



УДК 574.62(265.53)

<https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.4.388-404>
<https://www.elibrary.ru/njhetv>

Экологические аспекты многолетнего распределения камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в заливе Анива (о. Сахалин)

© С. А. Низяев

E-mail: nizyaev.sa@yandex.ru

Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Южно-Сахалинск, Россия

Реферат. Рассмотрены в межгодовом аспекте закономерности локализации и распределения ядер скоплений промысловых особей камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в зал. Анива (о. Сахалин) и возможные причины трансформации ареала данного вида в заливе. Оценена перспектива восстановления запасов этого вида в заливе с учетом произошедших изменений условий обитания. Для решения этих задач проанализированы и обобщены имеющиеся отчетные (СахНИРО) и литературные данные по траловым (ловушечным) уловам камчатского краба в этом районе. Выполнен анализ расположения основных концентраций личинок в период наиболее высокой численности объекта. По литературным источникам проанализирована функциональная структура поселений камчатского краба в зал. Анива и проведена оценка возможных проблем в реализации популяцией свойственной камчатскому крабу репродуктивной стратегии. Отмечены значительные негативные изменения в распределении и функциональной структуре данного вида краба в зал. Анива. Показано, что вплоть до 2001 г. скопления промысловых самцов камчатского краба были широко распространены и в западной, и в восточной частях зал. Анива. Обе части залива в плане воспроизводства популяции были самодостаточны, в каждой из них отмечены признаки протекания процессов производства молоди. В первую очередь это видно по распределению мест поимки немигрирующей молоди и личинок. С 2004 г. по настоящее время в восточной части зал. Анива исчезли даже единичные уловы камчатского краба. В это же время на западе залива наблюдается динамика восстановления его запасов, хотя в целом этот процесс идет ощутимо медленно. По нашему мнению, причины ухудшения условий обитания и воспроизводства камчатского краба в зал. Анива – критическая трансформация субстратов в восточной части залива, а именно резкое сокращение площади грунтов, пригодных для развития эпифауны, наличие которой является одним из условий выживания молоди краба. Такая трансформация стала возможной по причине значительного расширения (до 20 %) илистых грунтов в заливе, вызванного дампингом грунта в 2003–2006 гг. при строительстве завода сжиженного природного газа.

Ключевые слова: камчатский краб, распределение, воспроизводство, дампинг грунта, изменение условий обитания, трансформация ареала, залив Анива

Ecological aspects of the perennial distribution of the Red King Crab *Paralithodes camtschaticus* in Aniva Bay (Sakhalin Island)

Sergey A. Nizyaev

E-mail: nizyaev.sa@yandex.ru

Sakhalin Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Abstract. Regularity of localization and distribution of clusters of commercial individuals of the Red King Crab *Paralithodes camtschaticus* in Aniva Bay (Sakhalin Island) and possible reasons for the transformation of the range of this species in the bay are considered in the interannual aspect. The prospects of restoring this species in the bay have been assessed, the changes in habitat conditions being taken into account. Available reporting (SakhNIRO)

and literature data on trawl (trap) catches of the Red King Crab in this area are analyzed and summarized in order to solve these problems. The analysis of the location of the main concentrations of larvae during the period of the highest number of the object is performed. The functional structure of the Red King Crab settlements in Aniva Bay is analyzed according to literary sources, and an assessment of possible problems in the implementation of the reproductive strategy proper to the Red King Crab by the population is carried out. Significant negative changes in the distribution and functional structure of this crab species in Aniva Bay are noted. It is shown that the aggregations of commercial individuals of the Red King Crab have been widespread in both the western and eastern parts of Aniva Bay until 2001. Both parts of the bay were self-sufficient in terms of reproduction, with each showing the signs of juvenile production processes. First of all, this can be seen by the distribution of the places of catching of non-migratory juveniles and larvae. From 2004 to the present, even single catches of the Red King Crab have disappeared in the eastern part of Aniva Bay. At the same time, the dynamics of its reserve recovery is observed in the west of the bay, although in general this process is noticeably slow. We believe that the reason for the deterioration of living conditions and reproduction of the Red King Crab in Aniva Bay is a critical transformation of substrates in the eastern part of the bay, namely, a sharp reduction in the area of soils suitable for the development of epifauna, the presence of which is one of the conditions for the survival of crab juveniles. This transformation became possible due to a significant expansion (up to 20 %) of silty soils in the bay caused by soil dumping in 2003–2006 during the construction of a liquefied natural gas plant.

Keywords: Red King Crab, distribution, reproduction, dumping, change of living conditions, transformation of areal, Aniva Bay

Для цитирования: Низяев С.А. Экологические аспекты многолетнего распределения камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в заливе Анива (о. Сахалин). *Геосистемы переходных зон*, 2022, т. 6, № 4, с. 388–404. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.4.388-404>; <https://www.elibrary.ru/njhetv>

For citation: Nizyaev S.A. Ecological aspects of the perennial distribution of the Red King Crab *Paralithodes camtschaticus* in Aniva Bay (Sakhalin Island). *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2022, vol. 6, no. 4, pp. 388–404. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.4.388-404>; <https://www.elibrary.ru/njhetv>

Благодарности

Автор признателен рецензентам Д.О. Алексееву, В.В. Афанасьеву и Е.М. Латковской за доброжелательное отношение и критические замечания, полезные для данной работы и дальнейших исследований.

Acknowledgements

Author is grateful to Reviewers Dmitry Alekseev, Victor Afanasiev and Elena Latkovskaya for the friendly attitude and critical comments useful for this work and further research.

Введение

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*, наряду с крабом-стригуном опилио, – наиболее изученный вид среди крабов и крабоидов Дальнего Востока. Его биология, распределение и запасы освещаются во множестве работ начиная с XIX в. Наиболее крупные промысловые популяции этого вида обитают у западной Камчатки и в Бристольском заливе. У восточного Сахалина, включая зал. Анива, в настоящее время запасы этого вида невелики (хотя в конце 1930-х годов вылов достигал здесь 1370 т [1]), а освоение целесообразно только для небольших добывающих компаний. Широкое развитие браконьерского промысла и привлечение чрезмерной мощности добывающего флота в конце XX в. оказали катастрофическое влияние на эту популяцию. Снижение промысловой численности камчатского краба в зал. Анива началось в 1996 г., в 1998 г. она снизилась в

4.8 раза по отношению к предыдущему году. Уже к 2001 г. в зал. Анива уловы камчатского краба на 98 % состояли из неполовозрелых особей [1]. Вплоть до настоящего времени идет восстановление этой популяции.

Скорость восстановления популяции и предельная численность камчатского краба в заливе в значительной мере зависит от условий его обитания. Основными факторами, необходимыми для успешного воспроизводства краба, являются достаточная площадь зон твердых грунтов с обрастателями и стабильный транспорт личинок к этим зонам. Сессильный бентос, населяющий такие зоны, является необходимым компонентом среды обитания вида [2].

В настоящей работе рассмотрена многолетняя динамика распределения промысловых скоплений камчатского краба в зал. Анива, оценены возможные причины смены мест их локализации и возможные последствия для воспроизводства вида в этом районе.

Материал и методы

В работе использованы материалы по пространственному распределению промысловых особей камчатского краба в зал. Анива, полученные при обработке первичных материалов донных траловых (и одной ловушечной) съемок, проведенных Сахалинским филиалом Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО) за период с 1974 по 2021 г. (табл. 1). Используются результаты 14 учетных съемок, со средним количеством станций за съемку около 45. Этого достаточно для фиксирования основных тенденций в распределении скоплений объекта в заливе.

В целях обеспечения сравнимости результатов в межгодовом аспекте мы применили методический прием индексации уловов. Обработка и визуализация пространственного распределения уловов осуществлялась следующим образом.

Суммарный улов каждой съемки был представлен как 100 %, что позволило нормировать съемки, приведя их к единому знаменателю.

Этот шаг дал возможность уравнивать индексы уловов между съемками и избежать влияния различий в уровне плотности уловов между годами. Данные для картирования пространственного распределения формировались исходя из веса индекса улова каждой станции, рассчитанного относительно суммарного индекса съемки (100 %). Уловы каждой съемки делились на три группы: 1) скопления с максимальной плотностью, значения индекса перцентиля выше 90; 2) скопления средней плотности, значения перцентиля 75–90; 3) остальные уловы, значения перцентиля менее 75. Для того чтобы показать, где именно располагались основные скопления в те или иные годы, визуализировались расположение скоплений с максимальными уловами промысловых особей камчатского краба и расположение средних уловов. Это позволило отобразить (показать на картах) наиболее плотные скопления объекта без следов периферии, т.е. выявить и анализировать закономерности распределения без влияния маловероятных случаев.

Таблица 1. Перечень использованных в работе учетных съемок

Table 1. List of the record surveys used in the work

Год	Период съемки	Судно, производившее съемку, исполнитель работ	Количество станций
1974	Июнь–июль	НПС «Онда» (Ю.Р. Кочнев)	29
1979	Июль–август	СРТМ «Космический» (С.Н. Тарасюк)	74
1985	Апрель–май	МРС (М.А. Жилина)	66
1986	Декабрь	СРТМ «Хива» (А.Б. Елизов)	24
1987	Август	СРТМ «Дончак» (М.А. Жилина)	48
1988	Июнь–август	СРТМ «Тимашевск» (К.Г. Галимзянов)	40
1989	Май	СРТМ «Тимашевск» (К.Г. Галимзянов)	43
1994	Июль	СТР «Шебунино» (Е.Р. Парина)	32
1998	Октябрь	НИС «Дмитрий Песков» (И.П. Смирнов)	32
2001	Сентябрь	НИС «Дмитрий Песков» (И.П. Смирнов)	42
2004	Июнь	НИС «Дмитрий Песков» (А.К. Клигин)	57
2012	Май	НИС «Дмитрий Песков» (А.А. Крутченко)	58
2019	Сентябрь–октябрь	НИС «Дмитрий Песков» (А.В. Данилов)	48
2021	Октябрь–ноябрь	НИС «Дмитрий Песков» (Д.В. Слепченко)	40

Примечание. Проводились траловые съемки, за исключением ловушечной съемки 2012 г. Данные о съемках взяты из электронного архива СахНИРО.

Note. Trawl surveys were conducted, except for the trap survey of 2012. The data on the surveys are taken from the electronic archive of the SakhNIRO.

Результаты и обсуждение

Условия обитания камчатского краба в заливе Анива

Залив Анива представляет собой небольшой, сравнительно мелководный водоем с наибольшей глубиной 93 м (http://www.smakeev.com/userfiles/science/2015._rybohozyaystvennaya_harakteristika_zaliva_aniva.pdf). Шельф зал. Анива плавно переходит в шельф о. Хоккайдо. Условной границей между двумя районами является прол. Лаперуза с минимальной глубиной 55 м. Побережье зал. Анива омывается водами Охотского и Японского морей. В работах середины XX в. [3, 4] для зал. Анива приводится циклоническая схема течений. Однако в более поздних публикациях по этой теме была применена диагностическая модель циркуляции вод, вычисленная на основе многолетних данных [5–7], которая показала, что в зал. Анива и прол. Лаперуза поля течений в существенной мере динамичны и демонстрируют строгую зависимость от типа региональной барической ситуации. Основным фактором сезонной изменчивости циркуляции вод в этом районе является сезонное поле ветра. Весной преобладающее направление вектора скоростей течения – против часовой стрелки (циклонический круговорот), летом – по часовой стрелке, при сохранении микроциклонического круговорота в юго-западной части залива ($45^{\circ}35'–46^{\circ}25'$), севернее скалы Камень Опасности. На существование в зал. Анива антициклонического круговорота указывают и другие авторы [8, 9]. При этом определяющее влияние на прибрежную зону оказывают приливные течения, имеющие сложный характер. Во время прилива движение вод происходит против часовой стрелки, причем в момент полной воды в районе мыса Крильон и мыса Анива течения направлены в противоположные стороны, соответственно в Японское и Охотское море. При отливе картина движения вод меняется на противоположную. Максимальная скорость суммарного течения в районе мыса Крильон составляет 2.6–2.7 м/с [10]. Небольшая по размерам зона подъема вод расположена в северной части залива. Как оказалось, циркуляция вод не является постоянной и в большой степени подчинена преобладающей в этот период розе ветров. Общее направление циркуляции

вод в заливе в апреле–июне играет основную роль при переносе личинок камчатского краба.

По данным исследований середины XX в., в зал. Анива твердые грунты расположены вдоль всей береговой линии [11]. Песчаные осадки распределены в виде полосы шириной 4–10 км, причем у западного побережья залива ее ширина возрастает, достигая в районе скалы Камень Опасности 20 км. Вся центральная часть залива заполнена илистыми осадками, что делает ее непригодной для обитания камчатского краба. Небольшие выходы коренных пород и гравия отмечены вдоль всего западного побережья залива [11].

Бентосные организмы распределены в строгом соответствии с типами грунтов как по биомассе, так и по видовому составу. Исследователями [11] в пределах залива выделено 4 сообщества: 1) морские звезды, крупные брюхоногие моллюски; 2) горгоноцефала, крупные брюхоногие моллюски и краб-стригун; 3) леда (*Nuculana pernula*) и йольдии; 4) группировка леды (*Nuculana pernula*). Названия группировок авторы дали не только по доминирующим видам, но и по индикаторным.

Сообщество, индицируемое морскими звездами и крупными брюхоногими моллюсками, распространено на песчаных грунтах мелководий (25–60 м) вдоль западного, северного и восточного берегов залива с разрывом в бухте Лососей. Показателями сообщества являются морские звезды *Asterias amurensis*, *Solaster pacificus*, *Crossaster papposus* и брюхоногие моллюски *Neptunea excelsior*, *Buccinum bayani*, *B. verkrüzeni*. Биомасса бентоса в данном сообществе достигает 688 г/м² при средней 269 г/м². Основную долю биомассы формируют моллюски (53 %) и многощетинковые черви (33 %).

Сообщество, определяемое по офиурегоргоноцефалу (*Gorgonocephalus caryi*), крупным брюхоногим моллюскам (*Buccinum bayani*, *Argobuccinum oregonensis*, *Neptunea excelsior*, *N. eulimata*) и крабу-стригуну (*Chionoecetes opilio*), характерно для илистых песков и илов в пределах изобат более 50 м и также включивается узкой полосой в бухту Лососей. Биомасса тралового бентоса в данном сообществе достигает 264 г/м² при средней 170 г/м². Основную биомассу составляют полихеты (43 %).

Сообщество с превалярованием двустворчатых моллюсков *N. pernula* и *Yoldia sp.* локализовано в южной центральной части залива и на выходе из него на глубинах свыше 60 м на илах и жидких илах. Сообщество характеризуется обилием полихет, офиур и двустворчатых моллюсков, включая такие виды, как *Lyocima fluctuosa*, *Mascota calcarea* и др. Биомасса тралово-драгировочного бентоса достигает 869 г/м² при средней 424 г/м². Основную долю биомассы формируют моллюски (64 %).

Оправданность выделения группировки леды (*Niculana pernula*) в качестве обособленного сообщества, как показал В.А. Скалкин [12], не подтвердилась более поздними съемками.

По данным исследований 1980 г., средняя биомасса бентоса в зал. Анива была значительно ниже, чем у юго-восточного и западного побережий Сахалина. Наибольшая биомасса (223 и 282 г/м²) отмечена в северо-западной (глубина 15–30 м) и юго-восточной (глубина ≥ 90 м) частях залива¹.

Межгодовое распределение скоплений камчатского краба в зал. Анива

В доступный исследованию период (1974–2021 гг.) промысловые скопления камчатского краба были отмечены исключительно вдоль береговой линии залива, за пределами его центральной котловины. Скопления располагались дискретно, в основном отдельно в восточной и западной частях залива. Менее часто они наблюдались в его северной части, в районе, связывающем запад и восток залива и выполняющем роль транзитного (рис. 1). В этом районе отсутствуют постоянные скопления самок и молоди камчатского краба, но, судя по обнаружению здесь промысловых особей, он вполне может играть роль миграционного пути, связывающего западную и восточную части залива.

В расположении скоплений в заливе не прослеживается однозначной зависимости от сезона (рис. 2). Скопления обнаруживались круглый год во всех частях залива вдоль береговой линии.

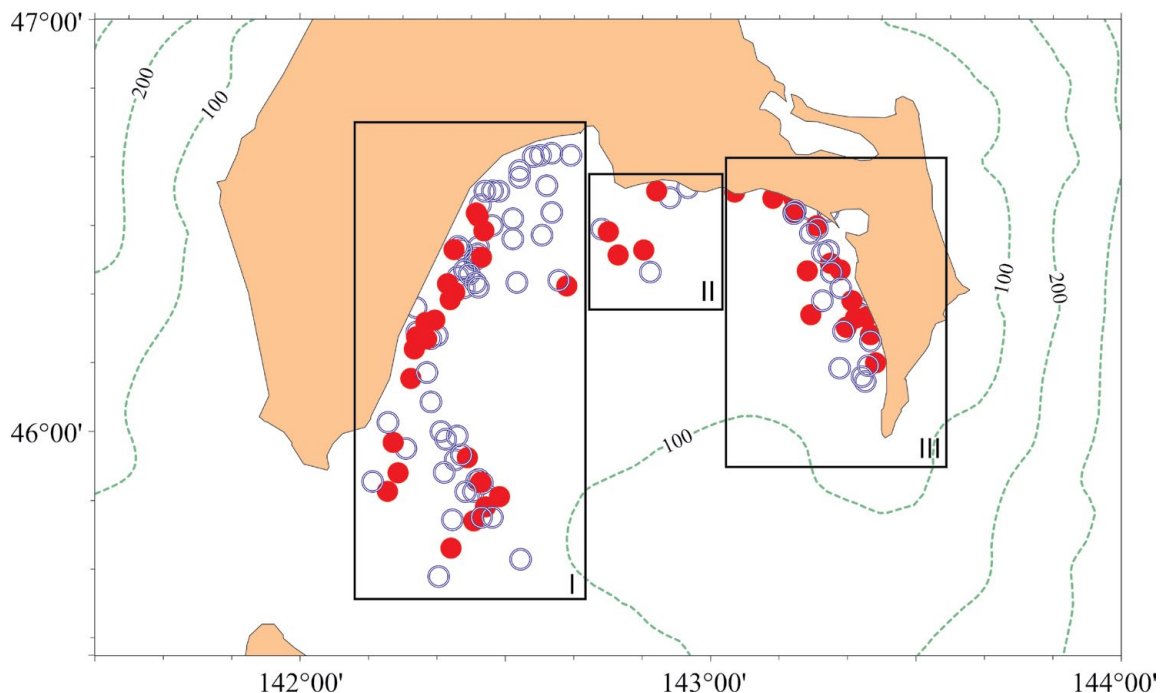


Рис. 1. Освоение акватории зал. Анива промысловыми скоплениями камчатского краба (по данным 1974–2021 гг.). Прозрачными кружками обозначены уловы со значением перцентиля >90, залитыми – уловы со значением перцентиля 75–90. Районы залива: I – западный, II – северный, III – восточный.

Fig. 1. Development of the water area of Aniva Bay by commercial clusters of the Red King Crab (as of 1974–2021). The transparent circles represent the catches with a percentile value > 90, and the filled circles represent the catches with a percentile value 75–90. Areas of the bay: I – western, II – northern, III – eastern.

¹ *Распределение и калорийность бентоса в заливе Анива: отчет о НИР.* Исп. А.В. Алехнович, С.Л. Королев; рук. к.б.н. В.Д. Табунков; СакХТИНРО. Южно-Сахалинск, 1980. 30 с. Инв. № 4734. [Benthos distribution and calorific in Aniva Bay: report on research work. Investigators A.V. Alekhovich, S.L. Korolev; headed by Cand. Sci. (Biol.) V.D. Tabunkov; SakhTINRO. Yuzhno-Sakhalinsk, 1980. 30 p. Inv. No. 4734]

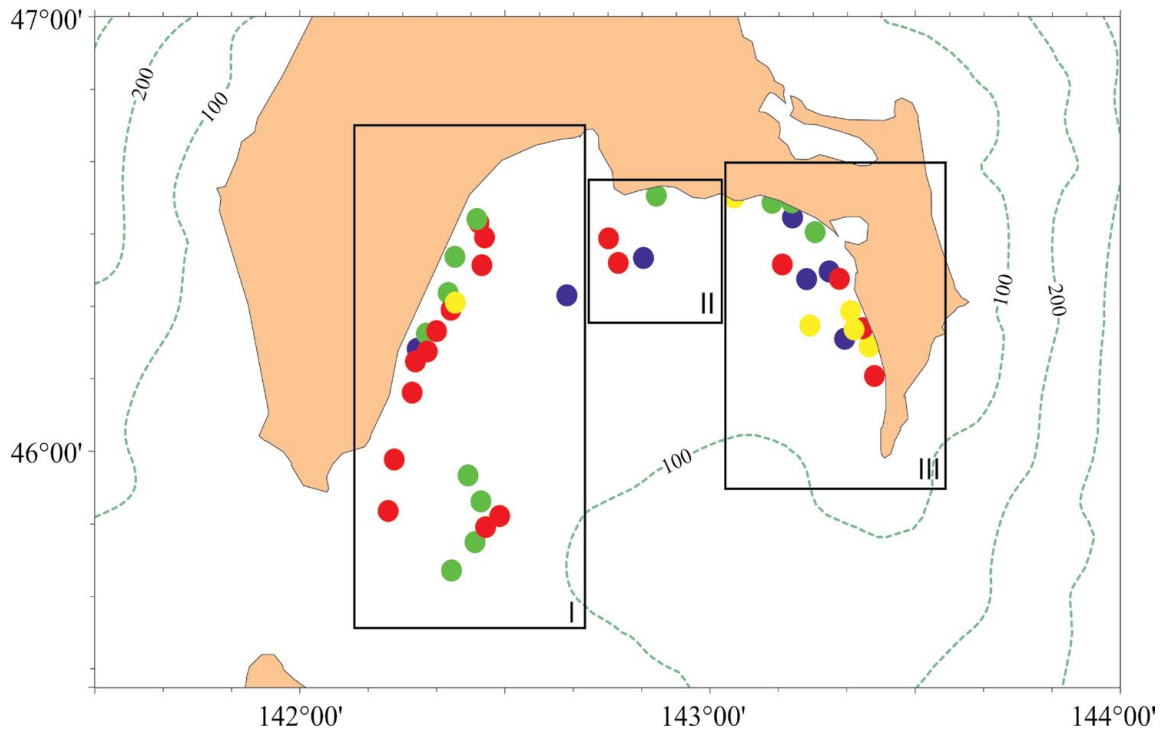


Рис. 2. Межгодовое распределение промысловых скоплений камчатского краба максимальной плотности в зал. Анива по календарным сезонам. Синие кружки – зима, зеленые – весна, красные – лето, желтые – осень. Районы залива: I – западный, II – северный, III – восточный.

Fig. 2. Interannual distribution of commercial clusters of the Red King Crab of maximum density in Aniva Bay by calendar seasons. Blue circles – winter, green – spring, red – summer, yellow – autumn. Areas of the bay: I – western, II – northern, III – eastern.

Центры скоплений в большинстве своем не совпадали, но их приуроченность к каждой из трех частей залива очевидна. Возможно, различия в распределении центров внутри каждой из частей связаны с тем, что в каждый отдельный сезон скопления приурочены к разным глубинам. Это в небольшом диапазоне меняет расположение центра скопления, не изменяя общую картину распределения промысловых особей в заливе.

Таким образом, на наш взгляд, локализация скоплений промысловых особей камчатского краба в той или иной части залива не носит сезонного характера. Скопления в любой из сезонов обнаруживались как на западе, так и на востоке залива. Поэтому поселения на западе и востоке, по нашему мнению, не являются частями единой функциональной структуры популяции камчатского краба в заливе. Единственное исключение – это отсутствие обнаружения скоплений осенью в северном районе, что свидетельствует о непостоянном нахождении здесь краба и подчеркивает характер этого района как транзитной зоны.

Анализируя динамику распределения промысловых скоплений краба по годам, можно условно выделить три основных периода по наличию/отсутствию скоплений в той или иной части залива и влиянию на них промысла (табл. 2).

Первый, с 1974 по 1987 г., характеризуется наличием плотных скоплений преимущественно в восточной части залива (рис. 3 А). В западной части скопления присутствовали, но их плотность была на уровень ниже, чем на востоке. Максимальные уловы с западной стороны отмечались крайне редко, как исключение. В целом в эти годы камчатский краб наиболее полно осваивал прибрежную акваторию залива, включая северный транзитный участок. На этом участке в данный временной отрезок промысловые скопления отмечались гораздо чаще, чем в последующие годы. Промысел в этот период в зал. Анива практически отсутствовал или был крайне незначителен по сравнению с последующим периодом.

Таблица 2. Схема локализации скоплений промысловых особей камчатского краба в районах зал. Анива в годы съемок

Table 2. Scheme of localization of the clusters of commercial individuals of the Red King Crab in the areas of Aniva Bay during survey years

Год	Район		
	I	II	III
1974			
1979			
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1991			
1992			
1993			
1994			
1998			
2001			
2004			
2012			
2013			
2019			
2021			

a	b	c
---	---	---

Примечание. Районы залива: I – западный, II – северный, III – восточный. (a) уловы со значением перцентиля <75, (b) скопления средней плотности (значение перцентиля 75–90), (c) скопления с максимальной плотностью (значение перцентиля >90).

Note. Areas of the bay: I – western, II – northern, III – eastern. (a) catches with a percentile value < 75, (b) clusters of mean density (percentile value is 75–90), (c) clusters of maximum density (percentile value > 90).

С 1988 до 2001 г. промысловые скопления камчатского краба обнаруживались, как и ранее, и в восточной и в западной частях залива, но образование с западной стороны скоплений с максимальной плотностью стало обычным явлением (рис. 3 В), в то время как ранее они встречались лишь изредка. Распространение максимальных скоплений камчатского краба в западную часть залива, где в предыдущий период они были крайне редки, позволяет сде-

лать предположение о дальнейшем развитии там самодостаточных поселений. Однако на рассматриваемый период пришлось наиболее интенсивное и практически бесконтрольное освоение ресурсов крабов, приведшее к их полному истощению и запрету промысла. Поэтому относительное повышение ранга скоплений в западной части залива вполне могло быть результатом не развития западного поселения, а прореживающего влияния промысла на скопления в его восточной части. Второе предположение представляется более обоснованным, если учесть, что у камчатского краба есть сложности с воспроизводством в западной части залива, на которых мы остановимся ниже. Кроме того, в этой части залива обитает крупная популяция четырехугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii*), потребляющая те же ресурсы и являющаяся территориальным и трофическим конкурентом камчатскому крабу.

Влияние промысла, уравнившее в первой половине этого периода плотности поселений камчатского краба в обеих частях залива, к 2001 г. привело к исчезновению промысловых особей в западной части залива. Это связано с почти полным истреблением промысловой части популяции камчатского краба к этому времени [1]. Факт, что промысловые особи в западной части залива были практически полностью уничтожены, объясняется пристальным интересом браконьеров к этой части залива из-за возможности вести параллельно добычу камчатского краба при промысле четырехугольного волосатого. В условиях общей деградации запасов восточная часть залива с этой точки зрения не представляла такого выбора, поэтому здесь уловы исчезли в последнюю очередь, и на несколько лет (1998, 2001 гг.) участки с этими уловами получили статус основных скоплений. В 2004 г. при проведении учетной съемки в зал. Анива не было поймано ни одной промысловой особи камчатского краба, а личинки этого вида в акватории залива полностью отсутствовали [13]. То есть к началу 2000-х годов запас камчатского краба в зал. Анива был практически полностью истреблен, и последующее восстановление группировок западной и восточной частей залива началось с равных, близких к нулю позиций.

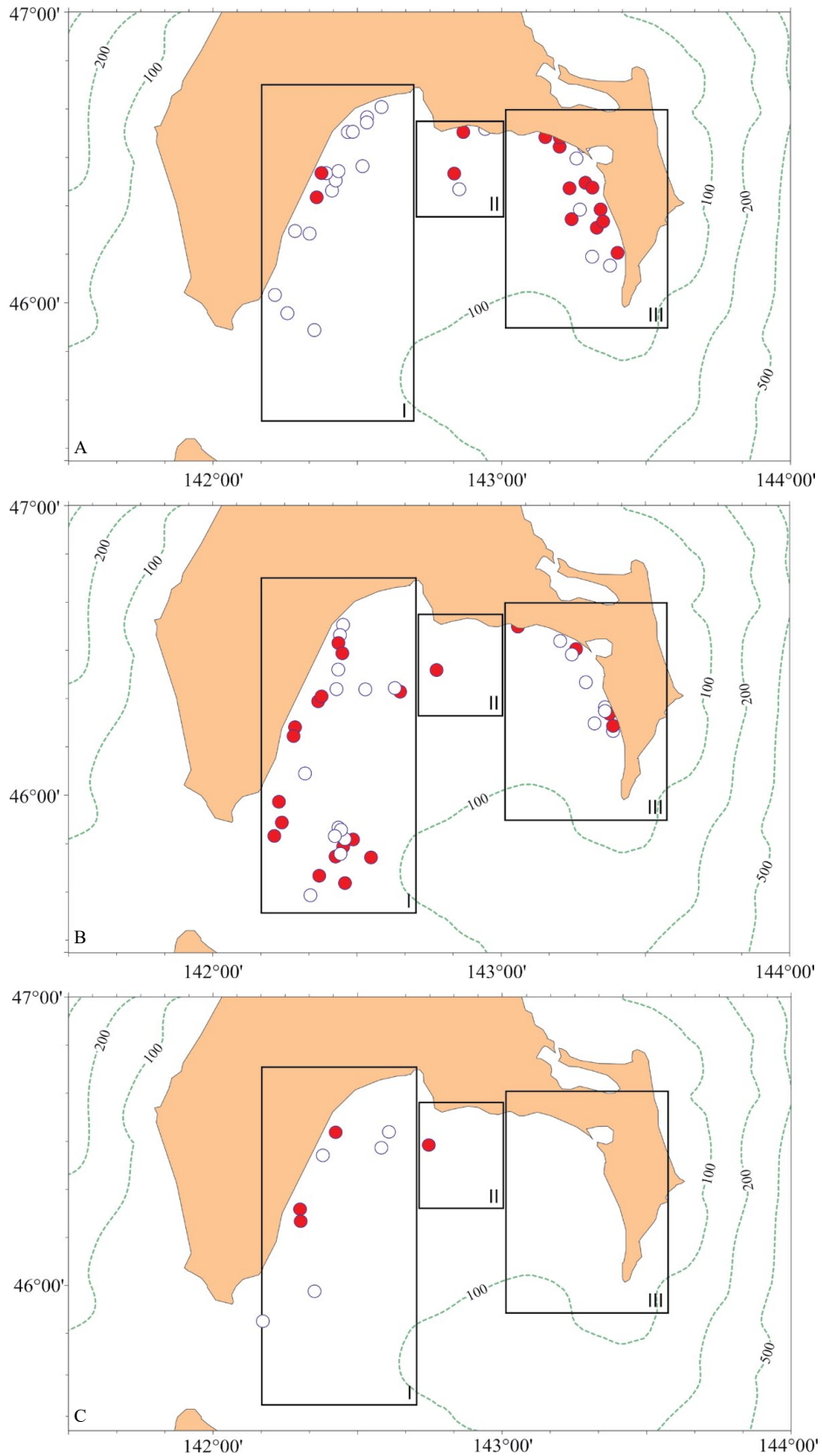


Рис. 3. Расположение основных промысловых скоплений камчатского краба в зал. Анива по периодам: А – 1974–1987 гг., В – 1988–2001 гг., С – 2012–2021 гг. Прозрачные кружки – уловы со значением перцентиля >90, залитые – со значением перцентиля 75–90.

Fig. 3. Location of the main commercial clusters of the Red King Crab in Aniva Bay by periods: А – 1974–1987; В – 1988–2001; С – 1988–2001. Transparent circles are the catches with a percentile value >90, filled ones – with a percentile value 75–90.

Последний период, период восстановления, охвачен имеющимися данными с 2012 г. и длится по настоящее время (рис. 3 С). Начало этого периода лежит где-то между 2005 и 2011 гг., но точнее определить его начало невозможно ввиду отсутствия данных в эти годы. Для этого периода характерно расположение скоплений краба исключительно в западной части залива, а с восточной стороны отмечено его полное отсутствие. Причем по прошествии 16 лет с того года (2003), когда промысел камчатского краба в зал. Анива был прекращен по причине почти полного уничтожения объекта, биомасса промыслового стада достигла 1019 т². И хотя увеличение биомассы произошло исключительно в западной части залива, при отсутствии даже штучных уловов в его восточной части, можно уверенно говорить о появлении тенденции к восстановлению популяции и ее жизнеспособности.

Особенности функциональной структуры поселений камчатского краба в зал. Анива

Известно, что возможность воспроизводства, а значит, восстановления популяции зависит от устойчивости функциональной структуры. Следует отметить, что функциональная структура популяции камчатского краба в зал. Анива не была исследована в полной мере. Даже в монографии А.К. Клитина [1], которая содержит наибольший объем информации по камчатскому крабу зал. Анива, остаются «белые пятна», т.е. недоказанные и необъяснимые представленными фактами моменты.

В частности, при рассмотрении результатов 1976 г. по распределению личинок камчатского краба в зал. Анива отмечено, что личинки стадий зоеа от I до III на протяжении всего периода развития располагались на небольшом расстоянии друг от друга в пределах бухты Лососей, а личинки стадии зоеа IV обнаружены довольно далеко на восток (рис. 4). А.К. Клитин [1] полагает, что дрейф личинок камчатского краба в юго-восточном направле-

нии вполне вероятен. Это означает, что личинки, по его мнению, принадлежат к одному пулу, т.е. общему месту выклева. Однако никаких подтверждающих это данных не предоставлено. Клитин делает ссылку на работы В.М. Пищальника [8], В.М. Пищальника и В.С. Архипкина [9], где указывается на существование у побережья зал. Анива антициклонического круговорота вод. При этом он акцентирует внимание на том, что скорости течения в северо-западной мелководной части залива, где происходит выход личинок камчатского краба в планктон, минимальны, тем самым фактически опровергая высказанный им же тезис о дрейфе личинок в восточную часть залива.

Действительно, в северной части антициклонического вихря скорость движения вод весной и осенью составляет всего 3–5 см/с [10], что никак не способствует транспорту личинок на большие расстояния за незначительный временной период. Более того, в восточной части залива скорость вод возрастает, в отдельных случаях до 26–38 см/с, но направление переноса вод меняется на северо-западное [5, 6], т.е. навстречу предполагаемому дрейфу. На поверхности структура течений определяется в основном полем ветра, сила и вектор направленности которого не имеют постоянных значений. Межгодовая устойчивость таких течений вызывает сомнения. Это не позволяет быть уверенным, что ежегодно перемещение личинок осуществляется исключительно в одни и те же районы.

Таким образом, представляется, что личинки стадий зоеа от I до III, обнаруженные в кутовой части бухты Лососей, и личинки стадий зоеа III–IV из восточной части зал. Анива принадлежат к разным личиночным пулам. Мы полагаем, они выпущены самками из разных стад, располагавшихся в западной и восточной частях залива. Кроме того, отсутствие устойчивых течений в заливе не гарантирует сноса личиночного пула на локальные участки с благоприятными условиями для подращивания молоди.

² Исследования распределения, численности, качества и воспроизводства водных биологических ресурсов, а также среды их обитания и разработки прогноза изменений указанных параметров под воздействием природных и антропогенных факторов по теме: «Особенности многолетнего распределения промыслового стада камчатского краба в заливе Анива»: отчет о НИР. 2022. Отв. исполнитель С.А. Низяев; исп. А.В. Лученков; СахНИРО. Южно-Сахалинск, 35 л. Инв. № 13288 н/а. [Studies on the distribution, abundance and reproduction of aquatic bioresources, as well as their habitat and the development of a forecast of changes in the specified parameters under the influence of natural and anthropogenic factors on the topic: «Features of interannual distribution of the harvestable stock of the Red King Crab in Aniva Bay»: Report on research work. 2022. Responsible investigator S.A. Nizyaev; executor A.V. Luchenkov; SakhNIRO. Yuzhno-Sakhalinsk, 35 sheets. Inv. No. 13288 н/а.]

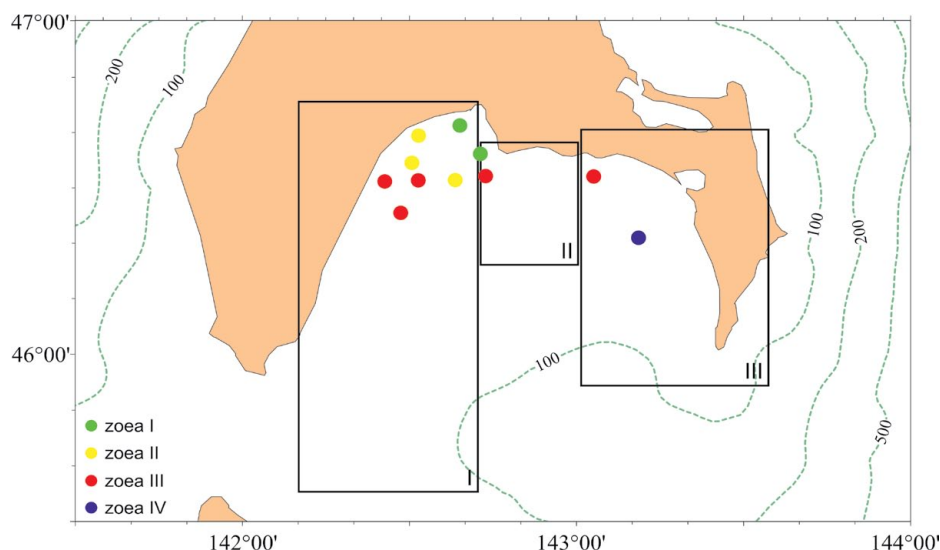


Рис. 4. Распределение личинок камчатского краба в зал. Анива (22 апреля – 1 июня 1976 г.) [1].
Fig. 4. Distribution of larvae of the Red King Crab in Aniva Bay (April 22 – June 1, 1976) [1].

Еще одним фактом, подтверждающим предположение о разном происхождении личинок бухты Лососей (стадии зоеа I–III) и личинок из восточной части зал. Анива (стадии зоеа III–IV), является расположение мест поимки немигрирующей молоди (особи с размером каракаса не более 5 см) за довольно продолжительный период с 1987 по 1998 г. (рис. 5). Мы видим, что в заливе обнаружено два вытянутых вдоль береговой линии поля молоди, которые имеют разрыв по траверзу бухты Лососей. Чем отличался этот участок от остальной части прибрежной полосы, где наблюдались уловы молоди? Только отсутствием бентосных сообществ, характерных для твердых грунтов, что является следствием сильного заиления этого участка. Такие условия критически влияют как на выживание оседающих глаукотоз, так и на развитие мальков в первые два года жизни, потому что для этих стадий требуются сложноструктурированные субстраты с обилием гидроидов, мшанок и других сидячих фильтраторов [14]. Поскольку наблюдаются два обособленных поля подрастания молоди и нет условий для стационарного обмена личинками между этими полями, то можно предполагать, что в этих частях залива обитают структурно разобценные части возможно единой популяции. Нет сомнения в том, что между этими структурами возможен обмен взрослыми особями. Как мы уже показывали, в северном транзитном районе скопления краба периодически обнаруживаются. Причем в есте-

ственном состоянии запаса, когда отсутствуют критический промысел и его последствия, этот район осваивается крабом значительно чаще (табл. 2; рис. 3), т.е. это может служить индикатором благополучия популяции. Наличие такой возможности не дает оснований считать поселения в восточной и западной частях залива отдельными популяциями, но позволяет усомниться в необходимости существования любой из частей как условия для функционирования другой. Иными словами, при элиминации любой из этих структур вторая сможет развиваться самостоятельно.

Возможные причины трансформации поселений камчатского краба в зал. Анива и условия их существования

Фактически полное уничтожение камчатского краба в зал. Анива к началу 2000-х годов предопределило крайне низкую результативность траловых учетных работ по этому виду почти на два десятилетия. Краб обнаруживался в сравнительно небольших количествах вплоть до 2019 г., когда в западной части залива был отмечен ультравысокий улов молоди и взрослых особей. Краб был обнаружен на 6 станциях в западной части залива: на одной станции максимальный улов достигал 285 шт. за 17 мин траления, на 5 остальных – штучно. Таким образом, по истечении 16 лет после запрета промысла мы наблюдаем вполне очевидный признак восстановления западной части попу-

ляции – наличие здесь молоди камчатского краба, в то время как в восточной части краба не обнаружено даже в штучных количествах.

Для того чтобы попытаться объяснить такое положение дел, прежде всего стоит обратить внимание на процессы, которые имели место в пределах этой акватории и могли оказывать влияние на изменение среды. Пожалуй, наиболее ощутимым для условий обитания гидробионтов в зал. Анива был массивированный

сброс грунта в 2003–2006 гг. при строительстве завода по производству сжиженного природного газа (СПГ). Грунт сбрасывался преимущественно на полигоне с глубиной 63 м в координатах 46°24'–46°25' с.ш., 142°55' в.д. а также в значительно меньшем объеме на несанкционированном полигоне на глубине 10 м в координатах 142°42'00" с.ш. и 46°41'05" в.д. рядом с районом работ³ (рис. 6). В общей сложности было сброшено более 1.5 млн м³ грунта [15, 16].

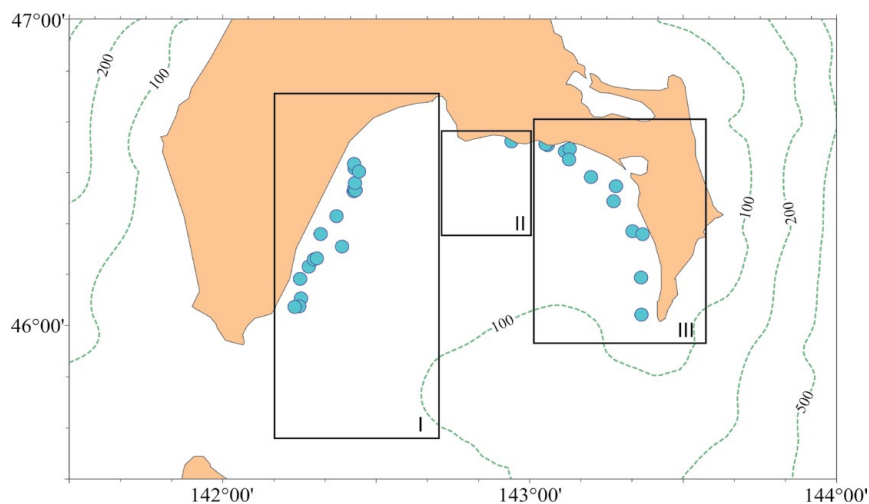


Рис. 5. Места встречаемости немигрирующей молоди (менее 5 см по ширине карапакса) камчатского краба в зал. Анива (по данным 1987–1998 гг.) (по [1]).

Fig. 5. Places of occurrence of non-migratory juvenile (less than 5 cm in width of carapace) of the Red King Crab in Aniva Bay (as of 1987–1998) (by [1]).

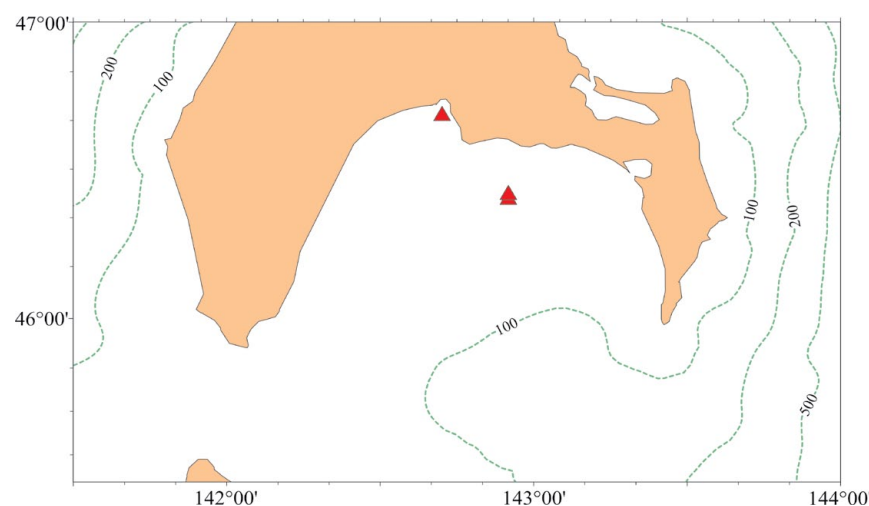


Рис. 6. Места дампинга грунта в 2003–2006 гг. при строительстве завода СПГ.

Fig. 6. Soil dumping sites in 2003–2006 when building the LNG plant.

³ Современное состояние условий среды и кормовой базы зал. Анива: отчет о НИР (промежуточный). 2015. Исп. Е.М. Латковская, В.С. Лабай, О.В. Кусайло, Ж.Р. Цхай, Т.Г. Коренева, Ю.Н. Полтев, Т.А. Могильникова, Д.С. Заварзин, Д.Р. Файзулин, В.Н. Частиков; рук. к.б.н. С.А. Низяев; СахНИРО. Южно-Сахалинск, 199 с. Инв. № 11960. [Current state of the environment and food supply of Aniva Bay: report on research work (interim). 2015. Investigators: E.M. Latkovskaya, V.S. Labay, O.V. O.V. Kusaylo, Zh.R. Tskhai, T.G. Koreneva, Yu.N. Poltev, T.A. Mogil'nikova, D.S. Zavarzin, D.R. Faizulin, V.N. Chastikov; headed by S.A. Nizyaev; SakhNIRO. Yuzhno-Sakhalinsk, 199 p. Inv. No. 11960.]

Сбрасываемый грунт представлен преимущественно разрушаемыми алевролитами. Одной из важных его характеристик, с точки зрения оценки воздействия на водные биоресурсы и среду обитания, является способность к разрушению до пелитоморфных частиц. Если объемы такого грунта велики, а место сброса подвержено влиянию активного движения вод, то сброшенные и образовавшиеся со временем тонкодисперсные донные осадки распространяются по рельефу дна, засыпая выходы крупных обломочных пород. В результате происходит изменение среды обитания, заиление донного грунта, вызывающее тотальную смену видового состава бентоса, сокращение ориентированных на твердые грунты биоценозов и расширение биоценозов, обитающих на илистых грунтах.

Естественный процесс заиления грунтов морского дна наблюдается повсеместно. Этот процесс существенно растянут во времени и в обыденном течении определяется естественным образованием (накоплением) илов, а не спонтанным их перемещением с одного участка на другой. В силу отсутствия резкого продвижения илов смена биоценозов, где идет такое замещение, имеет такой же постепенный характер.

Но трансформация грунтов в зал. Анива, по исследованиям 2005–2013 гг.⁴, имела характер резкого изменения, произошедшего за крайне малый срок, не более 10 лет. Если в 2005 г. сброшенный грунт локально располагался на участках дампинга, то к 2013 г. экспансия илов на 20 % расширила площадь их распространения в заливе⁵. По данным этих исследований, продукты разрушения алевролитов практически полностью заместили в прибрежной зоне не только жесткие грунты в виде гальки и крупных обломочных пород (рис. 7), но и существенно сократили пояс песчаных грунтов (рис. 8). Особенно заметно

это в восточной части залива, где доля псефитов и псаммитов стала крайне низка, зато пелиты распространились максимально широко (рис. 9). Так, в 2005 г. донные грунты восточного участка были представлены относительно равными долями псефитов (32.9 %), псаммитов (37.31) и алеврито-пелитов (29.8 %). В 2013 г. в структуре грунтов фиксируются серьезные изменения. На фоне стабильного содержания псаммитов (увеличение до 38.63 %), практически полностью исчезают псефиты (0.38 %) и значительно возрастает содержание алеврито-пелитов (до 61.0 %)⁶.

Вместе с продвижением илов в сторону береговой линии отмечено смещение в том же направлении границ ареала *Nuculana pernula* [17]. Так, в районе дампинга за год произошло резкое увеличение биомассы нукуляны более чем в 35 раз [18]. Этот вид можно считать индикатором заиления водоемов, и резкое расширение его ареала в зал. Анива после дампинга грунта подтверждает, что именно это воздействие повлекло за собой все последующие изменения донных осадков и биоты. Возможно, сброшенный грунт вполне подошел в качестве субстрата для нукуляны и с распространением этого илистого субстрата к берегу произошло то резкое расширение ее ареала, которое описывается в статье [17]. Спонтанность, неестественность расширения ареала нукуляны демонстрируется его мозаичным дроблением с резким увеличением биомассы на границах ареала при ее снижении на местах традиционных скоплений. Такое перераспределение характеризуется приближением среднего значения биомассы к ее максимальным значениям. Это в полной мере объясняется поведением популяции в условиях резкого расширения жизненного пространства, когда темпы миграции особей популяции значительно превосходят возможные темпы увеличения ее численности.

⁴ Оценка содержания загрязняющих веществ в донных осадках: Отчет о научно-исследовательской работе по оценке экологического состояния зал. Анива в 2005 г. 2007. Исп. Е.М. Латковская, И.А. Митракович, Т.Г. Коренева; рук. к.б.н. В.И. Радченко; СахНИРО. Южно-Сахалинск, 67 с. Инв. № 10368; Современное состояние условий среды и кормовой базы зал. Анива: отчет о НИР... 2015. [Estimation of pollutant content in bottom sediments: Report on research work on the estimation of the ecological state of Aniva Bay in 2005. 2007. Investigators: E.M. Latkovskaya, I.A. Mitrakovich, T.G. Koreneva; headed by Cand. Sci. (Biol.) V.I. Radchenko; SakhNIRO. Yuzhno-Sakhalinsk, 67 p. Inv. No. 10368; Current state of the environment and food supply of Aniva Bay: report on research work (interim). 2015.]

⁵ См. указанные отчеты о НИР 2007 и 2015 гг. [See specified reports on research work of 2007 and 2015.]

⁶ Современное состояние условий среды и кормовой базы зал. Анива: отчет о НИР... 2015. [Current state of the environment and food supply of Aniva Bay: report on research work (interim). 2015.]

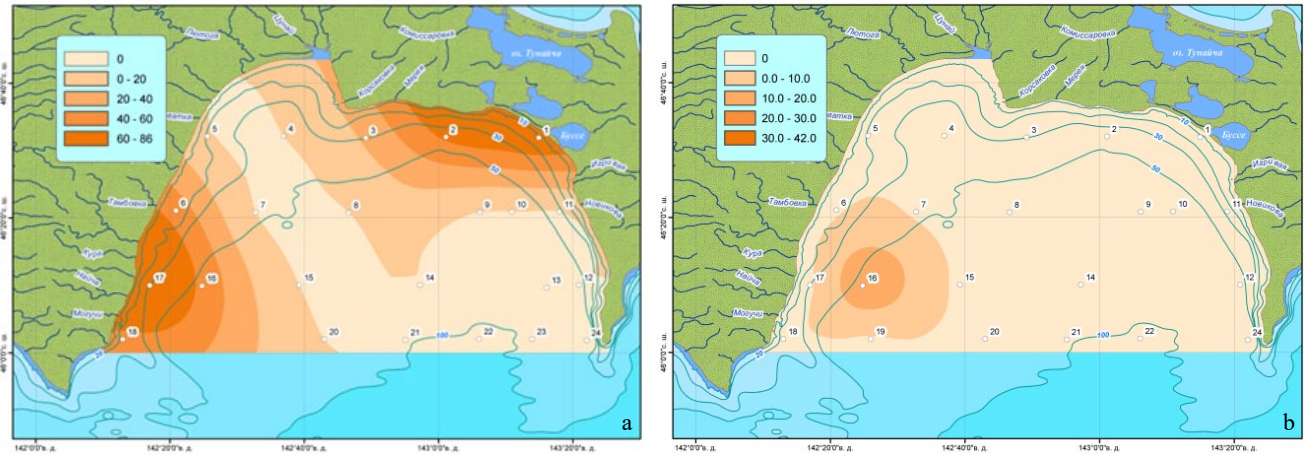


Рис. 7. Распределение (%) псефитов в донных отложениях зал. Анива в 2005 (а) и 2013 (б) гг. Здесь и на рис. 8, 9 данные из указанного выше отчета СахНИРО «Современное состояние условий среды и кормовой базы зал. Анива», 2015 г. Цифры в кружках – номера станций отбора донных отложений.

Fig. 7. Distribution (%) of psephytes in the bottom sediments in Aniva Bay in 2005 (a) and 2013 (b). Here and in Fig. 8, 9 the data are from the above report of SakhNIRO «The current state of the environment and food supply in Aniva Bay», 2015. Numbers in circles are numbers of sediment sampling stations.

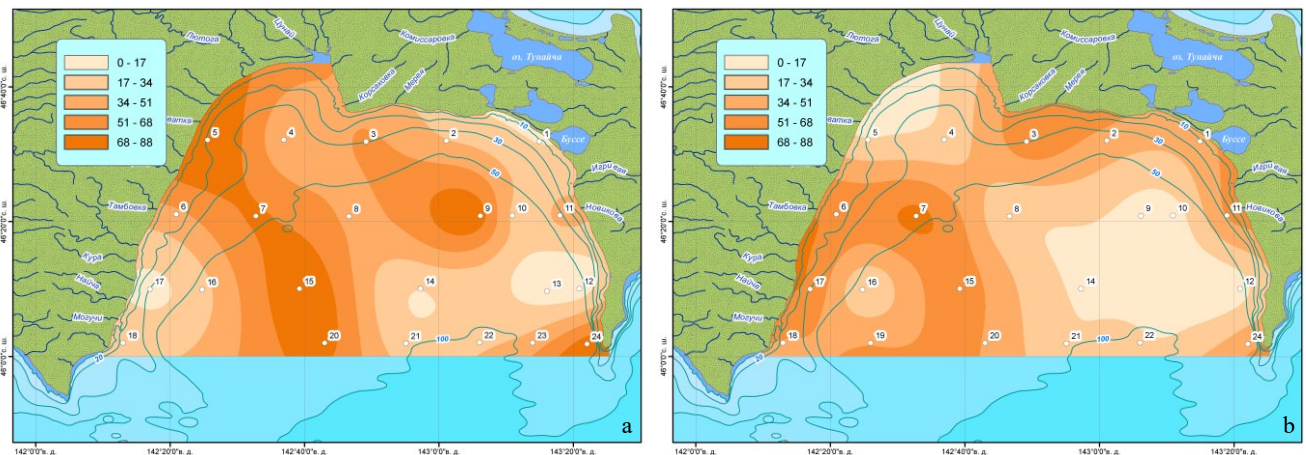


Рис. 8. Распределение (%) псаммитов в донных отложениях зал. Анива в 2005 (а) и 2013 (б) гг.

Fig. 8. Distribution (%) of psammytes in the bottom sediments in Aniva Bay in 2005 (a) and 2013 (b).

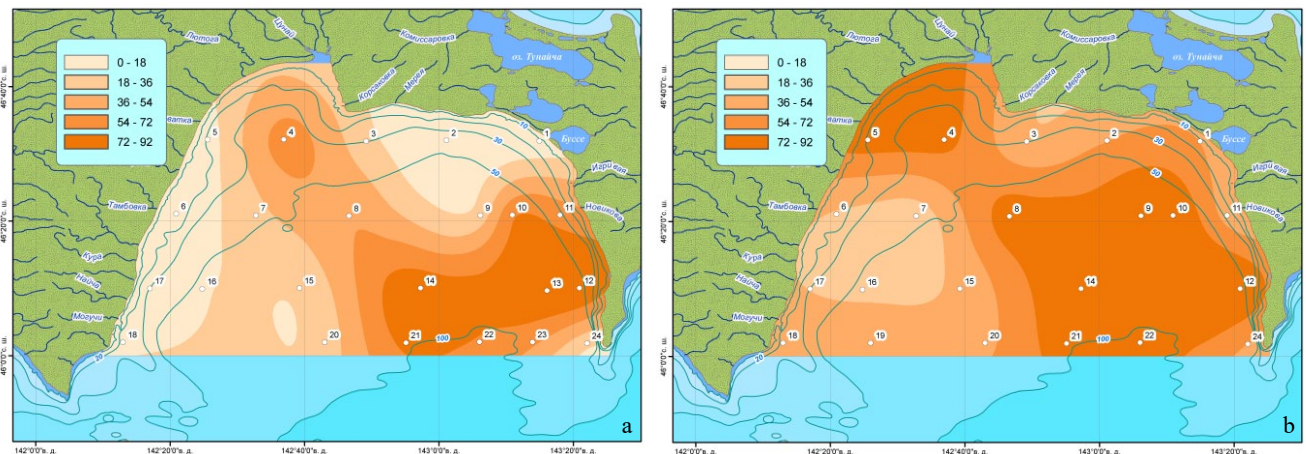


Рис. 9. Распределение (%) алевроито-пелитов в донных отложениях зал. Анива в 2005 (а) и 2013 (б) гг.

Fig. 9. Distribution (%) of silty pelites in the bottom sediments in Aniva Bay in 2005 (a) and 2013 (b).

Произошедшее замещение жестких грунтов пелитами коренным образом видоизменило местные биотопы, сделав невозможным существование видов, жизненный цикл которых частично или полностью связан с сообществами обрастателей. Камчатский краб как раз является таким видом, часть жизненного цикла которого критическим образом зависит от развития сессильного бентоса [2]. Отсутствие таких биотопов делает невозможным воспроизводство популяции камчатского краба в восточной части залива, но не препятствует проникновению туда взрослых особей из западной части.

Другим значимым фактором, определяющим современное существование камчатского краба в зал. Анива, является состояние кормового бентоса, которое тесно связано с происходящей в заливе трансформацией грунтов. Падение биомассы кормового бентоса в заливе в целом происходило и ранее, до дампинга, на протяжении длительного периода: с 200 г/м² в 1949 г. до 74 г/м² в 1980 г.⁷, что делает этот процесс в целом присущим данному водоему и подчеркивает естественность его характера. Причем считается, что эта тенденция продолжалась и после 1980 г., поскольку в 2005 г. этот показатель достиг 38 г/м², т.е. уменьшился почти в 2 раза⁸.

Однако аналогичных данных по состоянию кормовой биомассы непосредственно перед дампингом нет, поэтому утверждение об исключительно естественных причинах падения биомассы не может рассматриваться как единственно верная версия. Вполне вероятно, что до 2003 г., до дампинга, средняя величина кормовой биомассы если и отличалась от таковой в 1980 г., то не так кардинально, как в 2005 г. И важно, что после 2005 г. в зал. Анива наблюдалось не дальнейшее падение биомассы кормового бентоса, аналогичное наблюдавшейся с 1949 г. тенденции, а, напротив, восстановление (до 47 г/м² по состоянию на 2013 г.)⁹. Поэтому наиболее вероятно, что провал до столь низкого значения в 2005 г. вызван последствиями какого-то масштабного воздей-

ствия, а затем началось закономерное восстановление биомассы до уровня текущей нормы. Других масштабных воздействий на природную среду залива, кроме дампинга грунта, не отмечено.

Таким образом, мы полагаем, что причиной, повлекшей изменения в биомассе кормового бентоса, является именно дампинг грунта, вектор воздействия которого совпадает с направлением распространения илов, от моря к берегу. Замещение жестких грунтов пелитами, безусловно, должно привести к тотальной смене биоценозов. Перифитон и сопутствующие ему организмы в условиях резкого поглощения илами отмирают, демонстрируя резкий спад биомассы кормового бентоса, а на их месте закономерно развивается эндобентос, представленный преимущественно грунтоедом [18]. Эти процессы объясняют, почему с 2005 по 2013 г. обнаружился тренд на восстановление биомассы на фоне многолетней тенденции ее снижения.

Нам этот аспект интересен и с точки зрения обеспеченности пищей крабовых популяций. Во-первых, оба потребителя кормового бентоса твердых грунтов – камчатский и четырехугольный волосатый крабы – пока территориально ограничены западной частью залива [19] и вынуждены конкурировать, поскольку спектр их питания во многом совпадает [20, 21]. Увеличивающиеся запасы нукуляны и сопутствующие ей в этих биоценозах гидробионты для этих видов краба в основной массе недоступны. Во-вторых, неизвестно, что происходит с биомассой кормового бентоса на жестких грунтах, имеется ли там тенденция к росту или рост осуществляется только за счет восстановления сообществ на мягких грунтах. Если биомасса кормового бентоса на жестких грунтах уменьшилась в соответствии с сокращением площади распространения этих грунтов, то это дополнительно может быть причиной низких темпов восстановления популяции. Из положительных моментов такой ситуации можно указать на расширение благоприятных условий для популяции краба-стригуна опи-

⁷ Распределение и калорийность бентоса в заливе Анива: отчет о НИР. 1980. Исп. А.В. Алехнович, С.Л. Королев; рук. к.б.н. В.Д. Табунков; СакхТИНРО. Южно-Сахалинск, 30 с. Инв. № 4734 н/а. [Benthos distribution and calorific in Aniva Bay: report on research work. 1980. Investigators A.V. Alekhnovich, S.L. Korolev; headed by Cand. Sci. (Biol.) V.D. Tabunkov; SakhTINRO. Yuzhno-Sakhalinsk, 30 p. Inv. No.4734]

^{8,9} Современное состояние условий среды... отчет о НИР.. 2015. [Current state of the environment... report on research work... 2015.]

лио, что, возможно, будет способствовать для него увеличению емкости среды.

Таким образом, проблемы с кормовой базой могут являться одной из причин низкой восстановительной способности камчатского краба в зал. Анива.

Еще одной безусловно чувствительной особенностью биологии камчатского краба является привязка процесса оседания личиночного пула к имеющимся условиям в этом районе. Как видно на рис. 4, значительная часть личинок (вплоть до стадии зоеа III) концентрируется в кутовой части бухты Лососей, а их перенос на юг вдоль западного берега в оставшееся до завершения личиночного развития время довольно проблематичен. Дно кутовой части мелководной бухты Лососей сплошь покрыто илистыми отложениями, которые делают эту акваторию непригодной для оседания личинок и выживания молоди. Именно об этом свидетельствует отсутствие здесь случаев помки мальков камчатского краба (см. рис. 5), хотя на этом участке предположительно оседает значительная часть личиночного пула. Оседание личинок в этом районе и их последующая закономерная элиминация приводят к невозможной утрате части репродуктивных усилий здешней популяции, что отрицательно влияет на ее воспроизводство и, соответственно, замедляет восстановление.

Заключение

Исследования показали, что на протяжении большей части доступного для изучения периода, с 1974 вплоть до 2001 г., скопления промысловых самцов камчатского краба были широко представлены как в западной, так и в восточной частях зал. Анива. Прямой зависимости мест их обнаружения от сезона года не выявлено. Как в восточной, так и в западной частях залива до 2001 г. были отмечены характерные признаки наличия условий для воспроизводства краба, позволяющие поселениям обеих частей независимо друг от друга продуцировать пополнение. Это подтверждается распределением как личинок, так и мигрирующей молоди. С 2012 г. по настоящее время в восточной части залива отсутствуют даже единичные уловы камчатского краба. Предположительно, по причине значительно-го распространения алеврито-пелитов в связи

с дампингом грунта при строительстве завода СПГ в 2003–2006 гг. преимущественно в восточной части залива катастрофически сократились площади псефитов. Взаимосвязанное с этим процессом замещение биоценозов с широким развитием эпифауны биоценозами илистых грунтов привело к изменению среды обитания, она стала в восточной части залива неподходящей для воспроизводства камчатского краба.

Таким образом, на современном этапе мы наблюдаем трансформацию пространственной структуры популяции камчатского краба в зал. Анива, во многом, на наш взгляд, являющуюся следствием влияния на среду дампинга грунта, осуществленного в 2003–2006 гг. Произошедшие изменения среды ставят под сомнение пригодность условий для воспроизводства камчатского краба в восточной части залива, а следовательно, позволяют говорить о сокращении площади его обитания. Это подтверждается отсутствием здесь даже единичных траловых уловов камчатского краба в 2012–2021 гг., хотя ранее, до 1988 г., восточная часть популяции была основной, наиболее жизнеспособной формой его существования в зал. Анива: в конце 1930-х годов вылов достигал здесь 1370 т. Последнее десятилетие западная часть залива остается единственным местом обитания популяции данного вида краба. Но этот район в меньшей мере, чем восточный, подходит для камчатского краба. Здесь популяция сталкивается с различными естественными условиями, отрицательно влияющими на темпы воспроизводства. Произошедшая трансформация популяции камчатского краба зал. Анива носит долговременный характер, связана с ограничением жизненного пространства и ведет к значительному снижению предельного роста запаса относительно его исторической величины.

Имеющихся данных для окончательных выводов недостаточно. Требуются дальнейшие детальные исследования в этом направлении. Необходимо выполнение в современных условиях личиночной и мальковой съемки, а также траловой микросъемки, чтобы показать освоение популяцией западной части залива и количественно оценить проблемы, связанные с воспроизводством. В настоящее время отсутствует современная информация по составу и

расположению грунтов в зал. Анива, мы имеем очень слабое представление об изменениях, коснувшихся донных биоценозов и в целом состояния кормовой базы бентосоядных гидробионтов. Интересно было бы провести анализ на предмет выявления видов с судьбой, сходной с судьбой камчатского краба, чей биотоп был нарушен и которым в результате дампинга грунта нанесен существенный урон. Это довольно затратная, но чрезвычайно важная тема определения фактических результатов антропогенного воздействия на водоем и его обитателей. Кроме того, следует отметить, что к настоящему времени ситуация могла измениться и мог начаться процесс восстановления биотопов.

Дампинг можно рассматривать как своеобразный натурный эксперимент, который мы не смогли бы воспроизвести в лабораторных условиях. В настоящее время мы наблюдаем очередную фазу проявления его последствий, но мы обязаны воспользоваться предоставленной нам возможностью изучить все потенциальные последствия подобных явлений с точки зрения фундаментальной и прикладной науки.

Список литературы

1. Клитин А.К. **2003**. Камчатский краб у берегов Сахалина и Курильских островов: биология, распределение и функциональная структура ареала. М.: Национальные рыбные ресурсы, 252 с.
2. Feder H., McCumbu K., Paul A.J. **1980**. The food of postlarval king crab, *Paralithodes camtschatica*, in Kachemak Bay, Alaska. *Crustaceana*, 39(3): 315–318. <https://doi.org/10.1163/156854080x00788>
3. Истошин Ю.В. **1952**. Течения у берегов Южного Сахалина. *Труды Центрального института прогнозов*, Гидрометеиздат, 44: 140–165.
4. Леонов А.К. **1960**. Региональная океанография. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 765 с.
5. Будаева В.Д., Макаров В.Г., Мельникова И.Ю. **1980**. Диагностические расчеты стационарных течений в заливе Анива и проливе Лаперуза. *Труды ДВНИГМИ*, 87: 66–78.
6. Budaeva V.D., Makarov V.G. **1996**. Modeling of the typical water circulations in the La Perouse Strait and Aniva Gulf Region. *PICES Scientific Report*, 6: 17–20.
7. Будаева В.Д., Макаров В.Г. **2000**. Моделирование типовых циркуляций вод в заливе Анива и проливе Лаперуза. В кн.: *Гидрометеорологические особенности шельфовой зоны морей Тихого океана (Японское, Охотское, Южно-Китайское)*. СПб.: Гидрометеиздат, с. 24–28. (Труды ДВНИГМИ; 140).
8. Пищальник В.М. **1997**. Опыт создания компьютеризованного гидролого-гидрохимического атласа Сахалинского шельфа. В кн.: *Экология морей России. Комплексные исследования экосистемы Охотского моря*. М.: ВНИРО, с. 67–78.

9. Пищальник В.М., Архипкин В.С. **1999**. Сезонные вариации геострофической циркуляции вод в шельфовой зоне острова Сахалин. В кн.: *XI Всерос. конф. по промысловой океанологии*: тез. докл. Калининград; Москва: ВНИРО, с. 34–35.
10. Морошкин К.В. **1966**. *Водные массы Охотского моря*. М.: Наука, 68 с.
11. *Атлас океанографических основ рыбопоисковой карты Южного Сахалина и Южных Курильских островов*. Т. 1. **1955**. Л.: ЗИН АН СССР: ТИНРО, 89 с.
12. Скалкин В.А. **1970**. Характеристика некоторых группировок бентоса залива Анива (Охотское море). *Зоологический журнал*, 49(9): 1405–1408.
13. Абрамова Е.В., Клитин А.К. **2005**. Распределение личинок промысловых крабов в заливе Анива (Охотское море) весной 2004 г. *Труды СахНИРО*, 7: 59–70.
14. Борисов Р.Р., Паршин-Чудин А.В., Ковачева Н.П. **2012**. Роль освещенности и положения субстрата в процессе оседания глаукотэ камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Decapoda: Lithodidae). *Биология моря*, 38(5): 389–394.
15. *Дноуглубительные работы и размещение вынутаго грунта в заливе Анива*. Дополнение к ОВОС. **2005**. Сахалин Энерджи Инвестмент Компани ЛТД, 87 с. <http://www.sakhalinenergy.ru/media/user/libraryeng/jap/h12ru.pdf>
16. Афанасьев В.В. **2018**. Геоморфологические аспекты проблемы выбора участков для строительства заводов СПГ на побережье дальневосточных морей. *Проблемы региональной экологии*, 5: 128–133. doi:10.24411/1728-323X-2019-15128
17. Лабай В.С., Кочнев Ю.Р. **2008**. Долговременные изменения сообщества *Nuculana pernula* как индикатор глобальных изменений бентоса сублиторали нижнебореальной части Охотского моря. *Труды СахНИРО*, 10: 173–182.
18. Лабай В.С., Печенева Н.В. **2005**. Сезонная динамика обилия макробентоса сублиторали залива Анива. *Труды СахНИРО*, 7: 317–363.
19. Клитин А. К., Крутченко А.А. **2004**. Некоторые особенности сезонного распределения четырехугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii*) у западного побережья Сахалина. *Изв. ТИНРО*, 138: 242–257.
20. Клитин А.К., Тарвердиева М.И. **2006**. Питание камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* у западного побережья Сахалина (по материалам съемки в июле 1995 г.) *Труды СахНИРО*, 8: 192–215.
21. Тарвердиева М.И., Крутченко А.А. **2006**. Питание четырехугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii*) у западного побережья о. Сахалин. *Изв. ТИНРО*, 147: 148–156.

References

1. Klitin A.K. **2003**. [Red King Crab off the coast of Sakhalin and Kuril Islands: biology, distribution and functional structure of the range]. Moscow: Natsional'nye rybnye resursy, 252 p. (In Russ.).
2. Feder H., McCumbu K., Paul A.J. **1980**. The food of postlarval king crab, *Paralithodes camtschatica*, in Kachemak Bay, Alaska. *Crustaceana*, 39(3): 315–318. <https://doi.org/10.1163/156854080x00788>
3. Istoshin Yu.V. **1952**. [Currents off the coast of South Sakhalin]. *Trudy Tsentral'nogo instituta prognozov, Gidrometeoizdat*, 44: 140–165. (In Russ.).
4. Leonov A.K. **1960**. [Regional oceanography]. Ch. 1. Leningrad: Gidrometeoizdat, 765 p. (In Russ.).

5. Budaeva V.D., Makarov V.G., Mel'nikova I.Yu. **1980**. [Diagnostic calculations of stationary currents in Aniva Bay and La Pérouse Strait]. *Trudy DVNIGMI [Transactions of FERHR]*, 87: 66–78. (In Russ.).
6. Budaeva V.D., Makarov V.G. **1996**. Modeling of the typical water circulations in the La Perouse Strait and Aniva Gulf Region. *PICES Scientific Report*, 6: 17–20.
7. Budaeva V.D., Makarov V.G. **2000**. [Simulation of typical water circulations in Aniva Bay and La Pérouse Strait]. In: *Gidrometeorologicheskie osobennosti shel'fovoy zony morey Tikhogo okeana (Yaponskoe, Okhotskoe, Yuzhno-Kitayskoe)*. Saint Petersburg: Gidrometeoizdat, p. 24–28. (Trudy DVNIGMI; 140). (In Russ.).
8. Pishchal'nik V.M. **1997**. [Experience in creating hydrological and hydrochemical atlas of the Sakhalin shelf]. In: *Ecology of Russian seas. Complex studies of the Sea of Okhotsk ecosystem*. Moscow: VNIRO, p. 67–78. (In Russ.).
9. Pishchal'nik V.M., Arkhipkin V.S. **1999**. [Seasonal variations of geostrophic water circulation in the shelf zone of Sakhalin Island]. In: *XI Vserossiyskaya konferentsiya po promyslovoj okeanologii: tez. dokl.* Kaliningrad; Moscow: VNIRO, p. 34–35. (In Russ.).
10. Moroshkin K.V. **1966**. *Vodnye massy Okhotskogo morya [Water mass of the Sea of Okhotsk]*. Moscow: Nauka, 68 p. (In Russ.).
11. Atlas *okeanograficheskikh osnov rybopoiskovoy karty Yuzhnogo Sakhalina i Yuzhnykh Kuril'skikh ostrovov [Atlas of the oceanographical fundamentals for fish-searching map of South Sakhalin and South Kuril Islands]*. **1955**. Vol. 1. Leningrad: Zool. In-t AN SSSR: TINRO, 89 p. (In Russ.).
12. Skalkin V.A. **1970**. [Characteristics of some benthos communities in Aniva Bay (the Sea of Okhotsk)]. *Zoologicheskii zhurnal*, 49(9): 1405–1408. (In Russ.).
13. Abramova E.V., Klitin A.K. **2005**. Distribution of larvae of commercial crabs in Aniva Bay (Sea of Okhotsk) in spring 2004. *Transactions of the SakhNIRO*, 7: 59–70. (In Russ.).
14. Borisov R.R., Parshin-Chudin A.V., Kovacheva N.P. **2012**. The effects of illuminance and substrate location on the settlement of glaucothoe of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Decapoda: Lithodidae). *Russian J. of Marine Biology*, 38(5): 400–405.
15. *Dnoughlubitel'nye raboty i razmeshchenie vyunutogo grunta v zalive Aniva [Dredging operations and soil spreading in Aniva Bay]*. Dopolnenie k OVOS. **2005**. Sakhalin Enerdzhi Investment Kompani LTD, 87 p. (In Russ.). <http://www.sakhalinenergy.ru/media/user/libraryeng/jap/h12ru.pdf>
16. Afanas'ev V.V. **2018**. Geomorphological aspects of the issue of selecting sites for the construction of LNG plants along the coastlines of the Far Eastern seas. *Problemy regional'noy ekologii = Regional Environmental Issues*, 5: 128–133. (In Russ.). doi:10.24411/1728-323X-2019-15128
17. Labay V.S., Kochnev Yu.R. **2008**. Long-term changes in the community *Nuculana pemula* as the indicator of global benthic changes in sublittoral zone of the low-boreal part of the Okhotsk Sea. *Transactions of the SakhNIRO*, 10: 173–182. (In Russ.).
18. Labay V.S., Pecheneva N.V. **2005**. Seasonal dynamics of macrobenthos abundance in the Aniva Bay sublittoral zone. *Transactions of the SakhNIRO*, 7: 317–363. (In Russ.).
19. Klitin A.K., Krutchenko A.A. **2004**. Seasonal distribution of horseshair crab (*Erimacrus isenbeckii*) offshore of western Sakhalin Island. *Izvestiya TINRO = Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography*, 138: 242–257.
20. Klitin A.K., Tarverdieva M.I. **2006**. Feeding of red king crab *Paralithodes camtschaticus* along the western Sakhalin coast (by the materials of survey in July 1995). *Transactions of the SakhNIRO*, 8: 192–215.
21. Tarverdieva M.I., Krutchenko A.A. **2006**. Feeding of horseshair crab (*Erimacrus isenbeckii*) at the western coast of Sakhalin Island. *Izvestiya TINRO = Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography*, 147: 148–156.

Об авторе

Низяев Сергей Александрович (<https://orcid.org/0000-0001-7426-1535>), кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории промысловых гидробионтов, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, nizyaev.sa@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.09.2022
После рецензирования 31.10.2022
Принята к публикации 03.11.2022

About Author

Nizyaev, Sergey A. (<https://orcid.org/0000-0001-7426-1535>), Candidate of Sciences (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of commercial invertebrates, Sakhalin Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk, nizyaev.sa@yandex.ru

Received 30 September 2022
Revised 31 October 2022
Accepted 3 November 2022