

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 2 (52). Июнь, 2024

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

Редакционная коллегия

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
В. Krasnov
А. Gugotek
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 551.2.03; 574.583

ПРИНЦИПЫ ЛАНДШАФТНО-БИОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ И ШЕЛЬФА НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

РАКИТИН
Тихон Дмитриевич

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Университетская набережная, д. 7-9, 199034, gatwar47@mail.ru

Ключевые слова:

ландшафтно-биономическое районирование
морфоструктуры
береговая зона
Японское море
донные биоценозы

Аннотация: Известная система единиц экологического (биономического) районирования береговой зоны и шельфа отображает глобальные особенности природы океана, где исходными единицами районирования служат морские экорегионы. Каждый экорегион – это региональный морской бассейн (море) со сложными своеобразными природно-климатическими условиями и факторами: солнечная радиация, рельеф побережья (берега, дна), теплообмен поверхности моря с атмосферой и адвекция морских масс, переносимых течениями и волнами. Вопросы теории и практики требуют разработки единиц детального районирования морских экорегионов. На практике принципы ландшафтно-биономического районирования основываются на использовании трех его систем единиц: морфоструктурное строение берегов, географическая зональность и вертикальная поясность. Каркасом районирования служат береговые морфоструктуры, которые располагаются вдоль побережий морского бассейна. Они определяют выделение морфоструктурных областей и районов, которые различаются по знаку унаследованных новейших и современных тектонических движений. В свою очередь внутренняя геодинамика формирует берега продольного и поперечного типов и поверхности грунта (твердые, рыхлые). Вертикальными подразделениями в береговой зоне являются литораль и сублитораль, которые подразделяются на этажи и ступени, отражающие биологическое разнообразие донных биоценозов. Широтные географические зоны поверхности моря разделяют его на границы изотермой 5 °С. Предложенная система единиц районирования позволяет отобразить детальные особенности биономических условий и связанное с ними биологическое разнообразие, которое варьируется видами в пределах береговой зоны с юго-запада на северо-запад исследуемого моря. Данная статья посвящена принципам ландшафтно-биономического районирования береговой зоны и шельфа на примере северо-западной части Японского моря.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 20 июня 2024 года

Подписана к печати: 27 июня 2024

Введение

Известная система единиц биономического районирования береговой зоны и

шельфа (Spalding et al., 2007) отображает наиболее крупные глобальные особенности природы океана. В качестве исходной

единицы районирования авторы выделяют морские экорегионы (морские бассейны). При детальном районировании морских экорегионов необходимо учитывать три системы единиц: морфоструктурное строение, служащее каркасом ландшафтно-биономического районирования, вертикальную и географическую зональность (Петров, 2020; Petrov, 2022). В настоящей работе при описании морфоструктурных районов в береговой зоне и на шельфе в северо-западной части Японского моря также отмечается их принадлежность к вертикальному подразделению и географической зональности.

Материалы

Северо-западная часть Японского моря располагается в географических координатах 40–55° с.ш. и 130–144° в.д. Области биономических районов с шагом вытягиваются с юга на север. Границы областей (районов) пролегают от суши до бровки шельфа: I. Сихотэ-Алиньская область: 1.1. Южно-приморский (41–43° с.ш. и 131–133° в.д., м. Гамова

и м. Лихачёва) и 1.2. Центральнo-приморский (42–46° с.ш. и 133–139° в.д., м. Лихачёва и м. Бакланий) районы; II. Островная Сахалинская область: 2.1. Северный район (49–52° с.ш. и 142–143° в.д., м. Тык и м. Ламанон), 2.2. Перешеек Поясок (47–49° с.ш. и 142–143° в.д., м. Ламанон и м. Яблоновый) и 2.3. Южный район (46–47° с.ш. и 142–143° в.д., м. Яблоновый и м. Криньон); III. Область северной части Татарского пролива (52–53° с.ш. и 141–142° в.д. и 49–52° с.ш. и 142–143° в.д., м. Южный и м. Тык – северная граница; 54° с.ш. и 141–142° в.д., зал. Счастья и о. Байдукова – южная граница).

Районы исследований были нанесены на цифровую модель карты (ArcMap, 2023), затем проведено экологическое описание литоральных и подводных сообществ.

Для выделения физико-географических особенностей крупных морфоструктур (ландшафтов) была использована региональная крупномасштабная карта Дальневосточного региона (рис. 1).



Рис. 1. Крупномасштабная карта Дальневосточного региона от Приморского края до западной части острова Сахалин (Атлас мира..., 2023)

Fig. 1. Large-scale map of the Far Eastern region, from Primorsky Krai to the western part of Sakhalin Island (World Atlas..., 2023)

Как можно заметить на рис. 1, региональные приморские крупные морфоструктуры – Сихотэ-Алинь (материк) и Западно-Сахалинские горы – вытягиваются вдоль побережий северо-западной части Японского моря. Биономическое районирование опирается на каркас ландшафтных структур, в частности береговых, которые создают экологические условия морских экосистем береговой зоны и шельфа.

Методы

Биономическое районирование северо-западной части Японского моря проводилось с использованием: космического цифрового изображения Японского моря SASPlanet-GoogleEarth Pro (v.19121.10095), его обработки в GlobalMapper Pro (v.23.1), Photoshop (v.2022) и при геопространствен-

ном проектировании районов в программном пакете ArcGISPro. Отображались биономические области и районы, пронумерованные с юга на север, каждый из которых характеризует пространственную динамику биоценозов с похожими или различающимися типами морского ландшафта и экологическими условиями окружающей среды.

Вымерен батиметрический профиль шельфа районов. Результаты отображены в программе Surfer (v.20.1.195).

Результаты

Ландшафтно-биономическое районирование

В качестве каркаса ландшафтно-биономического районирования северо-западной части Японского моря предлагается использовать карту тектогенных берегов (рис. 2).

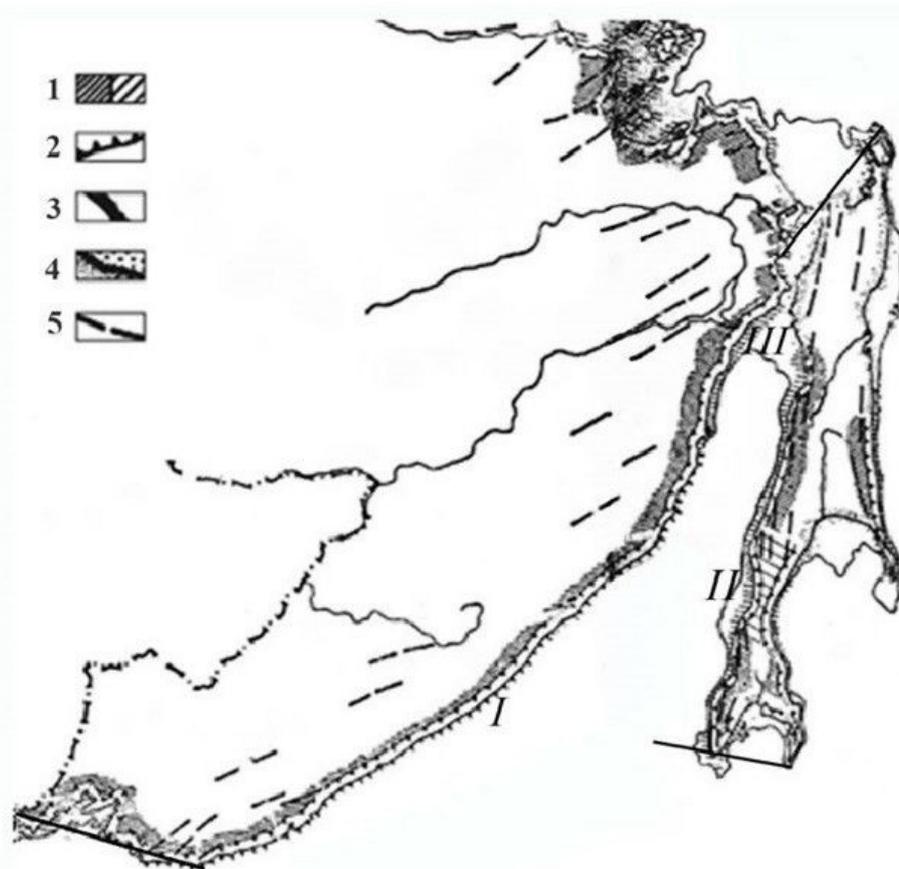


Рис. 2. Карта тектогенных берегов Японского моря (Гурьева и др., 1974): I – Сихотэ-Алинь, II – Западно-Сахалинские горы, III – северная часть Татарского пролива; 1 – участки поднятия земной коры (а – интенсивного, б – замедленного); 2 – абразионные берега (а – с активным клифом, б – с мертвым клифом); 3 – подводно-береговой склон абразионного типа; 4 – участки опускания земной коры (а – аккумулятивный берег с широким песчаным пляжем, б – подводно-береговой склон аккумулятивного типа); 5 – оси крупных тектонических структур, испытывающих поднятие

Fig. 2. Map of tectogenic coasts of the Sea of Japan (Gurieva et al, 1974): I – Sikhote-Alin, II – West-Sakhalin mountains, III – the northern part of the Tatar Strait; 1 – areas of crustal uplift (a – intensive, б – delayed); 2 – abrasive coasts (a – with an active cliff, б – with a dead cliff); 3 – underwater coastal slope of abrasive type; 4 – areas of lowering of earth crust (a – accumulative coasts with wide sand beach, б – undersea coastal slope accumulative type); 5 – axis of large tectonic structures, experiencing uplift

Развитие морфоструктур (поднятие или опускание) определяет важнейшие биономические типы береговой зоны моря: приглубость или отмелость берегов, процессы абразии или аккумуляции, формы рельефа абразионные или аккумулятивные, грунты скальные или рыхлые. На карте видно, что там, где оси складок располагаются параллельно берегу, формируются продольные приглубые абразионные берега с активным клифом. Там, где оси складок располагаются перпендикулярно берегу, формируются поперечные берега с широким подводным береговым склоном, мысами и островами (Petrov, 2022). Северная часть Татарского пролива, испытывающая тектоническое опускание, характеризуется берегами и подводным склоном аккумулятивного типа. Отмеченные морфоструктурные особенности служат основой районирования береговой зоны северо-западной части Японского моря (рис. 3).

Сихотэ-Алиньская область омывается холодным Приморским течением. Зимой море замерзает. В литорали господствуют фукусковые водоросли (*Fucus evanescens*, *Pelvetia wrightii*), указывающие на принадлежность к холоднореальной зоне. В области выделяются два района – Южно-приморский и Центрально-приморский.

В Южно-приморском районе хребты простираются по нормали к берегу (берега поперечного типа). Здесь формируются разделенные мысами глубоко врезаемые в сушу мелководные заливы: Амурский, Уссурийский, Петра Великого и многочисленные острова, шельф широкий (рис. 4, 5).

Каждый залив представляет особый ландшафт с характерным набором подводных угодий (рис. 6).

В заливе Петра Великого угодье каменистых грунтов представлено поясом скал, обрастающих крупной бурой водорослью – ламинарией и беспозвоночными: мидиями, губками, серпулидами и др. По дну ползают морские звезды, ежи и др. (см. рис. 6). Пояс скал окаймлен угодьем песчаных грунтов. Для него характерны заросли морской травы – зостеры. В песок закапываются черви – пескожилы (*Arenicola marina*). На дне лежат двустворчатые моллюски – гребешки, ползают трепанги и морские ежи (см. рис. 6).

Центрально-приморский район характеризуется продольными берегами, где оси складок направлены параллельно к берегу. Берега денудационно-абразионные, слабо-

изрезанные, высокие, с активным клифом, шельф узкий (рис. 7).

ли (*Saccharina japonica*, *S. cichorioides*; *Sargassum pallidum*, *S. miyabei*, *Costaria costata*, *Agarum clathratum*) и красные водоросли (*Ptilota filicina*, *Tichocarpus crinitus*, членистые кустики известковой водоросли *Bossiella cretacea*), а также беспозвоночные, обрастатели и бродячие формы (рис. 8).

Верхнюю сублитораль занимает пояс ламинарии (*Saccharina japonica*). Глубже распространены бурые водоросли (*Saccharina japonica*, *S. cichorioides*; *Sargassum pallidum*, *S. miyabei*, *Costaria costata*, *Agarum clathratum*) и красные водоросли (*Ptilota filicina*, *Tichocarpus crinitus*, членистые кустики известковой водоросли *Bossiella cretacea*), а также беспозвоночные, обрастатели и бродячие формы (рис. 8).

Островная Сахалинская область. Основную территорию области занимают Западно-Сахалинские горы, которые подразделяются на три района: 2.1. Северный, 2.2. Перешеек Поясок и 2.3. Южный.

Северный район соответствует одноименному антиклинорию. Берега высокие продольные с преимущественно активным клифом, подводно-береговой склон приглубый глубиной до 40 м; пояс скал представляет биотоп каменистых грунтов. Береговая зона омывается холодным Приморским течением. Зимой море замерзает. В литорали господствуют фукусковые водоросли (*Fucus evanescens*, *Pelvetia wrightii*), указывающие на принадлежность района к холоднореальной зоне.

Район Перешеек Поясок, здесь интенсивность поднятия резко снижается. Берега в основном аккумулятивные. Благодаря небольшим складкам, продолжающимся в море (берег поперечного типа), ширина шельфа увеличивается до 60 км (рис. 9).

В верхней части берегового склона простираются песчаные равнины, биотоп червя-пескожила (*Arenicola marina*), а на глубине 30–40 м – реликтовые поля гальки, биотоп голотурии (*Cucumaria japonica*).

Южный район соответствует одноименному антиклинорию. Берега высокие продольные, окаймленные низкой аккумулятивной террасой, клиф отмерший, подводно-береговой склон приглубый глубиной до 40 м, шельф узкий. Береговая зона омывается теплым Цусимским течением. Вертикальное подразделение береговой зоны района Южного Сахалина представлено на рис. 10.

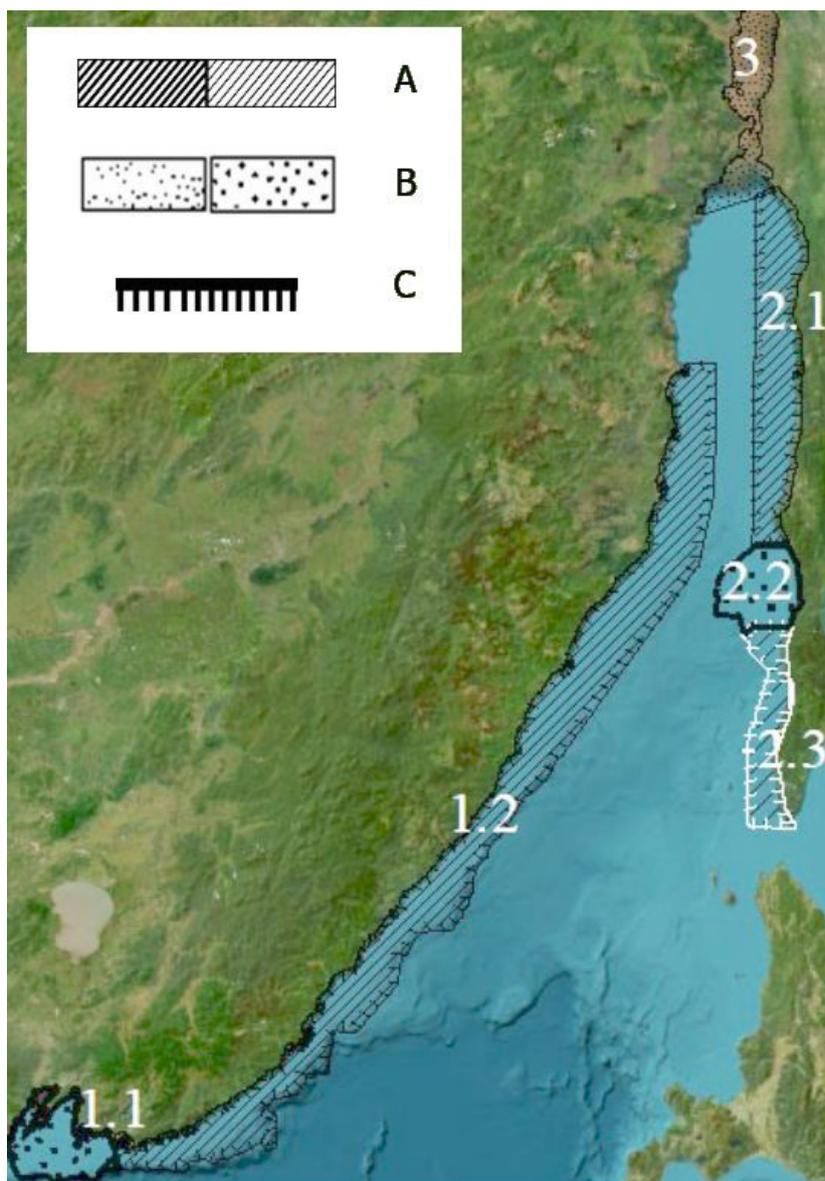


Рис. 3. Ландшафтно-биономическое районирование береговой зоны северо-западной части Японского моря. Физическая цифровая модель карты. Масштаб 1:12500000. Обработано в ArcGISPro (составлено автором): I. Сихотэ-Алинская область, районы: 1.1. Южно-приморский, 1.2. Центрально-приморский; II. Островная Сахалинская область, районы: 2.1. Северный, 2.2. Перешеек Поясок, 2.3. Южный; III. Область северной части Татарского пролива; А – участки поднятия земной коры (а – интенсивного, б – замедленного); В – участки опускания земной коры (а – аккумулятивные берега с широким песчаным пляжем, б – подводно-береговой склон аккумулятивного типа); С – абразионные участки (а – с активным клифом (черный цвет), б – с мертвым клифом (белый цвет))

Fig. 3. Landscape-bionomic zoning of the coastal zone and shelf of the northwestern part of the Sea of Japan. The physical digital model of the map. Scale 1:12500000. Processed in ArcGISPro (compiled by the author): 1. Sikhote-Alin region, districts: 1.1. Yuzhno-Primorsky and 1.2. Tcentralno-Primorsky; II. Sakhalin Island region, districts: 2.1. North, 2.2. Isthmus Belt, 2.3. South; III. The area of the northern part of the Tatar Strait; B – areas of crustal subsidence (a – accumulative shores with a wide sandy beach, b – underwater coastal slope of accumulative type); C – abrasive areas (a – with an active cliff (black), b – with a dead cliff (white))

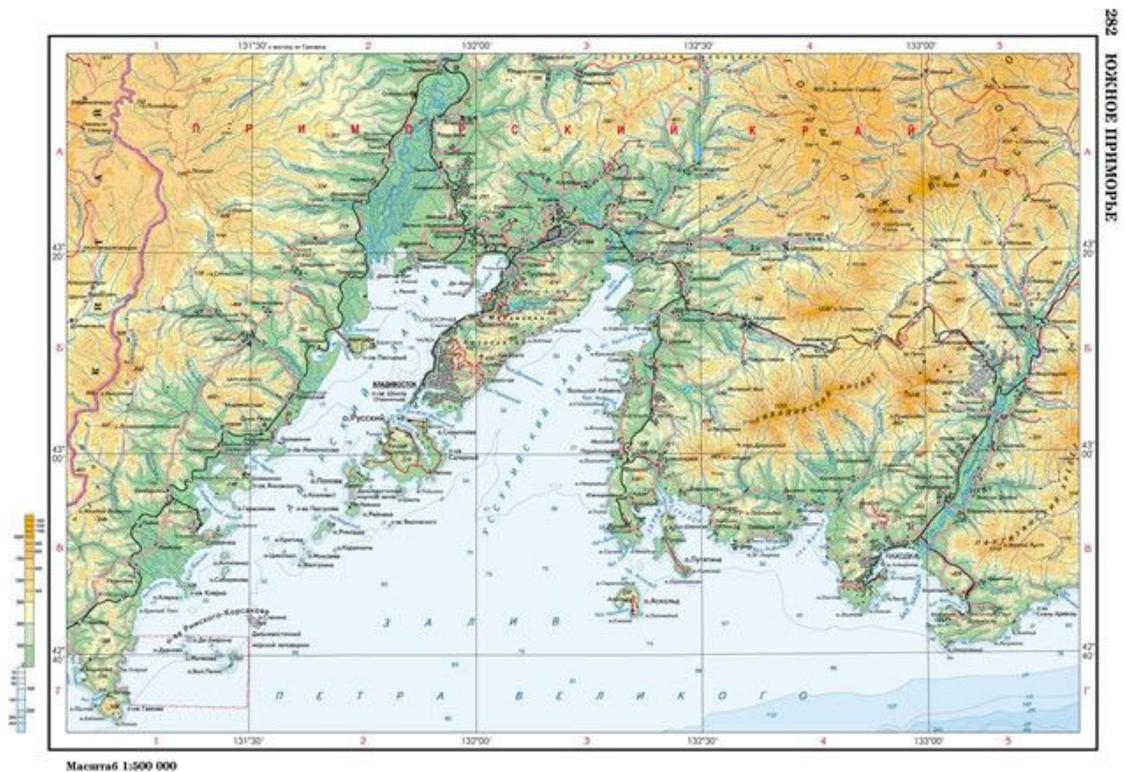


Рис. 4. Южно-приморский район Сихотэ-Алиньской области (География..., 2022)
Fig. 4. South-Primorsky area of Sikhote-Alin realm (Geography..., 2022)

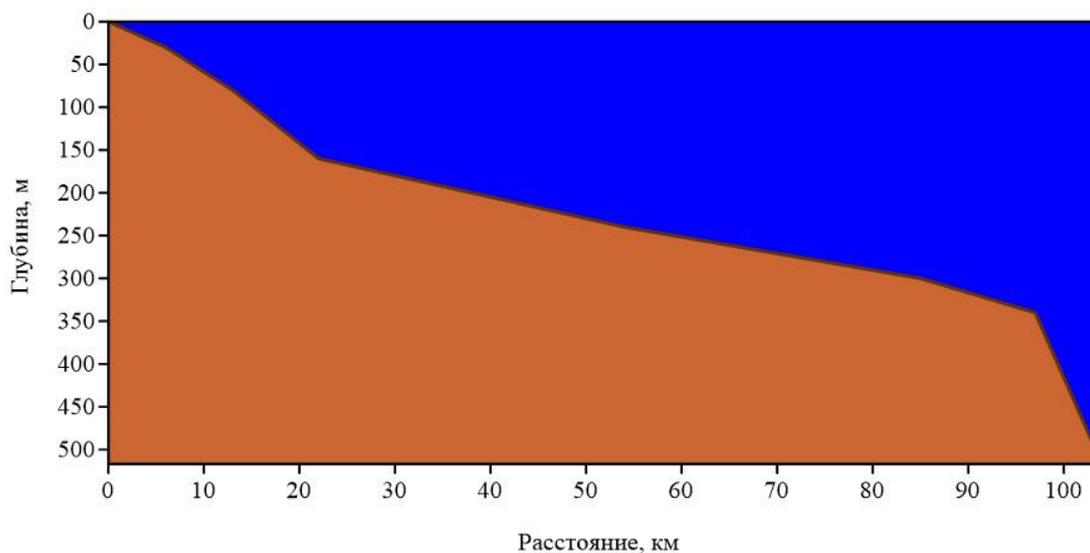


Рис. 5. Батиметрический профиль залива Петра Великого в Южно-приморском районе (по данным морской навигационной карты)
Fig. 5. Bathymetric profile of Peter the Great Bay in the South-Primorsky area (according to marine navigation map)

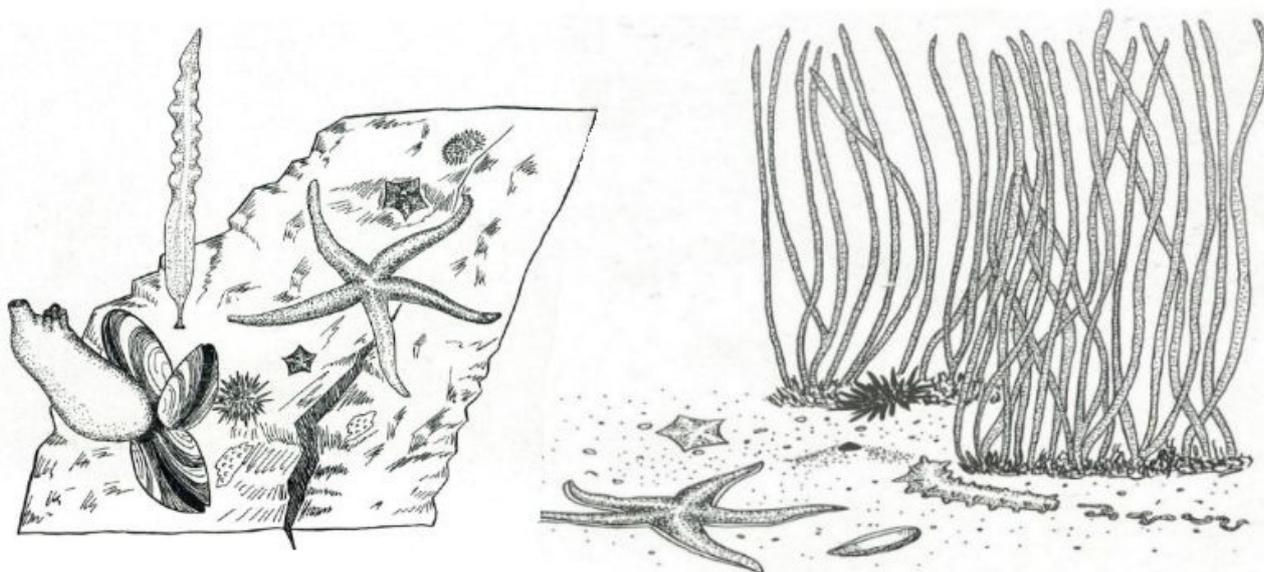


Рис. 6. Подводные угодья каменистых грунтов и песчаных грунтов залива Петра Великого (Арзамасцев, Преображенский, 1990)

Fig. 6. Undersea areas of rocky soils and of sandy soils of Peter the Great Bay (Arzamascev, Preobrazhensky, 1990)

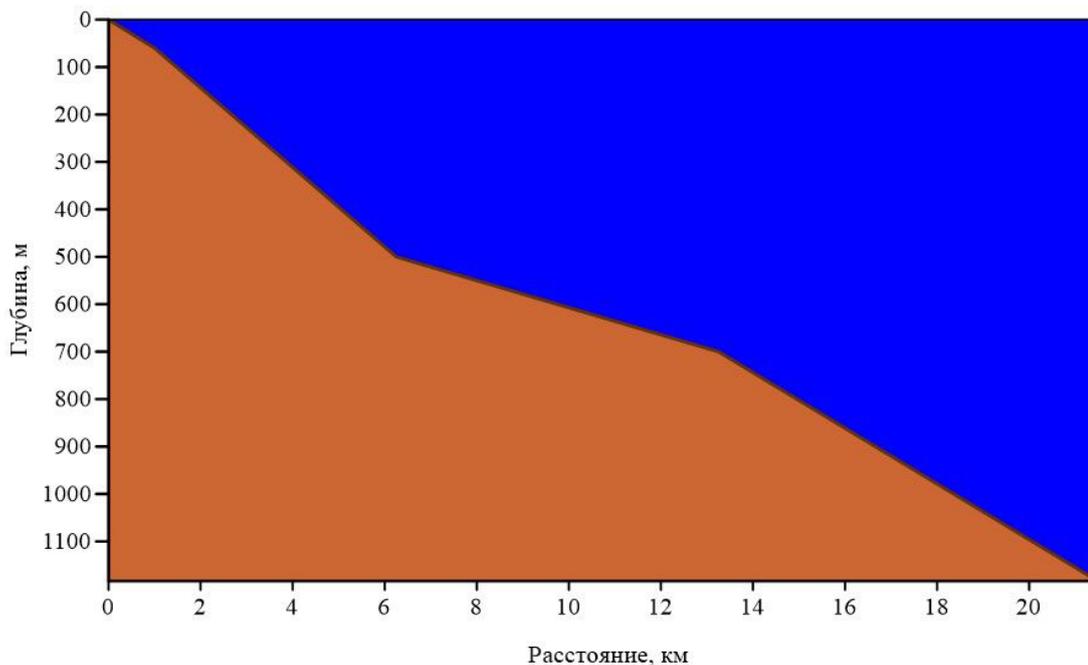


Рис. 7. Батиметрический профиль шельфа в Центрально-приморском районе (по данным морской навигационной карты)

Fig. 7. Bathymetric profile of the shelf in Central-Primorsky area (according to marine navigation map)



Рис. 8. Группировка каменистых грунтов: бродячие формы и обрастатели: а) 1 – водоросль ундария перистая (*Undaria pinnatifida*), 2 – черный морской еж (*Mesocentrotus nudus*), 3 – гребешковая патирия (*Patiria pectinifera*), 4 – серый морской еж (*Strongylocentrotus intermedius*), 5 – мидия Грея (*Crenomytilus grayanus*), 6 – губка (*Metridium senile fimbriatum*), 7 – амурская морская звезда (*Asterias amurensis*); б) 1 – рыбы-маслюки, 2 – асцидия бугорчатая «морской ананас» (*Halocynthia roretzi*), 3 – асцидия пурпурная (*Halocynthia aurantium*), 4 – тихоокеанская устрица (*Rassostrea gigas*), 5 – песчаный краб-плавунец (*Liocarcinus holsatus*), 6 – морская звезда (*Ligia cinerascens*), 7 – дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*), 8 – панцирный моллюск (Mollusca); Центрально-приморский район (Хлудова, 1963)

Fig. 8. Grouping of rocky soils: free-ranging forms and foulers: a) 1 – pinnate undaria algae (*Undaria pinnatifida*), 2 – black marine echinus (*Mesocentrotus nudus*), 3 – crested patiria (*Patiria pectinifera*), 4 – grey marine echinus (*Strongylocentrotus intermedius*), grey's mussel (*Crenomytilus grayanus*), 6 – sponge (*Metridium senile fimbriatum*), 7 – amur starfish (*Asterias amurensis*); б) 1 – butterflyfish, 2 – bumpy squirt «marine pineapple» (*Halocynthia roretzi*), 3 – purple squirt (*Halocynthia aurantium*), 4 – pacific oyster (*Rassostrea gigas*), 5 – sandy melt crab (*Liocarcinus holsatus*), 6 – starfish (*Ligia cinerascens*), 7 – far eastern marine cucumber (*Apostichopus japonicus*), 8 – testaceans mollusk (Mollusca); Central-Primorsky area (Khludova, 1963)

Остановимся на кратком описании вертикальной структуры береговой зоны первого района Островной Сахалинской области.

Литораль. В прибрежной части на песчано-илистом грунте почти сплошной пояс образует ассоциация *Zostera marina*. Здесь обитают креветки (*Pandalus latirostris*). На каменистом грунте формируется сообщество *Sargassum miyabei*. В средней части осушки волнение усиливается, рельеф мелкогрядовой. Внешняя мористая часть осушки подвержена воздействию прибоя и характеризуется грядовым рельефом. Здесь характерна ассоциация морской травы *Phyllospadix iwatensis*. К вершинам пограничных гряд, отделяющих каменистую осушку от крутого абразионного склона, приурочены сообще-

ства красной известковой кустистой водоросли *Corallina pilulifera*, плотные заросли которой именуются «кораллиновыми тротуарами». Сообщество *Sargassum miyabei* и «кораллиновые тротуары» свидетельствуют о принадлежности Южно-Сахалинского района к теплобореальной зоне.

Верхний этаж сублиторали в интервале глубин 0–5 м занят плотными зарослями ламинарии (*Sacharina japonica*). Просветы заняты красными водорослями (*Ceramium kondoi*, *Ptilota filicina*, *Tichocarpus crinitus* и др.).

Средний этаж сублиторали в интервале глубин от 5 до 15 м, занят сообществами известковых водорослей *Bossia cretacea*, *Crustida*. Характерно присут-



Рис. 9. Карта района Перешеек Поясок Островной Сахалинской области (Goggle Earth, 2023): 1. Участки поднятия земной коры (а – интенсивного, б – замедленного); 2. Абразионные берега; 3. Подводные ландшафты абразионного типа; 4. Участки опускания земной коры (а – аккумулятивные берега с широкими песчаными пляжами, б – подводные ландшафты аккумулятивного типа); 5. Оси тектонических структур, испытывающих поднятие (Петров, 2020)

Fig. 9. Map of the Isthmus Belt area of the Sakhalin Island Region (Goggle Earth, 2023): 1. Areas of crustal uplift (a – intensive, б – delayed); 2. Abrasive shores; 3. Underwater landscapes of abrasive type; 4. Areas of crustal subsidence (a – accumulative shores with wide sandy beaches, б – underwater landscapes of accumulative type); 5. Axes of tectonic structures experiencing uplift (Petrov, 2020)

ствии крупных бурых водорослей *Agarum cribrosum* и *Dichloria viridis*, встречающихся на расстоянии нескольких метров друг от друга. Единично встречаются багрянки *Odonthalia corymbifera* и *Tichocarpus crinitus*.

Нижний этаж сублиторали занимает глубины от 15 до 40 м. Господствующую роль в образовании донных биоценозов здесь играют беспозвоночные животные: гидроида, губки, мшанки, серпулиды, баянусы, актинии, асцидии, мидии и др.

Область северной части Татарского пролива. Пролив имеет воронкообразную форму, узкой стороной обращен к проливу Невельского, который имеет выход в Сахалинский залив Охотского моря. Дно пролива мелководное желобообразное (рис. 11).

Устье р. Амур заканчивается обширным лиманом, ограниченным пересыпью. Берега Сахалина, окаймляющие север Татарского пролива, аккумулятивные. Дно пролива представляет аккумулятивную равнину, на песчано-илистом грунте морские травы (*Zostera asiatica*, *Z. marina*) образуют обширные заросли, представляющие иногда промысловую ценность (Дуленин, 2020).

Заключение

Ландшафтно-биономическое райониро-

вание экорегионов необходимо проводить с учетом действия трех систем единиц: морфоструктурного строения, географической и вертикальной зональности. Каркасом районирования служит морфоструктурное строение береговой зоны и шельфа. В северо-западной части Японского моря выделяются три области и шесть районов:

I. Сихотэ-Алиньская область, в литорали господствуют фукусовые водоросли (*Fucus evanescens*, *Pelvetia wrightii*), указывающие на принадлежность к холоднореальной зоне: 1.1. Южно-приморский район: берега поперечного типа характеризуются сложной ландшафтной структурой, представленной мелководными заливами, разделенными мысами и островами; 1.2. Центральнo-приморский район: берега продольные высокие с активным клифом, подводный склон приглубый (биотоп каменистых грунтов), занятый сообществами бурых и красных водорослей, группировками беспозвоночных обрастателей и бродячих форм.

II. Островная Сахалинская область: 2.1. Южный район: берег продольного типа, высокий с отмершим клифом, поднобереговой склон приглубый омывается теплым Цусимским течением, сообщество *Sargassum miyabei* и «кораллиновые троту-

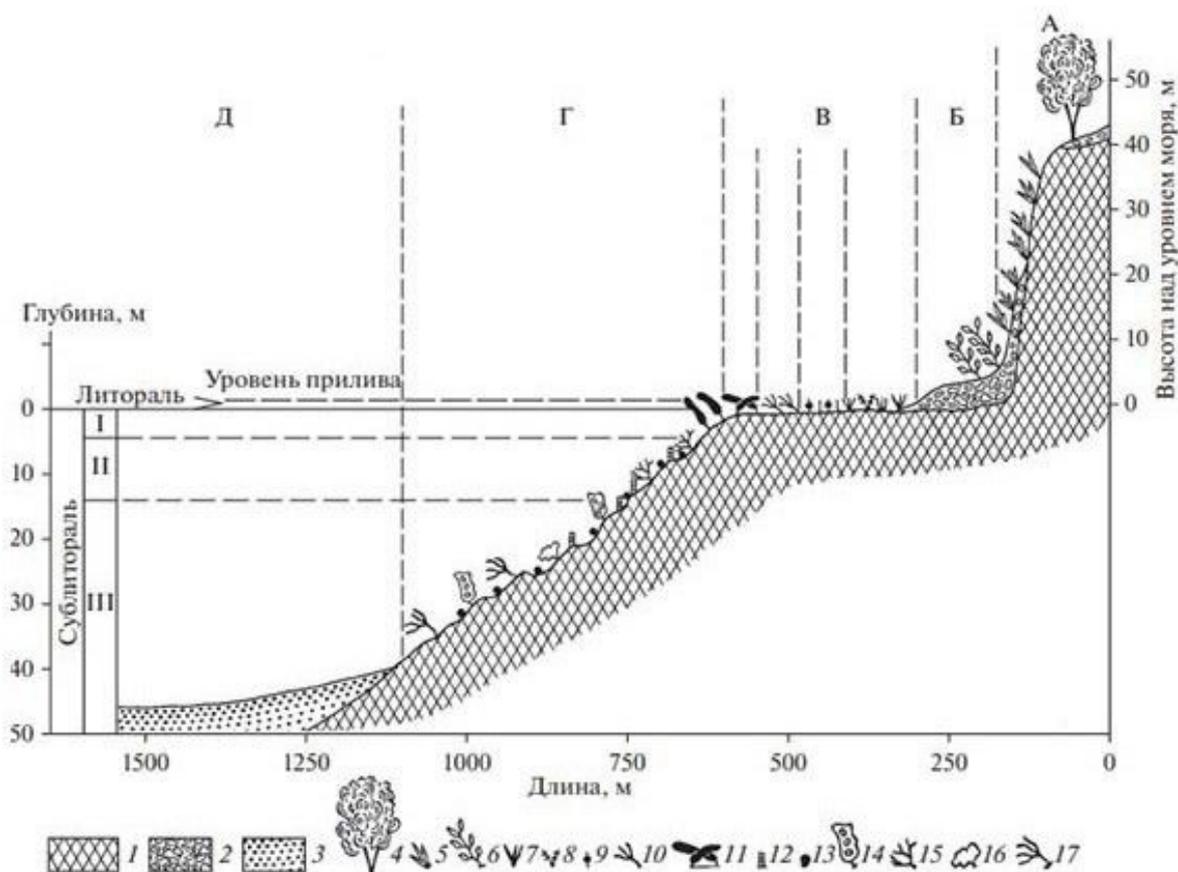


Рис. 10. Вертикальная структура подводно-берегового склона Южного Сахалина (Петров, Поздеев, 1992). Элементы рельефа: отмерший клиф (А), аккумулятивная терраса (Б), литораль (каменистая осушка) (В), sublittoral: пояс скал (Г), песчаная отсыпь (Д). Подразделения sublittorали: верхний этаж (I), средний этаж (II), нижний этаж (III). Грунты и характерные виды: пояс скал, каменистый грунт (1), щебень (2), песчаная отсыпь (3); характерные виды: каменная береза (4) (*Betula ermanii*), курильский бамбук (5) (*Sasa kurilensis*), сахалинская гречиха (6) (*Polygonum sachalinense*); на литорали и каменистом склоне характерные виды последовательно сменяют друг друга в сторону моря от *Zostera marina* (7), *Sargassum miyabei* (8), *Sphaerotrichia divaricata* (9), *Phyllospadix iwatensis* (10) к *Laminaria japonica* (11) на каменистых грядах; на первом этаже sublittorали доминирует ламинария, во втором характерны: *Agarum cribrosum* (14), *Tichocarpus crinitus* (15), *Bossiella cretacea* (12), корковые известковые красные водоросли (13), в третьем – *Dichloria viridis* (17), *Turnerella mertensiana* (16)

Fig. 10. Vertical structure of the underwater coastal slope of South area of Sakhalin Island realm (Petrov, Pozdееv, 1992). Relief elements: dead cliff (A), accumulative terrace (Б), littoral (rocky drainage) (В), sublittoral: rock belt (Г), sand hillside waste (Д). Sublittoral subunits: upper floor (I), average floor (II), low floor (III). Soils and characteristic species: rock belt, rocky ground (1), break stones (2), sand water drawing (3); characteristic species: stone birch (4) (*Betula ermanii*), kuril bamboo (5) (*Sasa kurilensis*), sakhalin beech-wheat (6) (*Polygonum sachalinense*); on the littoral and the rocky slope, the characteristic species successively replace each other towards the sea from *Zostera marina* (7), *Sargassum miyabei* (8), *Sphaerotrichia divaricata* (9), *Phyllospadix iwatensis* (10) к *Laminaria japonica* (11) on rocky ridges; kelp dominates on the ground floor of the sublittoral, and the second floor is characterized by: *Agarum cribrosum* (14), *Tichocarpus crinitus* (15), *Bossiella cretacea* (12), crustaceous calcareous red algae (13), at the third – *Dichloria viridis* (17), *Turnerella mertensiana* (16)

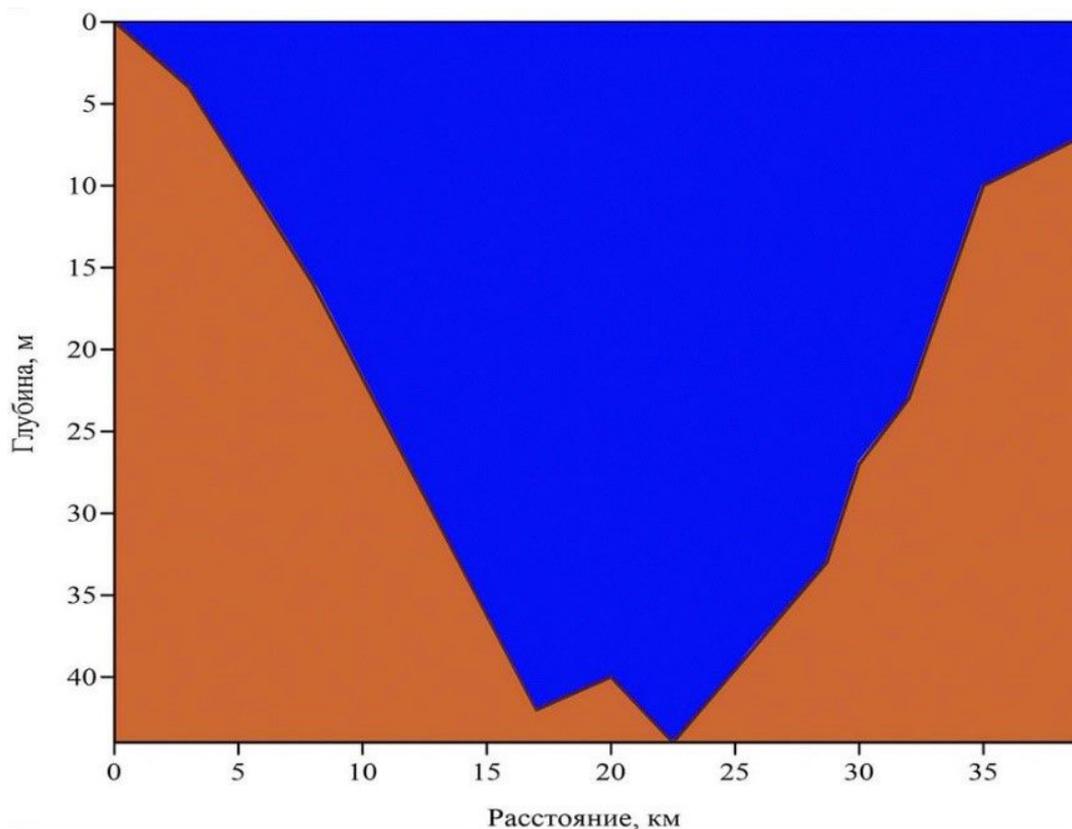


Рис. 11. Батиметрический профиль дна северной части Татарского пролива (по данным морской навигационной карты)

Fig. 11. Bathymetric profile of the bottom of the northern part of the Tatar Strait (according to marine navigation map)

ары» указывают на принадлежность района к теплобореальной зоне, на примере подводного склона Южного района раскрывается типичная для Японского моря вертикальная структура подводных ландшафтов, выделяются: литораль, верхний, средний и нижний этажи sublиторали; 2.2. Район Перешеек Поясок: морфоструктура замедленных поднятий, складки поперечного типа, не выраженные в рельефе, но определяющие расширение шельфа до 60 км; 2.3. Северный район: берег продольного типа, высокий с актив-

ным клифом, приглубый, омывается холодным Приморским течением, в литорали господствуют фукусовые водоросли (*Fucus evanescens*, *Pelvetia wrightii*), указывающие на принадлежность района к холоднореальной зоне.

III. Область северной части Татарского пролива: берега аккумулятивные, песчано-илистая равнина на месте прогиба, испытывающего опускание, биотоп морских трав. Зимой море замерзает. Область относится к холоднореальной зоне.

Библиография

- Арзамасцев И. С., Преображенский Б. В. Атлас подводных ландшафтов Японского моря. М.: Наука, 1990. 224 с.
- Атлас мира. Карта физическая. Дальний Восток. URL: <https://map-rus.com/map-vostok.html> (дата обращения: 20.11.2023).
- География. Карта Южное Приморье. URL: <https://geographyofrussia.com/karta-yuzhnoe-primore/> (дата обращения: 10.08.2022).
- Гурьева З. И., Кильдюшевский Е. И., Петров К. М., Шарков В. В. Оценка природных условий морей СССР с целью определения перспектив развития морских геологических исследований на основе аэрофотометодов // Картирование шельфов. Л.: Геогр. о-во СССР, 1974. 137 с.
- Дуленин А. А. Оптимальные условия выделения доминантов подводной растительности на примере северо-западной части Татарского пролива // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200, вып. 3. С. 767–788. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-767-78.
- Петров К. М., Поздеев В. Б. Подводные ландшафты и фитобентос у берегов Южного Сахалина. Вла-

дивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1992. 128 с.

Петров К. М. Принципы биономического районирования береговой зоны и шельфа Мирового океана // Океанология. 2020. Т. 60, № 3. С. 381–392. DOI: 10.31857/S0030157420030089.

Хлудова О. Ф. За голубым порогом. М.: Географгиз, 1963. 142 с.

ArcMap. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/map/main/mapping-and-visualization-in-arcgis-for-desktop.htm> (дата обращения: 25.11.2023).

Petrov K. M. Detailed Zoning Of The Coastal And Shelf Areas Of Marine Coregions: A Case Study Of The Black Sea // SCIREA Journal of Environment. 2022. Vol. 6, Iss. 3. P. 20–33. DOI: 10.54647/evnironmental61295.

Google Earth. URL: <https://earth.google.com/web/@0,-2.49959985,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,Or/data=OgMKATA> (дата обращения: 25.10.2023).

Spalding M. D., Allen G., Fox H., Davidson N. C. Marine ecoregions of the World: a bioregionalization of coast and shelf areas // J. BioSci. 2007. No. 57 (2). P. 573–583.

Благодарности

Автор глубоко признателен почетному профессору Санкт-Петербургского государственного университета д. г. н. К. М. Петрову за наставничество и помощь в подготовке статьи, а также рецензентам за ценные замечания.

PRINCIPLES OF LANDSCAPE-BIONOMIC ZONING OF THE COASTAL ZONE AND SHELF ON THE EXAMPLE OF THE NORTHWESTERN PART OF THE SEA OF JAPAN

RAKITIN
Tikhon Dmitrievich

Saint-Petersburg State University, Russia, Saint-Petersburg, University Embankment, 7-9, 199034, gatwar47@mail.ru

Keywords:

landscape-bionomic zoning
morphostructures
coastal zone
the Sea of Japan
sea bottom biocenoses

Summary:

The well-known system of units of ecological (bionomic) zoning of the coastal zone and shelf reflects the global features of the ocean nature, where marine ecoregions serve as initial zoning units. Each ecoregion is a regional marine basin (sea) with its composed peculiar natural-climatic conditions and factors: solar radiation, coastal relief (shores and bottom relief), heat exchange of sea surface with atmosphere and advection of water mass, carried by currents and waves. Issues of theory and practice are required to develop units of detailed zoning of marine ecoregions. In practice, principles of landscape-bionomic zoning are based on the use of the units of its three systems: morphostructural composition of coasts, geographical zonality and vertical zonation. The framework of zoning is coastal morphostructures, which are located along the coasts of the marine basin. These determine the delineation of morphostructural areas and regions, which differ in the sign of inherited recent and modern tectonic movements. In turn, internal geodynamics forms coasts of longitudinal and transversal types and soil surfaces (hard, loose). The vertical divisions in the coastal zone are the littoral and sublittoral, which are divided into floors and steps reflecting the biological diversity of bottom biocenoses. The latitudinal geographical zones of the sea surface divide it into boundaries by an isotherm of 5 °C. The proposed system of zoning units allows to display the detailed peculiarities of bionomic conditions and the associated biological diversity, which varies by species within the coastal zone from southwest to northwest of the investigated sea. The paper is devoted to the principles of landscape and bionomic zoning of the coastal area and shelf on the example of the northwestern part of the Sea of Japan.

Received on: 20 June 2024

Published on: 27 June 2024

References

- ArcMap. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/map/main/mapping-and-visualization-in-arcgis-for-desktop.htm> (data obrascheniya: 25.11.2023).
- Arzamashev I. S. Preobrazhenskiy B. V. Atlas of underwater landscapes of the Sea of Japan. M.: Nauka, 1990. 224 p.
- Atlas of the World. Physical map. The Far East. URL: <https://map-rus.com/map-vostok.html> (data obrascheniya: 20.11.2023).
- Dulenin A. A. Optimal conditions for the allocation of dominant underwater vegetation on the example of the northwestern part of the Tatar Strait, Izvestiya TINRO. 2020. T. 200, vyp. 3. P. 767–788. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-767-78.
- Google Earth. URL: <https://earth.google.com/web/@0,-2.49959985,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,Or/data=OgMKATA> (data obrascheniya: 25.10.2023).
- Gur'eva Z. I. Kil'dyushevskiy E. I. Petrov K. M. Sharkov V. V. Assessment of the natural conditions of the seas of the USSR in order to determine the prospects for the development of marine geological research based on aerial photo methods, Kartirovanie shel'fov. L.: Geogr. o-vo SSSR, 1974. 137 p.
- Hludova O. F. Beyond the blue threshold. M.: Geografiz, 1963. 142 p.
- Petrov K. M. Pozdeev V. B. Underwater landscapes and phytobenthos off the coast of Southern Sakhalin. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevost. un-ta, 1992. 128 p.
- Petrov K. M. Detailed Zoning Of The Coastal And Shelf Areas Of Marine Coregions: A Case Study Of The Black Sea, SCIREA Journal of Environment. 2022. Vol. 6, Iss. 3. P. 20–33. DOI: 10.54647/evnironmental61295.
- Petrov K. M. Principles of bionomic zoning of the coastal zone and the shelf of the World Ocean, Okean-

ologiya. 2020. T. 60, No. 3. P. 381–392. DOI: 10.31857/S0030157420030089.

Spalding M. D., Allen G., Fox H., Davidson N. C. Marine ecoregions of the World: a bioregionalization of coast and shelf areas, J. BioSci. 2007. No. 57 (2). P. 573–583.

The map of Southern Primorye. URL: <https://geographyofrussia.com/karta-yuzhnoe-primore/> (data obrascheniya: 10.08.2022).