

Научная статья

УДК 595.384.2(265.53)

DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-352-365

EDN: IDQNZZ



**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ
ПЯТИУГОЛЬНОГО ВОЛОСАТОГО КРАБА *TELMESSUS CHEIRAGONUS*
(DECAPODA: CHEIRAGONIDAE) В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ**

Д.В. Артеменков¹, Ю.В. Иванкович¹, О.Ю. Борилко², С.И. Моисеев¹,
Д.О. Сологуб¹, П.Ю. Иванов³, А.В. Харитонов⁴, С.В. Клинушкин⁵,
А.Н. Деминов², Т.Б. Морозов^{3*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,

105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;

³ Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО),

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18;

⁴ Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),

680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а;

⁵ Магаданский филиал ВНИРО (МагаданНИРО),

685000, г. Магадан, ул. Портовая, 36/10

Аннотация. Впервые приведено описание особенностей личиночного цикла, роста, половой и размерной структуры пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus*, населяющего районы Шантарских островов и западной Камчатки (северная часть Охотского моря). На шельфе западной Камчатки наиболее плотные скопления самцов отмечены в июне на глубине от 13 до 55 м (21,3 ± 3,2 м) при температуре от 2,8 до 6,5 °С

* Артеменков Дмитрий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, dmitriy.artemenkov@gmail.com, ORCID 0000-0002-9051-697X; Иванкович Юрий Владимирович, младший специалист, ivankovich@vniro.ru, ORCID 0009-0001-6834-506X; Борилко Олег Юрьевич, заведующий сектором, oleg.borilko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7486-8215; Моисеев Сергей Иванович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, moiseev@vniro.ru, ORCID 0009-0002-1722-1435; Сологуб Денис Олегович, кандидат биологических наук, начальник отдела, sologub@vniro.ru, ORCID 0009-0004-0190-3049; Иванов Павел Юрьевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, p.ivanov@kamniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-7412-5816; Харитонов Александр Викторович, ведущий специалист, kharitonov@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0002-6969-1028; Клинушкин Сергей Владимирович, главный специалист, klinushkinsv@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0006-8637-8873; Деминов Андрей Николаевич, главный специалист, andrei.deminov@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0008-5879-5359; Морозов Тарас Борисович, старший специалист, tmorozov1@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6782-6921.

© Артеменков Д.В., Иванкович Ю.В., Борилко О.Ю., Моисеев С.И., Сологуб Д.О., Иванов П.Ю., Харитонов А.В., Клинушкин С.В., Деминов А.Н., Морозов Т.Б., 2025

($4,8 \pm 0,3$ °C), самки — на глубине от 16 до 19 м ($17,3 \pm 0,9$ м) при температуре от 4,3 до 5,2 °C ($4,7 \pm 0,3$ °C). У Шантарских островов наиболее плотные скопления наблюдаются в сентябре на глубине от 13,2 до 22,8 м ($18,0 \pm 4,8$ м) при температуре от 8,3 до 15,5 °C ($11,9 \pm 3,6$ °C). На западнокамчатском шельфе предельная ширина карапакса (ШК) группового роста (CW_{inf}) самок и самцов составила соответственно 66,3 и 82,6 мм, что ниже, чем у самцов к северу и северо-западу от Шантарских островов, — CW_{inf} 86,73 мм. Линька пятиугольного волосатого краба у западной Камчатки проходит в мае-июне, более растянутый период линьки с мая по август предполагается у скопления Шантарских островов. Средняя расчетная величина наступления половозрелости составила CW_{mat} 40,6 мм для самок и 40,3 мм для самцов, более медленное развитие и наступление физиологической половозрелости (CW_{mat} 42,1 мм) отмечено у самцов шантарского скопления.

Ключевые слова: пятиугольный волосатый краб, *Telmessus cheiragonus*, Охотское море, личинный цикл, рост, созревание

Для цитирования: Артеменков Д.В., Иванкович Ю.В., Борилко О.Ю., Моисеев С.И., Сологуб Д.О., Иванов П.Ю., Харитонов А.В., Клинушкин С.В., Деминов А.Н., Морозов Т.Б. Распределение и популяционная биология пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 352–365. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-352-365. EDN: IDQNZZ.

Original article

Distribution and population biology of helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) in the northern Okhotsk Sea

Dmitry V. Artemenkov^{1*}, Yury V. Ivankovich^{2*}, Oleg Yu. Borilko^{3*},
Sergey I. Moiseev^{4*}, Denis O. Sologub^{5*}, Pavel Yu. Ivanov^{6*},
Alexander V. Kharitonov^{7*}, Sergey V. Klinushkin^{8*}, Andrey N. Deminov^{9*},
Taras B. Morozov^{10*}

^{1*}, ^{2*}, ^{4*}, ^{5*} Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

^{3*}, ^{9*} Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

^{6*}, ^{10*} Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO),
18, Naberezhnaya Str., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia

^{7*} Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO),
13a, Amursky Blvd., Khabarovsk, 680028, Russia

^{8*} Magadan branch of VNIRO (MagadanNIRO), 36/10, Portovaya Str., Magadan, 685000, Russia

^{1*} Ph.D., senior researcher, dmitriy.artemenkov@gmail.com, ORCID 0000-0002-9051-697X

^{2*} associate specialist, ivankovich@vniro.ru, ORCID 0009-0001-6834-506X

^{3*} head of sector, oleg.borilko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7486-8215

^{4*} Ph.D., leading researcher, moiseev@vniro.ru, ORCID 0009-0002-1722-1435

^{5*} Ph.D., head of department, sologub@vniro.ru, ORCID 0009-0004-0190-3049

^{6*} Ph.D., head of laboratory, p.ivanov@kamniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-7412-5816

^{7*} leading specialist, kharitonov@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0002-6969-1028

^{8*} chief specialist, klinushkinsv@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0006-8637-8873

^{9*} chief specialist, andrei.deminov@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0008-5879-5359

^{10*} senior specialist, tmorozov1@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6782-6921

Abstract. Helmet crab *Telmessus cheiragonus* is a potentially important commercial species dwelling in the Far Eastern Seas of Russia. Biology of its populations in the areas of Shantar Islands and West Kamchatka (northern Okhotsk Sea) is described for the first time, with particular attention to the larval cycle, growth, and sex and size structure. On the shelf of West Kamchatka, the densest aggregations are formed in June, for males and females respectively at the depths of 13–55 m (on average 21.3 ± 3.2 m) under temperature 2.8–6.5 °C (4.8 ± 0.3 °C) and at the depths of 16–19 m (17.3 ± 0.9 m) under temperature 4.3–5.2 °C (4.7 ± 0.3 °C). At Shantar Islands, the densest aggregations are observed in September at the depths of 13–23 m (18.0 ± 4.8 m) under temperature 8.3–15.5 °C (11.9 ± 3.6 °C). For the group growth of crabs at West Kamchatka, the maximum carapace width of females and males is estimated as 66.3 and 82.6 mm, respectively, that is less of this parameter for the males caught to the north and

northwest of Shantar Islands (86.7 mm). Moulting of helmet crab at West Kamchatka occurs in May-June, whereas the longer moult period is expected at Shantar Islands — from May to August. The mean size of sexual maturity is 40.6 mm for females and 40.3 mm for males in the population at West Kamchatka; the crab males at Shantar Islands develop slower and reach sexual maturity at the carapace width of 42.1 mm, on average.

Keywords: helmet crab, *Telmessus cheiragonus*, Okhotsk Sea, larval cycle, growth, maturation

For citation: Artemenkov D.V., Ivankovich Yu.V., Borilko O.Yu., Moiseev S.I., Sologub D.O., Ivanov P.Yu., Kharitonov A.V., Klinushkin S.V., Deminov A.N., Morozov T.B. Distribution and population biology of helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) in the northern Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 2, pp. 352–365. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-352-365. EDN: IDQNZZ.

Введение

Семейство Cheiragonidae (отряд Decapoda) включает 3 вида из двух родов: *Telmessus cheiragonus* (Tilesius, 1815), *T. acutidens* (Stimpson, 1858) и *Erimacrus isenbeckii* (Brandt, 1848) [Низяев и др., 2006; Слизкин, 2010; <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=254358>]. Пятиугольный волосатый краб *T. cheiragonus* встречается от северной части Берингова моря вдоль побережья России до восточного побережья Северной Кореи и о. Хоккайдо и вдоль североамериканского побережья до штата Калифорния [Клитин, Кочнев, 2004; Низяев и др., 2006; Слизкин, 2010; Марин, 2013]. Вид имеет высокую экологическую пластичность: населяет глубины от 10 до 110 м в условиях температурного диапазона от $-1,5$ до $+18,0$ °C [Низяев и др., 2006; Марин, 2013].

В настоящее время промысел пятиугольного волосатого краба в дальневосточных морях Российской Федерации не осуществляется [Бизиков и др., 2024]. В то же время данный вид является потенциально промысловым и включен в перечень объектов промышленного рыболовства, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2017 г. № 2569-р.

В открытой печати имеются сведения по биологии пятиугольного волосатого краба в Южно-Курильском проливе и Тауйской губе [Клитин, Кочнев, 2004; Рябченко, 2004]. Также за последние два десятилетия проведены исследования его морфологии, пищевого поведения, репродуктивной биологии [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003; Клитин, Кочнев, 2004; Рябченко, 2004; Низяев и др., 2006; Слизкин, 2010; Марин, 2013], выявлены особенности распространения пелагических личинок на раннем этапе онтогенеза [Клитин, 2002; Стексова, 2004; Абрамова, 2005; Григорьева, 2009; Щербакова, Корн, 2011]. Однако данные по биологии *T. cheiragonus* из других районов обитания фактически отсутствуют.

Районы Шантарских островов и западной Камчатки являются типичным местообитанием в пределах естественного ареала вида, хотя Шантарские острова могут характеризоваться более холодными условиями, что потенциально влияет на биологические параметры популяций, такие как размер, темпы роста и сроки линьки. Данные регионы имеют характерные, но не экстремальные условия для *T. cheiragonus*, что делает их подходящими для изучения биологических параметров вида.

Таким образом, целью данной работы является оценка особенностей личиночного цикла, роста, половой и размерной структуры популяций пятиугольного волосатого краба, населяющего северную часть Охотского моря.

Материалы и методы

Материал для настоящей работы собран во время учетной донной траловой съемки на СТР «Сланцы» в июне 2024 г. у западной Камчатки, а также в ходе учетной ловушечной съемки на НИС «Зодиак» от Тауйской губы до Шантарских островов в августе-октябре 2024 г.

Донной траловой съемкой охвачена обширная акватория шельфа в координатах от 51°07' до 57°39' с.ш. и от 154°17' до 156°41' в.д. (рис. 1). Всего выполнено 215 траловых станций на глубинах от 12 до 240 м. Для сбора первичного материала применялся донный трал 27,1/24,4 со вставкой в мешке из дели с шагом ячеи 10,0 мм и кабелями по 25,0 м с мягким (полужестким) грунтотропом (поводцы 15 см) с горизонтальным раскрытием около 16,2 м. Верхняя подбора трала оснащена глубоководными кухтылями диаметром 200 мм. Нижняя подбора трала по всей длине оборудована металлической цепью калибром 19 мм. В качестве грузов-углубителей использованы отрезки металлических цепей длиной 3 м калибром 26 мм. Цепи подвязываются к подборе и голым концам капроновыми привязками через 1 м с помощью металлических колец диаметром 150 мм, у которых диаметр прутка равен 10 мм. Стандартная продолжительность тралений составляла 30 мин, скорость траления — в среднем 2,8 уз.

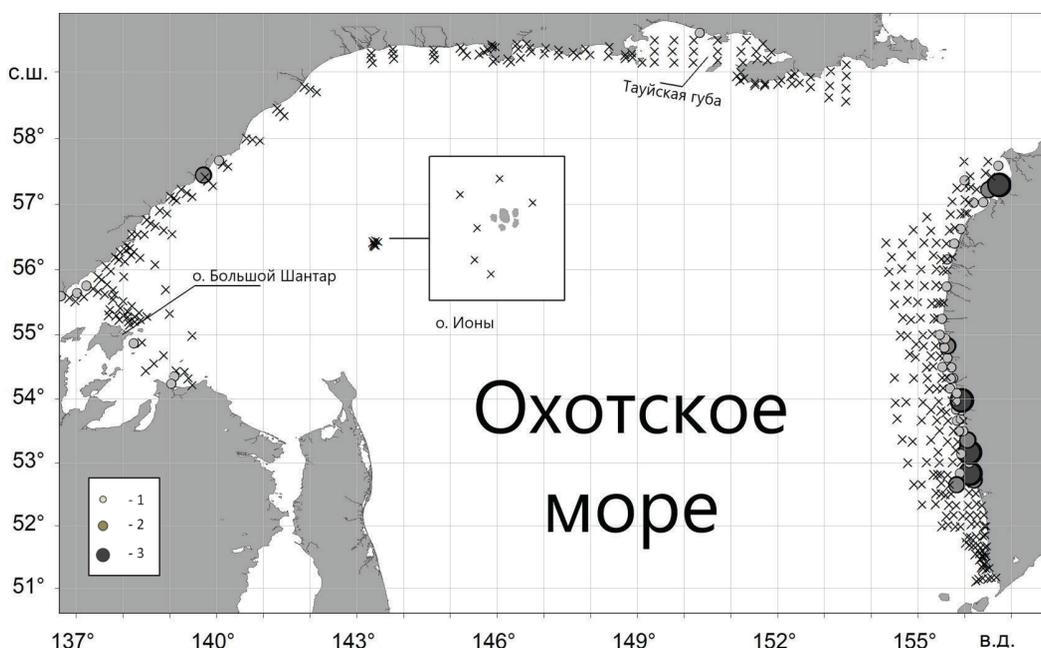


Рис. 1. Карта-схема расположения станций в период исследований в северной части Охотского моря в июне-октябре 2024 г.: × — станции с нулевыми уловами; 1 — поимки волосатого пятиугольного краба от 1 до 10 экз.; 2 — от 11 до 20; 3 — от 21 до 30 экз.

Fig. 1. Scheme of surveys in the northern Okhotsk Sea in June-October, 2024: × — stations with zero catches; 1 — helmet crab catch 1–10 specimens; 2 — 11–20 specimens; 3 — 21–30 specimens

Учетная ловушечная съемка проведена в прибрежной части Охотского моря в координатах от 54°13' до 59°35' с.ш. и от 136°38' до 153°26' в.д. (рис. 1). Всего в процессе работ было выполнено 186 учетных ловушечных станций в диапазоне глубин 11,5–104,0 м. Для добычи (вылова) водных биоресурсов использовались стандартные крабовые порядки из 30 усеченно-конических ловушек японского образца с размером ячеи сети 60 мм.

Пятиугольный волосатый краб был встречен на 50 станциях на глубинах 12,5–87,0 м при температуре от 0,8 до 15,5 °С. За все время работ вылов крабов составил 298 экз., в том числе у западной Камчатки — 269 экз., у Шантарских островов, включая несколько особей из Тауйской губы, — 29 экз. У крабов измеряли ширину карапакса (ШК, или в формулах CW — carapace width) с точностью до 1 мм, определяли пол, внешнее состояние карапакса (линочные стадии), стадии зрелости икры у самок. Взвешивали каждую особь с точностью до 1 г с помощью морских весов Marel M1100 (Исландия). Все измерения, определения линочных стадий и стадии жизненного цикла самок со всеми возможными нарушениями физиологических процессов проводили в соответ-

ствии со стандартной методикой изучения промысловых ракообразных [Низяев и др., 2006; Мельник и др., 2014]. Межнерестовая стадия самок включает формирование и созревание ооцитов для дальнейшего оплодотворения («внутренняя икра»). Всего проведено анализ 251 экз. самцов и 47 экз. самок пятиугольного волосатого краба.

Для нахождения зависимости массы от ширины карапакса было использовано 108 особей. Зависимость массы от ШК описывали степенным уравнением (1), где константы a и b являются коэффициентами [Винберг, 1971; Мина, 1975; Froese, 2006]:

$$W = a CW^b. \quad (1)$$

Предполагается, что рост пятиугольного волосатого краба основывается на расчете максимальной ширины карапакса (CW_{max}) в исследуемой популяции. Этот показатель соотносится с максимальным возрастом краба, который соответствует 95-му процентилю размерного распределения, как это было описано в исследовании гидробионтов Тейлора и Милденбергера [Taylor, Mildenerger, 2017]. Предельную ширину карапакса группового роста и величину наступления физиологической половозрелости скоплений краба (CW_{inf} и CW_{mat}) рассчитывали по уравнениям [Froese, Binohlan, 2000]:

$$\log(CW_{inf}) = 0,044 + 0,9841 \log(CW_{max}); \quad (2)$$

$$\log(CW_{mat}) = 0,9469 \cdot \log(CW_{inf}) - 0,1162 \text{ (для самок)}; \quad (3)$$

$$\log(CW_{mat}) = 0,8915 \cdot \log(CW_{inf}) - 0,1032 \text{ (для самцов)}. \quad (4)$$

Для их оценки применены эмпирические соотношения, разработанные зарубежными исследователями [Froese, Binohlan, 2000], из-за отсутствия видоспецифичных моделей для *T. cheiragonus*. Данный подход использован как вынужденная мера для первичной количественной оценки параметров роста, но требует валидации традиционными методами (например, анализом размерно-возрастных рядов или гистологическим подтверждением зрелости гонад) в будущих исследованиях.

Критерий χ^2 применяли для анализа полового состава с использованием ПСП STATISTICA 12. Оценку достоверности различий средних размерных показателей особей обоих полов производили по U-критерию Манна-Уитни, поскольку анализируемые выборки не прошли тест Колмогорова-Смирнова на нормальность распределения.

Результаты и их обсуждение

Распределение самцов и самок

На шельфе западной Камчатки в июне 2024 г. встречены несколько группировок пятиугольного волосатого краба в восточной части Охотского моря (рис. 1) в координатах от 52°38' до 57°35' с.ш. и от 155°26' до 156°41' в.д. на глубине от 12 до 87 м при температуре от 0,8 до 7,5 °С. Уловы достигали 12,9 кг на час траления (см. таблицу). Наиболее плотные скопления самцов отмечены на глубине от 13,0 до 55,0 м ($21,3 \pm 3,2$ м) при температуре от 2,8 до 6,5 °С ($4,8 \pm 0,3$ °С), самок — на глубине от 16 до 19 м ($17,3 \pm 0,9$ м) при температуре от 4,3 до 5,2 °С ($4,7 \pm 0,3$ °С).

В большинстве случаев самцы предпочитали песчаные или илисто-песчаные грунты — 88 %. Вероятно, поэтому крупная группировка самцов отмечена от устья р. Большой до устья р. Утка (53° с.ш.). Следующая их крупная группировка образовалась только в районе мыса Хайрюзово (57° с.ш.) на каменистом грунте и была второй по численности за период исследований в 2024 г. Стоит отметить, что самок на каменистом грунте почти не было, встретились только три особи. Самки, так же как и самцы, предпочитали в основном илисто-песчаные грунты, образовав одну крупную группировку на подобном грунте в районе 54° с.ш., которая была больше, чем все остальные группировки самок. Средняя плотность популяции самцов пятиугольного волосатого краба составила 9,9 кг/км², что выше, чем у самок, — 0,8 кг/км².

В районе Шантарских островов пятиугольный волосатый краб в сентябре-октябре 2024 г. встречен в западной части Охотского моря (рис. 1) в координатах от 54°14' до

Характеристика распределения уловов пятиугольного волосатого краба в Охотском море летом и осенью 2024 г.

Catches of helmet crab in the Okhotsk Sea in summer and autumn of 2024

Параметр		Скопление			
		Западнокамчатское		Шантарское	Тауйское
		Самцы	Самки	Самцы	Самцы
Глубина, м	Пределы	12,5–87,0	12,5–87,0	13,2–42,2	16,6
	Макс. улов	19,0	16,0	13,2	
Температура, °С	Пределы	0,8–7,5	0,8–7,5	8,2–15,5	5,5
	Макс. улов	4,6	4,3	8,3	
Индекс биомассы (западнокамчатское — кг/час/трал., шантарское и тауйское — кг/сут/порядок)	Макс.	12,9	2,6	6,2	1,0
	Сред.	2,2	0,5	1,4	
Биомасса, кг/км ²	Макс.	312,7	64,1	–	–
	Сред.	9,9	0,8	–	–

Примечание. «–» — ввиду отсутствия площади облова ловушек расчёт выполнить невозможно.

57°39' с.ш. и от 136°38' до 140°01' в.д. на глубине от 13 до 42 м при температуре от 8,2 до 15,5 °С. Уловы достигали 6,2 кг/лов. порядок на сутки застоя (см. таблицу). Наиболее плотные скопления самцов отмечены на глубине от 13,2 до 22,8 м ($18,0 \pm 4,8$ м) при температуре от 8,3 до 15,5 °С ($11,9 \pm 3,6$ °С).

В районе Тауйской губы *T. cheiragonus* в августе 2024 г. наблюдали на одной станции в северной части Охотского моря (рис. 1) в координатах 59°35' с.ш. 150°18' в.д. на глубине от 16,6 м и при температуре 5,5 °С. Улов самцов достиг 1 кг/лов. порядок на сутки застоя (см. таблицу). О наличии многолетнего стабильного скопления пятиугольного волосатого краба в Тауйской губе свидетельствует работа Е.Н. Рябченко [2004], когда при использовании конических ловушек с ячеей сетного полотна 25 мм за два с половиной месяца в летне-осенний период на данной акватории было поймано 2741 экз. данного вида краба.

Половая и размерная структура популяций

В районе западной Камчатки, в восточной части Охотского моря в июне 2024 г. соотношение полов *T. cheiragonus* в уловах было смещено в сторону самцов и составляло 1,00 : 0,21. Отличие от 1 : 1 статистически значимо ($\chi^2 = 244$, $df = 9$, $p > 0,05$).

В уловах отмечены самцы с ШК от 28,0 до 104,0 мм (в среднем — $64,80 \pm 0,73$ мм), самки — 27,0–73,0 мм (в среднем $52,60 \pm 1,31$ мм) (рис. 2, а). Выявлено различие ширины карапакса у самцов и самок ($p < 0,001$). Для самцов основу уловов (44 %) составляли особи шириной карапакса от 60 до 70 мм, для самок — от 50 до 60 мм.

Масса самцов находилась в пределах 18,0–638,0 ($193,80 \pm 5,79$) г, самок — 5,0–231,0 ($72,9 \pm 6,1$) (рис. 2, б). Исследованные выборки позволили выявить различия массы в зависимости от пола ($p < 0,001$). Для самцов основу уловов (44 %) составляли особи массой от 200 до 400 г, для самок — до 100 г.

Аллометрический рост самцов *T. cheiragonus* западнокамчатского скопления характеризуется как отрицательный ввиду значения коэффициента $b < 3$, которое свидетельствует о невысокой упитанности крабов ($W = 10^{-6} 2,0 СИ^{2,7288}$). Обратная ситуация, $b > 3$, наблюдается у самок ($W = 10^{-8} 1,0 СИ^{3,9523}$), что указывает на положительный аллометрический рост.

В районе Шантарских островов в северо-западной части Охотского моря в сентябре-октябре 2024 г. популяция *T. cheiragonus* характеризовалась только самцами ввиду ранее упомянутых особенностей орудий лова во время учетной ловушечной съемки. В уловах отмечены самцы с ШК 69,0–86,0 (в среднем $77,30 \pm 0,79$) мм (рис. 3, а). Основу уловов (63 %) составляли особи с шириной карапакса от 70 до 80 мм.

Масса самцов находилась в пределах 205,0–410,0 ($273,9 \pm 8,4$) г (рис. 3, б). Основу уловов у самцов (44 %) составляли особи массой от 200 до 300 г. Рост самцов

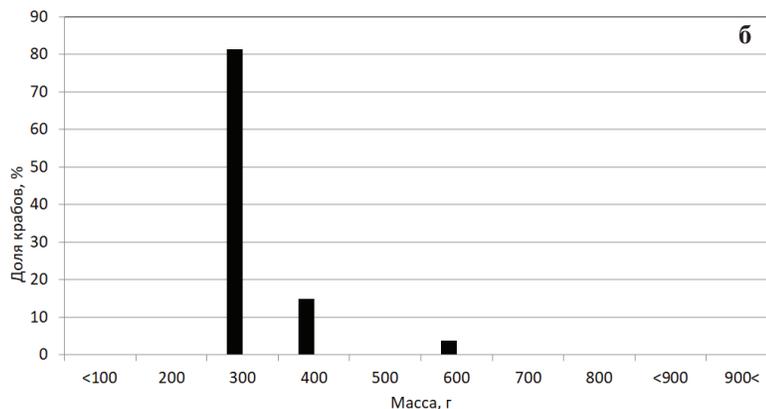
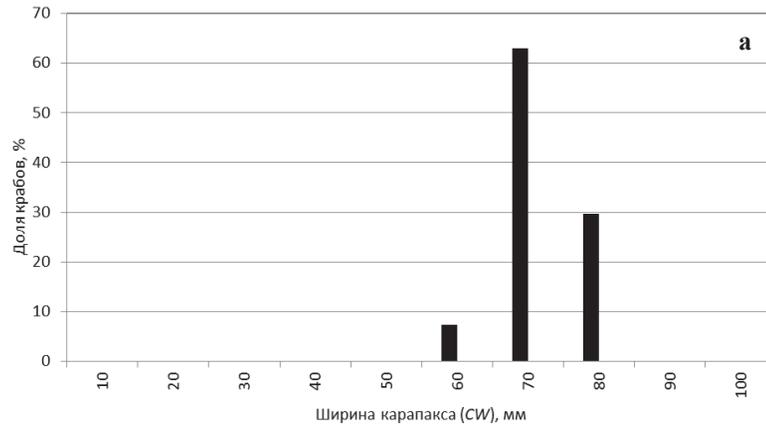
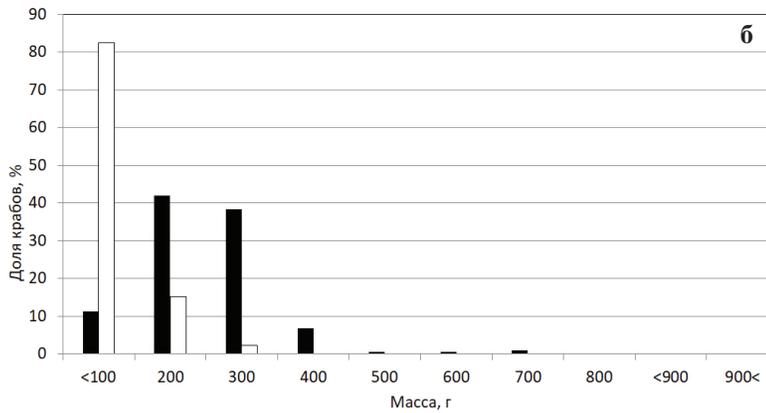
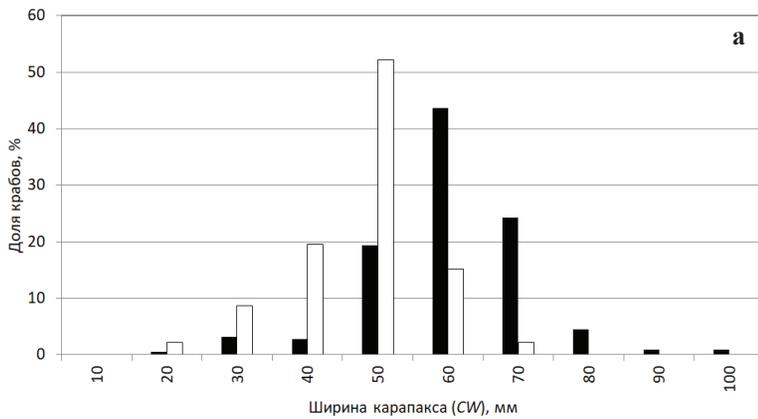


Рис. 2. Распределение самок (светлый столбик) и самцов (темный столбик) пятиугольного волосяного краба, выловленных в северной части Охотского моря в июне 2024 г., по ширине карапакса (а) и массе (б)

Fig. 2. Distribution of females (light) and males (black) of helmet crab caught in the northern Okhotsk Sea in June 2024, by carapace width (a) and weight (б)

Рис. 3. Распределение самцов пятиугольного волосяного краба, выловленных в период исследований в западной части Охотского моря в сентябре-октябре 2024 г., по ширине карапакса (а) и массе (б)

Fig. 3. Distribution of helmet crab males caught in the survey in the western Okhotsk Sea in September-October of 2024, by carapace width (a) and weight (б)

T. cheiragonus шантарского скопления характеризуется как отрицательный аллометрический, значение коэффициента $b < 3$ свидетельствует о невысокой упитанности крабов ($W = 10^{-5} 4,0 CW^{2,0321}$).

В районе Тауйской губы в северной части Охотского моря в августе 2024 г., вследствие особенностей селективности орудий лова во время учетной ловушечной съемки по аналогии с шантарским скоплением, популяция состояла только из самцов. В уловах отмечены две особи с ШК 79–81 (в среднем 80 ± 1) мм, массой в пределах 310–330 (320 ± 10) г.

Линька, репродуктивный цикл и рост краба

На шельфе западной Камчатки среди самцов пятиугольного волосатого краба преобладали особи на 3-й средней линочной стадии (ШК 28–82 мм, масса 18–361 г) — 63 % общего количества, средние ШК и масса тела — соответственно 62,7 мм и 176,5 г. Следующие по частоте встречаемости самцы 3-й поздней линочной стадии составили 33 % при ШК 36,0–81,0 мм и массе 35,0–323,0 г (средние значения — соответственно 66,6 мм и 206,5 г). Оставшиеся 4 % от общего количества были особи на 3-й ранней (средние значения — 81,2 мм и 426,4 г), 2-й (79,0 мм и 301,6 г) и 4-й (64,0 мм и 125,5 г) линочных стадиях — соответственно 2, 1 и 1 %. Обнаружена достоверность различий распределения ШК в зависимости от стадии линьки ($p \leq 0,016$).

Карапакс самок был представлен двумя линочными стадиями: 3-я поздняя со средними значениями размеров 53,3 мм и 80,8 г (80 %) и оставшаяся часть — 3-я средняя линочная стадия (59,0 мм и 101,3 г).

Среди самок на западнокамчатском шельфе северной части Охотского моря преобладали созревающие особи с «внутренней икрой» (24,9 %) со значениями 57,0 мм и 92,1 г. Большое количество самок (23,4 %) встречалось с копулятивной пробкой (54,0 мм и 76,1 г), что свидетельствует о недавно произошедшем спаривании. Особи, выпустившие личинок, были немногочисленными — 4,3 % (59,5 мм и 104,2 г), при этом отмечено много неполовозрелых постъювенильных самок — 28,4 % (53,8 мм и 77,6 г). Неполовозрелые особи составили 10,6 % (47,3 мм и 54,1 г). Между стадиями «яловая» и «личинки выпущены» обнаружены достоверные различия в распределении ширины карапакса в зависимости от стадии линьки ($p \leq 0,046$). Статус самки «яловая» условный, так как при визуальном осмотре гонады обнаружены на участке между карапаксом и абдоменом, при этом развивающейся икры в гонадах не отмечено. Данное обстоятельство позволяет таких самок отнести к «псевдояловым».

Наличие копулятивной пробки у самки *T. cheiragonus* свидетельствует о достижении половой зрелости при ширине карапакса 41 мм и массе 24 г. В свою очередь, средняя расчетная величина наступления половозрелости крабов составила CW_{mat} 40,6 мм для самок и 40,3 мм для самцов.

Уравнение CW_{mat} для самок *T. cheiragonus* на западнокамчатском шельфе:

$$\log(40,6) = 0,9469 \cdot \log(66,3) - 0,1162; \quad (5)$$

для самцов:

$$\log(40,3) = 0,8915 \cdot \log(82,6) - 0,1032. \quad (6)$$

Вычислить среднюю величину наступления половозрелости пятиугольного волосатого краба стало возможным после определения предельной ШК группового роста для самок и самцов (66,3 и 82,6 мм) в популяции на западнокамчатском шельфе северной части Охотского моря.

Уравнение CW_{inf} для самок:

$$\log(66,3) = 0,044 + 0,9841 \cdot \log(64); \quad (7)$$

для самцов:

$$\log(82,6) = 0,044 + 0,9841 \cdot \log(80). \quad (8)$$

В районе Шантарских островов, как показано выше, преобладали самцы на 3-й ранней линочной стадии (ШК 69–86 мм и масса 205–410 г) — 63 % общего количества.

Их средняя ширина карапакса и масса составили 76,5 мм и 261,7 г. Следующие по частоте встречаемости — самцы 3-й средней линочной стадии (26 %) с ШК 74–82 мм и массой 252–340 г (средние значения — 78,9 мм и 300,2 г). Остальную часть составили особи на 3-й поздней (средние значения — 77,0 мм и 287,5 г) и 2-й (одна поимка, ШК 80 мм и масса 270 г) линочных стадиях — соответственно 7 и 4 %. Особи 4-й линочной стадии не встречены. Достоверность различий распределения ШК в зависимости от стадии линьки не выявлена, хотя наибольшие различия отмечены между самцами 3-й ранней и средней линочными стадиями ($p \leq 0,237$).

Расчет максимальной ШК самцов, а именно 95-й процентиль размерного распределения, составил ШК 84,1 мм, что позволило вычислить предельную ширину карапакса группового роста скопления (CW_{inf} 86,73 мм) и среднюю величину наступления половозрелости (CW_{mat} 42,1 мм) пятиугольного волосатого краба на шантарском шельфе в северо-западной части Охотского моря.

Уравнение CW_{inf} для самцов *T. cheiragonus* на шантарском шельфе:

$$\log(86,73) = 0,044 + 0,9841 \cdot \log(84,1); \quad (9)$$

уравнение CW_{mat} для самцов:

$$\log(42,1) = 0,8915 \cdot \log(86,73) - 0,1032. \quad (10)$$

В районе Тауйской губы стадии линьки самцов были представлены единично: 3-я ранняя линочная стадия с ШК 81 мм (330 г) и 3-я средняя линочная стадия с ШК 79 мм (310 г). Отрицательный тест на нормальность распределения, а также наличие небольшой выборки из тауйского скопления не позволяют выполнить расчеты предельной ширины карапакса группового роста (CW_{inf}) и средней величины наступления половозрелости (CW_{mat}).

Большинство исследований сконцентрировано лишь на двух изолированных районах ареала вида в российских водах: Южно-Курильском проливе и Тауйской губе [Клитин, Кочнев, 2004; Рябченко, 2004]. При этом обширные участки его распространения в Охотском, Беринговом, Японском морях и тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов остаются практически не изученными. Даже фундаментальные работы по фауне [Слизкин, 2010; Марин, 2013] и методические пособия [Низяев и др., 2006] опираются преимущественно на эти ограниченные данные, что не позволяет сформировать целостное представление о популяционной структуре и региональных особенностях биологии вида на всем его ареале.

Имеющиеся сведения охватывают лишь отдельные аспекты биологии: морфологию, распределение личинок [Абрамова, 2005; Григорьева, 2009] или репродуктивное поведение по лабораторным наблюдениям [Kamio et al., 2003; Nagao, Munebara, 2003], но не дают комплексного анализа жизненного цикла. Важные для оценки состояния популяции параметры, такие как рост, размерно-возрастная структура, продолжительность личиночного цикла, остаются неизученными для большинства регионов.

В зависимости от условий обитания, некоторые показатели жизненного цикла крабов (лянька, рост, половая зрелость популяции) имеют эколого-географическую изменчивость [Никольский, 1965]. Лянька у молоди крабов происходит значительно чаще, чем у взрослых особей, а по мере роста частота линек снижается. У некоторых видов крабов после достижения функциональной половозрелости самцов и самок отмечается разность частоты линек: если самки линяют ежегодно, то самцы могут пропускать ляньку [Weber, Miyahara, 1962; Лысенко, 2001; Лысенко, Гайдаев, 2005; Моисеева, Моисеев, 2008, 2009]. Поэтому в районе западной Камчатки у пятиугольного волосатого краба обнаружены достоверные различия в распределении ширины карапакса в зависимости от стадии ляньки ($p \leq 0,016$).

Большая доля (63 %) самцов на 3-й средней линочной стадии свидетельствует о произошедшей в этом году ляньке. Вероятно, по аналогии с родственным видом *Erimacrus isenbeckii*, у Курильских островов лянька самцов происходит весной — конец апреля — конец июля [Слизкин и др., 2001]. В подтверждение этому факту у крабов

западной Камчатки наблюдается следующее: статистически не различались самцы в среднем ШК 79,0 мм на 2-й личиночной стадии и ШК 85,2 мм на 3-й ранней личиночной стадии, а самцы с ШК 62,7, 66,6 и 64,0 мм соответственно на 3-й средней, 3-й поздней и 4-й личиночных стадиях значительно различались размерами.

Кроме того, несмотря на поимки крупноразмерных особей в шантарском скоплении, наблюдается существенная доля особей 3-й ранней (63 %) и 3-й средней личиночных стадий (26 %). Этот факт подтверждает весеннюю линьку у самцов *T. cheiragonus*. Вероятно, линька краба в районе Шантарских островов имеет более продолжительные сроки, процесс растянут по времени на 3–4 мес., а вот массовая линька для большей части самцов как раз может проходить в зависимости от температуры окружающей среды, ледовитости и т.д. Температура окружающей среды оказывает значительное воздействие на скорость метаболизма и тесно связана с ростом и личинным циклом у пойкилотермных организмов. В большинстве случаев можно заметить увеличение максимальных размеров в направлении высоких широт из-за снижения средней температуры воды [Мина, Клевезаль, 1976; Дгебуадзе, 2001]. Хотя условия окружающей среды в Охотском море меняются в зависимости от долготы, это также может оказывать влияние на цикл линьки, рост и максимальные размеры крабов [Артеменков и др., 2022; Моисеев и др., 2023]. Поэтому утверждение о прямой зависимости максимальных размеров крабов от температуры и широты или долготы должно рассматриваться лишь как рабочая гипотеза, учитывающая влияние комплекса факторов среды, включая хищнический пресс, доступность пищи и особенности роста, связанные с линькой.

Влияние условий среды на рост и развитие отражаются также на величине достижения половой зрелости. Так, самки *T. cheiragonus* впервые встречаются половозрелыми при ширине карапакса 37 мм и массе 29 г в южной части Охотского моря [Клитин, Кочнев, 2004]. Самки западной Камчатки впервые становятся половозрелыми при ширине карапакса 41 мм и массе 24 г, что выше, чем у южнокурильского скопления. Кроме того, у пятиугольного волосатого краба западной Камчатки средняя расчетная величина наступления половозрелости составила CW_{mat} 40,6 мм для самок и 40,3 мм для самцов, а более медленное развитие и наступление половозрелости (CW_{mat} 42,1 мм) отмечается у самцов шантарского скопления.

Согласно лабораторным и полевым наблюдениям в Японии линька и спаривание самок пятиугольного волосатого краба происходят с апреля по июль, чаще всего — май–июнь [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003]. В июне преобладают созревающие особи с «внутренней икрой» (24,9 %) и большое количество самок с копулятивной пробкой (23,4 %). Несколько позднее предполагаемые сроки линьки и спаривания самок и самцов на западнокамчатском шельфе — с конца апреля по конец июля. Далее, по наблюдениям японских коллег, наступает нерест или откладка икры — сентябрь–октябрь. Инкубация икры длится около 6 мес., до весны следующего года: предположительно личинки выходят в марте–апреле [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003]. Вероятно, поэтому личинки *T. cheiragonus* (в числе других видов) фиксировались в составе планктона в зал. Посьета (2000–2001 гг.) только в мае [Григорьева, 2009].

Заключение

Проведенные исследования популяционной биологии пятиугольного волосатого краба *T. cheiragonus* в северной части Охотского моря выявили ключевые особенности его личиночного цикла, роста и половой структуры. Установлено, что в уловах преобладают самцы, достигая больших размеров (в среднем 64,8 мм против 52,6 мм у самок), а также они имеют отрицательный аллометрический рост, тогда как у самок наблюдается положительная аллометрия. Основные скопления самцов связаны с илисто-песчаными грунтами, где самки формируют менее плотные группировки. Личинный цикл самцов характеризуется доминированием особей на 3-й средней стадии линьки (63 %), что указывает на весеннюю линьку (конец апреля — конец июля), аналогичную линьке родственных видов. Половозрелость наступает при ширине карапакса 41 мм, а рас-

четные значения SW_{mat} (40,6 мм для самок, 40,3 мм для самцов) подтверждают факт наблюдений.

Результаты работы подчеркивают значительную пространственную изменчивость биологических параметров *T. cheiragonus* в пределах Охотского моря. Так, в районе Шантарских островов самцы достигают половозрелости при больших размерах (SW_{mat} 42,1 мм), что может быть связано с более низкой температурой. Выявленные различия в упитанности и темпах роста между популяциями свидетельствуют о влиянии температурных условий на жизненный цикл вида. Полученные данные о половой структуре и распределении краба имеют большое значение для оценки его промыслового потенциала и разработки мер устойчивого управления ресурсом. Выявленные различия в характеристиках краба между разными районами подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к управлению его запасами.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают искреннюю признательность капитанам А.И. Порунову, А.Н. Стародубцеву и экипажам СТР «Сланцы» и НИС «Зодиак», в особенности старшему мастеру добычи А.И. Педану и старшему механику С.В. Процко, за помощь и активное содействие в сборе научной информации.

The authors are sincerely grateful to crews of RV Slantsy and RV Zodiak, in particular to captains A.I. Porunov and A.N. Starodubtsev, to senior production master A.I. Pedan, and to chief mechanic S.V. Protsko, for their help and active assistance in collecting the data for the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.
The study had no sponsorship.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев, П.Ю. Иванов, С.В. Клинушкин — проведение полового и размерного анализа, расчет темпов роста пятиугольного волосатого краба, статистический анализ, написание и подготовка рукописи; Ю.В. Иванкович, О.Ю. Борилко, Д.О. Сологуб, А.В. Харитонов, А.Н. Деминов, Т.Б. Морозов — интерпретация результатов, написание и редактирование рукописи. Все авторы участвовали в сборе биоматериала и обсуждении результатов.

D.V. Artemenkov, S.I. Moiseev, P.Yu. Ivanov and S.V. Klinushkin — sex and size analysis, growth rate calculation, statistical analysis, the text writing and illustration; Yu.I. Ivankovich, O.Y. Borilko, D.O. Sologub, A.V. Kharitonov, A.N. Deminov and T.B. Morozov — the results interpretation, the text writing and editing. Biological samples were collected by all authors; they discussed jointly results of the study.

Список литературы

- Абрамова Е.В.** О распределении личинок крабов у западного побережья Камчатки в июне-июле 2002 г. // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 140. — С. 61–70.
- Артеменков Д.В., Клинушкин С.В., Харитонов А.В., Сологуб Д.О.** Особенности роста синего краба *Paralithodes platypus* в северной части Охотского моря // Онтогенез. — 2022. — Т. 53, № 5. — Р. 358–374.

Бизиков В.А., Алексеев Д.О., Абаев А.Д. и др. Сырьевая база промысловых беспозвоночных и ее освоение в морях России в 2000–2020 гг. // Тр. ВНИРО. — 2024. — Т. 195. — С. 142–204. DOI: 10.36038/2307-3497-2024-195-142-204.

Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных // Журн. общ. биол. — 1971. — Т. 32, № 6. — С. 714–723.

Григорьева Н.И. Пространственное распределение личинок крабов (Decapoda: Anomura et Brachyura) в заливе Посыета (залив Петра Великого, Японское море) // Океанол. — 2009. — Т. 49, № 5. — С. 715–724.

Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб : моногр. — М. : Наука, 2001. — 276 с.

Клитин А.К. О распределении личинок промысловых крабов у южных Курильских островов в 1998 и 1999 гг. // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 266–283.

Клитин А.К., Кочнев Ю.Р. Сравнительная характеристика распределения пятиугольного волосатого (*Telmessus cheiragonus*) и колючего (*Paralithodes brevipes*) крабов в Южно-Курильском проливе // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 211–226.

Лысенко В.Н. Особенности биологии самок синего краба *Paralithodes platypus* в северо-восточной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 523–532.

Лысенко В.Н., Гайдаев В.Э. Рост камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в северной части западнокамчатского шельфа // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 143. — С. 119–127.

Марин И.Н. Малый атлас десятиногих ракообразных России. — М. : Тов-во научных изд. КМК, 2013. — 146 с.

Мельник А.М., Абаев А.Д., Васильев А.Г. и др. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря : моногр. — Магадан : Типография, 2014. — 198 с.

Мина М.В. Аллометрический рост // Количественные аспекты роста организмов. — М. : Наука, 1975. — С. 176–180.

Мина М.В., Клевезаль Г. А. Рост животных : моногр. — М. : Наука, 1976. — 291 с.

Моисеев С.И., Сенников А.М., Моисеева С.А. Оценка максимальной продолжительности жизни и естественной смертности камчатского краба на примере баренцевоморской популяции // Тр. ВНИРО. — 2023. — Т. 194. — С. 7–26. DOI: 10.36038/2307-3497-2023-194-7-26.

Моисеева С.А., Моисеев С.И. Зависимость между наполнением конечностей мышечной тканью и концентрацией гемоцианина в гемолимфе у камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) баренцевоморской популяции // Вопр. рыб-ва. — 2008. — Т. 9, № 1(33). — С. 200–217.

Моисеева С.А., Моисеев С.И. Оценка доли крупноразмерных самцов камчатского краба баренцевоморской популяции, вступающих в линьку, по уровню гемоцианина в гемолимфе // Тез. докл. 10-й Всерос. конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. — Мурманск : ПИНО, 2009. — С. 97–98.

Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К. и др. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2006. — 114 с.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов : моногр. — М. : Наука, 1965. — 382 с.

Рябченко Е.Н. Некоторые данные по биологии и промыслу пятиугольного волосатого краба в Тауйской губе Охотского моря // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. — Магадан : МагаданНИРО, 2004. — Вып. 2. — С. 118–124.

Слизкин А.Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — 256 с.

Слизкин А.Г., Букин С.Д., Слизкин А.А. Четырехугольный волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii*) северокурильско-камчатского шельфа: биология, распределение, численность // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 554–570.

Стеклова В.В. Некоторые патологические изменения пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus* (Tilesius) зал. Анива о. Сахалин // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 293–296.

Щербакова Н.В., Корн О.М. Период встречаемости, плотность и распределение личинок трех видов промысловых крабов в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. — 2011. — Т. 37, № 6. — С. 461–471.

Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations // J. Appl. Ichthyol. — 2006. — Vol. 22, № 4. — P. 241–253. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.

Froese R., Binohlan C. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length

frequency data // J. Fish. Biol. — 2000. — Vol. 56, № 4. — P. 758–773. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x.

Kamio M., Matsunaga S., Fusetani N. Observation on the mating behaviour of the helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Brachyura: Cheiragonidae) // J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom. — 2003. — Vol. 83. — P. 1007–1013. DOI: 10.1017/S002531540300821Xh.

Nagao J., Munehara H. Annual cycle of testicular maturation in the helmet crab *Telmessus cheiragonus* // Fish. Sci. — 2003. — Vol. 69, № 6. — P. 1200–1208. DOI: 10.1111/j.0919-9268.2003.00746.x.

Taylor M.H., Mildenerberger T.K. Extending electronic length frequency analysis in R // Fisheries Management and Ecology. — 2017. — Vol. 24, № 4. — P. 330–338. DOI: 10.1111/fme.12232.

Weber D.D., Miyahara T. Growth of the adult male king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) : Fish. Bull. — Washington, 1962. — Vol. 62. — 75 p.

References

Abramova, E.V., Distribution of crab larvae near the west coast of Kamchatka in June–July, 2002, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 140, pp. 61–70.

Artemenkov, D.V., Klinushkin, S.V., Kharitonov, A.V., and Sologub, D.O., Growth features of blue king crab *Paralithodes platypus* in the Northern part of the Sea of Okhotsk, *Ontogenesis*, 2022, vol. 53, no. 5, pp. 358–374.

Bizikov, V.A., Alexeyev, D.O., Abaev, A.D., Artemenkov, D.V., Afeichuk, L.S., Bakanev, S.V., Borisovets, E.E., Botnev, D.A., Borilko, O.Yu., Buyanovsky, A.I., Vlasenko, R.V., Galanin, D.A., Gon, R.T., Goryanina, S.V., Grigorov, V.G., Drobyazin, E.N., Dulenina, P.A., Zhukovskaya, G.V., Zuev, M.A., Ivanov, P.Yu., Ilyin, O.I., Karpinsky, M.G., Kim, A.Ch., Klinushkin, S.V., Lysenko, A.V., Manushin, I.E., Matushkin, V.B., Metelyov, E.A., Mikhaylova, O.G., Moiseev, S.I., Nizyaev, S.A., Pavlov, V.A., Pereladov M.V., Saenko, E.M., Sennikov, A.M., Sergeenko, V.A., Slezkin, A.G., Smirnov, I.P., Sologub, D.O., Stesko, A.V., Kharitonov, A.V., Khoroshutina, O.A., Shaginyan, E.R., Shcherbakova, Ju.A., Chalienko, M.O., Chernienko, I.S., and Yuriev, D.N., Fishery resources of commercial invertebrates of Russian seas and it's use during 2000–2020, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 195, pp. 142–204. doi 10.36038/2307-3497-2024-195-142-204

Vinberg, G.G., Linear dimensions and body weight of animals, *Zh. Obshch. Biol.*, 1971, vol. 32, no. 6, pp. 714–723.

Grigoryeva, N.I., Spatial distribution of the crab larvae (Decapoda: Anomura et Brachyura) in Possyet Bay (Peter the Great Bay of the Sea of Japan) in 2000–2001, *Oceanology*, 2009, vol. 49, no. 5, pp. 663–671. doi 10.1134/S0001437009050075

Dgebuadze, Yu.Yu., *Ekologicheskkiye zakonomernosti izmenchivosti rosta ryb* (Ecological aspects of fish growth variability), Moscow: Nauka, 2001.

Klitin, A.K., On distribution of commercial crabs larvae near south Kuril Islands in 1998 and 1999, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 266–283.

Klitin, A.K. and Kochnev, Yu.R., A comparative characteristic of distribution of the five-cornered bearded crab (*Telmessus cheiragonus*) and hanasaki crab (*Paralithodes brevipes*) in the South-Kuril Strait, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 211–226.

Lysenko, V.N., Peculiarities of the biology of the females blue king crab *Paralithodes platypus* in northeastern the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 523–532.

Lysenko, V.N. and Gaidaev, V.E., Growth of red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the Northern part of the West Kamchatka shelf, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 143, pp. 119–127.

Marin, I.N., *Malyy atlas desyatynogikh rakoobraznykh Rossii* (Small atlas of decapods of Russia), Moscow: KMK, 2013.

Melnik, A.M., Abaev, A.D., Vasilyev, A.G., Klinushkin, S.V., and Metelev, E.A., *Kraby i kraboidy severnoy chasti Okhotskogo moray* (Crabs and craboids of the northern part of the Sea of Okhotsk), Magadan: Tipografiya, 2014.

Mina, M.V., Allometric growth, in *Kolichestvennyye aspekty rosta organizmov* (Quantitative aspects of the human body), Moscow: Nauka, 1975, pp. 176–180.

Mina, M.V. and Klevezal', G.A., *Rost zhivotnykh* (Animal growth), Moscow: Nauka, 1976.

Moiseev, S.I., Senniko, A.M., and Moiseeva, S.A., Estimating of the maximum life expectancy and natural mortality of the red king crab on the example of the barents sea population, *Tr. Vser. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 194, pp. 7–26. doi 10.36038/2307-3497-2023-194-7-26

Moiseeva, S.A. and Moiseev, S.I., Relation between muscular tissue condition in limbs and hemocyanin concentration in the hemolymph of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents sea, *Vopr. Rybolov.*, 2008, vol. 9, no. 1(33), pp. 200–217.

Moiseeva, S.A. and Moiseev, S.I., Estimation of the proportion of large-sized males of the Kamchatka crab of the Barents Sea population entering molting, based on the level of hemocyanin in the hemolymph, in *Tezisy dokl. 10 Vseross. konf. probl. rybopromyslovogo prognozirovaniya* (Proc. 10th All-Russ. Conf. Probl. Fish. Prediction), Murmansk: PINRO, 2009, pp. 97–98.

Nizyaev, S.A., Bukin, S.D., Klitin, A.K., Perveeva, E.R., Abramova, E.V., and Krutchenko, A.A., *Posobiye po izucheniyu promyslovykh rakoobraznykh dal'nevostochnykh morei Rossii* (Handbook for the Study of Commercial Crustaceans in the Far Eastern Seas of Russia), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2006.

Nikolsky, G.V., *Teoriya dinamiki stada ryb kak biologicheskaya osnova ratsional'noi ekspluatatsii i vosproizvodstva rybnikh resursov* (The Theory of Fish Stock Dynamics as a Biological Basis for the Rational Exploitation and Reproduction of Fish Resources), Moscow: Nauka, 1965.

Ryabchenko, E.N., Some data on the biology and fishery of the pentagonal hairy crab in the Tauskaya Bay of the Sea of Okhotsk, in *Sostoyaniye rybokhozyaystvennykh issledovaniy v bassejne severnoy chasti Okhotskogo morya* (State of fishery research in the basin of the northern part of the Sea of Okhotsk), Magadan: MagadanNIRO, 2004, no. 2, pp. 118–124.

Slizkin, A.G., *Atlas-opredelitel' krabov i krevetok dal'nevostochnykh morey Rossii* (Atlas-determinant of crabs and shrimps of the Far Eastern seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2010.

Slizkin, A.G., Bukin, S.D., and Slizkin, A.A., Korean horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*) from the northkurilkamchatka shelf: biology, distribution, abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 554–570.

Stexova, V.V., Some pathologic changes in five-cornered bearded crab *Telmessus cheiragonus* (Tilesius) from the Aniva Bay (Sakhalin Island), *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 293–296.

Scherbakova, N.V. and Korn, O.M., The period of occurrence, density, and distribution of larvae of three commercial crab species in Peter the Great bay, Sea of Japan, *Rus. J. Mar. Biol.*, 2011, vol. 37, no. 6, pp. 478–488. doi 10.1134/S1063074011060149

Froese, R., Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations, *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, vol. 22, no. 4, pp. 241–253. doi 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x

Froese, R. and Binohlan, C., Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data, *J. Fish. Biol.*, 2000, vol. 56, no. 4, pp. 758–773. doi 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x

Kamio, M., Matsunaga, S., and Fusetani, N., Observation on the mating behaviour of the helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Brachyura: Cheiragonidae), *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom.*, 2003, vol. 83, pp. 1007–1013. doi 10.1017/S002531540300821Xh

Nagao, J. and Munehara, H., Annual cycle of testicular maturation in the helmet crab *Telmessus cheiragonus*, *Fish. Sci.*, 2003, vol. 69, no. 6, pp. 1200–1208. doi 10.1111/j.0919-9268.2003.00746.x

Taylor, M.H. and Mildenerger, T.K., Extending electronic length frequency analysis in R, *Fisheries management and ecology*, 2017, vol. 24, no. 4, pp. 330–338. doi 10.1111/fme.12232

Weber, D.D. and Miyahara, T., Growth of the adult male king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius), *Fish. Bull.*, Washington, 1962, vol. 62.

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=254358/DecaNet> eds. DecaNet. Cheiragonidae Ortmann, 1893. World Register of Marine Species. Cited January, 10, 2025.

Поступила в редакцию 20.03.2025 г.

После доработки 9.06.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 9.06.2025; accepted for publication 16.06.2025