

УДК 595.384.12

DOI 10.15853/2072-8212.2016.42.32-43

РАЗМЕРНАЯ СТРУКТУРА СЕВЕРНОЙ КРЕВЕТКИ *PANDALUS EOUS* MAKAROV, 1935, ОБИТАЮЩЕЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ У ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

О.Г. Михайлова



*Н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
68300 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел., факс: (4152) 41-27-01, 42-38-62. E-mail: mikhailova.o.g@kamniro.ru*

*СЕВЕРНАЯ КРЕВЕТКА, ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА, ДЛИНА ТЕЛА, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ,
КРИТЕРИЙ СТЬЮДЕНТА, КРИТЕРИЙ ФИШЕРА*

На основании материалов, полученных в 2001–2014 гг., проведен анализ размерной структуры северной креветки, обитающей в восточной части Охотского моря у побережья Западной Камчатки. Длина тела креветки находилась в пределах 24–148 мм. Практически в течение всего периода исследования в уловах доминировали крупноразмерные особи с длиной тела 110–120 мм. Установлено, что средняя длина тела креветки в уловах варьирует от 85,5 до 111,5 мм. В некоторые годы наблюдалось снижение средней длины тела, по сравнению с данными других лет. Изучены и описаны такие соотношения, как длина тела – длина карапакса (Lb–Lc) и длина тела – масса (Lb–W). Анализ размерных рядов двух сезонов одного года показал заметное смещение длины тела в сторону увеличения на 5–10 мм, что связано с приростом после линьки, которая массово проходит в начале–середине лета. Помимо анализа размерной структуры северной креветки, обитающей у побережья Западной Камчатки, впервые для этого района проведен полный морфометрический анализ особей, который выявил, что менее схожими по размерным и весовым признакам оказались самцы с самками, как без яиц, так и с яйцами на плеоподах: данные группы показали значимые достоверные различия по 4 признакам.

THE SIZE STRUCTURE OF NORTHERN SHRIMP *PANDALUS EOUS* (MAKAROV, 1935), IN THE EASTERN OKHOTSK SEA WATERS ADJACENT WEST KAMCHATKA

Oksana G. Mikhaylova

*Researcher, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18
Tel., fax: (4152) 41-27-01, 42-38-62. E-mail: mikhailova.o.g@kamniro.ru*

*NORTHERN SHRIMP, WEST KAMCHATKA, BODY LENGTH, MORPHOMERIC ANALYSIS, T-CRITERION,
F-CRITERION*

The composition of the body length of northern shrimp from the Eastern Okhotsk Sea waters on West Kamchatka was analyzed from the data pool for 2001–2014. The body length varied in the range 24–148 mm. Large-sized individuals with the body length 110–120 mm dominated almost all period analyzed. The average length in the catches varied from 85.5 to 111.5 mm. In some years the average length was less. Some correlations, including between the body length and the carapace length (Lb–Lc) and the body length and the body weight (Lb–W), were analyzed. Comparative analysis of the body length diagrams in 2 seasons of same one year has demonstrated visible (5–10 mm) displacement of the body length toward a higher size from early (or mid) summer as a result of postmolt growth. Aside of the analysis of the size composition of the northern shrimp on West Kamchatka, the first ever general morphometric analysis of individuals provided in mentioned area was carried out, which has indicated that males were minimum similar in body length or weight to females, free of eggs or with eggs on pleopods: the groups demonstrated authentic differences on four characteristics.

Одним из наиболее важных этапов исследования любой популяции является анализ ее размерной структуры, позволяющий выявить определенные отклонения на разных этапах развития особей, таких как рождаемость, смертность, интенсивность роста, плодовитость. Северная креветка не имеет регистрирующих возраст структур, и анализ размерных рядов позволяет заложить основу в определении размерно-возрастного состава популяции.

Целью данной работы являлось изучение размерной структуры северной креветки, ее измене-

ний в межгодовом аспекте и в течение жизненного цикла. Накопленный объем материала по размерному составу северной креветки, обитающей в восточной части Охотского моря у западного побережья Камчатки, позволил всесторонне изучить размерную структуру описываемой группировки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу настоящего исследования положена информация, полученная в 2001–2014 гг. у побережья Западной Камчатки на промысловых судах

(табл. 1), с дополнительным привлечением данных с научно-исследовательских судов в 2010–2011 гг.

На промысловых судах использовались специализированные креветочные донные тралы с ячеей крыльев 20–24 мм, оснащенные селективной решеткой перед входом, угол наклона которой колебался от 45 до 49°. На научно-исследовательских судах в качестве орудий лова использовался донный трал 27.1/33.7. Стандартный куток длиной 22 м снабжен двойной «рубашкой» с ячейей верха 30 мм и вставки — 10 мм.

Сбор и обработку материала проводили по стандартной методике, описанной в литературе (Иванов, 2004; Низяев и др., 2006). У креветок определяли: пол, промысловый размер тела (с точностью до 0,1 мм), длину карапакса (с точностью до 0,1 мм) и индивидуальную массу.

Морфометрический анализ выполняли по методике, изложенной в «Пособии по изучению промысловых ракообразных...» (Низяев и др., 2006), для чего брали выборку одноразмерных особей в количестве не менее 40–50 экз. (10 и более экз. на каждый размерный класс). Морфометрию выполняли отдельно для каждой размерно-половой

группы (ювенильных особей, самцов, самок, переходных особей).

При проведении морфометрии определяли пол и состояние гонад и яиц. Измерения проводили с точностью 0,1 мм (рис. 1):

Lb — промысловая длина от заднего края орбиты глаза до конца тельсона;

Lo — общая (зоологическая) длина, от конца рострума до конца тельсона;

l) длина карапакса Lc — от заднего края орбиты глаза до середины спинной части заднего края карапакса;

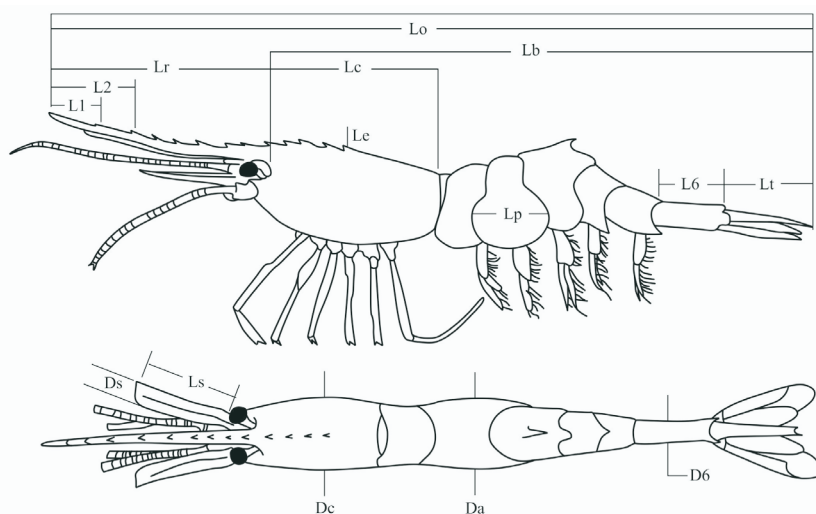


Рис. 1. Схема выполнения морфометрического анализа у креветок-пандалид (по Низяев и др., 2006)
Fig. 1. The scheme of the morphometric analysis of Pandalid shrimps (from Nizyaev et al., 2006)

Таблица 1. Основные материалы, используемые при написании работы по биологии и распределению северной креветки, обитающей у берегов Западной Камчатки
Table 1. The basis data pool used in the analysis of the biology and distribution of northern shrimp on West Kamchatka

Год Year	Судно/Vessel	Даты работ Sampling period	Глубины, м Depth range, m	Кол-во экз., взятых на анализ, шт. Sample size
2001	МКРТМ «Сапфир-1»	25.10–30.11	225–280	5240
2002	РШ «Асанда»	17.11–24.11	215–375	1585
2004	РК РТМ «Алитус»	21.11–08.12	222–404	3782
2005	РКС «Александрит»	22.09–25.09	175–280	675
		21.11–31.12	356–418	5085
2006	МКРТМ «Сапфир-1»	16.08–28.10	167–321	3495
2007	МКРТМ «Сапфир-1»	07.05–02.06	202–350	2446
2008	РКС «Александрит»	24.02–19.04	220–456	2519
	МКРТМ «Сапфир-1»	12.09–09.10	203–417	2455
	МКРТМ «Сапфир-1»	12.02–06.06	220–455	3682
2010	НИС «Профессор Кизеветтер»*	11.07–28.07	14–150	0
		25.08–10.09	200–968	2029
		08.03–07.04	360–465	3754
2011	РКС «Александрит»	08.03–07.04	360–465	3754
	НИС «ТИНРО»*	02.08–12.08	14–426	2985
2013	РКС «Александрит»	04.04–01.06	226–430	7761
2014	СТР «Капитан Меламуд»	30.03–14.04	217–376	1949

Примечание: * — научно-исследовательское судно.
Note: * — research vessel.

- 2) ширина карапакса Dc — самая широкая часть головогруды;
- 3) длина рострума Lr — от заднего края орбиты глаза до конца рострума;
- 4) длина тельсона Lt — от середины спинной стороны 6-го абдоминального сомита до конца тельсона;
- 5) длина плеврита 2-го сомита брюшка Lp — в самой широкой части плеврита;
- 6) длина скафоцерита Ls — от места сочленения листовидной части скафоцерита до конца его закругленной части;
- 7) ширина скафоцерита Ds — в самой широкой части листовидной части скафоцерита;
- 8) ширина брюшка Da — в самой широкой части брюшка в районе 2-го сомита;
- 9) длина 6-го сомита брюшка L6 — по продольной оси спинной стороны от переднего края до заднего;
- 10) ширина 6-го сомита брюшка D6 — в самой широкой части сомита;
- 11) расстояние до 1-го подвижного шипа рострума L1 — от конца рострума до основания 1-го подвижного шипа на верхнем краю;
- 12) расстояние до 2-го подвижного шипа рострума L2 — от конца рострума до основания 2-го подвижного шипа на верхнем краю;
- 13) расстояние до последнего подвижного шипа головогруды Le — от середины заднего края спинной части карапакса до последнего подвижного шипа на средней линии карапакса.

Из меристических признаков подсчитывали количество шипов по верхнему краю рострума и карапакса (Nu), количество зубчиков по нижнему краю рострума (Nd), количество пар боковых шипов на тельсоне (Nt), количество члеников на карпусе (запястье) перепонды 2 с правой (Nr_p) и левой (Nr_l) стороны.

Креветок взвешивали с точностью до 0,5 г:

- 14) креветка целиком Ww;
- 15) отдельно головогрудь Wc;
- 16) отдельно брюшко Wa.

Для анализа и обработки данных использовали программу Microsoft Excel v.7.0 с пакетом статистического анализа, а также программу Statistica v.8.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно материалам, полученным в 2001–2014 гг., длина тела северной креветки, обитающей у бере-

гов Западной Камчатки, колебалась в уловах в пределах 24–148 мм (табл. 2, рис. 2). Практически в течение всего периода исследования доминировали крупноразмерные особи с длиной тела 110–120 мм. Встречаемость в уловах экземпляров креветки с длиной тела менее 45 мм была незначительной и зачастую не превышала 0,1% от всех выловленных креветок. К примеру, особь с минимальной длиной тела 24 мм была обнаружена в единичном экземпляре на глубине более 300 м. Низкая встречаемость мелких креветок в уловах вполне объяснима: основной материал собран специализированным креветочным тралом, конструкция которого ограничивает попадание в него моллюды.

Проведенный анализ показал, что фактически каждый год выделяются три–четыре модальные группы (рис. 2). К первой из них относятся особи с длиной тела 55–70 мм, их доля в уловах варьирует в пределах 1–19%. Вторая группа включает особей с длиной тела от 75 до 85 мм. Третья представлена размерами 90–100 мм, а четвертая — 105–120 мм. Если первые три группы на графике менее выражены, то четвертая хорошо просматривается на протяжении всех лет. Доля встречаемости данной группы от общего количества особей в улове варьирует от 21 до 63%. Она представлена в основной своей массе самками (рис. 3), которые формируют основу уловов у Западной Камчатки. Их доля от общего улова на протяжении всех лет исследования не опускалась ниже 50%.

В целом, по многолетним данным, средняя длина тела креветки в уловах варьировала от 85,5 до 111,5 мм (табл. 2). Самые низкие значения данного показателя наблюдались в 2001–2002 и

Таблица 2. Размерные характеристики по длине тела северной креветки у Западной Камчатки с 2001 по 2014 гг.

Table 2. The results of the analysis of the body length of northern shrimp on West Kamchatka by years for the period 2001–2014

Год Year	Количество, экз. N	Минимальная, мм Min, mm	Максимальная, мм Max, mm	Средняя, мм Average, mm
2001	7024	35	138	85,5±0,2
2002	1585	41	140	99,1±0,4
2004	3782	59	141	104,1±0,2
2005	5760	44	144	107,4±0,2
2006	3495	43	140	100,5±0,3
2007	2446	52	139	103,6±0,4
2008	2519	50	148	102,6±0,4
2010	3682	24	140	96,7±0,3
2011	3754	50	143	103,8±0,2
2013	7761	50	145	110,8±0,1
2014	1949	53	141	111,5±0,3

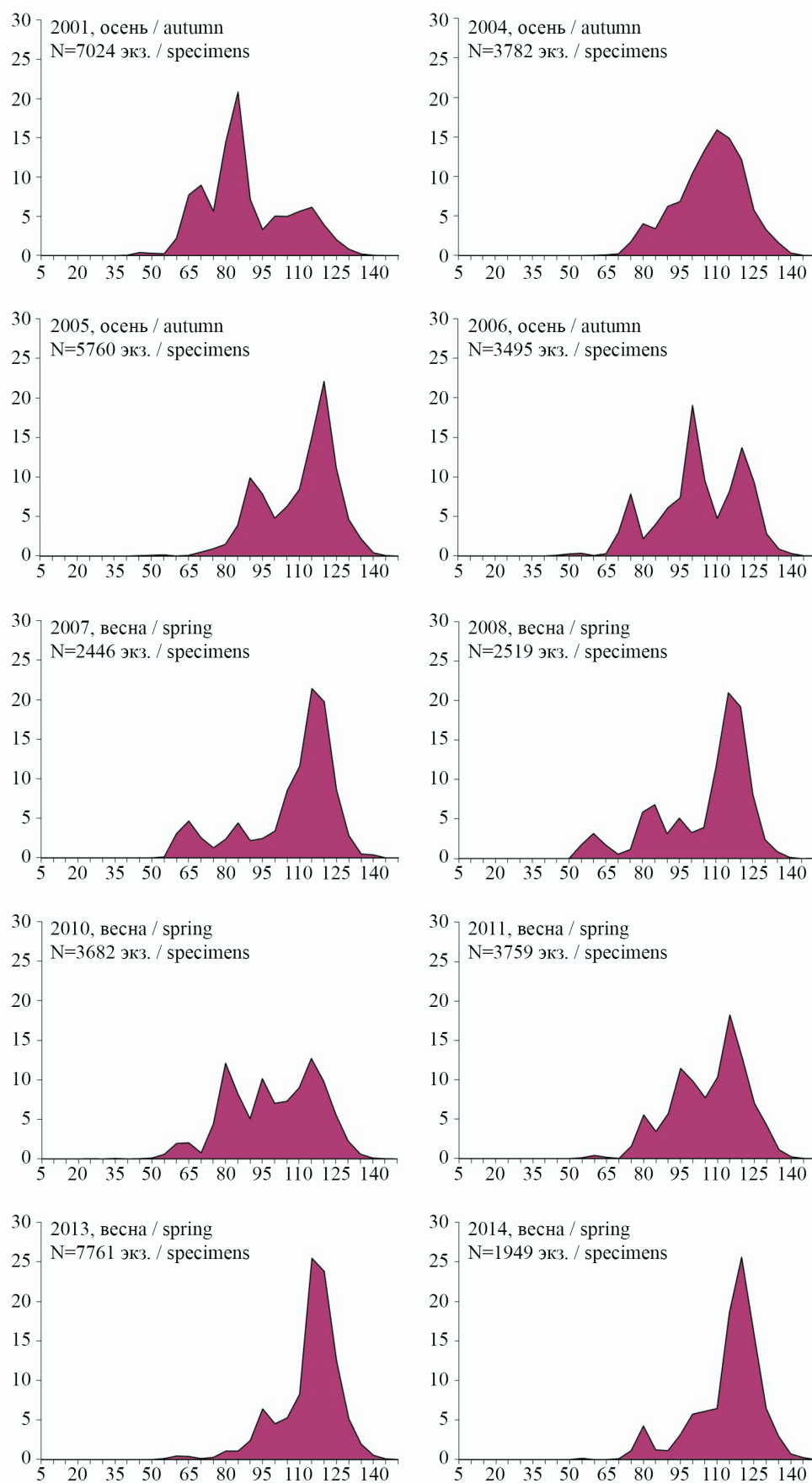


Рис. 2. Размерные ряды северной креветки у побережья Западной Камчатки по данным 2001–2014 гг. Примечание: по оси X — длина тела (мм), по оси Y — доля особей в уловах, %
 Fig. 2. The length groups of northern shrimp on West Kamchatka on the data for 2001–2014. Note: on the X axis — the body length (mm), on the Y axis — the percent in the catches, %

2010 гг. При анализе материалов 2001 г. выявлено, что в августе–сентябре в уловах преобладали ювенильные особи и самцы, т. е. мелкоразмерная креветка. Ее доля от общего количества всех функциональных групп равнялась 77%, что и оказало влияние на снижение средней длины тела в этом году. Увеличение молоди в уловах может быть связано с районом и сезоном сбора материала: данные получали в пределах глубин 200–300 м в августе–сентябре, когда у северной креветки, обитающей в рассматриваемом районе, завершается процесс оплодотворения, происходящий в этом глубинном диапазоне. По нашим наблюдениям, на указанных изобатах наблюдается высокая концентрация мелкоразмерных особей, к которым относятся и самцы, принимающие непосредственное участие в данном процессе.

Проведенный анализ размерной структуры показал, что снижение средней длины тела в 2010 г. не было связано с увеличением доли самцов и молоди. Однако именно в этом году отмечалась минимальная средняя длина тела у самок (рис. 4).

Анализ динамики средней длины тела промысловых особей выявил, что в течение 2001–2014 гг. она изменялась в пределах 106,8–114,4 мм (табл. 3), при генеральной средней, равной $109,0 \pm 0,05$ мм. В 2013–2014 гг. наблюдается положительная динамика в увеличении средней длины северной креветки.

При сравнении длины тела северной креветки, обитающей у западного побережья Камчатки, с близлежащими районами ее распространения, выяснено, что в описываемом районе этот признак характеризуется более низкими значениями. Согласно среднесезонным данным, в северном промысловом районе Охотского моря (Притауй-

Таблица 3. Размерные характеристики по длине тела промысловых особей северной креветки ($L_b \geq 90$ мм) у Западной Камчатки с 2001 по 2014 гг.

Table 3. The results of the analysis of the body length of commercial northern shrimp ($L_b \geq 90$ mm) on West Kamchatka by years for the period 2001–2014

Год Year	Количество, экз. N	Минимальная, мм Min, mm	Максимальная, мм Max, mm	Средняя, мм Average, mm
2001	2250	90	138	$106,8 \pm 0,2$
2002	1146	90	140	$107,0 \pm 0,3$
2004	3190	90	141	$108,4 \pm 0,2$
2005	4775	90	144	$112,4 \pm 0,2$
2006	2653	90	140	$107,9 \pm 0,2$
2007	1942	90	139	$112,0 \pm 0,2$
2008	1910	90	148	$111,8 \pm 0,2$
2010	2379	90	140	$107,8 \pm 0,2$
2011	3117	90	143	$108,6 \pm 0,2$
2013	7298	90	145	$112,9 \pm 0,1$
2014	1793	90	141	$114,4 \pm 0,2$

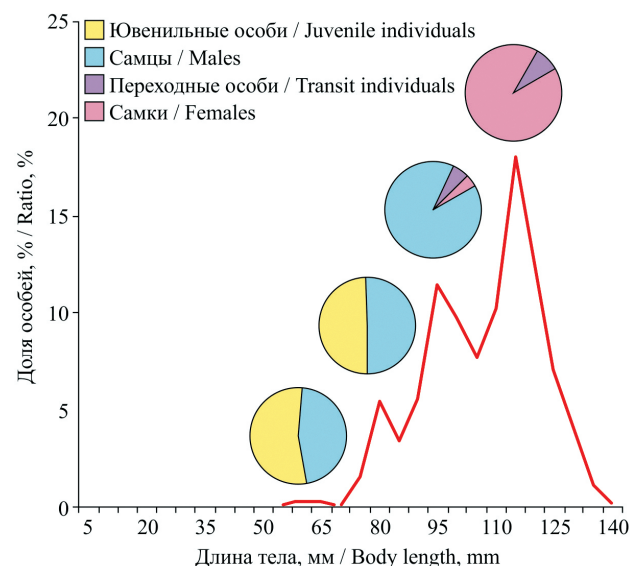


Рис. 3. Соотношение функциональных групп, в зависимости от роста у северной креветки, обитающей у побережья Западной Камчатки, по среднесезонным данным

Fig. 3. The ratio between the functional groups depending the growth of northern shrimp on West Kamchatka on the average annual data

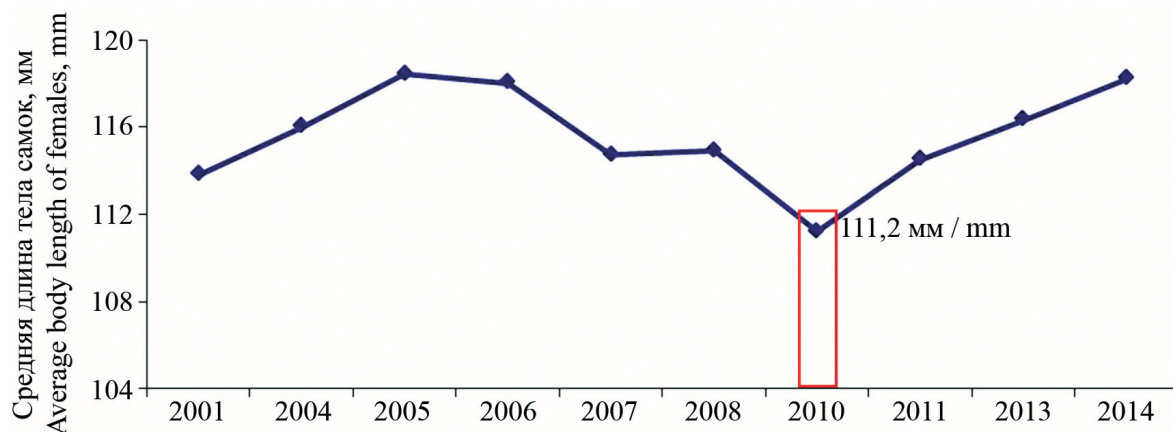


Рис. 4. Изменение средней длины тела самок северной креветки у побережья Западной Камчатки с 2001 по 2014 гг.

Fig. 4. The dynamics of the average body length of northern shrimp females on West Kamchatka from 2001 to 2014

ский район) и в Японском море в уловах доминируют особи с длиной тела 100–130 мм (Букин, 2003; Кобликов, Корнейчук, 2008; Бандурин, Карпинский, 2015). Тогда как у западного побережья Камчатки в преобладающем большинстве встречаются особи размерами 105–120 мм. В целом, северная креветка, обитающая в Охотском и Японском морях, относится к достаточно крупным особям. Так, в северной части Охотского моря максимальная длина тела северной креветки составляет 155,7 мм, у Западной Камчатки — 148, в Татарском проливе — 159, в приматериковых водах северо-западной части Японского моря (к югу от м. Золотой) — 147 мм (Букин, 2003; Корнейчук, 2006; Бандурин, Карпинский, 2015). В отличие от описываемых районов, в российских водах Берингова моря максимальный размер самок, встреченных в улове, по данным последних лет не превышает 126 мм (Соколов, 2012, 2015).

Необходимо отметить, что многие авторы (Волобуев, 2001; Butler, 1964; Simard et al., 1990; Koma, 1999; и др.) применяют для описания размера креветки длину карапакса, что зачастую усложняет процесс анализа, сравнения и объединения данных из разных районов. Для решения этой проблемы нами были рассмотрены такие соотношения, как длина тела – длина карапакса (Lb–Lc) и длина тела – масса (Lb–W). Для этого проанализировали данные по морфометрии, полученные в 2005 г.: исследованы такие показатели, как длина тела (Lb), длина карапакса (Lc) и масса (W) для каждой особи. Данные соотношения представлены на рисунках 5, 6.

Съемки, проведенные в 2010–2011 гг. у берегов Западной Камчатки как в весенний, так и в летний периоды, позволили сравнить размерные ряды в одинаковые сезоны двух смежных лет. Выяснено, что в оба года, как весной, так и летом, в размерном ряду креветки наблюдается четыре заметных модальных класса (рис. 7). Весной первая модальная группа представлена особями с длиной тела 55–65 мм, вторая — с длиной 75–80 мм. К третьей группе относится креветка с длиной тела 90–95 мм, к четвертой — с длиной 110–115 мм. Заметно выделяются четыре модальные группы и в летний период. В первой

длина тела находится в диапазоне 60–70 мм. Вторая группа представлена экземплярами с длиной тела 80–85 мм, третья — 95–100 мм, в четвертой выделяются особи 110–115 мм.

Первые модальные группы формируются, как правило, мелкоразмерными особями — ювенильными и самцами (рис. 3). По мере увеличения

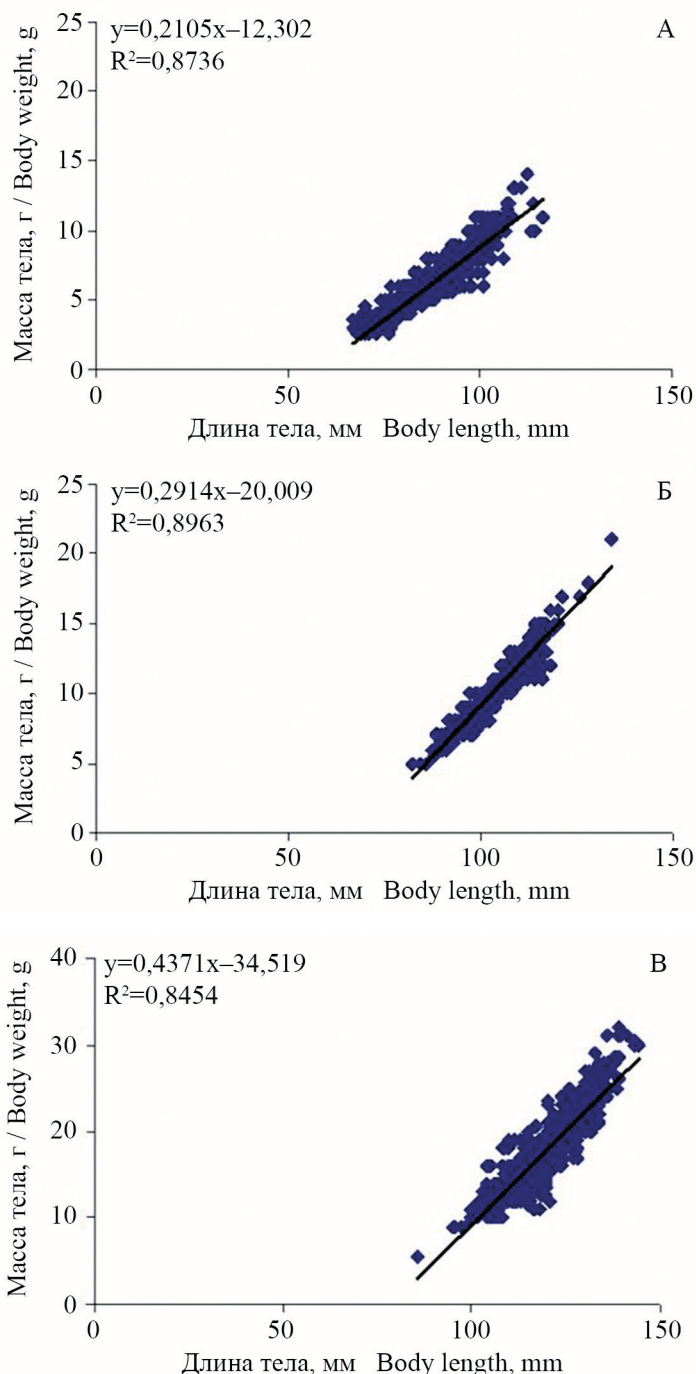


Рис. 5. Соотношение Lb–W у северной креветки у побережья Западной Камчатки по данным 2005 г. для ювенильных особей и самцов (А), для переходных особей (Б) и для самок (В)
Fig. 5. The ratio Lb/W for juvenile individuals and males (A), transit individuals (Б) and females (B) of northern shrimp on West Kamchatka on the data for 2005

длины тела растет доля переходных особей и самок. Крупные размеры имеют, в основном, самки. Как видно на рисунке 7, при наложении размерных рядов, полученных в одном и том же сезоне, но в разные годы, не наблюдается каких-либо сдвигов в сторону снижения или увеличения длины тела, а модальные классы имеют близкие значения. Та-

кая картина характерна как для весеннего, так и для летнего периодов.

Противоположная картина наблюдается при сравнении двух сезонов одного года (данные 2008 г.). В осенний период отмечается заметное смещение длины тела в сторону увеличения, за исключением модальной группы 110–120 мм, которая осталась неизменной (рис. 8). Сдвиг каждого модального класса с первого по третий составил 5–10 мм. Смещение в модальных группах между двумя сезонами связано с приростом после линьки, которая массово проходит в начале–середине лета. Последняя группа остается неизменной, т. к. сформирована 4–6-летними особями, которые наиболее подвержены промысловой смертности (Михайлова, Гайдаев, 2013). Устойчивые показатели моды говорят о том, что, несмотря на воздействие промысла на данную размерную группу, пополнение за счет мелкоразмерных особей происходит стабильно и своевременно. Кроме того, поскольку эта модальная группа состоит из нескольких поколений, рост здесь незаметен и не приводит к смещению моды (Букин, 2003).

Помимо анализа размерной структуры северной креветки, обитающей у побережья Западной Камчатки, проведен полный морфометрический анализ особей (Михайлова, 2016), что позволило проследить онтогенетическую изменчивость *P. eoous* в исследуемом районе. Перед началом работы имеющиеся данные были подвергнуты факторному анализу (в программе Statistica 8.0). Для вращения использован ортогональный метод Варимакса (рис. 9).

В результате выделили три фактора с наибольшими абсолютными значениями. Как видно на рисунке 8, в первой группе объединилась большая часть морфометрических признаков северной креветки. В нее вошли и весовые показатели: W_o (общая масса), W_a (масса абдомена) и W_c (масса головогруды). В данной группе наблюдается некоторая дифференциация такого показателя, как длина рострума (L_r). Его коэффициент корреляции равен 0,71. Это связано с тем, что данный признак достаточно нестабильный: зачастую у северной креветки, главным образом в период интенсивного промысла и

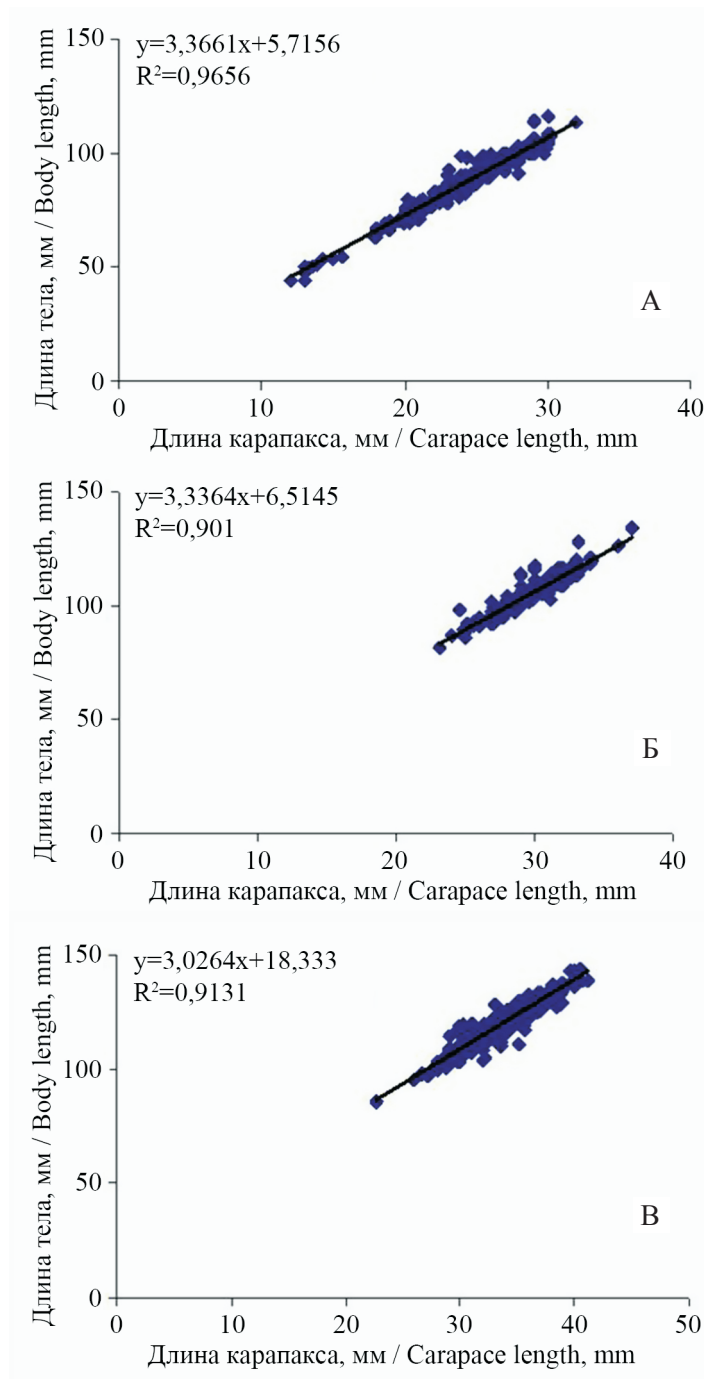


Рис. 6. Соотношение L_b – L_c у северной креветки у побережья Западной Камчатки по данным 2005 г. для ювенильных особей и самцов (А), для переходных особей (Б) и для самок (В)
Fig. 6. The ratio L_b/L_c for juvenile individuals and males (A), transit individuals (B) and females (B) of northern shrimp on West Kamchatka on the data for 2005

линьки, наблюдается поломка рострума. Второй фактор объединил два метрических признака — расстояние от конца рострума до 1 и 2-го шипиков (L_1 , L_2). Счетные признаки выделены в отдельный, третий фактор, в котором наблюдается слабая корреляция (коэффициент не превышает 0,15). По итогам факторного анализа принято решение в дальнейшем анализировать признаки из первого и второго факторов, исключая третий.

Сравнительный анализ признаков проводился между самцами, переходными особями, самками без яиц и самками с яйцами на плеоподах. В процессе анализа применяли попарное сравнение по 18 признакам. Перед началом работ проведена

нормировка признаков для того, чтобы приблизить распределение к нормальному и получить возможность сравнивать разноразмерных особей (Букин, 2003). Для сравнения использованы параметрические критерии, обладающие большей мощностью, чем непараметрические при нормальном распределении (Лакин, 1990). Для наибольшей достоверности использованы два критерия: t -критерий Стьюдента, который применяют для сравнения средних величин, и F -критерий Фишера, делающий сравнительную оценку дисперсий.

Итоги полученных результатов представлены в таблице 4. Наиболее близкими по размерным показателям оказались самцы и переходные осо-

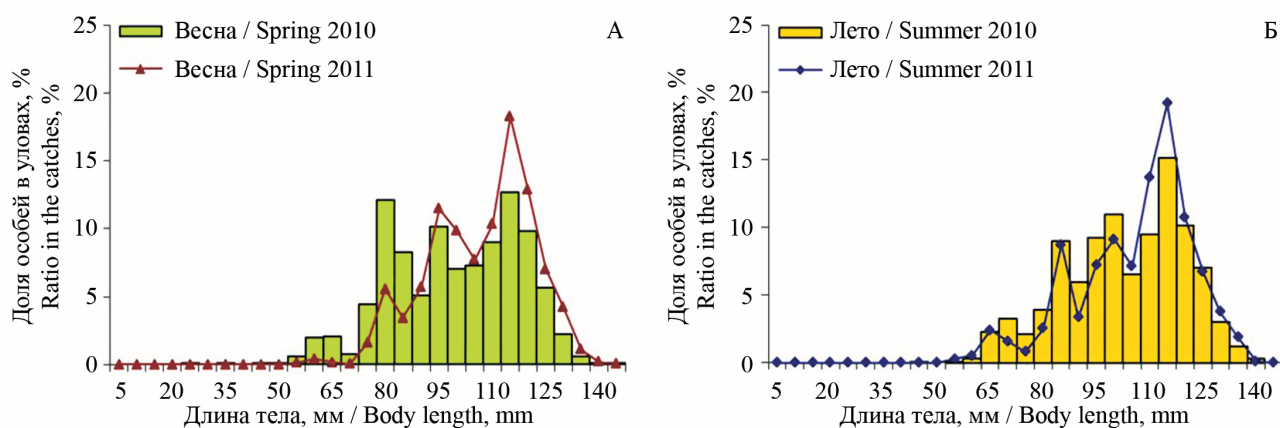


Рис. 7. Размерный ряд северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне в весенний и летний периоды. А — весна 2010–2011 гг.; Б — лето 2010–2011 гг.

Fig. 7. The body length groups of northern shrimps in the Kamchatka-Kuril subzone in spring and summer periods. А — spring 2010–2011; Б — summer 2010–2011

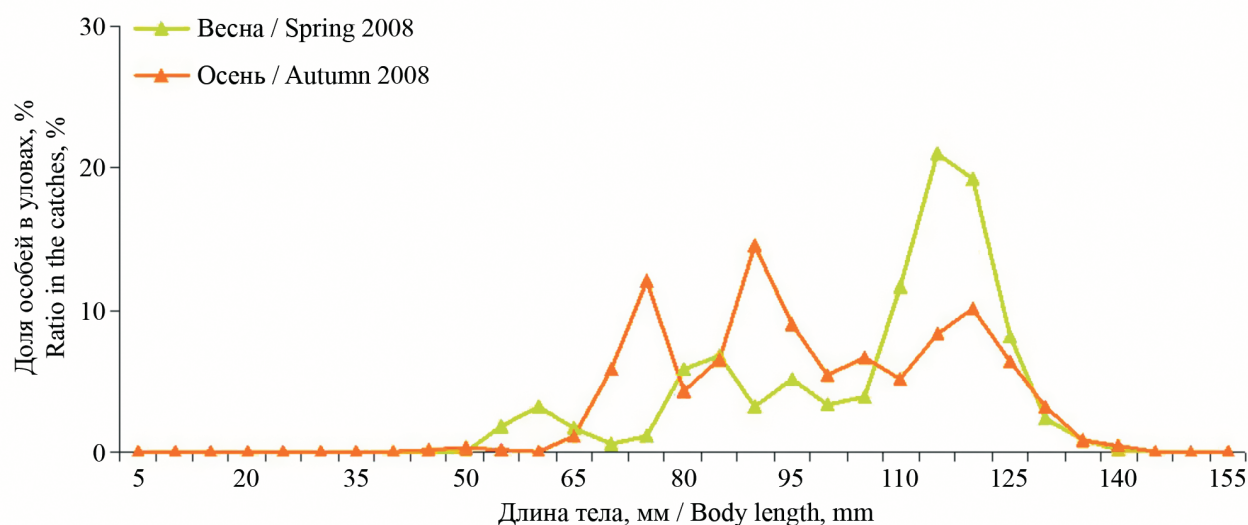


Рис. 8. Размерный ряд северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне в весенний и осенний периоды в 2008 г. по данным, полученным в режиме мониторинга промысла

Fig. 8. The body length groups of northern shrimp in the Kamchatka-Kuril subzone in spring and autumn periods in 2008 on the data obtained in the course of fishery campaign

би, у которых различия достоверно значимы при уровне значимости $p < 0,5$ только по двум признакам — ширина скафоцерита (Ds): $t_{\phi} = 3,03 > t_{st} = 2,09$; $F_{\phi} = 3,9 > F_{st} = 3,6$, и длина плеврита 2-го членика брюшка (Lp): $t_{\phi} = 2,6 > t_{st} = 2,09$; $F_{\phi} = 4,2 > F_{st} = 3,6$. По пяти признакам также имеются отличия, но только по одному из представленных критериев. К ним относятся: длина карапакса (Lc), длина скафоцерита (Ls) и весовые признаки — общая масса (Wo), масса карапакса (Wc) и масса абдомена (Wa). Менее схожими по размерным и весовым признакам оказались самцы с самками, как без яиц, так и с яйцами на плеоподах. Самцы и самки без яиц отличаются по 13 признакам, из которых достоверно — по пяти: Dc, Lp, Wo, Wc и Wa. По остальным значимые различия обнаружены по критерию Стьюдента. У самцов и самок с

яйцами на плеоподах также выделено 13 признаков, по которым эти две группы имеют значимые

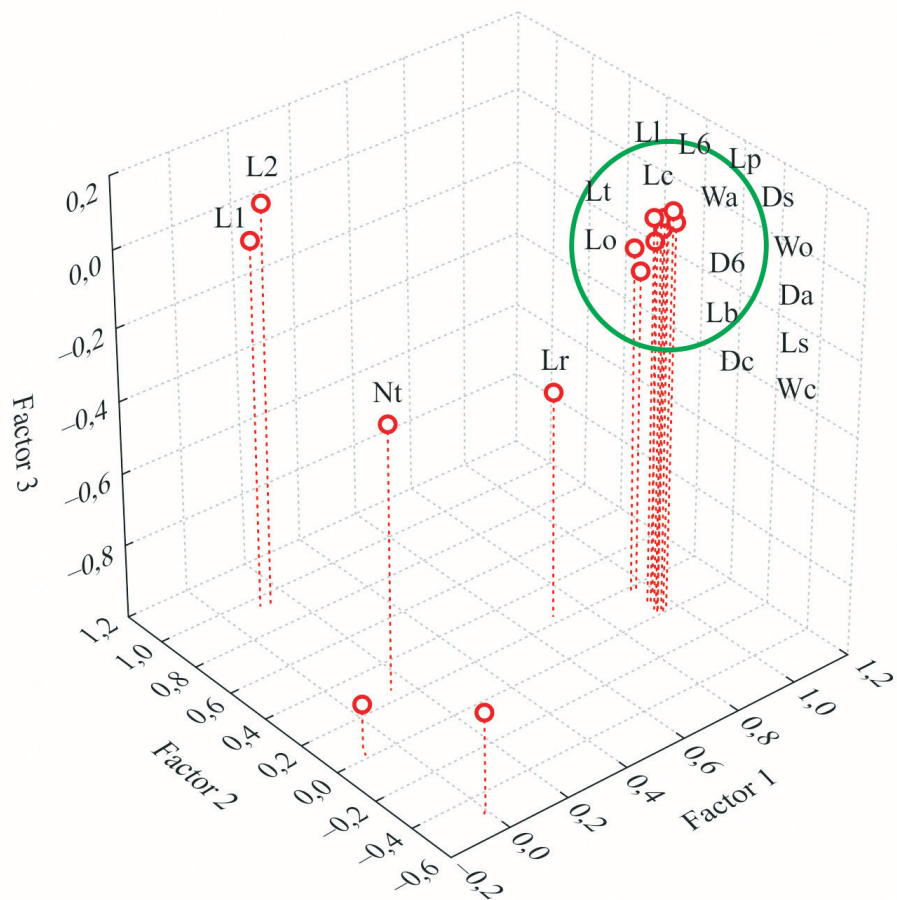


Рис. 9. Результат факторного анализа исходных данных
Fig. 9. The results of the factor analysis of the basis data

Таблица 4. Результаты анализа морфометрических признаков с применением критерия Стьюдента (t -критерий Стьюдента) и критерия Фишера (F -критерий Фишера)
Table 4. The results of the morphometric analysis based on using t - and F -criteria

	C	Ф	C	Ф	C	Ф	C	Ф	C	Ф	C	Ф
	♂		♂		♂		♀♂		♀♂		♀ без яиц/ no eggs	
	♀♂		♀ без яиц no eggs		♀ с яйцами with eggs		♀ без яиц no eggs		♀ с яйцами with eggs		♀ с яйцами with eggs	
Lb	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+
Lo	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	+
Lc	+	—	+	—	+	+	+	—	—	+	—	+
Dc	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Lr	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+
Lt	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
Lp	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+
Ls	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Ds	+	+	+	—	+	—	—	+	—	+	—	—
Da	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—
D6	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
L6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
L1	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+
L2	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
Le	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wo	+	—	+	+	+	+	+	—	+	+	—	+
Wc	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+
Wa	—	+	+	+	—	+	—	—	+	—	+	—

Примечание: C — t -критерий Стьюдента, Ф — F -критерий Фишера; ♂ — самец; ♀♂ — переходная особь; ♀ — самка; «—» — различия недостоверны; «+» — различия достоверны (при $P=0,05$).
Note: C — t -criterion, Ф — F -criterion; ♂ — males; ♀♂ — transit individuals; ♀ — females; «—» — inauthentic difference; «+» — authentic difference ($P=0.05$).

различия, и по четырем они являются достоверными (Lc, Dc, Lp, Wo).

Таким образом, по мере взросления заметно изменяются такие признаки, как Lc, Dc, Lp, Ds, Da, и весовые показатели. По всей видимости, эти признаки меняются в связи с трансформацией половой функции креветки, которая является протерандрическим гермафродитом и в определенном возрасте меняет пол. Известно, что у самцов северной креветки по мере роста происходит редуцирование совокупительных органов и начало созревания гонад, скрытых под карапаксом (Судник, 2006), т. е. после смены пола наблюдается изменение функций некоторых частей и органов.

По аналогии с северной креветкой, обитающей у Восточного Сахалина (Букин, 2003), обнаружено, что практически у всех попарно сравниваемых групп различия достоверны для признака Lp. При этом у четырех пар из шести эти различия достоверны по двум критериям (табл. 3). В итоге построено распределение этого признака, в зависимости от изменения длины тела. Обнаружено три видимых облака (рис. 10), относящихся к разным половым группам: это самцы, самки без яиц на плеоподах и яйценосные самки. Переходные особи оказались близки к самкам без яиц, поэтому перекрываются с ними в нижней части.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результат анализа размерной структуры северной креветки, обитающей у западного побережья Камчатки, показал, что максимальный размер тела особей в уловах достигает 148 мм. По многолетним данным, средняя длина тела креветки в уловах варьирует от 85,5 до 111,5 мм. В некоторые годы наблюдалось снижение средней длины тела, по сравнению с данными других лет. За весь период исследований, как правило, в выборке выделяются три–четыре модальные группы северной креветки, при этом основу уловов формируют крупноразмерные особи. Анализ размерных рядов двух сезонов одного года показал заметное смещение длины тела в сторону увеличения на 5 мм, что связано с приростом после линьки, которая массово проходит в начале–середине лета. Проведенный морфометрический анализ свидетельствует, что менее схожими по размерным и весовым признакам оказались самцы с самками, как без яиц, так и с яйцами на плеоподах: данные группы показали значимые различия по четырем признакам.

Анализ размерной структуры продемонстрировал, что, несмотря на промысел северной креветки у Западной Камчатки с конца 90-х годов, ее размерные показатели оказались устойчивыми к его воздействию, о чем свидетельствуют постоянство в модальном распределении и положительная

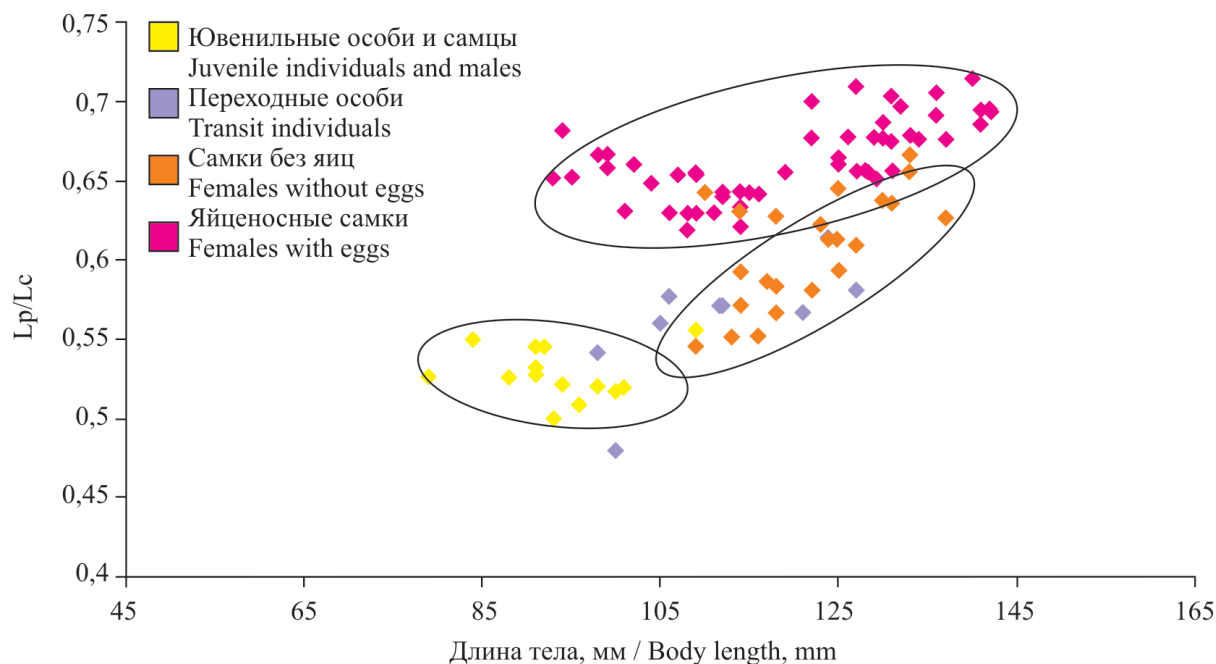


Рис. 10. Соотношение длины плевроита второго члена брюшка к длине карапакса (Lb/Lc) и длины тела у северной креветки, обитающей в юго-восточной части Охотского моря
Fig. 10. The ratio between the length of the плевроита pf the 2nd ventral члена, the carapace length (Lb/Lc) and the body length of northern shrimp in the south-eastern part of the Okhotsk Sea

динамика в увеличении средней длины в последние годы. На это указывают и постоянные показатели группы, сформированной 4–6-летними особями, которая наиболее подвержена промысловой смертности, и пополнение которой происходит стабильно и своевременно за счет мелкоразмерных особей. Согласно морфометрическому анализу, для северной креветки характерен аллометрический рост отдельных частей тела, который связан с развитием и дифференцировкой органов размножения. В процессе роста северной креветки наиболее заметные изменения отмечены для тех частей тела, которые играют защитную роль для гонад и яиц самок. По мере взросления наблюдается относительное увеличение таких частей тела, как Lc, Dc, Lp, Ds, Da. Наиболее достоверным в этом отношении оказался признак Lp (длина плеврита второго членика брюшка).

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор искренне признательна С.Д. Букину, П.Ю. Иванову, Е.П. Дулеповой за ценные замечания и рецензию рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

- Бандурин К.В., Карпинский М.Г. 2015. Креветки северной части Охотского моря. М.: ВНИРО. 214 с.
- Букин С.Д. 2003. Северная креветка *Pandalus borealis* eous сахалинских вод: Бюл. журн. «Вопросы рыболовства». М.: Нацрыбресурсы. 136 с.
- Волбуев М.В. 2001. Шельфовые промысловые виды креветок рода *Pandalus* северной части Охотского моря и Камчатско-Курильского района // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 1. Магадан: МагаданНИРО. С. 81–93.
- Иванов Б.Г. 2004. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки // Методическое пособие по промыслово-биологическим исследованиям морских креветок (съемки запасов и полевые анализы). Вып. 2. М.: ВНИРО. 110 с.
- Кобликов В.Н., Корнейчук И.А. 2008. Об эффективности запрета промышленного лова глубоководных креветок в южной части подзоны Приморье // Современное состояние водных биоресурсов: Матер. науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 122–126.
- Корнейчук И.А. 2006. К оценке параметров роста северной креветки (*Pandalus borealis*) в северо-западной части Японского моря // 7-я Всеросс. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тезисы докл. М.: ВНИРО. С. 159–161.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 351 с.
- Михайлова О.Г. 2016. Морфометрический анализ северной креветки *Pandalus borealis*, обитающей у западного побережья Камчатки // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Т. 1. С. 212–215.
- Михайлова О.Г., Гайдаев В.Э. 2013. Новые данные о возрасте северной креветки *Pandalus borealis* у берегов Западной Камчатки // Известия ТИНРО. Т. 175. С. 173–181.
- Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Крутченко А.А., Абрамова Е.В. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 114 с.
- Соколов А.С. 2012. Распределение и некоторые особенности биологии северной креветки (*Pandalus borealis*) Западно-Беринговоморской зоны в 2010 г. // Тезисы докладов XI Всеросс. конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, посвящ. 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича (22–24 мая 2012 г.). Мурманск: ПИНРО. 226 с.
- Соколов А.С. 2015. Биологическое состояние промысловых креветок рода *Pandalus* в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны по результатам донной траловой съемки, выполненной ФГУП «ТИНРО-Центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО») // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Матер. VI Всеросс. науч.-практ. конф. (24–26 марта 2015 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 68–73.
- Судник С.А. 2006. О физиологическом и функциональном созревании репродуктивной системы северной креветки *Pandalus borealis* Kr. (Crustacea, Decapoda) // Тез. докл. IX Съезда Гидробиологи-

ческого общества РАН (Тольятти, 18–22 сентября 2006 г.). Тольятти: ИЭВБ РАН. Т. II. С. 175.

Butler T.H. 1964. Growth, reproduction, and distribution of pandalid shrimps in British Columbia // J. Fish. Res. Bd. Canada. Vol. 21, № 6. P. 1403–1452.

Komai T. 1999. A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridae: Pandalidae) // Journal of Natural History. Vol. 33. P. 1265–1372.

Simard Y., Brunel P., Lacelle J. 1990. Distribution and growth of pre-recruit cohort of the northern shrimp (*Pandalus borealis*) in the western Gulf of St. Lawrence as related to hydrographic conditions // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 47. P. 1526–1533.