

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 597.552.511

К.И. Айтукаев, В.И. Карпенко, О.В. Зикунова

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПА РОСТА ЧАВЫЧИ РЕКИ КАМЧАТКА

В статье дана характеристика размерно-возрастного состава и темпа роста чавычи р. Камчатка. Установлено сходство темпа роста рыб, определенного по наблюдаемым и расчетным данным, за исключением возрастной группы 1.1+, позволяющее его использование при определении величины запаса и вылова поколений.

Ключевые слова: чавыча, размерно-возрастной состав, наблюдаемые и расчетные данные, темп роста, зависимость длина – масса рыб.

K.I. Aitukaev, V.I. Karpenko, O.V. Zikunova

GROWTH RATE FEATURES OF CHINOOK SALMON IN THE KAMCHATKA RIVER

The article describes length-age composition and growth rate characteristics of Chinook salmon in the Kamchatka river. Similar growth rate of fish was identified with observed and calculated data, except 1.1+ age group. Despite this lack of results, we can use the data for calculating stock and catch.

Key words: Chinook salmon, length – age composition, observed and calculated data, growth-rate, length-weight relation.

DOI: 10.17217/2079-0333-2018-44-70-75

Введение

Чавыча – немногочисленный вид тихоокеанских лососей Камчатки, имеющий высокую ценность, что определяет строгий (штучный) учет вылова. Это обстоятельство не позволяет собирать большой объем материалов, характеризующих биологические показатели рыб, используемые при оценке величины запаса и определении возможного вылова этого объекта. Поэтому все биологические параметры любой популяции (или стада) чавычи имеют огромное значение, а также требуют оценки возможности их использования даже при небольших объемах выборки.

Для оценки возможности использования отдельных биологических показателей, в частности длины рыб, при определении их массы тела, необходимой для расчета биомассы поколений и возможного вылова, выполнено настоящее исследование.

На основе анализа размерно-возрастной структуры и выявления закономерности роста чавычи р. Камчатка необходимо было решить следующие задачи:

- исследовать размерно-возрастной состав чавычи нескольких поколений;
- провести сравнительный анализ фактических и расчетных данных темпа роста с оценкой возможности использования последнего для получения весовых характеристик разных поколений;
- оценить возможность использования расчетных данных для оценки запаса и определения величины вылова.

Материал и методика

Сбор материала по чавыче р. Камчатка ежегодно проводится сотрудниками ФГБНУ «КамчатНИРО» в течение ее нерестового хода (с июня по август). Для проведения настоящего исследования использованы пробы чавычи, подвергнутые биологическому анализу в июне 2014–2016 гг.;

в частности, 05.06–28.06 2014, 05.06–17.06 2015 и 06.06–19.06 2016. Вся рыба в выборках подвергалась полному биологическому анализу, включающему определение стандартных параметров всех особей: длины и массы тела, пола, плодовитости и др. [1]. Общий объем используемого материала по биологическим показателям чавычи р. Камчатка составил 875 экз., в том числе 300 экз. чавычи, выловленной в 2016 г. После определения возраста производились измерения годовых зон для расчета темпа роста.

Для определения возраста и расчета темпа роста от каждого экземпляра чавычи отбирали чешую правильной формы с хорошо различимыми годовыми кольцами, которых было от двух до шести (включая год, проведенный в пресной воде). Производили измерения расстояния от центра чешуи до каждого годового кольца, а также радиуса всей чешуи окуляр-микрометром.

Расчет прироста длины рыб за предыдущие годы жизни производили методом обратных расчислений по формуле Эйнара Леа с поправкой Розы Ли [2]:

$$l_x = \frac{L}{C}(c_x - c_1) + u,$$

где l_x – длина рыбы за определяемый год жизни, см, L – общая длина рыбы, см, C – длина чешуи от центра до ее края, c_x – длина чешуи до определяемого года жизни, c_1 – длина чешуи за предыдущий год жизни (радиус центральной пластинки), u – длина рыбы в момент закладки чешуи (расчет только для первого года роста). Для расчета темпа роста было принято, что у молоди чавычи закладка чешуи происходит при достижении длины 3,5 см [3]. Для определения наблюдаемого линейного темпа роста в качестве прироста в пресноводный период было взято значение 10 см, а для весового – 11,5 г [4].

Для определения расчетной массы тела рыб использовано традиционное соотношение между длиной и массой тела, описываемое уравнением степенной функции:

$$w = al^b,$$

где l – длина тела, см, w – масса тела рыбы, г, a и b – коэффициенты.

Расчетные данные длины и массы тела рыб сравнивались с таковыми по фактическим материалам, полученным при анализе размерно-возрастного состава чавычи в 2016 г. Все полученные данные обработаны стандартными статистическими методами [5].

Также для сравнения средних размерно-весовых показателей были использованы данные за 1958–1998 гг. [4], а для сравнения темпов роста – за период 1939–1959 гг. [3] и 2005–2010 гг. [6].

Результаты и обсуждение

Размерный состав чавычи р. Камчатка в 2014 г. включал рыб длиной от 36 до 103 см (средняя 70,2 см), в 2015 г. – от 38 до 99 см (средняя 71,6 см), а в 2016 г. – от 32 до 105 см (средняя 69,5 см). Масса тела в 2014 г. варьировала от 0,7 до 18 кг (средняя 5,5 кг), в 2015 г. – от 0,8 до 13,3 кг (средняя 5,5 кг), а в 2016 г. – от 0,5 до 17,7 кг (средняя 5,3 кг). Во все годы самки были крупнее самцов. Данные 2014–2016 гг. значительно уступают среднемноголетним для периода 1958–1998 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Средняя длина и масса тела чавычи реки Камчатка в 2014–2016 и 1958–1998 гг.

Год	Самки			Самцы			Все рыбы		
	Длина, см	Масса тела, кг	N, экз.	Длина, см	Масса тела, кг	N, экз.	Длина, см	Масса тела, кг	N, экз.
2014	83,6 (73,5–98)*	8,4 (5,4–14,7)	61	66,4 (36–103)	4,6 (0,7–18,0)	214	70,2 (36–103)	5,5 (0,7–18,0)	275
2015	84,3 (72–95)	8,4 (5,1–12,9)	63	68,2 (38–99)	4,7 (0,8–13,3)	237	71,6 (38–99)	5,5 (0,8–13,3)	300
2016	82,8 (71–100)	7,9 (4,3–13,6)	85	64,2 (32–105)	4,2 (0,5–17,7)	215	69,5 (32–105)	5,3 (0,5–17,7)	300
1958–1998**	90 (51–119)	10,3 (1,8–21,3)	–	82 (45–130)	8 (1,3–24,8)	–	85 (46–130)	9 (1,3–24,8)	–

* В скобках пределы колебаний.

** Данные Н.И. Виленской (по Бугаев и др., 2007).

Основу размерного состава чавычи составили рыбы размерных классов 61–70 см (самцы), 81–90 см (самки) (табл. 2).

Таблица 2

Размерный состав чавычи реки Камчатка в 2014–2016 гг., %

Длина, см	Самки			Самцы			Все рыбы		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
31–40	–	–	–	2,3	0,8	8,4	1,8	0,7	6,0
41–50	–	–	–	4,7	0,4	2,3	3,6	0,3	1,7
51–60	–	–	–	15,9	16,0	27,0	12,4	12,7	19,3
61–70	–	–	–	46,3	46,0	33,0	36,0	36,3	23,7
71–80	23,0	22,2	36,5	18,7	24,1	13,5	19,6	23,7	20,0
81–90	63,9	61,9	48,2	6,5	5,9	8,4	19,3	17,6	19,6
91–100	13,1	15,9	14,1	4,2	6,8	6,5	6,2	8,7	8,7
101–110	–	–	1,2	1,4	–	0,9	1,1	–	1,0
N, экз.	61	63	85	214	237	215	275	300	300

Возрастной состав чавычи р. Камчатка в 2014–2015 гг. включал рыб в возрасте от 0.2+ (0,4 и 0,3% соответственно) до 2.3+ (1,2 и 0,7% соответственно) лет, исключая возрастную группу 1.5+. В 2016 г. встречались особи в возрасте от 1.1+ (3,6%) до 2.3+ (0,4%), кроме группы 2.2+. Во все годы преобладали рыбы в возрасте 1.2+ и 1.3+, что является типичным для чавычи р. Камчатка с 2000-х гг. Однако, если в 2014 г. доминировали рыбы в возрасте 1.2+ (50,2%) над рыбами 1.3+ (34,9%), то в 2015 г. их (1.2+) доля снизилась (47,4%), а 1.3+ повысилась (40,9%), тогда как в 2016 г. и вовсе наблюдалась обратная ситуация – доля рыб возраста 1.2+ (41,3%) была ниже, чем у 1.3+ (47,8%).

Среди самок в 2014–2016 гг. преобладали рыбы 1.3+ (78; 79 и 86,6% соответственно), а самцов было больше в возрасте 1.2+ (62,9; 60,3 и 58,8% соответственно). Среди самцов не встречались рыбы в возрасте 1.5+, а в 2016 г. не было особей в возрасте 0.2+ и 2.2+. Самки встречались, начиная от возраста 1.3+ до 2.3+, особи 1.5+ присутствовали только в 2016 г., а 2.2+ в 2015 г. и 2.3+ в 2014 г. (табл. 3).

Таблица 3

Возрастной состав чавычи реки Камчатка в 2014–2016 гг., %

Возраст	Самки			Самцы			Все рыбы		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
0.2+	–	–	–	0,5	0,4	–	0,4	0,3	–
1.1+	–	–	–	7,0	0,9	5,2	5,6	0,7	3,6
1.2+	–	–	–	62,9	60,3	58,8	50,2	47,4	41,3
1.3+	78,0	79,0	86,6	24,1	30,6	31,4	35,0	40,9	47,8
2.2+	–	1,6	–	1,0	1,7	–	0,8	1,7	–
1.4+	20,0	19,4	12,2	3,5	5,2	4,1	6,8	8,3	6,5
2.3+	2,0	–	–	1,0	0,9	0,5	1,2	0,7	0,4
1.5+	–	–	1,2	–	–	–	–	–	0,4
N, экз.	50	62	82	199	229	194	249	291	276

По наблюдаемым данным, в первые два года жизни наибольший линейный темп роста был в 2014 г. (31,3 см по достижении возраста 1.1+). Показатели темпа роста в 2016 г. почти совпадают с таковыми 2015 г. в возрасте 1.1+, а также довольно сходны с 2014 г. в возрасте 1.2+. Линейный темп роста рыб старших возрастов в 2014–2016 гг. близок друг к другу. Высокий весовой темп роста в первые годы жизни отмечен в 2014 г. (1098 г по достижении возраста 1.1+). Показатели темпа роста в возрастных группах 1.3+ и 1.4+ заметно отличаются. Так, в возрасте 1.3+ в 2014 г. прирост массы оказался ниже, чем в 2016 г., а в возрасте 1.4+, наоборот, в 2014 г. темп роста оказался значительно выше, чем в 2016 г.

Оценка линейного темпа роста в 2016 г. по расчетным данным оказалась близка к наблюдаемым по всем возрастам, кроме 1.1+, когда отмечен значительно более низкий прирост. Данные весового темпа роста в 2016 г. по расчетным данным оказались близки к наблюдаемым в первые годы жизни (1.1+ и 1.2+). У рыб старших возрастных групп (1.3+ и 1.4+) отмечается

расхождение, причем прирост массы во всех возрастных группах по расчетным данным оказался ниже наблюдаемых. Кроме того, расчетные данные указывают, что весовой рост по достижении возраста 1.4+ был ниже, чем по достижении 1.3+, а по наблюдаемым данным рост в обеих возрастных группах практически не различался (рис. 1).

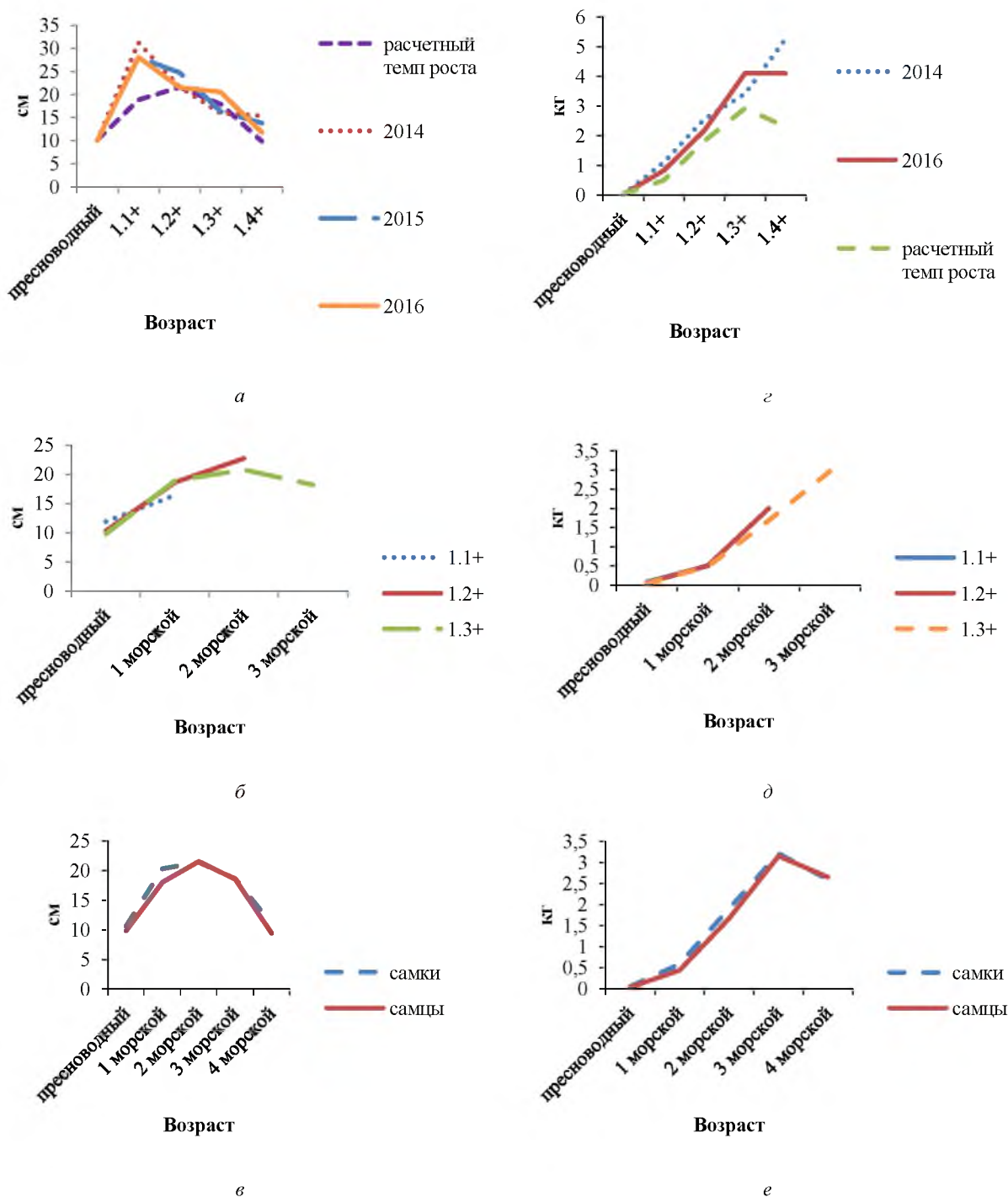


Рис. 1 Линейный и весовой темп роста чавычи по наблюдаемым данным в 2014–2016 гг. и расчетным в 2016 г. в целом (а, з), по возрастным группам в 2016 г. (б, д) и по полу (в, е) в 2016 г.

Сравнение с историческими данными показало, что в 2016 г. рост чавычи в пресных водах значительно уступал среднемноголетним среди рыб возраста 1.3+ (9,8 см в 2016 г. против 14,6 см у самок и 13,8 см у самцов по О. Зикуновой [6], 14,3 см у самок и 14,1 см у самцов по Л. Грачеву [3]. За первый и третий морской год данные темпа роста в 2016 г. незначительно ниже результатов О. Зикуновой [6], а во второй – выше (20,8 см в 2016 г. против 20,4 см у самок и 20,3 у самцов) [6].

В 2016 г. темп роста в первый и второй морской год жизни был ниже, чем у самок, но больше, чем у самцов, а в третий год ниже у обоих полов по сравнению с данными Л. Грачева [3] (рис. 2).

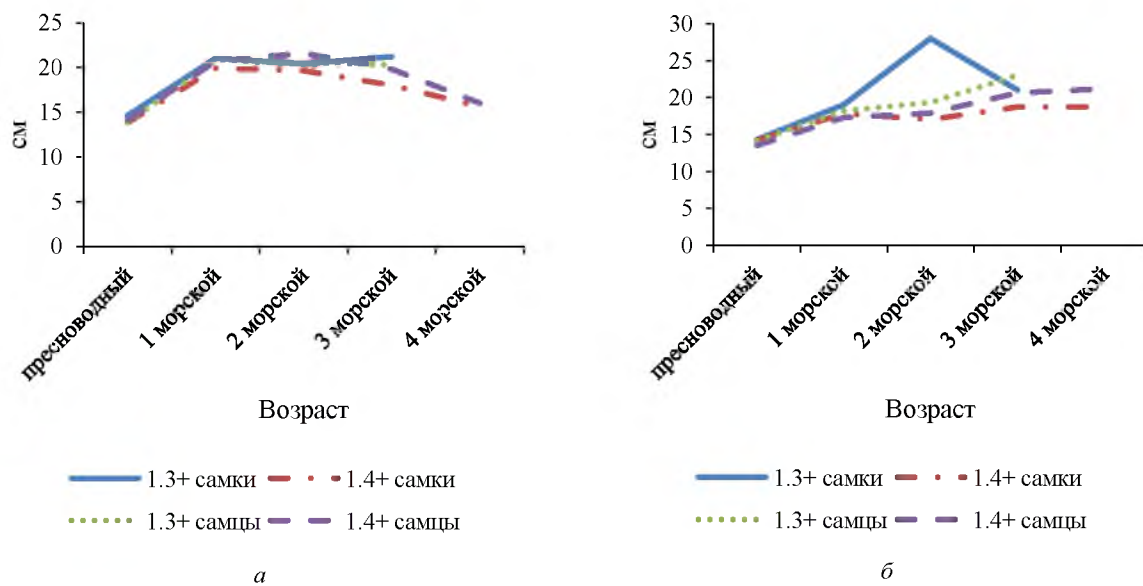


Рис. 2 Темп роста чавычи, рассчитанный на основе среднеголетних данных О.В. Зикуновой [6] (а) и Л.Е. Грачева [3] (б)

Зависимость между длиной и массой тела чавычи описывается уравнением степенной функции с высокой степенью достоверности (коэффициенты корреляции выше 0,9). Полученные значения коэффициента *b* свидетельствуют, что в 2014 и 2016 гг. у чавычи преобладал линейный рост (2,948 и 2,906 соответственно), а в 2015 г. – весовой (3,045). Во все годы у самок доминирует весовой рост ($b > 3$), а у самцов в 2014 и 2016 гг. – линейный (2,952 и 2,888 соответственно) и в 2015 г. – весовой (3,039) (табл. 4).

Таблица 4

Значения коэффициентов зависимости массы тела от длины чавычи реки Камчатка в 2014–2016 гг.

Параметры	Самки			Самцы			Все рыбы		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Коэффициент <i>a</i>	0,0088	0,0128	0,0081	0,0175	0,0116	0,0220	0,0178	0,0113	0,0205
Коэффициент <i>b</i>	3,108	3,018	3,117	2,952	3,039	2,888	2,948	3,045	2,906
Коэффициент R^2	0,909	0,930	0,903	0,984	0,983	0,990	0,986	0,986	0,989

Соотношение полов у чавычи в 2014–2016 гг. в целом показало доминирование самцов. Преобладание самок над самцами было отмечено только среди рыб в возрасте 1.3+ в 2016 г. (53,8%), в 2014 и 2016 гг. в возрасте 1.4+ (58,8% и 55,6% соответственно) (табл.5).

Таблица 5

Соотношение полов чавычи реки Камчатка в 2014–2016 гг.

Возраст	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	Самки, %	Самцы, %	Общее кол-во, экз.	Самки, %	Самцы, %	Общее кол-во, экз.	Самки, %	Самцы, %	Общее кол-во, экз.
0.2+	0,0	100,0	1	0,0	100,0	1	–	–	–
1.1+	0,0	100,0	14	0,0	100,0	2	0,0	100,0	10
1.2+	0,0	100,0	125	0,0	100,0	138	0,0	100,0	114
1.3+	44,8	55,2	87	41,2	58,8	119	53,8	46,2	132
2.2+	0,0	100,0	2	20,0	80,0	5	–	–	–
1.4+	58,8	41,2	17	50,0	50,0	24	55,6	44,4	18
2.3+	33,3	66,7	3	0,0	100,0	2	0,0	100,0	1
1.5+	–	–	–	–	–	–	100,0	0,0	1
Все рыбы	20,1	79,9	249	21,3	78,7	291	29,7	70,3	276

Заключение

Основу возвратов чавычи р. Камчатка составляют рыбы в возрасте 1.2+ (самцы) и 1.3+ (самки) длиной 61–70 см (самцы) и 81–90 см (самки). Известно, что в 2015 г. было отмечено значительное количество рыб младшей возрастной группы 1.1+. Однако доля таких рыб в пробах биологического анализа оказалась даже меньше, чем в 2014 и 2016 гг. Вероятно, это было связано с тем, что в работе использован материал, охватывающий лишь начало нерестового хода чавычи.

Значения расчетного линейного темпа роста в возрасте одного полного года (1) значительно изменялись и оказались ниже, чем 1.1+ по наблюдаемым данным, что естественно. В то же время данные расчетного весового темпа роста в возрасте три и четыре года значительно отличаются от наблюдаемых в возрастных группах 1.3+ и 1.4+, оказываясь ниже фактических значений. Последнее, вероятно, связано со значительным весовым приростом рыб любого возраста после образования годового кольца, в течение миграции и подхода чавычи к нерестовым водоемам.

Таким образом, можно заключить, что расчетные данные по линейному и весовому темпу роста не всегда можно использовать при оценке запаса. Для этой цели подходят лишь результаты оценки линейного и весового роста рыб отдельных возрастных групп. Так, установлено, что в 2014 и 2016 гг. у чавычи преобладал линейный рост, а в 2015 г. – весовой. Во все годы у самок преобладал весовой рост, у самцов в 2014 и 2016 гг. – линейный, а в 2015 г. – весовой.

Литература

1. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. 1966. – 376 с.
2. *Никольский Г.В.* Экология рыб. Изд. 3-е, доп.: учеб. пособие для ун-тов. – М.: Высшая школа. 1974. – 357 с.
3. *Грачев Л.Е.* Темп роста камчатской чавычи // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – 1967. – Т. 57 – С. 89–97.
4. *Бугаев В.Ф. и др.* Рыбы реки Камчатка. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2007. – 459 с.
5. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа. 1980. – 293 с.
6. *Зикунова О.В.* Биологическая характеристика производителей чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) бассейна р. Камчатка // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – Вып. 32. – С. 48–58.

Информация об авторах Information about the authors

Айтукаев Керим Исаевич – Камчатский государственный технический университет, 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; магистр (студент); mr.fade@mail.ru

Aitukaev Kerim Isaevich – Kamchatka State Technical University, 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Undergraduate; mr.fade@mail.ru

Карпенко Владимир Илларионович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; профессор; профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры; karpenko_vi@kamchatgtu.ru

Karpenko Vladimir Illarionovich – Kamchatka State Technical University; 683603, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources, Fisheries and Aquaculture Chair; karpenko_vi@kamchatgtu.ru

Зикунова Ольга Владимировна – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший научный сотрудник лаборатории динамики численности и совершенствования прогнозов лососевых рыб; zikunova@kamniro.ru

Zikunova Olga Vladimirovna – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Senior Researcher of Abundance Dynamics and Forecast Improvement for Salmon Laboratory; zikunova@kamniro.ru