

УДК 595.384.2–113.4(265.51)

П.А. Федотов, И.С. Черниенко*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ И ТЕМПЫ РОСТА САМЦОВ
СИНЕГО КРАБА (*PARALITHODES PLATYPUS* BRANDT, 1850)
В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ БЕРИНГОВА МОРЯ**

Приведен анализ размерного состава и темпа роста самцов синего краба Западно-Беринговоморской зоны с использованием данных 8 учетных донных траловых съемок, выполненных в летне-осенний период с 2005 по 2017 г. Было оценено размерное состояние самцов в указанный выше период. Анализ межгодовой динамики показал, что в последние годы произошли заметные изменения в размерной структуре популяции. Проведен анализ межгодового состояния функциональных групп самцов. Доля промысловых самцов в 2010 г. составляла всего 18,7 %. В 2005 г. было отмечено появление урожайного поколения самцов с шириной карапакса 20–40 мм, доля молодых самцов размером менее 100 мм в 2008–2010 гг. варьировала в пределах 59–60 %. В 2014 г. существенно повысилась доля промысловых самцов, которая была оценена в 66 %, в 2015–2016 гг. она увеличилась до 85 %. В 2017 г. произошло ее снижение до 67 %, это было связано с появлением нового урожайного поколения. В период с 2014 по 2016 г. доля молодых самцов была крайне мала — 6,5–3,1 %. Однако в 2017 г. в связи с появлением нового урожайного поколения она возросла почти в 8 раз по сравнению с 2016 г. и составила 24,6 %. Выяснено, что средний промысловый размер самцов стал увеличиваться начиная с 2012 г. и к 2017 г. увеличился на 18 мм и был равен 160,4 мм. Возраст вступления в промысел самцов был оценен в 8 лет. Проведенные исследования показали, что изменения в размерном составе и темпы роста косвенно свидетельствуют о хорошем и стабильном состоянии популяции синего краба в Беринговом море.

Ключевые слова: Берингово море, синий краб, самцы, размерный состав, функциональные группы, промысловый размер, темпы роста, возраст.

DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-81-89.

Fedotov P.A., Chernienko I.S. Size composition and growth rates of blue king crab *Paralithodes platypus* Brandt, 1850 in the Russian sector of the Bering Sea // *Izv. TINRO.* — 2019. — Vol. 196. — P. 81–89.

Size composition and growth rate of blue king crab males are analyzed on the data of 8 bottom trawl surveys conducted in the western Bering Sea in summer-fall seasons within the period from 2005 to 2017. Significant changes in size structure of this population are revealed. Portion of commercial males was the lowest (18.7 %) in 2010 because of the strong year-class appeared in the catches in 2005, when its males carapace had the width 20–40 mm, that provided in 2008–2010 the percentage of juveniles with the size < 100 mm about 59–60 %.

* Федотов Павел Альфредович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: fedotovbash57@mail.ru; Черниенко Игорь Сергеевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: igor.chernienko@tinro-center.ru.

Fedotov Pavel A., Ph.D., senior researcher, e-mail: fedotovbash57@mail.ru; Chernienko Igor S., Ph.D., leading researcher, e-mail: igor.chernienko@tinro-center.ru.

Then this strong year-class reached the commercial size, so the portion of commercial males increased to 66 % in 2014 and to 85 % in 2015–2016. The portion of juveniles was extremely small (3.1–6.5 %) in these years. The portion of commercial males had reduced again to 67 % in 2017 because of a new strong year-class appearance that provided the juveniles percentage increasing to 24.6 %. The mean size of commercial males has increased since 2012 in 18 mm and reached the value of 160.4 mm in 2017. Age of the crab males entry into the commercial cohort is estimated as 8 years. The observed cyclic changes in size composition of blue king crab and estimated value of its growth rate indicate indirectly a good and stable state of its population in the western Bering Sea.

Key words: Bering Sea, blue king crab, male, size structure, functional group, commercial size, growth rate, age.

Введение

Синий краб *Paralithodes platypus* — один из видов, обитающих в эпибентосных шельфовых сообществах тихоокеанского побережья России и Северной Америки [Виноградов, 1941, 1947; Слизкин, 1972]. Продукция из этого вида краба пользуется большой популярностью на рынках многих стран.

В последние 8 лет промысел синего краба был успешен: в 2010 г. работало 17 судов, в 2011 г. — 9, в 2012 г. — 13, в 2013 г. — 8, в 2014 г. — 7, в 2015 г. — 14, в 2016 г. — 16, в 2017 г. — 15. В 2018 г. в Западно-Беринговоморской зоне с 22 января промысел синего краба вело 16 судов.

Средние величины уловов на судо-сутки постоянно росли, с 1,262 т в 2010 г. до 5,909 т в 2016 г. По сравнению с 2015 г. средний улов на судо-сутки в 2016 г. несколько снизился (2015 г. — 6,616 т), однако в 2017 г. он увеличился до 10,057 т, в 2018 г. снова несколько уменьшился — 7,400 т, но все равно был достаточно высоким. Количество судо-суток за время промысла сократилось с 741 в 2010 г. до 291 в 2017 г., в 2018 г. эта величина составила 478.

В 2018 г. в Западно-Беринговоморской зоне на промысле синего краба суда работали в районах традиционных скоплений промысловых самцов, общий вылов был оценен в 2997 т. Для сравнения, в 2005 г. он был равен 384 т, в 2013 г. — 1149 т, в 2015 г. — 1900 т. В коряжском подрайоне (170°00'–176°00' в.д., глубины 55–150 м) было выловлено 2474,457 т (63 % от ОДУ). В наваринском районе на участке с координатами 176°00'–178°20' в.д. на глубинах 50–140 м было поймано 522,419 т. Доля освоения на 31.10.2018 г. составляла 77 % (ОДУ–2018 — 3897 т с учетом корректировки). Наиболее интенсивно промысел велся в период с июня по август, было выловлено 1482,189 т, в это время работало 11 судов. Таким образом, промысловые показатели работы судов за последние годы значительно улучшились и возросли. Вышеизложенное лишний раз подчеркивает необходимость повышения обоснованности ОДУ синего краба Западно-Беринговоморской зоны.

Большинство результатов наблюдений за синим крабом изложено в виде промысловых рейсовых отчетов, которые ограниченно доступны для исследователей и практиков. Анализ размерного состава самцов синего краба опубликован в небольшом количестве работ [Андронов, Мясников, 1999; Мясников, Андронов, 1999; Слизкин, Сафронов, 2000; Федотов, 2011, 2013, 2017; Федотов, Винников, 2015].

Исследования размерного состава и темпа роста самцов позволят оптимизировать оценку ОДУ и промысел синего краба в российском секторе Берингова моря.

Материалы и методы

Для оценки размерного состава самцов синего краба были использованы данные учетных донных траловых съемок, выполненных в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014, 2015, 2016 и 2017 гг. на глубинах 18–780 м и в Карагинской подзоне в 2016–2017 гг. на глубинах от 20 до 190 м.

Характеристики проведения съемок приведены в табл. 1 и 2.

При проведении донной съемки использовали донный трал № 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием 3–4 м и горизонтальным раскрытием 16 м. Скорость тра-

Таблица 1
Характеристики донных траловых съемок в Западно-Беринговоморской зоне в 2005–2017 гг.
Table 1

Description of bottom trawl surveys in the West-Bering Sea fishery zone in 2005–2017

Год	Тип судна	Координаты района работ	Глубины, м	Площадь района работ, км ²	Кол-во станций	Кол-во биоанализов
2005	СТМ	170°20' в.д. — 173°32' з.д.	22–774	163000	254	970
2008	СТМ	171°44' в.д. — 169°41' з.д.	22–775	163000	215	1054
2010	СТМ	171°40' в.д. — 171°40' з.д.	9–979	163000	239	1540
2012	СТМ	171°40' в.д. — 169°40' з.д.	20–774	163000	234	1507
2014	СТМ	171°45'–179°55' в.д.	37–447	35250	50	1309
2015	СТМ	171°45' в.д. — 169°40' з.д.	20–779	163000	233	1831
2016	СТР	170°15'–179°35' в.д.	35–305	36800	125	1565
2017	СТМ	171°30' в.д. — 165°50' з.д.	18–375	165600	209	2144

Таблица 2
Характеристики донных траловых съемок в Карагинской подзоне в 2016–2017 гг.
Table 2

Description of bottom trawl surveys in the Karaginsky fishery subzone in 2016–2017

Год	Тип судна	Координаты района работ	Глубины, м	Площадь района работ, км ²	Кол-во станций	Кол-во биоанализов
2016	СТР	162°15'–169°55' в.д.	20–165	22190	75	19
2017	СТМ	165°50'–169°55' в.д.	20–190	11110	46	59

ления изменялась в пределах 2,2–3,3 уз в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 уз. Коэффициент уловистости трала для синего краба принимали равным 0,75.

У крабов выделялись следующие размерные группы: промысловые самцы — ширина карапакса 130 мм и более, непромысловые самцы — ширина карапакса менее 130 мм. Непромысловые самцы подразделялись по ширине карапакса на следующие группы: пререкруты I порядка — 115–129 мм, пререкруты II порядка — 100–114 мм, молодые самцы — менее 100 мм.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО-центре [Руководство..., 1979; Низяев и др., 2006].

Размерно-весовую зависимость описывали степенным уравнением, параметры которого оценили по данным наблюдений:

$$W = aL^b, \quad (1)$$

где W — масса, кг, L — ширина карапакса, мм; a и b — константы.

Линейный рост самцов синего краба описывали уравнением Бергаланффи

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)}), \quad (2)$$

где t — возраст, годы; L_t — ширина карапакса в возрасте t , мм; L_∞ — теоретический предельный средний размер, мм; K — коэффициент, характеризующий темп роста (коэффициент Брудди); t_0 — константа, характеризующая момент времени, в который ширина карапакса была равна нулю. Весовой рост описывали модификацией уравнения Бергаланффи

$$W_t = W_\infty[(1 - e^{-K(t-t_0)})]^b, \quad (3)$$

где W_t — масса в возрасте t , кг; W_∞ — теоретическая предельная средняя масса, кг; b — константа из уравнения (1); K , t_0 — константы из уравнения (2). Для некоторых продукционных моделей требуется знать темп прироста массы особей в возрасте от пререкрутов и старше [Schnute, 1987; Hilborn, Walters, 1992]. Используя полученную зависимость, оценили параметры уравнения Форда-Уолфорда, описывающего зависимость массы в возрастном классе от массы в предыдущем возрастном классе:

$$W_{t+1} = \rho W_t + \alpha, \quad (4)$$

где α и ρ — константы. Полученные уравнения позволили оценить средний возраст вступления в промысел t_{130} , а также среднюю массу пререкрута и рекрута $W_{t_{130}-1}$ и $W_{t_{130}}$.

Параметры уравнения Бергаланффи оценили методом SLCA Шеперда (Shepherd's Length Composition Analysis — анализ размерного состава Шеперда) [Shepherd, 1987] и методом ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis — электронный анализ частоты по длине) [Length-based methods..., 1987]. Оба метода предполагают, что индивидуальный рост может быть описан уравнением Бергаланффи, но основы каждого метода различны. Так, в основе SLCA лежит подгонка специальной периодической функции, не зависящей от количества и положения потенциальных мод в образце. ELEFAN, в свою очередь, определяет пики и пробелы в распределении частот и итеративно корректирует кривую роста, которая проходит через максимальное количество пиков. Подробное описание алгоритмов приведено в литературе, ссылки на которую даны выше. Параметры уравнения Форда-Уолфорда оценили методом наименьших квадратов.

Графики размерного состава обработаны и выполнены на ПЭВМ с применением программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 8.0. Для оценки параметров уравнения Бергаланффи использовали язык сценариев R (<https://www.R-project.org/>) с пакетами fishmethods (<https://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>) и TropFishR [Mildenberger et al., 2017].

Результаты и их обсуждение

Размерный состав и соотношение размерных групп самцов синего краба в период с 2005 по 2017 г. показаны на рис. 1 и в табл. 3.

Таблица 3

Соотношение размерных групп и доля промысловых самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2005–2017 гг.

Table 3

Ratio of size groups and portion of commercial males for blue king crab in the West-Bering Sea fishery zone in 2005–2017

Год	Ширина карапакса, мм					Доля промысловых самцов, %
	< 100	100–114	115–129	130–149	≥ 150	
2005	34,3	19,3	13,3	14,5	18,6	33,1
2008	59,1	10,6	4,2	11,1	15,0	26,1
2010	60,0	14,6	6,7	6,8	11,9	18,7
2012	25,5	23,7	23,4	20,5	6,9	27,4
2014	6,3	11,8	15,8	42,2	23,6	66,1
2015	3,5	3,8	7,7	27,0	58,0	85,0
2016	3,1	3,2	8,6	26,0	59,1	85,1
2017	24,6	2,5	5,5	17,2	50,2	67,4

Анализ межгодовой динамики показал, что в последние годы произошли заметные изменения в размерной структуре популяции. Так, доля промысловых самцов в 2010 г. составляла 18,7 % (самый низкий показатель за период исследований). В 2005 г. было отмечено появление самцов размером 20–40 мм, доля молодых самцов с шириной карапакса менее 100 мм в 2008–2010 гг. варьировала в пределах 59–60 %. Вследствие этого в связи с ростом самцов в последующие годы стала существенно повышаться и доля самцов промыслового размера, в 2014 г. она составила 66 %, а в 2015–2016 гг. увеличилась до 85 %. В 2017 г. она несколько снизилась и была оценена в 67 %, это произошло вследствие появления нового урожайного поколения. Аналогичным образом происходило изменение доли крупных самцов (ширина карапакса 150 мм и более) — 11,9 % в 2010 г. и в дальнейшем сокращение их доли до 6,9 % в 2012 г. Такое заметное снижение доли этой размерной группы крабов и привело к общему значительному уменьшению доли промысловых самцов в популяции в 2012 г. Это было связано в первую очередь

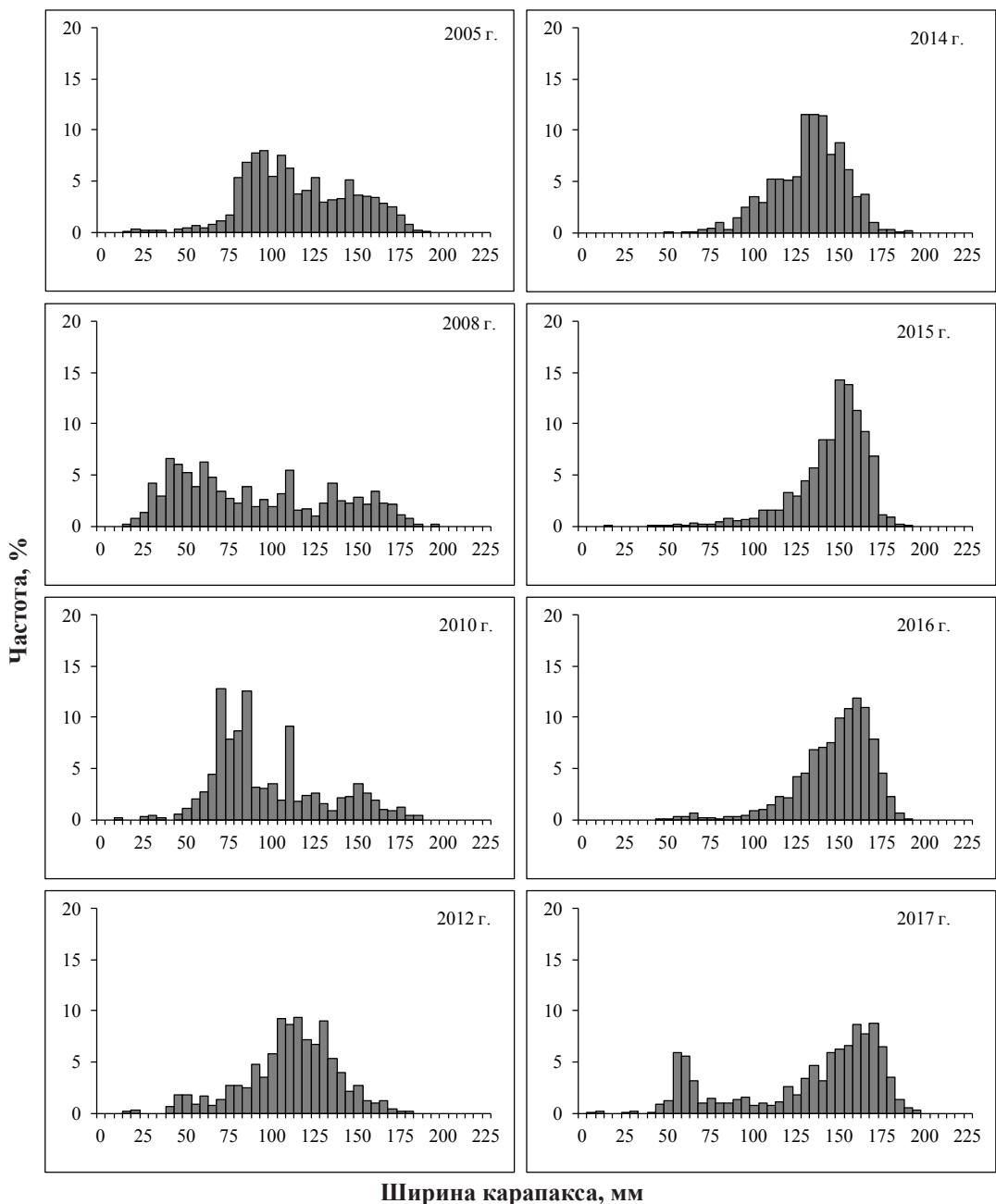


Рис. 1. Размерный состав самцов синего краба исследуемого района Берингова моря в период 2005–2017 гг.

Fig. 1. Size composition of blue king crab males in the western Bering Sea in 2005–2017 years

как с естественными причинами — элиминацией старших возрастных групп, так и с промысловым изъятием этого вида. Кроме этого, к 2008–2010 гг. произошло уменьшение доли промысловых самцов размером 130–149 мм, к 2015–2016 гг. она стабилизировалась на уровне 26 %. Следует отметить, что в 2010 г. заметно возросла доля молодых самцов. Вероятнее всего, это связано с появлением в популяции в 2005–2006 гг. урожайного поколения, что косвенно подтверждается данными учетных траловых съемок 2005, 2008 и 2010 гг. По результатам этих исследований доля молодых самцов составляла соответственно 34,3, 59,1 и 60,0 % от общего количества самцов. В 2012–2013 гг. часть из них стала рекрутами и пополнила собой промысловую часть популяции.

В 2014–2016 гг. доля молодых самцов резко уменьшилась и составляла 6,5–3,1 %. Однако в 2017 г. было отмечено новое урожайное поколение, их доля возросла до 24,6 % от общего количества самцов.

В период проведения исследований минимальный средний промысловый размер был отмечен в 2012 г. — 142,1 мм. С тех пор, за последние 6 лет, он увеличился на 18 мм и в 2017 г. составлял 160,4 мм (в табл. 4).

Таблица 4
Средние размеры промысловых самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2005–2017 гг.

Table 4
Mean size of commercial males for blue king crab in the West-Bering Sea fishery zone in 2005–2017

Год	$L \pm m$, мм	Год	$L \pm m$, мм
2005	$153,2 \pm 1,0$	2014	$146,0 \pm 0,3$
2008	$153,4 \pm 0,2$	2015	$154,0 \pm 0,7$
2010	$156,5 \pm 0,5$	2016	$156,5 \pm 0,3$
2012	$142,1 \pm 0,4$	2017	$160,4 \pm 0,6$

Темп роста синего краба в Западно-Беринговоморской зоне представлен на рис. 2, оценки параметров уравнения Бергаланффи — в табл. 5.

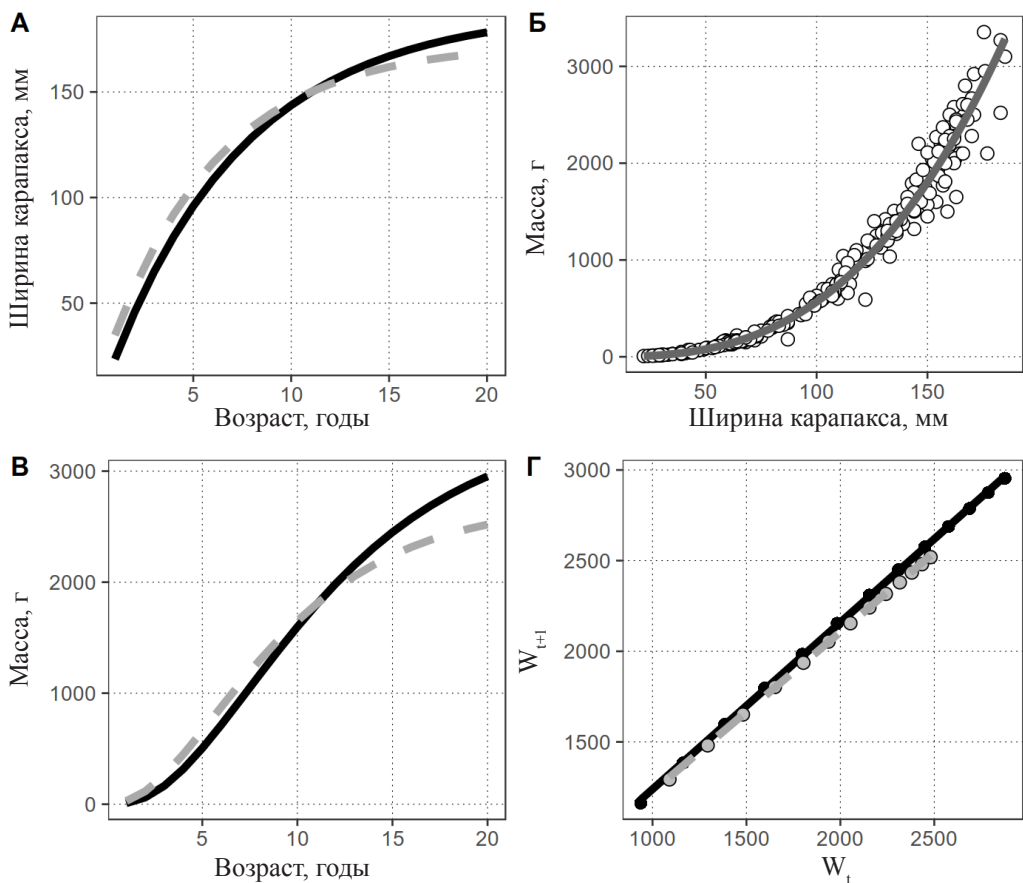


Рис. 2. Оценка темпов роста самцов синего краба исследуемого района Берингова моря: А — линейный рост; Б — размерно-весовая зависимость; В — весовой рост; Г — уравнение Форда-Уолфорда. Сплошная линия — SLCA, пунктирная — ELEFAN

Fig. 2. Growth rate estimations for blue king crab males in the western Bering Sea: А — linear growth; Б — size-weight dependence; В — weight growth; Г — Ford-Walford equation. Solid line — Shepherd's Length Composition Analysis, dotted line — Electronic Length Frequency Analysis

Оценка параметров моделей роста для самцов синего краба
в Западно-Беринговоморской зоне

Table 5

Parameters of growth modeling for males of blue crab in the West-Bering Sea fishery zone

Уравнение	Параметр	Метод	
		SLCA	ELEFAN
Берталанффи	L_{∞}	189,0	173,3
	K	0,144	0,178
	t_0	0,08	-0,26
	t_{130}	8	8
Форд-Уолфорд	a	319,5	346,4
	ρ	0,92	0,88
Масса, кг	$W_{t_{130}}$	1,163	1,292
	$W_{t_{130}-1}$	0,937	1,088

Полученные оценки довольно близки. В обоих случаях возраст вступления в промысел оценивается 8 годами, масса пререкрута, оцененная по результатам SLCA, составила 0,93 кг, ELEFAN — 1,09 кг, масса рекрута — соответственно 1,16 и 1,29 кг.

Заключение

Выполненный анализ размерного состава самцов синего краба Западно-Беринговоморской зоны показал, что идет устойчивое увеличение их среднего промыслового размера, за последние 6 лет он увеличился на 18 мм — до 160,4 мм. В период с 2014 по 2016 г. доля молодых самцов была крайне мала — 6,5–3,1 %. Однако в 2017 г., в связи с появлением нового урожайного поколения, она возросла почти в 8 раз по сравнению с 2016 г. и составила 24,6 %. Доля самцов промыслового размера в 2015–2016 гг. увеличилась до 85 %. В 2017 г. произошло ее снижение до 67 %, что было связано с появлением нового урожайного поколения. В ближайшие годы следует ожидать повышения промыслового запаса. Выяснено, что темпы роста самцов достаточно высоки, для достижения промыслового размера им требуется 8,0 года, у пререкрутов I порядка эта величина составляет примерно 6,5 года. Все эти показатели косвенно свидетельствуют о хорошем и стабильном состоянии популяции синего краба в Беринговом море.

Список литературы

- Андронов П.Ю., Мясников В.Г.** Распределение и биология синего краба (*Paralithodes platypus*) в наваринском районе в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 96–105.
- Виноградов Л.Г.** Десятиногие ракообразные Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1947. — Т. 25. — С. 67–125.
- Виноградов Л.Г.** Камчатский краб : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 1941. — 94 с.
- Мясников В.Г., Андронов П.Ю.** О популяционной организации синего краба (*Paralithodes platypus*) в Беринговом море // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 82–88.
- 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.
- Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей /** сост. В.Е. Родин, А.Г. Слизкин, В.И. Мясоедов и др. — Владивосток : ТИНРО, 1979. — 59 с.
- Слизкин А.Г.** Экологическая характеристика беринговоморской популяции синего краба (*Paralithodes platypus* Brandt, 1850) // Изв. ТИНРО. — 1972. — Т. 81. — С. 201–208.
- Слизкин А.Г., Сафронов С.Г.** Промысловые крабы прикамчатских вод : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Северная Пацифика, 2000. — 180 с.
- Федотов П.А.** Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря в 2012 году // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 4-й всерос. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2013. — С. 221–225.

Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : тез. докл. 4-й междунар. науч. конф. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2011. — С. 110–111.

Федотов П.А. Распределение, состояние запасов и некоторые биологические характеристики синего краба *Paralithodes platypus* в северо-западной части Берингова моря в 2005–2016 гг. // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление : мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2017. — С. 13–19.

Федотов П.А., Винников А.В. К оценке промыслового запаса синего краба (*Paralithodes platypus*) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 6-й всерос. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2015. — С. 86–90.

Hilborn R., Walters C.J. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. — N.Y. : Chapman and Hall, 1992. — 570 p.

Length-based methods in fisheries research : ICLARM Conf. Proc. 13 / ed. by D. Pauly, G.R. Morgan. — International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait, 1987. — 468 p.

Mildenberger T.K., Taylor M.H., Wolff M. TropFishR : an R package for fisheries analysis with length-frequency data // Methods in Ecology and Evolution. — 2017. — Vol. 8, № 11. — P. 1520–1527. DOI: 10.1111/2041-210X.12791.

Schnute J.T. A general fishery model for a size-structured fish population // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1987. — Vol. 44, № 1980. — P. 924–940.

Shepherd J.G. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data // Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13 / ed. by D. Pauly, G.R. Morgan. — International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait, 1987. — P. 113–119.

References

Andronov, P.Yu. and Myasnikov, V.G., Distribution and biology of blue king crab (*Paralithodes platypus*) in Navarin Cape area from summer to autumn, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1999, vol. 126, pp. 96–105.

Vinogradov, L.G., Decapod crustaceans of the Sea of Okhotsk, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1947, vol. 25, pp. 67–125.

Vinogradov, L.G., *Kamchatskii krab* (Red King Crab), Vladivostok: TINRO, 1941.

Myasnikov, V.G. and Andronov, P.Yu., On population structure of blue king crab (*Paralithodes platypus*) in Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1999, vol. 126, pp. 82–88.

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.

Rodin, V.E., Slizkin, A.G., Myasoedov, V.I., Barsukov, V.N., Miroshnikov, V.V., Zgurovskii, K.A., Kanarskii, O.A., and Fedoseev, V.Ya., *Rukovodstvo po izucheniyu desyatnogikh rakoobraznykh Decapoda dal'nevostochnykh morei* (Guide to the Study of Decapods Crustaceans, Decapoda, in Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO, 1979.

Slizkin, A.G., Ecological characteristic of the Bering Sea population of blue crab (*Paralithodes platypus* Brandt, 1850), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1972, vol. 81, pp. 201–208.

Slizkin, A.G. and Safronov, S.G., *Promyslovye kraby prikamchatskikh vod* (Commercial Crabs of Kamchatkan Coastal Waters), Petropavlovsk-Kamchatsky: Severnaya Patsifika, 2000.

Fedotov, P.A., Summer distribution and some features of the biology of commercial crab species in the northwestern Bering Sea in 2012, in *Tezisy dokl. 4 Vseross. Nauchno-Pract. Conf. "Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie"* (Proc. 4th All-Russ. Sci. Pract. Conf. "Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2013, pp. 221–225.

Fedotov, P.A., Some features of the biology of shelf and deepwater crab species in the western Bering Sea, in *Tezisy dokl. 4 Mezhdunar. nauchn. konf. "Morskie pribrezhnyye ekosistemy. Vodorosli,*

bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki” (Proc. 4th Int. Sci. Conf. “Marine Coastal Ecosystems: Algae, Invertebrates, and Products of Their Processing”), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2011, pp. 110–111.

Fedotov, P.A., The distribution, the state of the stock and some of biological characteristics of blue crab *Paralithodes platypus* in the northwest part of the Bering Sea in 2005–2016, in *Mater. Vseross. nauchn. konf. mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 85-letiyu Kamchatskogo nauchno-issled. inst. rybn. khoz. okeanogr. “Vodnye biologicheskie resursy Rossii: sostoyanie, monitoring, upravlenie”* (Proc. All–Russ. Sci. Conf. Int. Participation, Dedicated 85th Anniv. Kamchatka Res. Inst. Fish. Oceanogr. “Aquatic Biological Resources of Russia: State, Monitoring, and Management”), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2017, pp. 13–19.

Fedotov, P.A. and Vinnikov, A.V., To the assessment of fishing blue crab (*Paralithodes platypus*) Stock in Olyutor-Navarino region of the Bering Sea, in *Mater. 6 Vseross. Nauchno-Pract. Conf. “Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie”* (Proc. 6th All–Russ. Sci. Pract. Conf. “Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use”), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2015, pp. 86–90.

Hilborn, R. and Walters, C.J., *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics, and Uncertainty*, New York: Chapman and Hall, 1992.

Length-Based Methods in Fisheries Research (Proc. Int. Conf. Theory Application Length-Based Methods Stock Assess., Mazzara del Vallo, Sicily, Italy, February 11–16, 1985), Pauly D. and Morgan G.R., Eds., Manila, Philippines: ICLARM, 1987, no. 13.

Mildenberger, T.K., Taylor, M.H., and Wolff, M., TropFishR: an R package for fisheries analysis with length-frequency data, *Methods Ecol. Evol.*, 2017, vol. 8, no. 11, pp. 1520–1527. doi 10.1111/2041-210X.12791

Schnute, J.T., A general fishery model for a size-structured fish population, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1987, vol. 44, no. 1980, pp. 924–940.

Shepherd, J.G., A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, in *Proc. Int. Conf. Theory Application Length-Based Methods Stock Assess. “Length-Based Methods in Fisheries Research”* (Mazzara del Vallo, Sicily, Italy, February 11–16, 1985), Pauly D. and Morgan G.R., Eds., Manila, Philippines: ICLARM, 1987, pp. 113–119.

Поступила в редакцию 22.11.2018 г.

После доработки 27.11.2018 г.

Принята к публикации 15.01.2019 г.