

Научная статья

УДК 594.1–15(265.54)

DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-764-782

EDN: XWUOGU



ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА АМУРСКОЙ ПОТАМОКОРБУЛЫ *POTAMOCORBULA AMURENSIS* В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Е.В. Колпаков¹, Д.Д. Немова², Д.А. Соколенко^{1*}¹ Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;² Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б

Аннотация. Представлены результаты изучения экологии эвригалинного двустворчатого моллюска амурской потамокорбулы *Potamocorbula amurensis* в зал. Петра Великого. В границах данной акватории этот вид встречается неравномерно. Образует поселения в зонах влияния речного стока при солёности воды от 5 до 30 ‰ на глубинах от 0,3 до 7,0 м в самом верхнем слое илистого, илисто-песчаного, песчаного, песчано-гравийного и песчано-гравийно-галечного грунта. При необходимости выбрасывает биссусную нить длиной до 30 мм. Сестонофаг. Максимального количественного развития потамокорбула достигает в сильно опресненной кутовой части Амурского залива. На глубинах до 2,0 м показатели ее биомассы превышают 2,3 кг/м², а плотности поселения — 31 тыс. экз./м². В донных сообществах обычно занимает доминирующее или субдоминирующее положение. Входит в спектр питания японского краба-плавунца *Charybdis japonica* и водоплавающих птиц. На личиночной стадии заносится в эстуарии рек и морские лагуны. В водотоках с короткой эстуарной зоной существует в виде временных зависимых образований, а в протяженном эстуарии р. Раздольной на глубоководных участках Тавричанского лимана — еще и устойчивых многовозрастных поселений с предельной для зал. Петра Великого продолжительностью жизни 5+ лет.

Ключевые слова: двустворчатый моллюск, амурская потамокорбула *Potamocorbula amurensis*, экология, залив Петра Великого, Японское море

Для цитирования: Колпаков Е.В., Немова Д.Д., Соколенко Д.А. Особенности экологии двустворчатого моллюска амурской потамокорбулы *Potamocorbula amurensis* в заливе Петра Великого Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2024. — Т. 204, вып. 4. — С. 764–782. DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-764-782. EDN: XWUOGU.

* Колпаков Евгений Викторович, главный специалист, kolpakovternei@mail.ru, ORCID 0000-0003-1916-3769; Немова Дарья Дмитриевна, студентка, nemova-d99@bk.ru, ORCID 0009-0006-8891-2697; Соколенко Дмитрий Анатольевич, заведующий лабораторией, dmitrii.sokolenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-4431-6571.

© Колпаков Е.В., Немова Д.Д., Соколенко Д.А., 2024

Original article

**Features of ecology for bivalve mollusk *Potamocorbula amurensis*
in Peter the Great Bay, Japan Sea**

Eugeny V. Kolpakov*, **Darya D. Nemova****, **Dmitry A. Sokolenko*****

*, *** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

** Far Eastern State Technical Fisheries University,

52B, Lugovaya Str., Vladivostok, 690087, Russia

* chief specialist, kolpakovternei@mail.ru, ORCID 0000-0003-1916-3769

** student, nemova-d99@bk.ru, ORCID 0009-0006-8891-2697

*** head of laboratory, dmitrii.sokolenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-4431-6571

Abstract. Features of ecology are considered for euryhaline bivalve mollusk *Potamocorbula amurensis* dwelling in Peter the Great Bay. Spatial distribution of the species is not uniform, the mollusks settle mainly in the areas affected to the river discharge influence with water salinity from 5 to 30 ‰, in the uppermost layer of silty, silt-sandy, sandy, sandy-gravelly, or sandy-gravel-pebbly soils at the depths from 0.3 to 7.0 m. The densest aggregations of *P. amurensis* are found in the top of Amur Bay, with the biomass up to 2.3 kg/m² and abundance > 31·10³ ind./m² at the depths shallower 2.0 m. They are able to form a byssus thread up to 30 mm long. This sestonophag species occupies usually a dominant or subdominant position in benthic communities, and itself is a prey for asian paddle crab *Charybdis japonica* and seabirds. Larvae of *P. amurensis* could be transported by estuarine streams to estuaries and lagoons where the species forms temporary aggregations dependent on the parental stocks, but in the vast Razdolnaya River estuary, especially in the relatively deep Tavrichansky Liman, there are stable mixed-age settlements where the specimens of age 5+ can be found that is the maximum life span of *P. amurensis* for Peter the Great Bay..

Keywords: bivalve mollusk, *Potamocorbula amurensis*, ecology, Peter the Great Bay, Japan Sea

For citation: Kolpakov E.V., Nemova D.D., Sokolenko D.A. Features of ecology for bivalve mollusk *Potamocorbula amurensis* in Peter the Great Bay, Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 204, no. 4, pp. 764–782. (In Russ). DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-764-782. EDN: XWUOGU.

Введение

Двустворчатый моллюск амурская потамокорбула *Potamocorbula amurensis* относится к группе тихоокеанских приазиатских субтропическо-низкорбореальных видов. Область ее распространения точно неизвестна, но на севере она ограничена водами северо-западной части Японского моря и юго-западной части Охотского моря [Скарлато, 1981; Кафанов, 1991; Lutaenko, Noseworthy, 2019]*. В их пределах этот мелкоразмерный эвригалинный представитель инфауны встречается разрозненно в эстуариях рек, солончатых и морских лагунах, а также на опресненных участках заливов и мелководных проливов. На некоторых участках принадлежит к числу массовых форм макробентоса. Особенно крупные поселения образует в зал. Петра Великого [Волова, 1985; Надточий и др., 2009; Иванова, Цурпало, 2019] и Амурском лимане [Гаркалина, Москвичева, 1979; Дуленина, 2011; Kamenev, Nekrasov, 2012; Колпаков и др., 2023]. Значимость потамокорбулы для функционирования эстуарных экосистем очевидна [Комендантов, Орлова, 2003; Колпаков, 2018], но ее роль в этом процессе по-настоящему все еще не оценена. Во многом это связано со слабой изученностью данного вида. Дефицит информации по нему сохраняется и в других районах его нативного ареала. Хорошо исследована лишь инвазивная популяция *P. amurensis* из зал. Сан-Франциско Северной Америки [Carlton et al., 1990; Nicolini, Penry, 2000, Thompson, Parchaso, 2012**; Miller, Stillman, 2013; Baumsteiger et al., 2017; и др.].

* Указание на обитание *P. amurensis* в водах Камчатки [Bernard et al., 1993, как *P. ustulata* (Reeve, 1944)], по нашему мнению, является ошибочным.

** Thompson J.K., Parchaso F. Conceptual Model for *Potamocorbula amurensis*. DRERIP Conceptual Model. Sacramento (CA). Ecosystem Restoration Program, 2012. 47 p.

Цель настоящей работы — на основании собственных материалов и анализа литературных источников обобщить сведения по экологии потамокорбулы в зал. Петра Великого Японского моря.

Материалы и методы

Материал собран сотрудниками ТИНРО с 2010 по 2023 г. в ходе изучения макробентоса бухт и эстуариев рек Амурского и Уссурийского заливов (табл. 1). Сетки станций обычно планировали заранее. При определении положения станций на местности применяли портативное навигационное оборудование GPS. Отбор бентосных проб осуществляли с плавсредств и взброд. В месте взятия проб производили замеры глубины лотом и визуально оценивали тип донных осадков. Грунт промывали через плавающее гидробиологическое сито (водолазные пробы в питомзе) с ячейей 1 мм. Пробы фиксировали 4 %-ным раствором формальдегида. В лабораторных условиях из них извлекали всех животных и под биноклем МПС-2 разбирали по таксономическим группам и по возможности видам, подсчитывали и после обсушивания на фильтровальной бумаге взвешивали. Полученные данные по биомассе и численности особей пересчитывали на 1 м² поверхности дна. В общей сложности по стандартной методике [Нейман, 1983] собрано и обработано 2070 количественных проб с 716 станций (табл. 1).

Таблица 1

Материал, положенный в основу работы

Table 1

The materials used in the study

| Годы | Район | Орудие лова | Кол-во станций/проб | Глубина, м | Грунт |
|-----------|---|-------------|---------------------|------------|--------------------------|
| 2017–2020 | Внутренний эстуарий р. Раздольной | 1 | 273/819 | 0,3–4,0 | И, ИП, П, ПИ |
| 2020–2021 | Приустьевая часть р. Раздольной | 1 | 91/273 | 0,6–3,0 | И, ИП, П, ПИ |
| 2023 | Приустьевая часть р. Вторая Речка | 2 | 8/24 | 0,9–1,1 | И, П, Гк, Гр, Рк |
| 2023 | Кут Амурского залива у п. Девятый Вал | 2 | 15/45 | 0,3–1,0 | И, ИП, ПИ, Гр |
| 2018 | Бухта Муравьиная | 3 | 13/13 | 1,0–2,5 | И, ИП |
| 2015 | Приустьевая часть р. Шкотовка | 1, 4 | 11/33 | 0,4–0,8 | П, ИП, Гр, Рк |
| 2014 | Бухта Теляковского | 1 | 6/30 | 0,9–1,2 | П |
| 2010–2015 | Внутренний эстуарий р. Суходол | 4, 5 | 275/761 | 0,1–1,3 | И, ИП, П, ПИ, Гр, Гк, Рк |
| 2023 | Бухта Суходол слева от устья р. Суходол | 2 | 24/72 | 0,3–0,8 | П, ИП, ПИ, Гк, Рк |
| Итого | | | 716/2070 | | |

Примечания. Орудие лова: 1 — дночерпатель Петерсена (площадь пробы — 0,025 м², глубина врезания — 0,1–0,20 м), 2 — совковая лопата (площадь пробы — 0,0375 м², глубина врезания — 0,25–0,30 м), 3 — водолазный способ (с рамки площадью 0,25 м²), 4 — водолазный зубчатый черпак (площадь пробы — 0,03 м², глубина врезания — 0,10–0,25 м), 5 — дночерпатель Дулькейта (площадь пробы — 0,13 м², глубина врезания — 0,20–0,25 м). Грунт: И — ил, ИП — илистый песок, П — песок, ПИ — песчаный ил, Гр — гравий, Гк — галька, Рк — ракуша.

Одновременно с этим всех двустворчатых моллюсков подвергали биологическому анализу. У потамокорбулы с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм измеряли длину раковины (L , мм), а в случае наличия целой биссусной нити еще и ее длину от края раковины левой створки до конца венчика. Общую массу тела (W , г) определяли на электронных весах «Vibra» с точностью до 0,001 г. В настоящую работу включены

результаты промеров особей из внутреннего эстуария р. Раздольной (2530 экз. и 18 экз. с биссусом), а также с биссусом из бухты Суходол (77 экз.) и приустьевой части р. Раздольной (38 экз.). Их индивидуальный возраст устанавливали по наружным кольцам задержки роста [Золотарев, 1980].

В статье также использованы материалы обработки количественно-весовым способом [Методическое пособие..., 1974] содержимого желудочно-кишечного тракта 50 самок и самцов японского краба-плавунца *Charybdis japonica* с твердым окрепшим панцирем из двух бухт Уссурийского залива. В бухте Суходол их отлов произведен 5 июля 2011 г. ставными сетями на глубине 0,3–1,5 м и 23 августа 2011 г. мальковым неводом — до 1,2 м; в бухте Муравьиной 23 сентября 1998 г. ставными сетями в диапазоне глубин от 4,0 до 5,0 м.

Результаты и их обсуждение

В литературе потамокорбула упоминается под разными видовыми названиями. Во избежание путаницы и облегчения поиска информации по этому виду мы сочли целесообразным привести его подробную синонимию относительно отечественных вод.

Семейство Corbulidae Lamarck, 1818

Род *Potamocorbula* Habe, 1955

Potamocorbula amurensis (Schrenck, 1861)

Corbula amurensis Schrenck, 1861, p. 94; Schrenck, 1862, p. 412; Schrenck, 1867, p. 584–586, tab. XXV, figs. 5–8; Павленко, 1910, с. 73; Разин, 1934, с. 88; Ушаков, 1953, с. 271; Дуленина, 2013, с. 54; Lutaenko, Noseworthy, 2019, p. 41, fig. 26A–B (syntypes).

Corbula vladivostokensis Bartsch, 1929, p. 133, pl. II, figs. 1–7.

Aloidis (Aloidis) amurensis (Schrenck, 1867): Жадин, 1952, с. 358, рис. 338.

Aloidis amurensis (Schrenck, 1861): Скарлато, 1955, с. 197, табл. 53, рис. 8; Волова, 1970, с. 21; Бирюлина, 1972, с. 31; Евсеев, 1981, с. 139.

Potamocorbula amurensis (Schrenck, 1861): Волова, Скарлато, 1980, с. 88; Скарлато, 1981, с. 392, рис. 14, фот. 415–416; Загравкин, Богатов, 1987, с. 132; Лутаенко, 1990, табл. 1, с. 14; Кафанов, 1991, с. 93; Lutaenko, 1994, p. 5; Кусакин и др., 1997, с. 83; Атлас..., 2000 с. 125; Okutani, 2000, p. 1022, pl. 509, fig. 9; Лутаенко, 2003, с. 24; Комендантов, Орлова, 2003, с. 19; Старобогатов и др., 2004, с. 22, табл. 4, рис. 5–6; Кантор, Сысоев, 2005, с. 392; Lutaenko, 2005, p. 76, pl. 8, figs. I–L, O, P; pl. 9, fig. R; Евсеев, Яковлев, 2006, с. 103; Kantor, 2009, p. 67; Лабай, 2011, с. 270; Lutaenko, Noseworthy, 2012, p. 95, pl. 59, figs. E–H, text-fig. 44; Lutaenko, 2013, p. 173; Лабай и др., 2014, с. 124, фото 72д; Лутаенко, Волвенко, 2017, с. 135, фототабл. 35; Колпаков, 2018, прил. 1, с. 375; Иванова, Цурпало, 2019, с. 45; Лутаенко, 2022, с. 58, рис. 4L; Колпаков и др., 2023, табл. 2, с. 247.

У северного края своего нативного ареала *P. amurensis* распространена дизъюнктивно. В его основную часть входят только поселения из зал. Петра Великого, остальные являются географически изолированными (рис. 1). Такие существуют в эстуарии р. Киевка, в зал. Чихачева и Тугурском заливе, на акватории — прол. Невельского + Амурский лиман + Сахалинский залив + зал. Байкал, а также в заливах Куэгда, Пильгун и Чайво, Набильском заливе и в озерах Лебязье и Тунайча [Schrenck, 1861; Ушаков, 1940; Скарлато, 1981; Хлебович, 1986; Лабай, 2004, 2018; Кривонос, Раков, 2002; Kamenev, Nekrasov, 2012; Лабай и др., 2022]. Их формирование, судя по всему, как и у других тепловодных видов двустворчатых моллюсков в этом районе, происходило в голоценовый период [Лутаенко, 1991; Кафанов и др., 2003; Колпаков, Колпаков, 2005].

В зал. Петра Великого потамокорбула встречается не на всем его протяжении. Образует поселения (с запада на восток): в бухте Сивучьей, в зал. Посьета (бухта Экспедиции), в бухте Бойсмана, в Амурском заливе (бухты Нарва, Мелководная и Песчаная, приустьевая акватория р. Раздольной, между мысами Речной и Тихий, в Угловом заливе, в бухте Бражникова, между мысами Дальний и Фирсова и в бухте Кирпичного Завода), в Уссурийском заливе (бухты Муравьиная, Теляковского и Сухо-

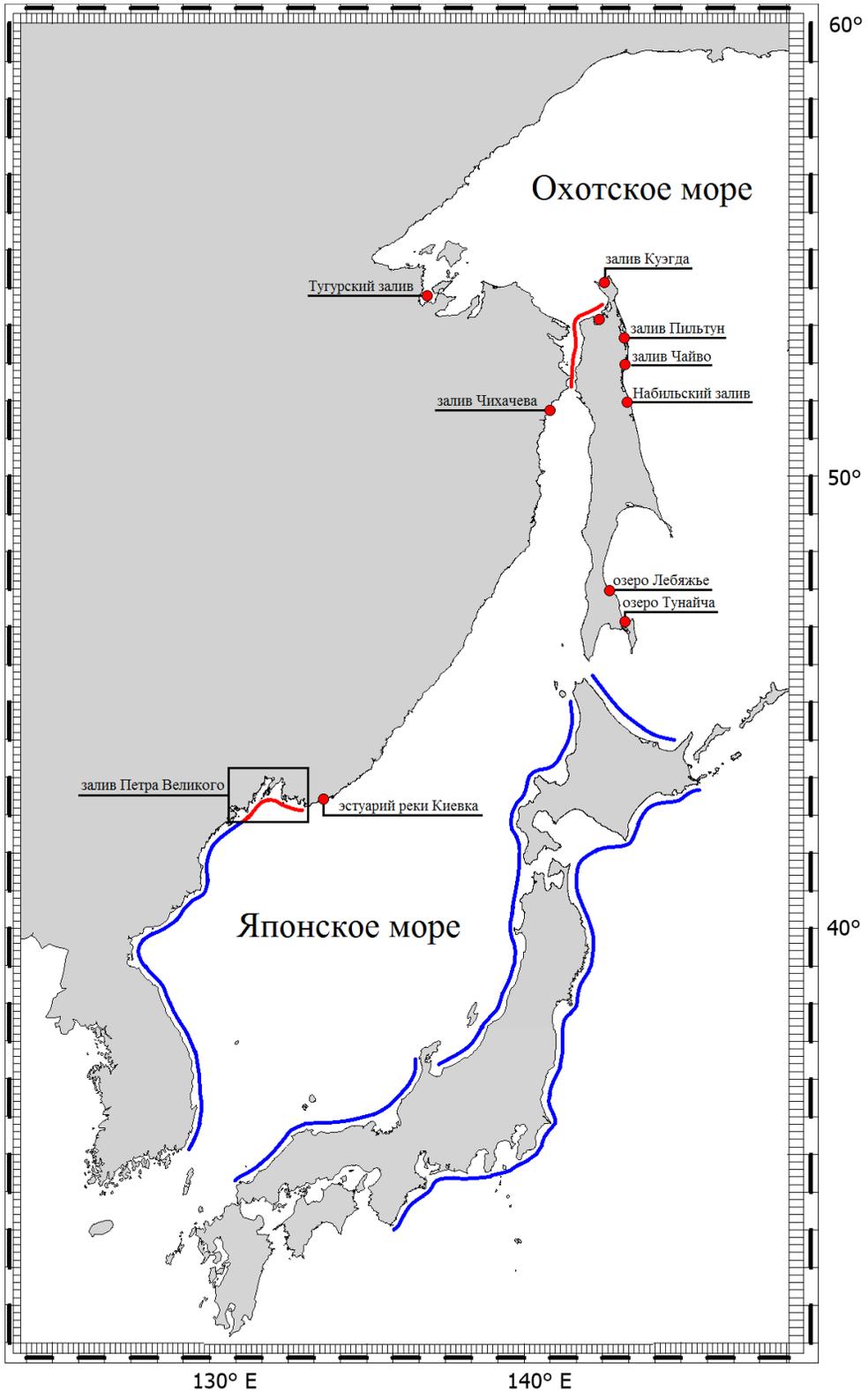


Рис. 1. Распространение *P. amurensis* в водах России (красная линия и красный круг) и ее вероятное распространение в сопредельных районах (синяя линия)

Fig. 1. Spatial distribution of *Potamocorbula amurensis* in the Russian waters (red line and red circle) and its probable spreading in adjacent areas (blue line)

дол), в зал. Восток (бухты Восток и Литовка), а также в зал. Находка (в районе устья р. Партизанской) [Разин, 1934; Волова, 1969; Евсеев, 1976; Скарлато, 1981; Лутаенко, 1990; Материалы..., 1999*; Надточий и др., 2009; наши данные] (рис. 2).

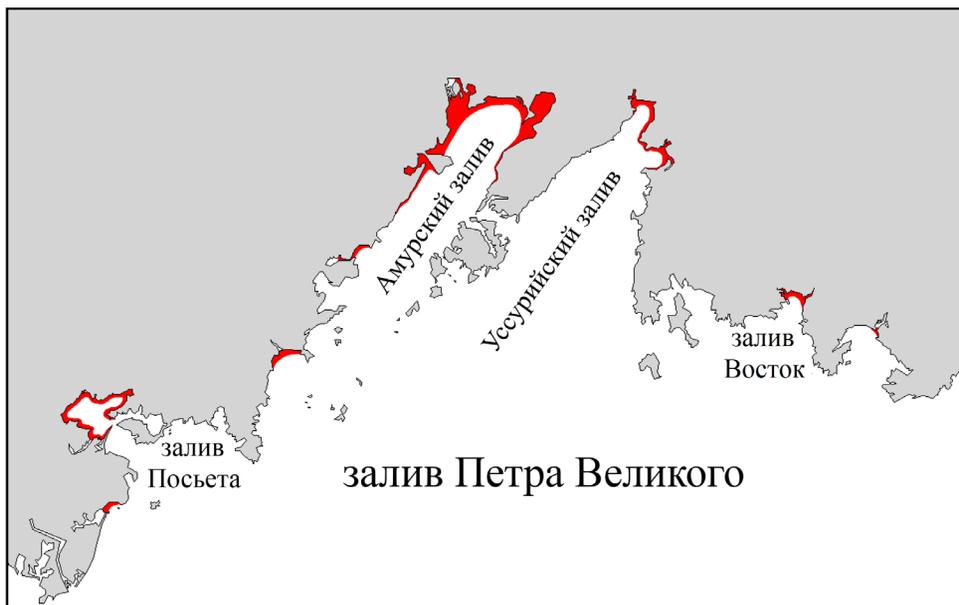


Рис. 2. Места обитания *P. amurensis* в зал. Петра Великого (красная область)
Fig. 2. Habitats of *Potamocorbula amurensis* in Peter the Great Bay (red area)

Селится *P. amurensis* на илистых, илисто-песчаных, песчаных, песчано-гравийных и песчано-гравийно-галечных грунтах на глубинах от 0,3 до 7,0 м преимущественно в зонах влияния речного стока при солёности воды от 5–7 до 25–30 ‰ [Разин, 1934; Лутаенко, 2003; Комендантов, Орлова, 2003; Надточий и др., 2009; Иванова, Цурпало, 2019]. Самые обильные скопления сосредоточены на глубине до 2,0 м [Разин, 1934]. Особенно выраженный характер они имеют в ктовой части Амурского залива. На литорали биомасса данного вида достигает 899,5 г/м², а плотность поселения — 31600 экз./м² [Иванова, Цурпало, 2019]; в верхней циркумлиторали от 0,3 до 2,0 м — соответственно 2362,5 г/м² (при 9850 экз./м²) (наши данные) и 18387 экз./м² [Moshchenko, Belan, 2008] (табл. 2).

Потамокорбула ведет инфаунный образ жизни. В мягкий субстрат зарывается на длину раковины либо находится в нем в полупогруженном состоянии (рис. 3). Крупноразмерные особи с разных грунтов хорошо различаются по цвету periostracuma. На песчаном и илисто-песчаном субстрате он у них желтоватый и коричневый в нижней части, на илистом дне — равномерно темно-коричневый (рис. 4). Сестонофаг. Пищу отфильтровывает с помощью коротких сифонов. В средах с пониженной солёностью ее фильтрационная активность чрезвычайно низка и выходит на уровень постоянных значений лишь при 12 ‰ с пиком в области 18 ‰ [Комендантов, Орлова, 2003].

При необходимости *P. amurensis* выбрасывает биссус. Он представляет собой одиночную эластичную полупрозрачную нить длиной от 3,0 до 30,0 мм с распушенным венчиком на конце (рис. 5). Биссусная нить имеется как у молодых, так и взрослых особей с длиной раковины от 1,3 до 18,0 мм в возрасте от 0+ до 3+ лет. Обычно в поселениях их немного, хотя в ряде районов или только на отдельных станциях любого

* Материалы по изучению ресурсов беспозвоночных прибрежных вод и континентальных водоемов подзоны «Приморье»: отчет о НИР / ТИНРО, № ГР 01880073029, инв. № 23172. Владивосток, 1999. 448 с.

Таблица 2

Количественные характеристики некоторых поселений *P. amurensis* в прибрежной зоне зал. Петра Великого

Table 2

Quantitative parameters of certain settlements of *Potamocorbula amurensis* in the coastal zone of Peter the Great Bay

| Район, год | Глубина, м | Субстрат | В, г/м ² | Р, экз./м ² | Источник данных |
|---|------------|---------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Приустьевая часть р. Гладкой | 0,6–1,2 | Гк, П | В среднем 133 | В среднем 536 | А.Ю. Комендантов, М.И. Орлова [2003] |
| Приустьевая часть р. Раздольной | – | – | – | До 18387 | Moshchenko, Belan [2008] |
| Приустьевая часть р. Раздольной, 2020 | 0,6–1,6 | ИП | До 327,7 | До 7212 | Наши данные |
| То же, 2021 | 0,9–2,0 | И, ИП, П, ПИ | До 954,7 | До 11464 | |
| | 2,1–3,0 | И, ИП | До 129,4 | До 4652 | |
| Кутовая часть Амурского залива у пос. Девятый Вал | Литораль | ПГк, | До 899,5 | До 31600 | М.Б. Иванова, А.П. Цурпало [2019] |
| | 0,8–1,2 | ИП, ПИ | До 42,4 | До 5360 | В.А. Надточий и др. [2009] |
| То же, 2023 | 0,3–0,9 | ИП, ПИ | До 2362,5 | До 9850 | Наши данные |
| Кутовая часть Амурского залива | – | И | До 323,9 | До 87 | Г.Н. Волова [1984] |
| | – | И | В среднем 30,6 | В среднем 1511,6 | Moshchenko, Belan [2008] |
| Зал. Угловой | – | И | В среднем 19,3 | В среднем 268,6 | |
| Приустьевая часть р. Вторая Речка, 2023 | 0,9–1,0 | П, Гк, Гр, Рк | До 144,4 | До 107 | Наши данные |
| Бухта Муравьиная, 2018 | 1,0–2,5 | П, ИП | До 268,0 | До 404 | |
| Приустьевая часть р. Шкотовка, 2015 | 0,4–0,8 | ПГр, ИП, Рк | До 1024,5 | До 3652 | |
| Бухта Теляковского, 2014 | 0,5–1,0 | П | До 12,4 | До 344 | |
| Приустьевая часть р. Суходол | 0,8–1,0 | П | До 193,3 | До 133 | В.А. Надточий и др. [2009] |
| Бухта Суходол слева от устья р. Суходол, 2023 | 0,4–0,8 | П, ИП, Гк, Рк | До 1019,9 | До 8063 | Наши данные |

Примечания. Субстрат: ПГр — песчано-гравийный грунт, ПГк — песчано-галечный грунт, остальные обозначение см. табл. 1; В — биомасса; Р — плотность поселения.



Рис. 3. *P. amurensis* на песчаном грунте в бухте Суходол, глубина 0,8 м

Fig. 3. The settlement of *Potamocorbula amurensis* on sandy sediments in the Sukhodol Bay, depth 0.8 m

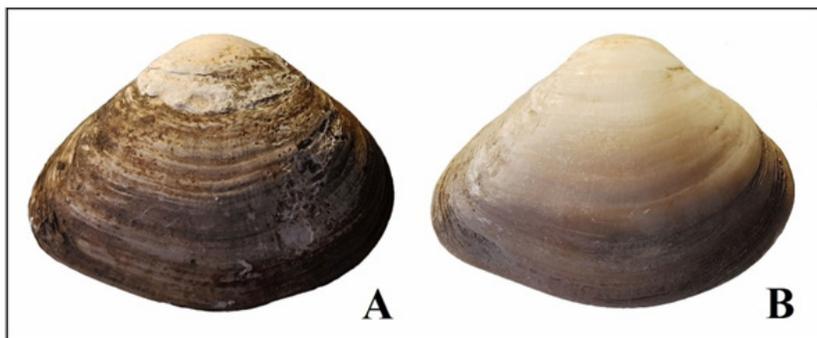
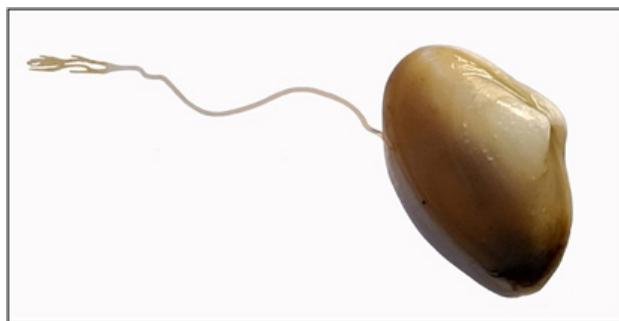


Рис. 4. Вариация окраски периостракума *P. amurensis* с разных грунтов: **A** — ил, эстуарий р. Раздольной, длина раковины 21,4 мм, **B** — песок, бухта Муравьиная, длина раковины 22,3 мм

Fig. 4. Variation in color of periostracum for *Potamocorbula amurensis* from different sediments: **A** — muddy silt in the estuary of Razdolnaya River, the shell length of 21.4 mm, **B** — sand in the Muraviinaya Bay, the shell length of 22.3 mm

Рис. 5. *P. amurensis* с биссусом, бухта Суходол, длина раковины 11,2 мм

Fig. 5. *Potamocorbula amurensis* with byssus from the Sukhodol Bay, the shell length of 11.2 mm



из них они могут быть довольно многочисленными (до 30 % от общей численности). По нашему мнению, потамокорбула использует биссус не для подъема и последующего перемещения из одного биотопа в другой, как это предполагают некоторые исследователи*, а в качестве якоря для удержания раковины на нестабильном субстрате.

В местах массовых поселений рассматриваемый нами вид является значимым компонентом донных сообществ. В приустьевых пространствах рек Гладкой (зал. Посьета), Раздольной (Амурский залив), Муравьиной и Суходол (Уссурийский залив), а также в зал. Угловом (Амурский залив) он, как правило, занимает доминирующее или субдоминирующее положение [Волова, 1985; Комендантов, Орлова, 2003; Ivanova et al., 2008; Moshchenko, Belan, 2008; Надточий и др., 2009; Колпаков, 2018]. При этом *P. amurensis* опосредованно способствует усложнению структуры бентосного населения. На выступающих из грунта задних частях ее раковин поселяются гидроиды, но чаще — баланусы (рис. 6).

Велико участие потамокорбулы в передаче энергии в пищевых цепях разных трофических уровней. За счет выделяемых ею в процессе жизнедеятельности псевдофекалий существуют не только соседствующие с ней грунтоядные формы макрозообентоса, но и, вероятно, представители мейо- и микробентоса [Комендантов, Орлова, 1990]. В свою очередь, производимая *P. amurensis* продукция доступна для утилизации другими животными. В бухте Суходол на глубинах до 1,5 м она входит в состав пищевого рациона японского краба-плавунца *Charybdis japonica* (табл. 3), а на отмелях Амурского залива ее активно потребляют водоплавающие птицы [Разин, 1934]. Определенное значение потамокорбула, скорее всего, имеет также в питании донных и придонных видов рыб, как это, например, отмечено у амурского осетра *Acipenser schrenckii* и калуги *Huso dauricus* в Амурском лимане [Колобов и др., 2009, 2013].

* Thompson J.K., Parchaso F. Conceptual Model... (2012).

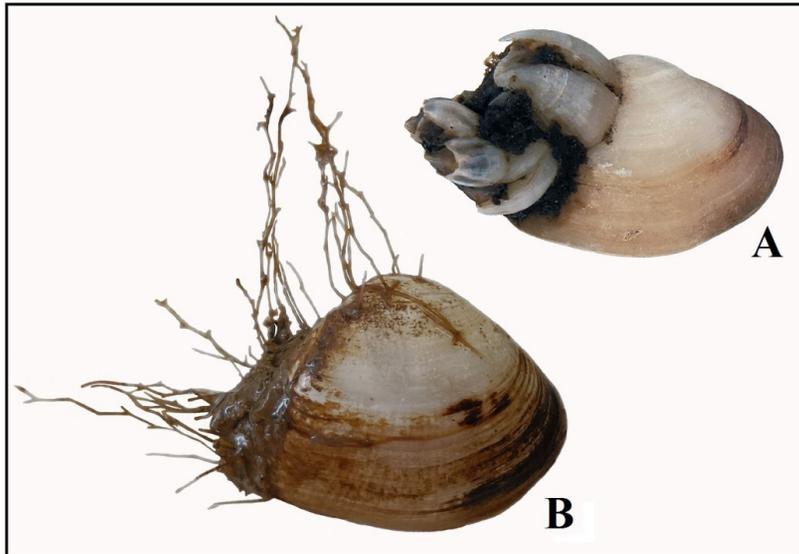


Рис. 6. *P. amurensis* с обрастателями: **A** — *Balanus rostratus*, бухта Муравьиная; **B** — гидроиды, кутовая часть Амурского залива у пос. Девятый Вал

Fig. 6. *Potamocorbula amurensis* with fouling: **A** — *Balanus rostratus* (Muravinaya Bay); **B** — hydroids (top of the Amur Bay, at Devyaty Val village)

Таблица 3

Состав пищи японского краба-плавунца *Charybdis japonica* в бухтах кутовой части Уссурийского залива (зал. Петра Великого), % по массе

Table 3

Diet composition of *Charybdis japonica* in small bights located in the top Ussuri Bay, % WW

| Компонент пищи | Место лова | | |
|--------------------------------|---------------|------------|------------------|
| | Бухта Суходол | | Бухта Муравьиная |
| | 05.07.2011 | 23.08.2011 | 23.09.1998 |
| Magnoliophyta | | | |
| <i>Zostera</i> spp. | – | 5 | 40 |
| Decapoda | | | |
| Paguridae fam. gen. sp. | 1 | 50 | – |
| Gastropoda | | | |
| <i>Littorina</i> sp. | – | – | 35 |
| Bivalvia | | | |
| Mytilidae fam. gen. sp. | 2 | – | – |
| <i>Ruditapes philippinarum</i> | 2 | – | – |
| <i>Theora lubrica</i> | – | – | 25 |
| <i>Potamocorbula amurensis</i> | 95 | 5 | – |
| <i>Laternula gracilis</i> | – | 40 | – |
| Желудков, шт. | 27 | 8 | 15 |
| Пустых желудков, % | 51,9 | 50,0 | 60,0 |
| Ширина карапакса, мм | 60–105 | 70–100 | 70–120 |
| Средняя масса, г | 174,6 | 121,6 | 160,4 |
| Средняя масса пищи, г | 3,475 | 1,160 | 0,339 |
| ИНЖ, ‰ | 199,0 | 95,4 | 21,1 |

Примечание. ИНЖ — индекс наполнения желудка.

В весенне-летний период потамокорбула на личиночной стадии под воздействием морских нагонов или с приливо-отливными течениями заносится из прибрежных акваторий во внутренние воды. Однако подходящие для поселения условия находят не во всех из них. Достоверно отмечена в морских лагунах Тальми и Лебяжья, а также

в эстуариях рек Гладкая, Рязановка, Барабашевка, Раздольная, Артемовка, Шкотовка, Суходол и Партизанская [Волова, 1974; Материалы..., 1999*; Комендантов, Орлова, 2003; Надточий и др., 2009; Колпаков, Надточий, 2012; Колпаков, 2018].

В реки с коротким эстуарием *P. amurensis* глубоко не проникает, а высоким обилием характеризуется в пределах полигалинных участков приустьевой зоны [Колпаков, 2018]. В частности, в нижней части эстуария р. Суходол ее биомасса в отдельные годы может составлять 112,44 г/м², а плотность поселения — 2456 экз./м². Несмотря на это, сформированные в таких эстуариях поселения или псевдопоселения (sensu, А.Ю. Комендантов, М.И. Орлова [2003]) являются эфемерными. Время их существования зависит от силы и частоты тайфунов летом и осенью. Длительное распреснение среды в придонном слое обычно приводит к полной гибели моллюсков. Вместе с тем процесс колонизации потамакорбулой эстуариев носит ежегодный характер, и псевдопоселения быстро восстанавливаются [Комендантов, Орлова, 2003; Колпаков, Надточий, 2012].

Иная ситуация наблюдается в водотоках с протяженной эстуарной зоной. В нашем распоряжении имеются сведения о распределении и размерно-возрастном составе поселений *P. amurensis* в эстуарии р. Раздольной. Здесь она встречается на расстоянии до 10 км от устья на илистых, илисто-песчаных и песчаных грунтах на глубинах от 0,4 до 3,0 м при биомассе от 0,013 до 517,430 г/м² и плотности поселения — от 13 до 7212 экз./м² (рис. 7). Неравномерность в ее локализации определяется пространственной неоднородностью абиотических факторов:

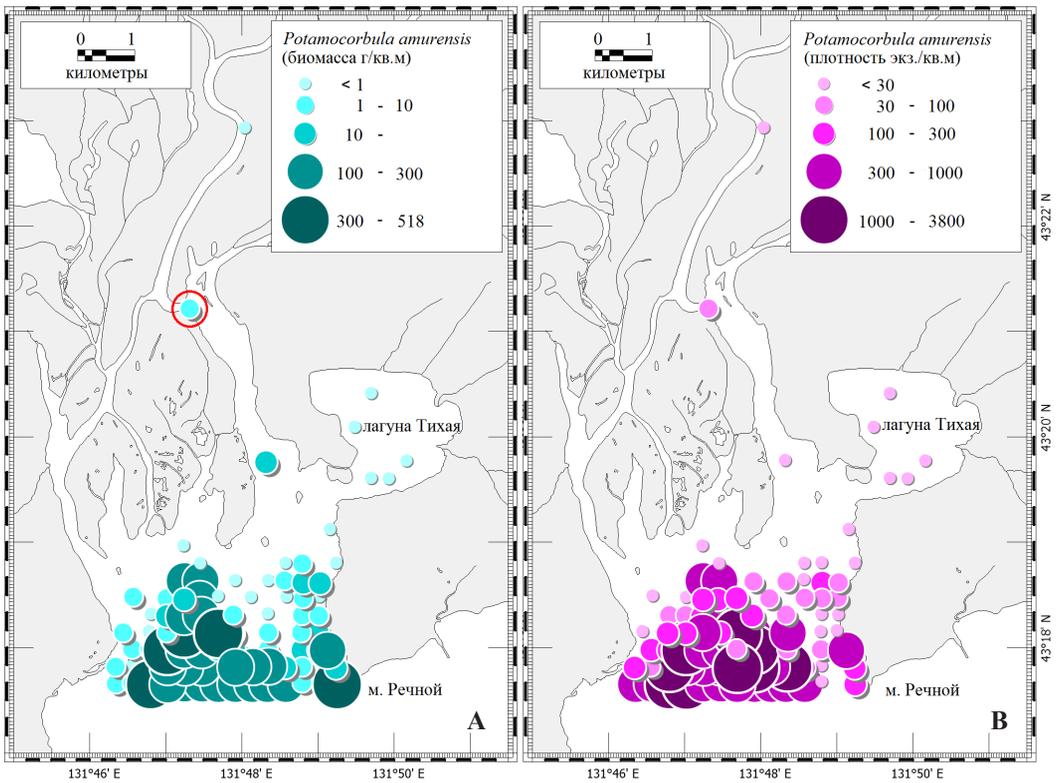


Рис. 7. Распределение биомассы (А) и плотности поселения (В) *P. amurensis* в эстуарии р. Раздольной. В красном круге отмечено нахождение в макробентосе полихет из рода *Pectinaria* и *Balanus rostratus*

Fig. 7. Spatial distribution of biomass (A) and abundance (B) of *Potamocorbula amurensis* in the estuary of Razdolnaya River. Red circle outlines the area with abundant polychaetes of gen. *Pectinaria* and *Balanus rostratus* in macrobenthos

* Материалы по изучению ресурсов... (1999).

— наименее благоприятные условия для личинок складываются в сильно опресненной лагуне Тихой, в правом рукаве реки и его основном русле. Большая их часть после оседания погибает. Выживают лишь те, что попадают в места с соленостью воды, находящейся на уровне или выше 2 ‰ [Волова, 1969]. Только при таких показателях солености возможен переход *P. amurensis* от пелагического к донному образу жизни [Nicolini, Penry, 2000]. Локальные зоны «выживания» морских эвригаллиных беспозвоночных в сильно распресненных биотопах эстуария р. Раздольной формируются за счет временного залегания морской воды в углублениях дна [Милованкина и др., 2018]. На самой глубокой яме нами также отмечены полихеты из рода *Pectenaria* и *Balanus rostratus* на субфоссильных раковинах тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (рис. 7). Продолжительность жизни потамокорбулы в «морских линзах» не превышает двух лет (1+ лет);

— в лучших условиях находятся моллюски в центральной части Тавричанского лимана, в наибольшей степени подверженной влиянию моря. Для *P. amurensis* оптимальные значения солености лежат в пределах 12–30 ‰ [Комендантов, Орлова, 2003]. В результате круглогодичного подтока морских вод [Важова, Зуенко, 2015; Семкин и др., 2019] на глубоководных участках не происходит существенного опреснения придонных слоев, и некоторые особи доживают до предельного для зал. Петра Великого возраста 5+ лет [Золотарев, 1980] и, вероятнее всего, также участвуют в пополнении этой популяции (рис. 8).

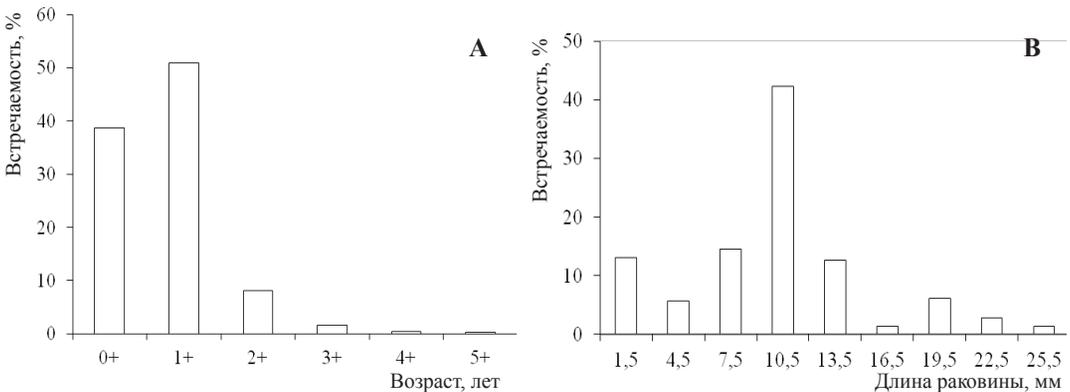


Рис. 8. Размерная (А) и возрастная (В) структура поселения *P. amurensis* в эстуарии р. Раздольной в июле 2017 г.

Fig. 8. Size (A) and age (B) composition of *Potamocorbula amurensis* in the estuary of Razdolnaya River in July, 2017

Заключение

В зал. Петра Великого потамокорбула рассредоточена в пространстве неравномерно. Ее поселения приурочены к опресненным участкам литорали и верхней циркумлиторали бухт и заливов второго порядка, а также к эстуариям рек и морским лагунам. Обитает в верхнем слое разнообразных мягких грунтов. Сестонофаг. В условиях нестабильного субстрата формирует биссусную нить. Основные скопления *P. amurensis* локализованы в Амурском заливе. В его сильно распресненной кутовой части находится зона процветания данного вида. В мелководных донных сообществах часто преобладает как по численности, так и по биомассе. Является источником пищи для животных из более высоких трофических уровней. В водотоках с коротким внутренним эстуарием существует в виде временных зависимых образований, а в протяженном эстуарии р. Раздольной — еще и устойчивых многовозрастных поселений.

Благодарности (ACKNOWLEDGMENT)

Выражаем благодарность Д.Ю. Рже (ТИНРО), С.А. Нужденко (ТИНРО) и Е.В. Ревенко (ТИНРО) за помощь в сборе и обработке бентосных проб, к.б.н. Е.И. Барабаншикову (ТИНРО) за предоставление для изучения питания 15 экз. японского краба-плавунца *Charybdis japonica* из бухты Муравьиной, а также анонимным рецензентам за конструктивные и полезные комментарии.

The authors are deeply grateful to D.Yu. Rzha (TINRO), S.A. Nuzhdenko (TINRO) and E.V. Revenko (TINRO) for their assistance in sampling and primary processing of materials for the study, to Dr. E.I. Barabanshchikov (TINRO) for valuable data on *Charybdis japonica* from the Muravyinaya Bay, and to anonymous reviewers for their constructive and helpful comments.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.
The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were implemented.

Authors declare no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Сбор и обработка материала, изготовление фотографий, написание статьи — Е.В. Колпаков; измерение раковин и определение возраста *P. amurensis* — Е.В. Колпаков и Д.Д. Немова; сбор материала, построение карт — Д.А. Соколенко.

Sampling and analysis of the materials, photographing, the text writing and illustrating — E.V. Kolpakov; shells measuring and determination of age for specimens of *P. amurensis* — E.V. Kolpakov and D.D. Nemova; sampling the materials, data mapping — D.A. Sokolenko.

Список литературы

Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России / сост. С.В. Явнов. — Владивосток : Дюма, 2000. — 168 с.

Бирюлина М.Г. Запасы трепанга в заливе Петра Великого // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1972. — С. 22–32.

Важова А.С., Зуенко Ю.И. Особенности распределения биогенных элементов вдоль градиента солёности в эстуариях рек Суходол и Раздольная (залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 180. — С. 226–235. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-180-226-235.

Волова Г.Н. Бентос некоторых пресных и солоноватоводных водоемов Южного Приморья : дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ДВГУ, 1969. — 250 с.

Волова Г.Н. Биоценозы прибрежных вод Амурского залива (Японское море) // Фауна и экология морских организмов. — Владивосток : ДВГУ, 1984. — С. 78–124.

Волова Г.Н. Донные биоценозы Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 1985. — Т. 110. — С. 111–119.

Волова Г.Н. К фауне и экологии некоторых представителей бентоса солоноватых водоемов юга Приморья Японского моря // Гидробиол. журн. — 1970. — Т. 6, № 3. — С. 17–23.

Волова Г.Н. Макрозообентос солоноватых водоемов Южного Приморья (Японское море) // Гидробиол. журн. — 1974. — Т. 10, № 6. — С. 32–37.

Волова Г.Н., Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски залива Петра Великого : определитель. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. — 95 с.

Гаркалина Н.Н., Москвичева И.М. Состав и особенности распределения моллюсков в Амурском лимане // Моллюски. Основные результаты их изучения. — Л. : Наука, 1979. — № 6. — С. 203–205.

Дуленина П.А. Видовой состав двустворчатых моллюсков западной части Татарского пролива Японского моря // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2013. — Вып. 17 — С. 27–78.

Дуленина П.А. Малакофауна Амурского лимана // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : тез. докл. 4-й междунар. науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2011. — С. 32–33.

Евсеев Г.А. Происхождение залива Восток Японского моря и история его фауны двустворчатых моллюсков // Биологические исследования залива Восток. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1976. — С. 23–62.

Евсеев Г.А. Сообщества двустворчатых моллюсков в послеледниковых отложениях шельфа Японского моря : моногр. — М. : Наука, 1981. — 160 с.

Евсеев Г.А., Яковлев Ю.М. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ПК Поликон, 2006. — 120 с.

Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. — М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1952. — 376 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 46.)

Затравкин М.Н., Богатов В.В. Крупные двустворчатые моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР : определитель. — Владивосток : Изд-во ДВО АН СССР, 1987. — 153 с.

Золотарев В.Н. Продолжительность жизни двустворчатых моллюсков Японского и Охотского морей // Биол. моря. — 1980. — № 6. — С. 3–12.

Иванова М.Б., Цурпало А.П. Двустворчатые моллюски литорали дальневосточных морей России // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2019. — Вып. 23, № 1/2. — С. 5–62.

Кантор Ю.И., Сысоев А.В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. — М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2005. — 627 с.

Кафанов А.И. Двустворчатые моллюски шельфов и континентального склона северной Пацифики : аннотированный указатель. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. — 200 с.

Кафанов А.И., Лабай В.С., Печенева Н.В. Биота и сообщества макробентоса лагун северо-восточного Сахалина : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 176 с.

Колобов В.Ю., Кошелев В.Н., Евтешина Т.В. Питание амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 в нижнем течении Амура и Амурском лимане // Амурский зоологический журнал. — 2009. — Т. 1, № 2. — С. 177–182.

Колобов В.Ю., Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П., Шедько М.Б. Данные о питании амурского осетра *Acipenser schrenckii* и калуги *Acipenser dauricus* в Амурском лимане // Вест. АГТУ. Сер.: Рыб. хоз-во. — 2013. — № 2. — С. 67–74.

Колпаков Н.В. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 428 с.

Колпаков Е.В., Безруков Р.Г., Соколенко Д.А., Нужденко С.А. Новые данные по макробентосу Амурского лимана // Результаты Второй Амурской экспедиции. Т. 2 : Тр. СахНИРО. — 2023. — Т. 19, ч. II. — С. 242–253.

Колпаков Е.В., Колпаков Н.В. Размерно-возрастной состав поселения и рост субтропического двустворчатого моллюска *Nuttallia obscurata* в водах Приморья у северной границы ареала // Биол. моря. — 2005. — Т. 31, № 3. — С. 190–193.

Колпаков Н.В., Надточий В.А. Макрозообентос эстуариев южного Приморья: состав, структура, пространственно-временная изменчивость // Мат-лы Всерос. науч. конф. «Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление», посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 467–480.

Комендантов А.Ю., Орлова М.И. Дальнейшее изучение макрозообентоса р. Гладкой (залив Посьета, Японское море) // Тр. ЗИН АН СССР. — 1990. — Т. 218. — С. 161–174.

Комендантов А.Ю., Орлова М.И. Экология эстуарных двустворчатых моллюсков и полихет Южного Приморья : моногр. — СПб. : ЗИН РАН, 2003. — 164 с. (Исслед. фауны морей, т. 52(60).)

Кривонос Е.А., Раков В.А. Биогеографический состав малакофауны бухты Киевка (Японское море) // Тез. докл. 5-й Региональной конференции по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых. — Владивосток : ДВГУ. 2002. — С. 67–68.

- Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П.** Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей. — Владивосток : Дальнаука, 1997. — 168 с.
- Лабай В.С.** Макробентос внутренних водоемов острова Сахалин : дис. ... д-ра биол. наук. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2018. — 487 с.
- Лабай В.С.** Макробентос пролива Невельского // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 305–330.
- Лабай В.С.** Эволюция бентоса прибрежных лагун острова Сахалин: причины и следствия // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — Вып. 5. — С. 265–274.
- Лабай В.С., Атаманова И.А., Заварзин Д.С. и др.** Водоемы острова Сахалин: от лагун к озерам : моногр. — Южно-Сахалинск : Сахалин. обл. краевед. музей, 2014. — 208 с.
- Лабай В.С., Шевченко Г.В., Галанин Д.А. и др.** Макрозообентос Сахалинского залива Охотского моря в зоне влияния вод реки Амур // Вопр. рыб-ва. — 2022. — Т. 23, № 4. — С. 67–88. DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-67-88.
- Лутаенко К.А.** Двустворчатые моллюски в береговых выбросах залива Петра Великого (Японское море). — Владивосток : ИБМ ДВО АН СССР, 1990. — Препринт № 28. — 51 с.
- Лутаенко К.А.** О происхождении тепловодных элементов малакофауны залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. — 1991. — № 1. — С. 12–20.
- Лутаенко К.А.** Тафономия раковин двустворчатых моллюсков на пляже бухты Муравьиной (Японское море, Уссурийский залив) // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2022. — Вып. 26, № 1/2 — С. 53–127. DOI: 10.24866/1560-8425/2022-26/53-127.
- Лутаенко К.А.** Фауна двустворчатых моллюсков Амурского залива (Японское море) и прилегающих районов. Часть 2. Семейства Trapezidae — Periplomatidae. Эколого-биогеографическая характеристика // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2003. — Вып. 7. — С. 5–84.
- Лутаенко К.А., Волвенко И.Е.** Малый атлас двустворчатых моллюсков залива Петра Великого (Японское море). — Владивосток : ДВФУ, 2017. — 140 с.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях** / отв. ред. Е.В. Боруцкий. — М. : Наука, 1974. — 254 с.
- Милованкина А.А., Фадеева Н.П., Чертопруд Е.С.** Распределение мейобентоса по градиенту солености в эстуарии реки Раздольной Приморского края // Самар. науч. вестн. — 2018. — Т. 7, № 1. — С. 76–83.
- Надточий В.А., Безруков Р.Г., Будникова Л.Л.** Макрозообентос некоторых эстуарных систем южного Приморья // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : мат-лы Третьей Междунар. науч.-практ. конф. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2009. — С. 56–63.
- Нейман А.А.** Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. — М. : ВНИРО, 1983. — 24 с.
- Павленко М.Н.** Рыбы залива Петр Великий. — Казань, 1910. — 95 с. (Тр. общества естествоиспытателей при Имп. Казанском ун-те. Т. 42, вып. 2.)
- Разин А.И.** Морские промысловые моллюски южного Приморья : Изв. ТИРХ. — 1934. — Т. 8. — 108 с.
- Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Лобанов В.Б. и др.** Обмен вод в эстуарии реки Раздольной (Амурский залив, Японское море) в период ледостава // Изв. ТИПРО. — 2019. — Т. 196. — С. 123–137. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-123-137.
- Скарлато О.А.** Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана : моногр. — Л. : Наука, 1981. — 480 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, вып. 126.)
- Скарлато О.А.** Класс Двустворчатые моллюски — Bivalvia // Атлас беспозвоночных дальневосточных морей СССР. — М. ; Л. : Изд-во АН ССР, 1955. — С. 185–198.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М.** Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6 : Моллюски, полихеты, немертины. — СПб. : Наука, 2004. — С. 9–491.
- Ушаков П.В.** Некоторые особенности жизни в предустьевых пространствах (эстуариях) // Природа. — 1940. — № 5. — С. 41–49.
- Ушаков П.В.** Фауна Охотского моря и условия ее существования : моногр. — М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1953. — 461 с.
- Хлебович В.В.** К биологической типологии эстуариев Советского Союза // Тр. ЗИН АН СССР. — 1986. — Т. 141. — С. 5–16.
- Bartsch P.** Report upon the collection of marine mollusks made by Professor Dr. K. Derjugin in the Gulf of Peter the Great // Исслед. морей СССР. — 1929. — Вып. 10. — С. 131–140.

- Baumsteiger J., Schroeter R.E., O'Rear T.A. et al.** Long-Term Surveys Show Invasive Overbite Clams (*Potamocorbula amurensis*) are Spatially Limited in Suisun Marsh, California // San Francisco Estuary and Watershed Science. — 2017. — Vol. 15, Iss. 2, art. 6. DOI:10.15447/sfew.2017v15iss2art6.
- Bernard F.R., Cai Y.Y., Morton B.** Catalogue of the Living Marine Bivalve Molluscs of China. — Hong Kong : Hong Kong University Press, 1993. — 156 p.
- Carlton J.T., Thompson J.K., Schemel L.E., Nichols F.H.** Remarkable invasion of San Francisco Bay (California, USA) by the Asian clam *Potamocorbula amurensis*. I. Introduction and dispersal // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 1990. — Vol. 66. — P. 81–94. DOI: 10.3354/meps066081.
- Ivanova M.B., Belogurova L.S. and Tsurpalo A.P.** Composition and distribution of intertidal biota in the estuarine zone of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological Studies and State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). — Vladivostok : Dalnauka, 2008. — Vol. 1. — P. 92–142.
- Kamenev G.M., Nekrasov D.A.** Bivalve fauna and distribution in the Amur River estuary — a warm-water ecosystem in the cold-water Pacific region // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 2012. — Vol. 455. — P. 195–210.
- Kantor Y.I.** On the forgotten species from the Russian Far-East seas, *Plicifusus olivaceus* Bartsch, 1929 // Ruthenica. — 2009. — Vol. 19, № 2. — P. 67–72.
- Lutaenko K.A.** Beach molluscan thanatocoenoses in Possjet Bay, Sea of Japan: comparison between open and sheltered beaches // Benthos Research. — 1994. — № 47. — P. 1–12. DOI:10.5179/benthos1990.1994.47_1.
- Lutaenko K.A.** Bivalve mollusks of Ussuriysky Bay (Sea of Japan). Part 1 // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2005. — Вып. 9. — С. 59–81.
- Lutaenko K.A.** Class Bivalvia // Check-list of Species of Free-living Invertebrates of the Russian Far Eastern Seas / B.I. Sirenko (ed.). — St. Petersburg : Zool. Inst. RAS, 2013. — P. 169–175. (Explorations of the Fauna of the Seas. Vol. 75(83).)
- Lutaenko K.A., Noseworthy R.G.** Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). — Vladivostok : Dalnauka, 2012. — 247 p.
- Lutaenko K.A., Noseworthy R.G.** Contribution to the knowledge of the marine bivalve mollusk fauna of Gangwon Province, Korea // Journal of Asia-Pacific Biodiversity. — 2019. — Vol. 12, Iss. 1. — P. 14–44. DOI:10.1016/j.japb.2018.07.009.
- Miller N., Stillman J.** Seasonal and spatial variation in the energetics of the invasive clam *Corbula amurensis* in the upper San Francisco Estuary // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 2013. — Vol. 476. — P. 129–139. DOI: 10.3354/meps10149.
- Moshchenko A.V., Belan T.A.** Ecological state and long-term changes of macrozoobenthos in the northern part of Amursky Bay (Sea of Japan) // Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky Bay and the estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). — Vladivostok : Dalnauka, 2008. — Vol. 1. — P. 61–91.
- Nicolini M.H., Penry D.L.** Spawning, fertilization, and larval development of *Potamocorbula amurensis* (Mollusca: Bivalvia) from San Francisco Bay, California // Pacific Science. — 2000. — Vol. 54, № 4. — P. 377–388.
- Okutani T.** Family Corbulidae // Marine mollusks in Japan. — Tokyo : Tokai University Press, 2000. — P. 863–877.
- Schrenck L. von.** Mollusken des Amur-Landes und des Nordjapanischen Meeres // Reisen und Forschungen im Amur-Lande in den Jahren 1854–1856. — St. Petersburg : Kaiserl. Akad. Wissensch, 1867. — S. 259–976.
- Schrenck L. von.** Vorläufige Diagnosen einiger neuer Molluskenarten aus der Meerenge der Tartarei und dem nord-japanischen Meere // Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg. — 1861. — Vol. 4. — S. 88–94.
- Schrenck L. von.** Vorläufige Diagnosen einiger neuer Molluskenarten aus der Meerenge der Tartarei und dem nord-japanischen Meere // Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg. — 1862. — Vol. 4, № 7. — S. 408–413.

References

- Yavnov, S.V.,** *Atlas dvustvorchatykh mollyuskov dal'nevostochnykh morei Rossii* (Atlas of Bivalves from the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: Dyuma, 2000.
- Birulina, M.G.,** The reserves of the trepang (*Stichopus japonicus* v. *armatus* Selenca) in the Peter the Great Gulf, in *The Questions on the hydrobiology of the some regions of the Pacific Ocean*, Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1972, pp. 22–32.

Vazhova, A.S. and Zuenko, Yu.I., Patterns of nutrients distribution along salinity gradient in the estuaries of the rivers Sukhodol and Razdolnaya/Suifen (Peter the Great Bay, Japan Sea), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 180, pp. 226–235. doi 10.26428/1606-9919-2015-180-226-235

Volova, G.N., Benthos of some fresh and brackish water bodies of Southern Primorye, *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ., 1969.

Volova, G.N., Biocenoses of the coastal waters of the Amur Bay (Sea of Japan), in *Fauna i ekologiya morskikh organizmov* (Fauna and ecology of marine organisms), Vladivostok: FEGU, 1984, pp. 78–124.

Volova, G.N., Bottom biocenoses of the Amursky Bay (the Japan Sea), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1985, vol. 110, pp. 111–119.

Volova, G.N., On fauna and ecology of some representatives of benthos in saltish basins of the Primorye (the Sea of Japan), *Gidrobiol. Zh.*, 1970, vol. 6, no. 3, pp. 17–22.

Volova, G.N., Macrozoobenthos of brackish water bodies of Southern Primorye (Sea of Japan), *Gidrobiol. Zh.*, 1974, vol. 10, no. 6, pp. 32–37.

Volova, G.N. and Scarlato, O.A., *Dvustvorchatye molluski zaliva Petra Velikogo* (Bivalves of Peter the Great Bay). Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1980.

Garkalina, N.N. and Moskvicheva, I. M., Composition and distribution patterns of the molluscs in the estuary of the Amur, in *Molluscs. Main Results of Their Study*, Abstracts of Communications, Sixth Meeting on the Investigation of Molluscs, Leningrad: Nauka, 1979, no. 6, pp. 203–205.

Dulenina, P.A., The species composition of bivalve mollusks in the western part of Tatarsky Strait (Sea of Japan), *Byull. Dal'nevost. Malakol. O-va*, 2013, vol. 17, pp. 27–78.

Dulenina, P.A., Malakofauna Amurskiy Liman, in *Marine coastal ecosystems. Seaweeds, invertebrates and products of their processing*: Abstracts of Fourth International Conference, Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2011, pp. 32–33.

Evseev, G.A., The origin of the Vostok Bay (the Sea of Japan) and the history of its fauna of bivalves, in *Biologicheskoye issledovaniya zaliva Vostok* (Biological studies of the East Bay), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1976, pp. 23–62.

Evseev, G.A., *Communities of bivalve mollusks in post-glacial deposits of shelf of the Sea of Japan* (Bivalve communities in postglacial sediments of the Sea of Japan shelf), Moscow: Nauka, 1981.

Evseev, G.A. and Yakovlev, Yu.M., *The bivalve molluscs of Far Eastern seas of Russia* (Bivalves of the Far Eastern Seas), Vladivostok: Polikon, 2006.

Zhadin, V.I., *Mollyuski presnykh i solonovatykh vod SSSR* (Molluscs of fresh and brackish waters of the USSR), Moscow, Leningrad: Izd-vo Akad. Nauk SSSR, 1952. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to the USSR fauna), Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 46.]

Zatravkin, M.N. and Bogatov, V.V., *Krupnyye dvustvorchatyye mollyuski presnykh i solonovatykh vod Dal'nego Vostoka SSSR* (Large bivalve molluscs in fresh and brackish waters of the Far East of the USSR), Vladivostok: Dal'nevost. Otd. Akad. Nauk SSSR, 1987.

Zolotarev, V.N., The duration of life in bivalves from Sea of Japan and Sea of Okhotsk, *J. Mar. Biol.*, 1980, no. 6, pp. 3–12.

Ivanova, M.B. and Tsurpalo, A.P., Bivalve mollusks of the intertidal zone of the Far Eastern seas of Russia, *Byull. Dal'nevost. Malakol. O-va*, 2019, vol. 23, no. 1/2, pp. 5–62.

Kantor, Yu.I. and Sysoev, A.V., *Katalog mollyuskov Rossii i sopredel'nykh stran* (Catalogue of mollusks of Russia and adjacent countries), Moscow: KMK, 2005.

Kafanov, A.I., *Dvustvorchatyye mollyuski shel'fov i kontinental'nogo sklona severnoy Patsifiki: annotirovannyi ukazatel'* (Bivalve mollusks on the shelf and continental slope of the North Pacific: annotated index), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1991.

Kafanov, A.I., Labai, V.S., and Pecheneva, N.V., *Biota i soobshchestva makrobentosa lagun severo-vostochnogo Sakhalina* (Biota and Macrofauna Communities in Lagoons of Northeastern Sakhalin), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2003.

Kolobov, V.Yu., Koshelev, V.N., and Evteshina T.V., Food ration of Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii* Brandt, 1869) in the Lower Amur and the Amur River estuary, *Amurian zoological journal*, 2009, vol. 1, no. 2, pp. 177–182.

Kolobov, V.Yu., Koshelev, V.N., Shmigirilov, A.P., and Shedko M.B., Data on nutrition of Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* and Kaluga *Acipenser dauricus* in the Amur estuary, *Vestnik Astrakh. Gos. Tekh. Univ., Ser. Ryb. khoz-vo*, 2013, no. 2, pp. 67–74.

Kolpakov, N.V., *Estuarine ekosistemy severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya: strukturno-funktional'naya organizatsiya i bioresursy* (Estuarine Ecosystems of the Northwestern Sea of Japan: Structural and Functional Organization and Bioresources), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2018.

Kolpakov, E.V., Bezrukov, R.G., Sokolenko, D.A. and Nuzhdenko, S.A., New data on macrobenthos of the Amurskiy Liman, in *Results of the Second Amur expedition. Vol. 2 : Transactions of the SakhNIRO*, 2023, vol. 19, pt II, pp. 242–253.

Kolpakov, E.V. and Kolpakov, N.V., Population Size-Age Structure and Growth of the Subtropical Bivalve *Nuttallia obscurata* in Primorye Waters at the North Boundary of Its Geographic Range, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2005, vol. 31, no. 3, pp. 164–167. doi 10.1007/s11179-005-0062-1

Kolpakov, N.V. and Nadtochy, V.A., Macrozoobenthos of southern Primorye' estuaries: species composition, structure, spatio-temporal patterns, in *Mater. Vseross. nauchn. konf. posvyashch. 80-letnemu yubileyu FGUP "KamchatNIRO" "Vodnye biologicheskie resursy severnoi chasti Tikhogo okeana: sostoyanie, monitoring, upravlenie"* (Proc. All-Russ. Sci. Conf. Commem. 80th Aniv. FGUP KamchatNIRO "Aquatic Biological Resources of the Northern Pacific Ocean: Status, Monitoring, and Management"), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2012, pp. 467–480.

Komendantov, A.Yu. and Orlova, M.I., Further study of the macrozoobenthos of the Gladkaya River (Posyet Bay, Sea of Japan), *Tr. Zool. Inst., Akad. Nauk SSSR*, 1990, vol. 218, pp. 161–174.

Komendantov, A.Yu and Orlova, M.I., *Ekologiya estuarnykh dvustvorchatykh mollyuskov i polikhet Yuzhnogo Primor'ya* (Ecology of estuary bivalves and polychaetes of Southern Primorye), St. Petersburg: Zool. Inst., Ross. Akad. Nauk, 2003. (Ser. *Issledovaniya fauny morey*, no. 52(60).)

Krivosos, E.A. and Rakov, V.A., Biogeographical composition of the malacofauna of Kievka Bay (Sea of Japan), in *Tez. dokl. 5-y Regional'noy konferentsii po aktual'nym problemam ekologii, morskoy biologii i biotekhnologii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* (Abstract of the 5th Regional Conference on Current Issues of Ecology, Marine Biology and Biotechnology for Students, Postgraduates and Young Scientists), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ, 2002, pp. 67–68.

Kusakin, O.G., Ivanova, M.B., and Tsurpalo, A.P., *Spisok vidov zhivotnykh, rastenii i gribov litoral'noy zony Dal'nego Vostoka* (List of species of animals, plants and fungi of the littoral of the Far Eastern seas), Vladivostok: Dal'nauka, 1997.

Labay, V.S., Macrobenthos of inland waters of Sakhalin Island, *Doctoral (Biol.) Dissertation*, Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2018.

Labay, V.S., Macrobenthos of the Nevelskoy Strait, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 305–330.

Labay, V.S., Evolution of a benthos of Sakhalin coastal lagoons: causes and consequences, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka 2011, vol. 5, pp. 265–274.

Labay, V.S., Atamanova, I.A., Zavarzin, D.S., Motylkova, I.V., Moukhametova, O.N., and Nikitin, V.D., *Vodoyemy ostrova Sakhalin: ot lagun k ozeram* (Reservoirs of Sakhalin Island: from lagoons to lakes), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Obl. Kraevedcheskii Muz., 2014.

Labay, V.S., Shevchenko, G.V., Galanin, D.A., Chastikov, V.N., Shpilko, T.S., and Troitzkaya, N.V., Macrozoobenthos of the Sakhalin Bay of the Sea of Okhotsk in the zone influence of Amur River waters, *Vopr. Rybolov.*, 2022, vol. 23, no. 4, pp. 67–88. doi 10.36038/0234-2774-2022-23-4-67-88

Lutaenko, K.A., *Dvustvorchatyye mollyuski v beregovykh vybrosakh zaliva Petra Velikogo (Yaponskoye more)* (Bivalves in coastal wastewater from Peter the Great Bay (Sea of Japan)), Vladivostok: Inst. Biol. Morya, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 1990. Preprint no. 28.

Lutaenko, K.A., On the origin of warm-water elements of malacofauna of Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russ. J. Mar. Biol.*, 1991, no. 1, pp. 12–20.

Lutaenko, K.A., Taphonomy of bivalve shells on the beach of Muravyinaya Bay (Sea of Japan, Ussuriyskiy Bay), *Byull. Dal'nevost. Malakologicheskogo O-va*, 2022, vol. 26, no. 1/2, pp. 53–127. doi 10.24866/1560-8425/2022-26/53-127

Lutaenko, K.A., Fauna of bivalve mollusks of the Amur Bay (Sea of Japan) and adjacent areas. Part 2. Families Trapezidae — Periplomatidae. Ecological and biogeographic characteristics, *Byull. Dal'nevost. Malakologicheskogo O-va*, 2003, vol. 7, pp. 5–84.

Lutaenko, K.A. and Volvenko, I.E., Atlas of Common Bivalve Mollusks of Peter the Great Bay (Sea of Japan), Vladivostok: Far Eastern Federal University, 2017.

Metodicheskoye posobiye po izucheniyu pitaniya i pishchevykh otnosheniy ryb v yestestvennykh usloviyakh (Toolkit for the study of nutrition and nutritional relationships of fish in vivo), Borutsky, E.V., ed. Moscow: Nauka, 1974.

Milovankina, A.A., Fadeeva, N.P. and Chertoprud, E.S., Salinity gradient meiobenthos distribution on the Pazdolnaya River's Estuary, *Samarskiy nauchnyy vestnik*, 2018, vol. 7, no. 1, pp. 76–83.

Nadtochy, V.A., Bezrukov, R.G. and Budnikova, L.L., Macrozoobenthos some reach systems of Southern Primorye, in *Marine coastal ecosystems. Seaweeds, invertebrates and products of their processing* : Proc. of Third Intern. Sci.-Pract. Conf., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2009, pp. 56–63.

Neiman, A.A., *Rekomendatsii po issledovaniyu bentosa shel'fov* (Recommendations for the study of shelf benthos), Moscow: VNIRO, 1983.

Pavlenko, M.N., Fish of the Peter the Great Bay, *Tr. obshchestva yestestvoispytateley pri Imp. Kazanskom un-te* (Tr. Society of Naturalists at Imperial Kazan University), Kazan', 1910, vol. 42, no. 2.

Razin, A.I., Marine commercial mollusks of southern Primorsky Krai, *Izv. Tikhookean. Inst. Rybn. Khoz.*, 1934, vol. 8.

Semkin, P.Yu., Tishchenko, P.Ya., Lobanov, V.B., Barabanshchikov, Yu.A., Mikhailik, T.A., Sagalae, S.G., and Tishchenko, P.P., Water exchange in the estuary of the Razdolnaya River (Amur Bay, Japan Sea) in the ice covered period, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 196, pp. 123–137.

Skarlato, O.A., *Dvustvorchatye mollyuski umerennykh vod severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana* (Bivalve Mollusks in Temperate Waters of the Northwestern Pacific Ocean), Leningrad: Nauka, 1981. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to the USSR fauna), Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 126.]

Scarlato, O.A., Class bivalve — Bivalvia, in *Atlas bespozvonochnykh dal'nevostochnykh morey SSSR* (Atlas of invertebrates of the Far Eastern seas of the USSR), Moscow; Leningrad: Akad. Nauk SSSR, 1955, pp. 185–198.

Starobogatov, Ya.I., Prozorova, L.A., Bogatov, V.V. and Sayenko, E.M., Molluscs, in *Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent lands, vol. 6: Molluscs, Polychaetes, Nemerteanes*, Tsalolikhin, S. Ya. (ed.), St. Petersburg: Nauka, 2004, pp. 9–491.

Ushakov, P.V., On Certain Peculiarities of Life Estuaries, *Priroda*, 1940, no. 5, pp. 41–49.

Ushakov, P.V., *Fauna Okhotskogo morya i usloviya ee sushchestvovaniya* (Fauna of the Sea of Okhotsk and Its Environmental Conditions), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1953.

Khlebovich, V.V., On Biological Typology of Estuaries of the Soviet Union, *Tr. Zool. Inst., Akad. Nauk SSSR*, 1986, vol. 141, pp. 5–16.

Bartsch, P., Report upon the collection of marine mollusks made by Professor Dr. K. Derjugin in the Gulf of Peter the Great, *Issled. morey SSSR*, 1929, vol. 10, pp. 131–140.

Baumsteiger, J., Schroeter, R.E., O'Rear, T.A., Cook, J.D., and Moyle, P.B., Long-Term Surveys Show Invasive Overbite Clams (*Potamocorbula amurensis*) are Spatially Limited in Suisun Marsh, California, *San Francisco Estuary and Watershed Science*, 2017, vol. 15, no. 2, art. 6. doi10.15447/sfews.2017v15iss2art6

Bernard, F.R., Cai, Y.Y. and Morton, B., *Catalogue of the Living Marine Bivalve Molluscs of China*, Hong Kong: Hong Kong University Press, 1993.

Carlton, J.T., Thompson, J.K., Schemel, L.E., and Nichols, F.H., Remarkable invasion of San Francisco Bay (California, USA) by the Asian clam *Potamocorbula amurensis*. I. Introduction and dispersal, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1990, vol. 66, pp. 81–94. doi 10.3354/meps066081

Ivanova, M.B., Belogurova, L.S. and Tsurpalo, A.P., Composition and distribution of intertidal biota in the estuarine zone of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan), in *Ecological Studies and State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan)*, Vladivostok: Dalnauka, 2008, vol. 1, pp. 92–142.

Kamenev, G.M. and Nekrasov, D.A., Bivalve fauna and distribution in the Amur River estuary — a warm-water ecosystem in the cold-water Pacific region, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2012, vol. 455, pp. 195–210.

Kantor, Y.I., On the forgotten species from the Russian Far-East seas, *Plicifusus olivaceus* Bartsch, 1929, *Ruthenica*, 2009, vol. 19, no. 2, pp. 67–72.

Lutaenko, K.A., Beach molluscan thanatocoenoses in Possjet Bay, Sea of Japan: comparison between open and sheltered beaches, *Benthos Research*, 1994, no. 47, pp. 1–12. doi 10.5179/benthos1990.1994.47_1

Lutaenko, K.A., Bivalve mollusks of Ussuriysky Bay (Sea of Japan). Part 1, *Byull. Dal'nevost. Malakol. O-va*, 2005, vol. 9, pp. 59–81.

Lutaenko, K.A., Class Bivalvia, in *Check-list of Species of Free-living Invertebrates of the Russian Far Eastern Seas*, Sirenko, B.I., ed., St. Petersburg: Zool. Inst. RAS, 2013. (Explorations of the Fauna of the Seas, vol. 75(83).)

Lutaenko, K.A. and Noseworthy, R.G., *Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea)*, Vladivostok: Dalnauka, 2012.

Lutaenko, K.A. and Noseworthy, R.G., Contribution to the knowledge of the marine bivalve mollusk fauna of Gangwon Province, Korea, *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 2019, vol. 12, no. 1, pp. 14–44. doi 10.1016/j.japb.2018.07.009

Miller, N. and Stillman, J., Seasonal and spatial variation in the energetics of the invasive clam *Corbula amurensis* in the upper San Francisco Estuary, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2013, vol. 476, pp. 129–139. doi 10.3354/meps10149

Moshchenko, A.V. and Belan, T.A., Ecological state and long-term changes of macrozoobenthos in the northern part of Amursky Bay (Sea of Japan), *Ecological Studies and the State of the Ecosystem of Amursky Bay and the Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan)*, Vladivostok: Dal'nauka, 2008, vol. 1, pp. 61–91.

Nicolini, M.H. and Penry, D.L., Spawning, fertilization, and larval development of *Potamocorbula amurensis* (Mollusca: Bivalvia) from San Francisco Bay, California, *Pacific Science*, 2000, vol. 54, no. 4, pp. 377–388.

Okutani, T., Family Corbulidae, in *Marine mollusks in Japan*, Tokyo: Tokai University Press, 2000, pp. 863–877.

Schrenck L. von, Mollusken des Amur-Landes und des Nordjapanischen Meeres, in *Reisen und Forschungen im Amur-Lande in den Jahren 1854–1856*, St. Petersburg: Kaiserl. Akad. Wissensch, 1867, pp. 259–976.

Schrenck, L., von, Vorläufige Diagnosen einiger neuer Molluskenarten aus der Meerenge der Tartarei und dem nord-japanischen Meere, *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, 1861, vol. 4, pp. 88–94.

Schrenck, L., von, Vorläufige Diagnosen einiger neuer Molluskenarten aus der Meerenge der Tartarei und dem nord-japanischen Meere, *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, 1862, vol. 4, no. 7, pp. 408–413.

Thompson, J.K. and Parchaso, F., Conceptual Model for *Potamocorbula amurensis*. DRERIP Conceptual Model. Sacramento (CA), *Ecosystem Restoration Program*, 2012. http://www.dfg.ca.gov/erp/conceptual_models.asp

Otchet Nauchn. Issled. Rab. "Materialy po izucheniyu resursov bespozvonochnykh pribrezhnykh vod i kontenitalnykh vodoemov podzony «Primorye»" (Rep. Res. Work "Materials on the study of invertebrate resources of coastal waters and continental water bodies of the Primorye subzone"), Available from TINRO, 1999, Vladivostok, no. GR 01880073029, inv. no. 23172.

Поступила в редакцию 28.10.2024 г.

После доработки 28.11.2024 г.

Принята к публикации 10.12.2024 г.

The article was submitted 28.10.2024; approved after reviewing 28.11.2024;

accepted for publication 10.12.2024