

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(29–30 марта 2022 г.)*



Петропавловск-Камчатский
2022

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Т.А. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

Н.А. Седова, д.б.н.;
А.В. Климова, к.б.н.; А.В. Костенко, к.т.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
О.В. Олхина; М.П. Гузь

П77 **Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (29–30 марта 2022 г.) / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2022. – 256 с.

ISBN 978-5-328-00424-4

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00424-4

© КамчатГТУ, 2022
© Авторы, 2022

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК 595.384

Д.А. Галанин, А.В. Лученков

*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО),
Южно-Сахалинск, 693020
e-mail: dgalanin@yandex.ru*

ПЛОДОВИТОСТЬ КОЛЮЧЕГО КРАБА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ОСТРОВА САХАЛИН

По результатам изучения плодовитости самок колючего краба (*Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841) методом подсчета икры на плеоподах из промысловых уловов у восточного побережья о. Сахалин (Охотское море) установлены значения индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) и индивидуальной относительной плодовитости (ИОП). Сделана попытка выявить характер изменений плодовитости в широтном и межгодовом аспектах. Установлена зависимость плодовитости от размеров и массы самок с применением методов статистической обработки данных.

Ключевые слова: колючий краб, плодовитость, Сахалино-Курильский регион, промысловые ресурсы.

D.A. Galanin, A.V. Luchenkov

*Sakhalin branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO),
Yuzno-Sakhalinsk, 693020
e-mail: dgalanin@yandex.ru*

FERTILITY OF THE HANASAKI GANI OF THE EAST SAKHALIN REGION (*Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841)

According to the results of a study of the fertility of spiny crab (*Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841) females by the method of counting eggs on pleopods from commercial catches off the east coast of the island. Sakhalin (Sea of Okhotsk), the values of individual absolute fecundity and individual relative fecundity were established. An attempt was made to reveal the nature of fertility changes in the latitudinal and interannual aspects. The dependence of fecundity on the size and weight of females was established using the methods of statistical data processing.

Key words: hanasakigani, fecundity, Sakhalin-Kuril region, fisheries.

Плодовитость как эволюционно сложившаяся способность животных воспроизводить себя, компенсирующая смертность, является важным приспособлением для поддержания оптимальной численности популяции или локальной группировки [1, 2].

Колючий краб *Paralithodes brevipes*, Н. Milne Edwards & Lucas, 1841, принадлежит к семейству дальневосточных крабоидов отряда десятиногих крабов и является традиционным объектом любительского и прибрежного (промышленного) промысла. Период активного лова колючего краба в Сахалино-Курильском регионе длится около 20 лет. В последние пять лет ежегодно вылавливается около 500 т колючего краба. Динамика промысловой биомассы запаса в районах постоянного промысла отчетливо отражает его интенсивность. Однако уровень естественного воспроизводства и пополнения облавливаемых группировок остается стабильным, если судить по статистическим показателям промысла (статистика Росрыболовства).

Целью работы являлась оценка современного уровня плодовитости колючего краба у восточного побережья о. Сахалин.

В период с 2000 по 2020 гг. в ходе биологического мониторинга на промысле колючего краба в различных районах у восточного побережья о. Сахалин выполнен сбор проб на плодовитость (табл. 1, рис. 1). В качестве орудий лова использовали стандартные крабовые ловушки, выполненные по японскому образцу, имеющие форму усеченного конуса с размером ячеи 6×6, 4×4 и 3×3 см, нижний диаметр – 1,5 м, высота – 0,7 м и нижний диаметр – 1,3 м, высота – 0,5 м. Расстояние между ловушками около 10 м. Всего посчитана плодовитость и проанализировано 239 самок. Для оценки репродуктивного потенциала привлечены архивные результаты биологических анализов 3 294 экз.

Таблица 1

Объем собранного материала и размеры самок колючего краба у восточного побережья о. Сахалин

Район	Сроки работ (годы)	Широта, с. ш.	Кол-во экз.	Ширина карапакса, (мм)	
				Пределы	X_{cp}
Полигон 1	2001–2002	46–47	30	95–124	107,8
Полигон 2	2000	48	19	88–131	110,3
Полигон 3	2004–2006, 2016–2020	49–50	190	82–141	105,8

Примечание. Места расположения полигонов соответствуют рисунку 1. X_{cp} – среднее значение.

Районы сбора проб на плодовитость охватывают только основные места обитания колючего краба у восточного побережья о. Сахалин, где выполняется мониторинг состояния его ресурсов. Глубины, на которых выполнен отлов самок колючего краба, были в диапазоне 10–20 м.

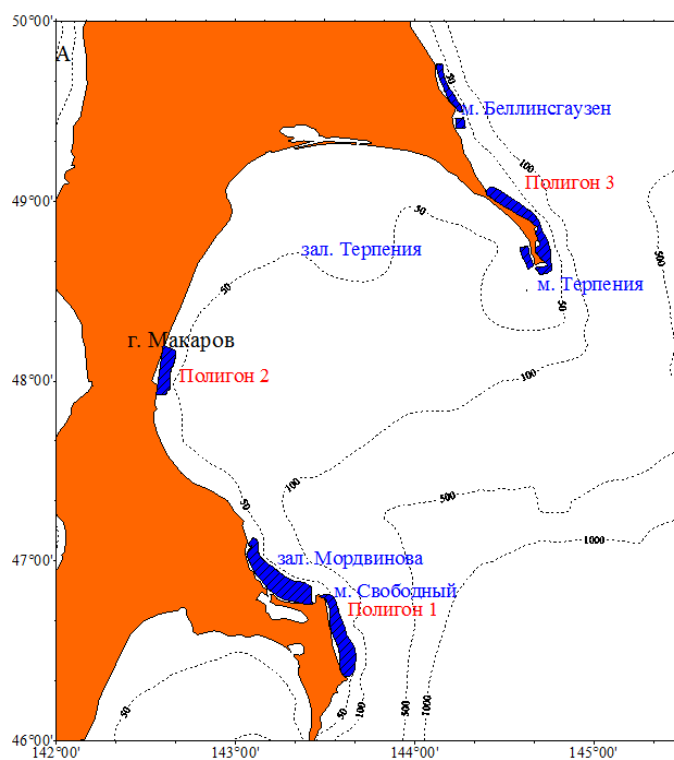


Рис. 1. Карта-схема локализации промысловых скоплений колючего краба и мест сбора проб на плодовитость у восточного побережья о. Сахалин

Размеры самок определяли штангенциркулем с точностью до 1 мм, общую массу икры – с точностью до 0,1 г. Расчет индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) и индивидуальной относительной плодовитости (ИОП) производился по общепринятой методике [3, 4]. Величина навески икры для определения ИАП составляла 500–700 мг. Расчет средних значений плодовитости проводился по методике, предложенной В.Н. Ивановым [5]. Популяционная плодовитость определялась с помощью пособия по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей [6, 7]. Статистическую обработку данных проводили по стандартной методике. Для сравнения двух эмпирических рядов разного объема использовали критерии Пирсона и Стьюдента [8].

В объединенной выборке колючего краба из мест активного промысла у юго-восточного побережья о. Сахалин среднеголетняя индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба равняется $(42,4 \pm 1,33)$ тыс. шт., а индивидуальная относительная плодовитость – $(53,4 \pm 1,13)$ шт/г при среднем размере $(105,9 \pm 0,7)$ мм и массе $(758,5 \pm 13,7)$ г.

Изучение зависимости ИАП от индивидуальных размеров и массы самок указывает на наличие положительной взаимосвязи, однако коэффициент аппроксимации таких зависимостей сравнительно невысокий (ИАП-размер – 0,27 и ИАП-масса – 0,5) (рис. 2). В свою очередь ИОП от размера и массы самок, по нашим данным, совсем не зависит.

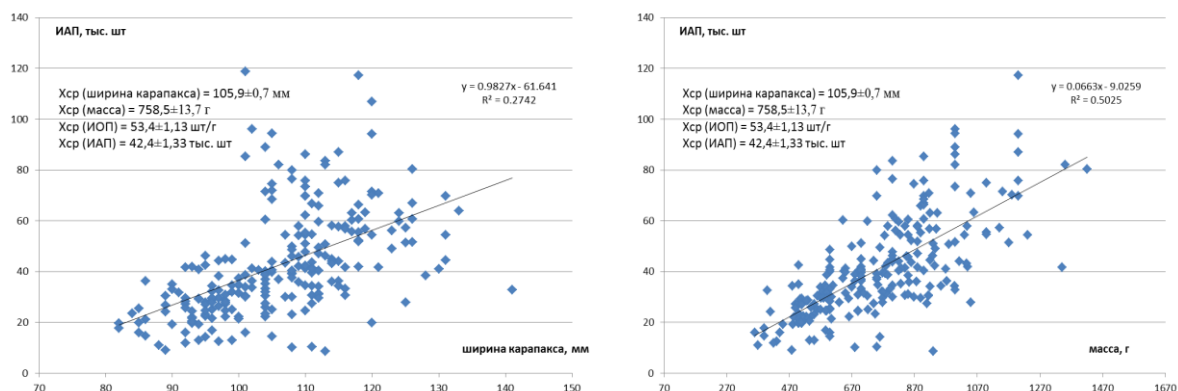


Рис. 2. Зависимость ИАП от размеров и массы колючего краба у юго-восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг.

За три последних десятилетия (наши, архивные и литературные данные) можно проследить увеличение средней ИАП [9–11]. В 1990-е гг. плодовитость равнялась $(36,02 \pm 2,2)$ тыс. шт., в период 2000-е гг. – $(40,8 \pm 1,5)$ тыс. шт., а в 2010-е гг. – $(45,9 \pm 2,64)$ тыс. шт. В первое и второе десятилетия XXI в. преобладающими модальными группами были ИАП 21–40 тыс. шт. и 31–50 тыс. шт. соответственно (рис. 3). Достоверность различий была подтверждена с помощью критерия Пирсона при $p = 0,95$.

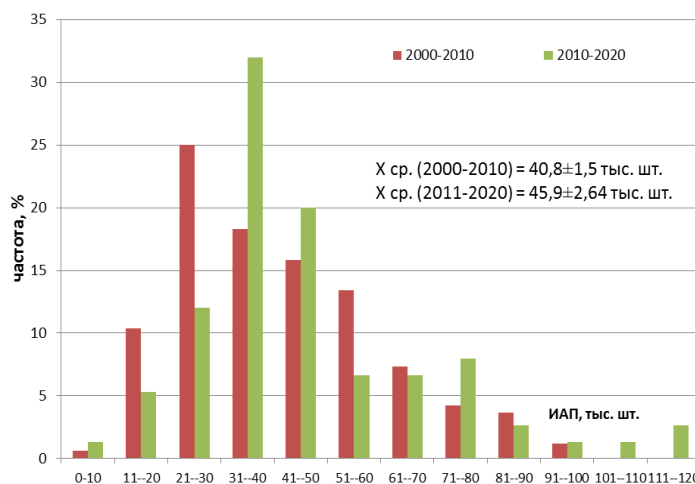
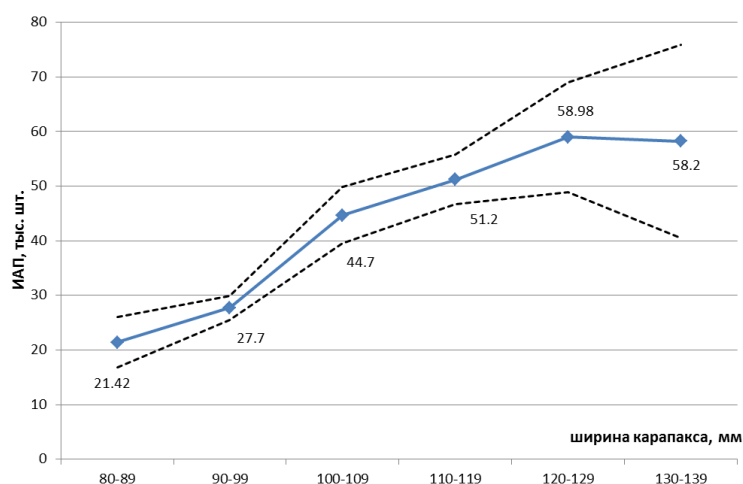


Рис. 3. Частотное распределение самок колючего краба по плодовитости (ИАП) у юго-восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг.

Абсолютная плодовитость колючего краба закономерно повышается с увеличением размеров и массы самок (рис. 2 и 4). Средняя величина ИАП для самок размерной группы 80–89 мм равнялась 21,42 тыс. шт., а для группы 139–139 мм – 58,2 тыс. шт. Наименьшая абсолютная плодовитость 8,7 и 9 тыс. шт. отмечена у самок с шириной карапакса 113 и 89 мм, а также массой 930 и 478 г соответственно (полигон 3). Наибольшая ИАП – 118,718 тыс. шт. – зарегистрирована у самки с шириной карапакса 101 мм и массой 1 210 г (полигон 3).

Величина прироста ИАП с увеличением линейных размеров от минимальных к максимальным составила 18,65 тыс. шт. на сантиметр ширины карапакса, а в отношении массы увеличение составило 51,9 тыс. шт. на каждые 500 г массы. Наибольший промежуточный прирост ИАП зафиксирован между размерными группами 90 и 109 мм, который составил 17 тыс. шт.



Обозначения: пунктир – границы 95%-ного доверительного интервала

Рис. 4. Зависимость ИАП от размеров колючего краба у юго-восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) колючего краба в локальных группировках у восточного побережья о. Сахалин варьируется в широком диапазоне, предельные значения плодовитости различаются здесь в 13,7 раза (табл. 2). Наибольшей вариабельности подвержена абсолютная плодовитость колючего краба на 3-м полигоне в районе полуострова Терпения, а наименьшей – на 1-м полигоне в районе зал. Мордвинова.

Таблица 2

Масса икры и абсолютная плодовитость колючего краба в прибрежных водах острова Сахалин

Год	П	Район	ГИ, %	Масса самки, г		Масса икры, г		ИАП (тыс. шт.)		
				Диапазон	X_{cp}	Диапазон	X_{cp}	Диапазон	X_{cp}	X_m
2001	1	зал. Мордвинова, м. Свободный	5,9	500–980	758	14–69	42	14,48–66,29	41,5	3,6
2002	1	зал. Мордвинова м. Свободный	6,1	587–1 038	730	19–66	42	16,77–79,95	39,8	5,2
2000	2	зал. Терпения	10,9	370–940	671	18–125	66	10,16–69,86	35,9	4,8
2004	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	8,0	390–1 170	766	21–96	57	17,72–70,89	42,3	2,7
2005	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	6,7	360–1 420	674	14–93	42	8,69–80,3	35,1	2,2
2006	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	9,1	400–1 200	755	21–110	63	19,55–96,1	52,1	4,3
2016	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	7,2	4787–1 230	818	15–116	55	9,01–74,6	36,5	1,9
2020	3	м. Терпения, м. Беллинсгаузена	9,2	500–1 350	938	28–131	79	19,94–118,7	65,7	5,4

Примечание. П – номер полигона, ГИ – гонадный индекс, X_{cp} – среднее значение, X_m – стандартная ошибка.

Достоверные различия с использованием критерия Стьюдента между средними значениями ИАП колючего краба отдельных локальных группировок в подавляющем большинстве случаев обнаружены не были. В некоторых случаях, когда различия были выявлены, это были выборки за периоды: 2000–2006 гг. и 2016–2020 гг. (например, полигон № 2 (2000 г.) и полигон № 3 (2020 г.), а также на полигоне № 3 между выборками в разные годы).

Важный итог изучения плодовитости колючего краба – это определение его репродуктивного потенциала в локальных группировках у восточного побережья о. Сахалин, выраженного в количестве эмбрионов в конце инкубационного периода на 1 000 особей. В ходе анализа данных установлено, что средневзвешенная ИАП одной самки равна 49 тыс. шт. икринок. С учетом этого репродуктивный потенциал тысячи особей колючего краба соответствует 24,5 тыс. шт. (при соотношении самок и самцов равном 1 : 1). При таком уровне репродуктивного потенциала колючего краба у восточного побережья о. Сахалин текущее состояние его ресурсов можно считать удовлетворительным, так как длительное время обеспечивается их возобновляемость даже с учетом промышленной эксплуатации [12, 13].

По результатам изучения плодовитости колючего краба у восточного побережья о. Сахалин в период 2000–2020 гг. среднемноголетняя ИАП самок колючего краба равняется $(42,4 \pm 1,33)$ тыс. шт., а индивидуальная относительная плодовитость – $(53,4 \pm 1,13)$ шт/г при среднем размере $(105,9 \pm 0,7)$ мм и массе $(758,5 \pm 13,7)$ г. За три последних десятилетия средняя ИАП увеличилась на 27% с $(36,02 \pm 2,2)$ тыс. шт. в 1990-е гг., до $(45,9 \pm 2,64)$ тыс. шт. в 2010-е гг.

Индивидуальная ИАП колючего краба в локальных группировках у восточного побережья о. Сахалин варьируется в широком диапазоне (от 8,69 до 118 тыс. шт.), однако достоверные различия между средними значениями ИАП отдельных локальных группировок в подавляющем большинстве случаев обнаружены не были.

Абсолютная плодовитость колючего краба закономерно повышается с увеличением размеров и массы самок. Средняя величина ИАП для самок размерной группы 80–89 мм равнялась 21,42 тыс. шт., а для группы 139–139 мм – 58,2 тыс. шт. Наибольший промежуточный прирост ИАП зафиксирован между размерными группами 90 и 109 мм, который составил 17 тыс. шт.

Уровень репродуктивного потенциала колючего краба равен 24,5 тыс. шт. икринок на 1 000 особей, что является достаточным для обеспечения стабильности его локальных группировок у юго-восточного побережья о. Сахалин.

Литература

1. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.
2. Риклефс Р. Основы общей экологии. – М.: Мир, 1979. – 424 с.
3. Спановская В.Д., Григораиш В.А. К методике определения плодовитости единовременно и порционно икротечущих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 2. – Вильнюс: Мокслас, 1976. – С. 54–62.
4. Агафонкин С.И. К плодовитости колючего краба *Paralithodes brevipes* (A. Milne – Edwardset Lucas) северной части Охотского моря // Известия ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 16–18.
5. Иванков В.Н. К методике определения плодовитости пойкелотермных животных // Гидробиологический журнал. – 1974. – Т. 10, № 1. – С. 99–102.
6. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России / С.А. Низяев, С.Д. Букин, А.К. Клитин и др. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 114 с.
7. Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне-осенней нерестующей салаки. – М.: Наука, 1969. – 270 с.
8. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. – М.: Наука, 1991. – 184 с.
9. Галанин Д.А., Яковлев А.А. Некоторые сведения о плодовитости колючего краба юго-восточного Сахалина // Прибрежное рыболовство – XXI век: Материалы науч.-практ. конф. – Южно-Сахалинск. – 2001. – С. 28–29.
10. Клитин А.К. Плодовитость дальневосточных крабоидов в водах Сахалина и Курильских островов // Вопросы рыболовства. – 2002. – Т. 3, № 3 (11). – С. 428–449.
11. Чумак Т.Е. Плодовитость колючего краба *Paralithodes brevipes* у восточного побережья о. Сахалин // Труды СахНИРО. – Южно-Сахалинск. – 2019. – Т. 15. – С. 195–201.
12. Kittaka J. et al. Larval culture of the King Crab *Paralithodes camtschaticus* and *P. brevipes* // Crab in cold water Regions: Biology Management, and Economics. – Fairbanks, Alaska: University of Alaska Sea Grant, 2002. – P. 189–209.
13. Михеев А.А., Крутченко А.А., Пьянов А.И. Запасы колючего краба (*Paralithodes brevipes*) на восточном шельфе о. Сахалин: оценка с применением метода полигонов // Труды СахНИРО. – Южно-Сахалинск. – 2010. – Т. 11. – С. 49–61.