами. Велико количество ракушечного материала, различной степени разрушения, от целых раковин до размера песчаных частиц. Биоценоз состоит из иглокожих – морских звезд, ежей, а также трепангов, мидий Грея, друзами прикрепленных к валунам, приморских гребешков *Mizuhopecten yessoensis*. Морские звезды патирии гребешковые по 10–20 экземпляров сконцентрированы на небольших площадках (1,0–1,5 м в диаметре), которые пятнами рассредоточены на поверхности дна. Изредка в пределах фации встречаются асцидии.

Ближе к краю бенча ДПК сформирован валунно-галечными отложениями (8). На крупнообломочном материале обитают иглокожие: *Asterina pectinifera*, *Strongylocentrotus nudus*, *St. intermedius*, а также моллюски *Crenomytilus grayanus*.

Камни Клыкова и их подводные склоны находятся в зоне волновой активности и лишены аккумулятивного чехла. Склоны имеет ступенчатую, расколотую трещинами крутую поверхность, заселенную преимущественно морскими звездами и ежами, а также мидиями Грея, асцидиями (9). В литоральной зоне отмечена мозаика водорослей: *Nemalion vermiculare*, *Chordaria flagelliformis*, *Ulva fenestrata*.

У подножья прислоненной аккумулятивной террасы в нижнем этаже сублиторали расположено днище бухты. Оно состоит из трех ДПК, два из которых – это алевроитовые котловины, разделенные песчаными порогами. Котловина вершины бухты (10) представляет собой выравненную поверхность, сложенную крупным алевроитом с включениями раковин. Биоценоз составлен полихетами, морскими звездами (*Distolasterias nipon*), а также колониями приморских гребешков.

Центральная котловина (12) – наибольший ДПК, занимающий 30% площади бухты, хорошо выражена в рельефе. С бортов она резко отграничена от прислоненной аккумулятивной террасы. В составе слагающих фацию осадков преобладают крупные алевриты. Эти отложения благоприятны для обитающих здесь закапывающихся форм животных – полихет, моллюсков. Кроме того, в биоценоз входят иглокожие – офиуры (*Ophiura sarsif. vadicola*) и морские звезды – *Distolasterias nipon*, *Asterina pectinifera*.

Между двумя алевритовыми котловинами днища расположена фация, отличающаяся по составу донных осадков (11). В рельефе она выражена слабо. Но анализ гранулометрического состава отложений и гидродинамического режима вод дает основание выделить ее в отдельный природный комплекс. Фация расположена в узкости между берегом и бенчем. Придонные течения обладают повышенными скоростями. Обломочный материал тонких фракций вымывается и осаждается в котловинах со слабой подвижностью вод. Поверхность дна сложена хорошо сортированными мелкозернистыми песками. Доминирующими представителями бентоса этого ДПК являются полихеты и морские звезды – патирия гребешковая и дистоластерия колкая.

На выходе из бухты в залив Китовый глубины уменьшаются. Гидродинамический режим на дне более активный, что приводит к вымыванию тонких осадков. В этом ДПК (13) на мелких песках подводной равнины обитают преимущественно полихеты и морские звезды *Asterinapectinifera*.

Дальнейшее развитие подводных ландшафтов бухты Витязь, по нашему мнению, будет связано как с природными процессами (колебаниями уровня моря), так и с усиливающимся антропогенным воздействием. Наиболее уязвимыми при этом в первую очередь будут подводная флора и фауна.

Литература

1. Геология СССР. Том XXXII. Приморский край. Часть I. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 695 с.

2. Мануйлов В.А. Методы исследования донных природных комплексов рiasовой береговой зоны для марикультуры // Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВО РАН СССР, 1987. С. 64-73.

3. Петренко В.С., Мануйлов В.А. Физическая география залива Петра Великого. Деп. ВИНТИ. 08.09.88 № 6891 – В 88. 147с.

4. Петров К.М. Подводные ландшафты: теория, методы исследования. Л.: Наука, 1989. 126 с.

Reference

1. *Geologiya SSSR. Tom XXXII. Primorsky Kray. Ch.1. Geologicheskoe opisanie.* [Geology of the USSR. P. XXXII. Primorsky Krai. Part I. Geological description]. Moscow, Publ. House "Nedra", 1969.695 p. (in Russian)

2. Manuylov V.A.*Metody issledovaniya donnykh prirodnikh kompleksov riasovoy beregovoy zony dlya marikul'tury* [Research methods for bottom natural complexes of the riasic coastal zone for mariculture] // *Donnye landshaftyYaponskogo moray* [Bottom Landscapes of the Sea of Japan]. Vladivostok, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences of the USSR, 1987, pp. 64-73. (in Russian)

3. Petrenko V.S., Manuylov V.A. *Fizicheskayageografiiyazaliva Petra Velikogo*[Physical geography of Peter the Great Bay]. – Dep. VINITI. 09.09.88 No. 6891 – В 88. 147 p. (in Russian)

4. Petrov K.M. *Podvodnyelandshafty: teoriya, metody, issledovaniya* [Underwater landscapes: theory, research methods]. Leningrad, Nauka, 1989. 126 p. (in Russian)