

УДК 595.384.12 (265.53)

## АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ У ТРАВЯНОГО ЧИЛИМА *PANDALUS LATIROSTRIS* (RATHBUN, 1902) В ЛАГУНЕ БУССЕ, о. САХАЛИН

И. Ю. Паняева (panyayeva@ecs.sakhalin.ru)

ООО «Экологическая компания Сахалина»

**Паняева, И. Ю.** Анализ морфометрических параметров у травяного чилима *Pandalus latirostris* (Rathbun, 1902) в лагуне Буссе, о. Сахалин [Текст] / И. Ю. Паняева // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2011. – Т. 12. – С. 167–179.

Целью данной работы являлся анализ динамики морфометрических показателей травяного чилима, обитающего в лагуне Буссе, в процессе роста и полового созревания. Впервые было проведено подробное исследование морфометрических признаков травяного чилима в водах, прилегающих к о. Сахалин. У травяного чилима наблюдается выраженная аллометрия линейного роста по большинству признаков. По результатам исследований определено, что в качестве индикатора половозрелости самок может служить длина плеврита 2-го членика брюшка.

**Табл. – 3, ил. – 4, библиогр. – 30.**

**Panyayeva, I. Yu.** Analysis of morphometric parameters of grass shrimp *Pandalus latirostris* (Rathbun, 1902) from Busse Lagoon, Sakhalin Island [Text] / I. Yu. Panyayeva // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of Sakhalin Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2011. – Vol. 12. – P. 167–179.

The objective of researches was to analyze dynamics of morphometric parameters of *Pandalus latirostris* inhabiting Busse Lagoon (Sakhalin Island) in the period of their growing and maturing. A detail morphometric examination of Sakhalin grass shrimp was done for the first time. An expressed allometry of linear growth is observed in this species based on major features. The results of examination showed that a length of pleuron of the second abdominal somite can serve as an indicator of female maturity.

**Tabl. – 3, fig. – 4, ref. – 30.**

### ВВЕДЕНИЕ

Травяной чилим *Pandalus latirostris* (Rathbun, 1902) (Komai, 1999) относится к семейству креветок-пандалид Pandalidae (Bate, 1888), к отряду десятиногих ракообразных (Decapoda Latreille, 1803). Этот вид креветок обладает высокой приспособляемостью к внешним условиям. Живет в широком диапазоне температур – от –1 до 26°C при солености от 16 до 39‰ (Карпевич, Михайлов, 1964). Продолжительность жизни травяного чилима около 5–6 лет (Волова, 1963; Микулич, 1982; Лысенко,

1985). Как и все пандалиды, травяной чилим является протерандрическим гермафродитом. Жизненный цикл у травяного чилима состоит из нескольких стадий. Молодь креветок становится половозрелой к осени первого года жизни и вступает в спаривание в качестве самцов весной следующего года. Затем происходит смена пола, и особи функционируют как самки до конца жизни (Aoto, 1952; Mizushima, 1981, 1984; Mizushima, Omi, 1982; Букина, 2002). Развитые гонады у самок появляются с середины лета. Икра откладывается на плеоподы в конце августа и вынашивается 9–11 месяцев, до мая–июня следующего года. Выпуск личинок начинается в июне и длится не менее месяца (Kubo, 1951; Kashiwagi, 1974, 1974a; Лысенко, 1987).

По результатам исследований предыдущих лет были выявлены места локализации основных промысловых скоплений данного вида в зал. Анива и лагуне Буссе. Были накоплены материалы по биологии травяного чилима, обитающего в прибрежных водах о. Сахалин и Курильских островов, темпу роста, продолжительности жизни, возрастной структуре, плодовитости и другим биологическим показателям (Табунков, 1973, 1982; Букин, 2001, 2001a; Особенности распределения..., 2002; Современное состояние..., 2003; Букина, 2006). Все эти параметры чрезвычайно важны для разработки мер регулирования промысла этого вида креветок.

Вместе с тем остаются слабо изученными такие вопросы, как особенности индивидуального фенотипического развития, аллометрии роста этого вида креветок, популяционная принадлежность и функциональные зависимости, характерные для травяного чилима. Ранее такие исследования у креветок-пандалид были проведены для северного чилима *Pandalus borealis eous* Макаров, 1935 (Букин, 2003).

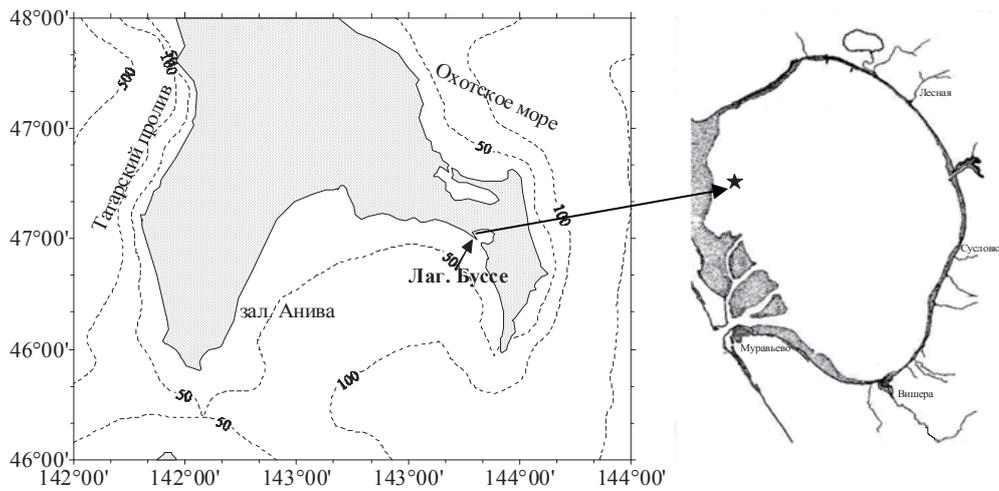
Таким образом, очередным шагом в наших исследованиях было проведение подробного морфометрического обследования травяного чилима в лаг. Буссе. Краткое изложение результатов рассмотрено в тезисах (Букина, 2006a). Работа такого рода для травяного чилима проведена впервые.

Целью данной работы являлся более подробный анализ изменений морфометрических показателей травяного чилима в процессе роста и полового созревания.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

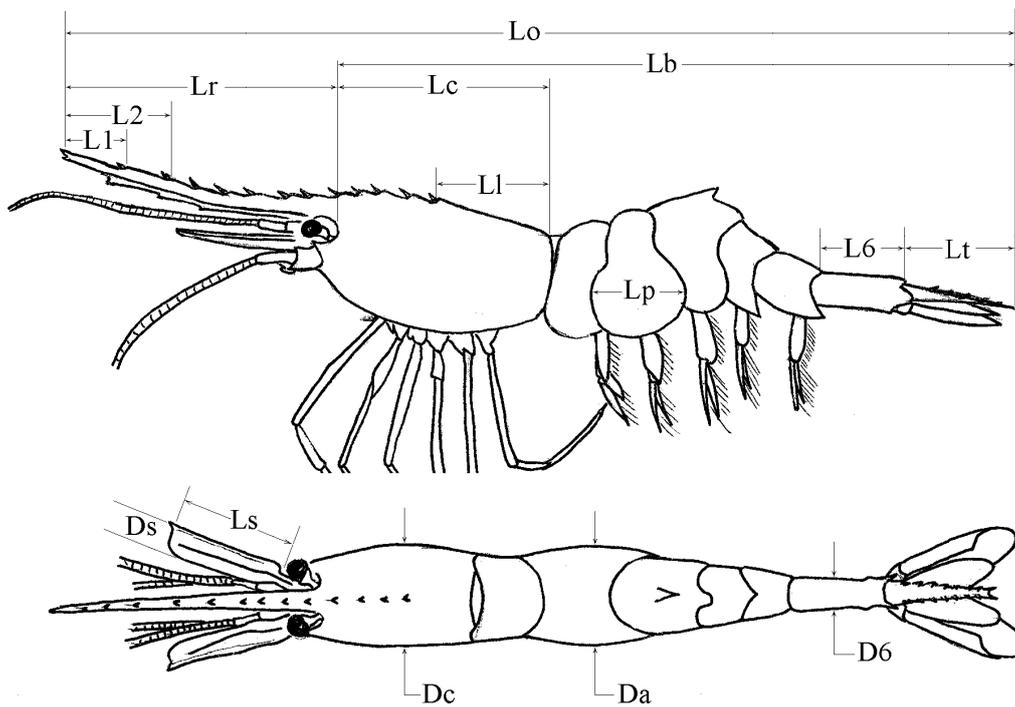
Материал, использованный для анализа морфометрических показателей травяного чилима, был собран в лагуне Буссе в 1999 г. (рис. 1).

При проведении полевых измерений биологических параметров травяного чилима использовали стандартную методику, принятую при исследовании промысловых беспозвоночных (Виноградов, 1950; Руководство по изучению..., 1979). На основе литературных данных (Иванов, Столяренко, 1990; Иванов, Соколов, 1997) и с учетом собственных наблюдений были выделены следующие половые группы: ювенильные особи (ЮВ) – наиболее мелкие особи, длина тела которых не превышала 70 мм, в среднем составляла 55–56 мм; самцы (СЦ, ♂) – более крупные особи с наружными половыми органами, соответствующими самцам; переходные особи («интерсексы», ♀) – особи с начинающейся редукцией эндоподита (мужского отростка); самки с внутренней икрой (особи с внутренней икрой) (ИВ); самки без икры (БИ) и самки с наружной икрой на плеоподах (ИН). Среди самок с наружной икрой выделены самки с икрой зеленой (ИЗ), самки с икрой с глазком (ИГ), самки с остатками оболочек икринок на плеоподах после выпуска личинок (ЛВ).



*Рис. 1. Карта-схема места отбора проб*  
*Fig. 1. Map of sampling area*

Морфометрический анализ проводили по схеме, предложенной **К. А. Згуровским (1986)**, с некоторыми дополнениями, внесенными **С. Д. Букиным (2003)** (рис. 2).



*Рис. 2. Схема проведения морфометрии у креветок-пандалид*  
*Fig. 2. A scheme of morphometric analysis for shrimps-pandalids*

Всего на морфометрию было взято 198 экземпляров травяного чилима из лаг. Буссе. Рассмотрен 21 морфометрический признак, из которых 18 пластических и три меристических. На анализ брались особи отдельно каждой размерно-функциональной группы в максимально широком размерном диапазоне.

При этом определяли пол, с точностью до 0,1 мм измеряли: промысловую длину *Lb*; общую (биологическую) длину *Lo*; длину (*Lc*) и ширину (*Dc*) карапакса; длину роострума *Lr*; длину тельсона *Lt*; длину плеврита 2-го членика брюшка *Lp*; длину (*Ls*) и ширину (*Ds*) скафоцерита; ширину брюшка *Da*; длину (*L6*) и ширину (*D6*) 6-го членика брюшка; расстояние от конца роострума до 1-го (*L1*) и 2-го (*L2*) шипов роострума, а также расстояние от заднего края карапакса до последнего шипа на срединной линии головогруды (*Ll*). Каждую креветку взвешивали целиком (*Wo*), отдельно головогрудь вместе с перейоподами (*Wc*) и брюшко вместе с плеоподами (*Wa*). Из меристических признаков использовали количество подвижных шипов по верхнему краю роострума и средней линии карапакса (*Nu*) и количество зубцов по нижнему краю роострума (*Nd*), подсчитывали количество пар шипов на тельсоне *Nt*.

У каждой особи прежде всего провели нормировку признаков путем деления всех размерных характеристик на длину карапакса *Lc*, вес нормировали делением на вес головогруды *Wc*. Эти преобразования были сделаны для того, чтобы привести распределение значений признаков к виду, близкому к нормальному, и получить возможность сравнить между собой особей разных размеров.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для креветок-пандалид, являющихся протерандрическими гермафродитами, возможно определение двух возрастов половозрелости: когда креветки созревают как самцы и когда креветки становятся самками. Поэтому у креветок размер тесно связан с полом (самки всегда крупнее самцов), и сравнительное исследование морфометрических признаков проводилось по выделенным размерно-функциональным группам, описанным выше. При попарном сравнении каждого признака с каждым по всем размерно-функциональным группам выяснилось, что при 5%-ном уровне значимости наиболее сходными между собой оказались самки с зеленой наружной икрой (ИЗ) и самки с пустыми оболочками икринок на плеоподах (ЛВ) (табл. 1).

**Таблица 1**

**Результаты исследования различий морфометрических признаков различных размерно-функциональных групп травяного чилима лагуны Буссе с помощью t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера (данные 1999 г.)**

**Table 1**

**Results of studying differences of morphometric features in different size-functional groups of grass shrimp from Busse Lagoon obtained using the Student t-criterion and Fisher F-criterion (data of 1999)**

| Признак | Размерно-функциональные группы |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|---------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
|         | ♂                              | ♀   | ив  | из  | би  | лв  | ♀   | ив  | из  | би  | лв  | ив  | из  | би  | лв  | из  | би  | лв  | би  | лв  | лв  | лв  |  |  |
|         | юв                             | юв  | юв  | юв  | юв  | юв  | ♂   | ♂   | ♂   | ♂   | ♂   | ♀   | ♀   | ♀   | ♀   | ив  | ив  | ив  | из  | из  | из  | би  |  |  |
| Lc      | +/-                            | -/- | -/+ | -/- | -/+ | -/- | -/- | +/- | +/- | -/- | +/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/+ | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- |  |  |
| Lo      | +/-                            | -/- | +/+ | +/- | -/+ | -/+ | -/- | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/- | -/- | -/- | -/- | +/- | +/- | +/- | -/- | -/- | -/- | -/- |  |  |
| Lr      | +/+                            | -/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/+ | -/- | +/+ | -/+ | +/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/- | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ |  |  |
| Lt      | +/-                            | -/- | -/+ | -/+ | +/+ | -/+ | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | +/- | -/+ | +/+ | -/+ | -/+ | +/- |  |  |
| Lp      | -/+                            | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ | +/- | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/- | +/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ |  |  |
| Ls      | +/+                            | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/- | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ |  |  |
| Ds      | -/-                            | -/- | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/- | +/+ | -/+ | +/- | -/+ | -/- | -/+ | -/- | -/+ | -/- | -/- | -/+ | -/- | -/+ | -/- | -/- |  |  |
| Da      | +/+                            | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ |  |  |
| Dc      | +/+                            | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ | -/+ | -/- | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ |  |  |
| L6      | +/+                            | -/+ | +/+ | -/+ | +/+ | -/+ | -/- | +/+ | +/+ | -/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/- | +/+ | -/- | +/- | -/+ | -/+ | +/- |  |  |
| D6      | +/+                            | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/- | +/- | +/+ | +/- | +/+ | -/- | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ |  |  |
| L1      | +/-                            | -/+ | -/+ | -/+ | +/- | -/- | -/+ | +/- | -/+ | +/- | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/- |  |  |
| L2      | +/+                            | -/+ | +/+ | +/+ | -/- | +/- | -/+ | +/- | +/+ | +/- | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ |  |  |
| Ll      | +/+                            | -/+ | +/+ | -/+ | +/+ | -/- | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | +/+ | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/- | +/- | -/+ | -/+ | -/+ | +/- |  |  |
| Nu      | +/-                            | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | +/- | +/- | +/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- |  |  |
| Nd      | -/+                            | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | +/+ | -/+ | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- |  |  |
| Nt      | -/-                            | -/- | -/- | -/- | -/+ | -/- | -/+ | -/- | -/- | +/+ | -/+ | -/- | -/- | +/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/- |  |  |
| Wo/Wc   | +/-                            | -/+ | +/- | -/+ | +/- | -/+ | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ |  |  |
| Wa/Wc   | -/-                            | -/+ | -/- | -/+ | +/- | -/+ | -/- | -/- | -/+ | +/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/- | -/+ | -/+ | +/- | -/+ | -/+ | -/+ | -/+ | +/+ |  |  |

**Примечание:** числитель – F-критерий Фишера, знаменатель – t-критерий Стьюдента; «-» – различия недостоверны, «+» – различия достоверны при уровне значимости 5%.

**Note:** numerator – Fisher's F-criterion, denominator – Student's t-criterion; «-» – differences are unauthentic, «+» – differences are authentic under a 5% level of significance.

У этих двух групп травяного чилима достоверно отличаются только три пластических признака из 19-ти, причем всегда только по какому-либо одному критерию.

1. Длина плеврита 2-го членика брюшка (**Lp**) ( $F_{\phi} = 13,08 > F_{st} = 4,09$  – дисперсии различаются и  $t_{\phi} = 0,2 < t_{st} = 2,1$  – средние одинаковые);

2. Расстояние от конца роострума до первого шипа роострума (**Ll**) ( $F_{\phi} = 1,1 < F_{st} = 3,3$  – дисперсии не различаются и  $t_{\phi} = 5,2 > t_{st} = 2,1$  – средние различаются);

3. Расстояние до второго шипа рostrума ( $L2$ ) ( $F_{\phi}=1,4 < F_{st}=3,3$  – дисперсии не различаются и  $t_{\phi}=5,8 > t_{st}=2,1$  – средние различаются).

Для северной креветки были получены подобные результаты. Но у этого вида наиболее сходными между собой оказались самки без икры (БИ) и самки с пустыми оболочками икринок на плеоподах (ЛВ) (Букин, 2003).

Между самцами и переходными особями у травяного чилима достоверно различаются семь признаков: длина тельсона ( $Lt$ ), длина плеврита второго членика брюшка ( $Lp$ ), ширина брюшка ( $Da$ ), расстояние до первого ( $L1$ ) и второго ( $L2$ ) шипов рostrума и расстояние от заднего края карапакса до последнего шипа на срединной линии ( $LI$ ).

Слабо различаются между собой самки без икры и переходные особи, достоверные различия имеются по семи признакам, причем нет совпадения и дисперсии и средней (см. табл. 1). Поскольку эти две группы внешне очень сходны между собой, в этом случае могла иметь место ошибка определения пола, что повлияло на результат.

По наибольшему количеству признаков отличаются самцы от всех самок (достоверные отличия по 19 признакам), у 27 пар отличаются и дисперсии, и средние. Также ювенильные особи отличаются от всех самок – достоверные отличия по 17 признакам (у 12 пар из них отличаются и дисперсия и средняя). Ювенильные особи и самцы имеют достоверные отличия по 16 признакам. У восьми пар из них различаются одновременно и средние значения, и дисперсии. Самки с внутренней икрой отличаются от переходных особей по 11 признакам, причем нет одновременного отличия и по дисперсии и по средней. Переходные особи от ювенильных также отличаются по 12 признакам, нет одновременно различий по дисперсии и средней. Возможно, это связано с тем, что выборка переходников была небольшой.

Наиболее вариабельной, также как и у северного чилима, является длина плеврита второго членика брюшка  $Lp$ , которая имеет достоверные отличия у 19 из 21 сравниваемой пары. У травяного чилима у семи пар различаются одновременно и средние значения, и дисперсии (см. табл. 1). Также вариабельными признаками оказались: длина тельсона  $Lt$  (18 и две пары), длина скафоцерита  $Ls$  (18 и пять пар), ширина абдомена  $Da$  (19 и шесть пар) и ширина карапакса  $Dc$  (18 и шесть пар); расстояние до первого подвижного шипа на рostrуме  $L1$  (18 и две пары); расстояние до второго подвижного шипа  $L2$  (18 и четыре пары) и расстояние до последнего шипа от середины спинной части карапакса  $LI$  (17 и семь пар) (см. табл. 1). Причем самцы от самок отличались достоверно по всем этим признакам (достоверные различия по дисперсии и средней), кроме расстояний до первых шипов. Обнаружена только одна пара, где отсутствовали различия по дисперсии и средней (см. табл. 1).

Наименее подвержены изменениям счетные признаки ( $Nd$  – отличия у трех пар, у одной из них одновременно отличаются и средние значения, и дисперсия;  $Nu$  – отличия у четырех пар, причем нет пар, у которых бы одновременно отличались и средние значения, и дисперсия;  $Nt$  – отличия у девяти пар, из них одна пара, у которой одновременно отличались и средние значения, и дисперсия).

Таким образом, в процессе роста особей травяного чилима наблюдаются явные изменения пропорций пластических параметров относительно длины карапакса. Детальное исследование фенотипических особенностей размерно-

функциональных групп (в относительных величинах) показало, что старшие группы отличаются от младших меньшей общей длиной тела *Lo*, длиной рострума *Lr*, длиной скафоцерита *Ls*, расстоянием до первого *L1* и второго *L2* шипов по верхнему краю рострума, расстоянием до заднего шипа от заднего края карапакса *Ll*. При этом в процессе роста происходит относительное увеличение длины плеврита второго членика брюшка *Lp*, ширины скафоцерита *Ds* и ширины брюшка в самой широкой его части *Da*, а так же 6-го членика брюшка *D6*. То есть рост головогруды опережает изменение линейного роста в целом, но отстает от увеличения ширины. Пропорции тела травяного чилима с возрастом изменяются таким образом, что особи становятся относительно «короче» и «толще». Подобный результат отмечен и для северного чилима. Практически не изменяются относительные размеры ширины карапакса *Dc*, длины 6-го членика брюшка *L6*, а также счетные признаки и почти все весовые (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования морфометрических признаков различных половых групп травяного чилима лаг. Буссе

Table 2

Results of studying morphometric features in different sex groups of grass shrimp from Busse Lagoon

| Признак                        | Мин–макс<br>M+m<br>ювенильные | Мин–макс<br>M+m<br>самцы    | Мин–макс<br>M+m<br>самки БИ | Мин–макс<br>M+m<br>самки ИВ | Мин–макс<br>M+m<br>самки ИЗ | Мин–макс<br>M+m<br>самки ЛВ |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| В процентах от длины карапакса |                               |                             |                             |                             |                             |                             |
| Lo                             | 482,3–517,44<br>500,3±2,41    | 145,6–536,59<br>489,93±4,45 | 450–501,75<br>475,16±2,82   | 45,16–517,24<br>466,09±9,02 | 443,3–484,38<br>468,18±3,71 | 455,4–484,85<br>474,76±2,91 |
| Lr                             | 145–160,43<br>153,74±1,1      | 41,62–163,64<br>145,47±1,49 | 117,6–151,72<br>134,47±1,72 | 105,4–153,85<br>129,86±1,33 | 103,6–134,38<br>123,24±2,48 | 114,8–135,29<br>127,74±2,01 |
| Lp                             | 26,67–45<br>40,26±0,99        | 13,13–71,43<br>42,67±0,55   | 40,74–60,24<br>49,37±0,84   | 43,33–58,33<br>50,26±0,44   | 51,88–59,46<br>56,67±0,76   | 54,06–57,58<br>56,53±0,37   |
| Ls                             | 118,42–137,5<br>130,64±1,36   | 32,32–132,5<br>117,14±1,23  | 94,12–125<br>106,41±1,54    | 97,06–123,08<br>108,6±0,83  | 94,87–117,65<br>102,55±1,89 | 93,94–107,81<br>100,06±1,57 |
| Ds                             | 15,5–20,35<br>17,52±0,32      | 5,15–20<br>18,03±0,18       | 16,15–21,08<br>18,2±0,22    | 16,67–21,05<br>18,58±0,15   | 16,08–21,05<br>19,19±0,4    | 17,14–21,21<br>19,1±0,43    |
| Da                             | 37,97–44,44<br>40,85±0,5      | 13,13–48<br>42,54±0,43      | 41,67–50<br>45,68±0,39      | 41,94–50<br>45,31±0,29      | 46,88–52,56<br>49,93±0,46   | 47,06–51,52<br>50,49±0,49   |
| D6                             | 18,18–23,26<br>20,79±0,03     | 7,27–40,89<br>23,1±0,3      | 20,59–28,01<br>23,6±0,3     | 20–27,14<br>23,6±0,2        | 22,5–27,5<br>25,4±0,4       | 23,53–25,76<br>24,9±0,3     |
| L1                             | 54,41–77,59<br>64,94±1,668    | 41,03–95,45<br>72,14±1,37   | 37,87–78,13<br>61,61±2,2    | 43,13–172,22<br>72,38±2,5   | 70,00–93,62<br>81,33±2,07   | 70,83–88,00<br>79,63±2,5    |
| L2                             | 51,16–60,00<br>55,87±0,71     | 38,46–68,00<br>58,31±0,78   | 34,52–109,30<br>58,30±2,8   | 47,5–75,67<br>57,84±1,23    | 52,63–67,14<br>61,81±1,23   | 54,79–68,57<br>60,11±1,53   |
| Ненормированные признаки       |                               |                             |                             |                             |                             |                             |
| Nu                             | 15–19<br>16,88±0,27           | 7–20<br>16,53±0,2           | 14–19<br>16,83±0,26         | 14–20<br>16,57±0,2          | 16–19<br>17,33±0,31         | 15–19<br>16,78±0,46         |
| Nd                             | 9–13<br>10,88±0,27            | 6–14<br>10,29±0,14          | 8–12<br>10,57±0,22          | 9–13<br>11±0,15             | 10–14<br>11,5±0,38          | 10–12<br>11,11±0,26         |
| Nt                             | 4–6<br>5,76±0,14              | 4–7<br>5,75±0,05            | 5–7<br>6±0,06               | 3–7<br>5,88±0,08            | 6–6<br>6±0                  | 4–7<br>5,67±0               |

| Признак                        | Мин–макс<br>M+m<br>ювенильные      | Мин–макс<br>M+m<br>самцы           | Мин–макс<br>M+m<br>самки БИ        | Мин–макс<br>M+m<br>самки ИВ      | Мин–макс<br>M+m<br>самки ИЗ      | Мин–макс<br>M+m<br>самки ЛВ        |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Вес, деленный на вес карапакса |                                    |                                    |                                    |                                  |                                  |                                    |
| Wo                             | <u>191,6–227,78</u><br>210,98±2,42 | <u>197,14–2250</u><br>241,24±24,52 | <u>210,6–233,87</u><br>218,56±1,33 | <u>200–230,16</u><br>214,71±0,86 | <u>229,87–250</u><br>240,23±2,01 | <u>211,94–239,8</u><br>225,59±2,71 |
| Wa                             | <u>91,6–127,78</u><br>110,98±2,42  | <u>97,14–160,87</u><br>116,89±1,14 | <u>110,6–133,33</u><br>117,97±1,19 | <u>49,34–130,16</u><br>113,1±1,6 | <u>129,87–150</u><br>140,33±2,04 | <u>111,94–139,8</u><br>125,8±2,79  |

*Примечание:* числитель – размах колебаний, знаменатель – среднее значение (M) и ошибка (m).

*Note:* numerator – range of fluctuations, denominator – mean value (M) and error (m).

Попарный анализ отдельных признаков позволяет описать только локальные связи и дает возможность рассмотреть изменчивость лишь одного отдельного параметра без учета их взаимосвязей. Кроме того, сочетание достоверных и недостоверных отличий по каждому признаку и размерно-половой группе затрудняет однозначное толкование полученных результатов.

При сравнении по всей совокупности признаков с использованием многомерной статистики нам пришлось объединить морфометрические данные самок без икры и переходных особей. Это было сделано потому, что количество особей «переходников», взятых на морфометрию, оказалось мало (4 экз.). Но поскольку при парном сравнении по большинству признаков эти группы оказались схожими, их объединение, на наш взгляд, не могло внести ощутимых погрешностей в полученных результатах.

Результаты применения методов многомерного анализа подтверждают значимость различий между выделенными размерно-функциональными группами травяного чилима лаг. Буссе. Различия по *F*-критерию во всех случаях превышают стандартные значения второго порога вероятности, что свидетельствует о статистической неоднородности данных выборок (табл. 3). Согласно результатам расчетов, нулевая гипотеза об отсутствии различий между выборками по всей совокупности признаков отвергается во всех случаях при уровне значимости 0,01, т. е. в процессе роста и развития пропорции тела достоверно меняются. Таким образом, следующим этапом исследования информационного массива явилось определение показателя «расстояния» между рассматриваемыми группами (Андреев, 1980). Для этого мы использовали расстояние Махаланобиса (см. табл. 3).

Таблица 3

Значение многомерных критериев при сравнении степени сходства по 21 признаку для различных размерно-функциональных групп травяного чилима лаг. Буссе (при P=0,01)

Table 3

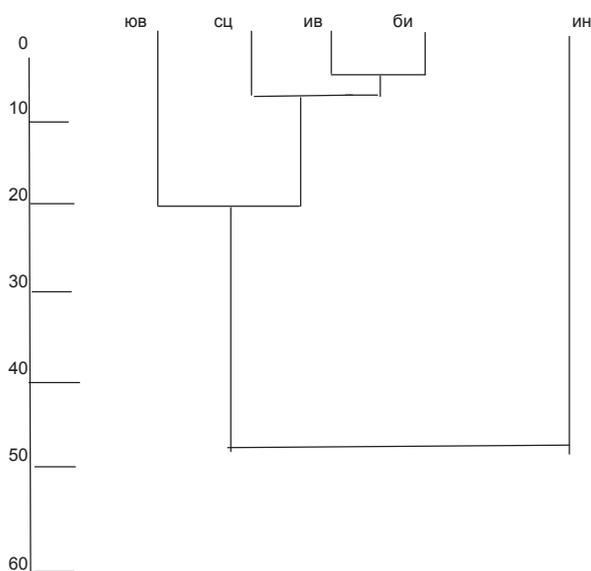
Multivariate criteria values when comparing similarity levels on 21 features for different size-functional groups of grass shrimp from Busse Lagoon (at P=0.01)

| Размерно-функциональные группы |        |       |       |       |        |        |        |       |       |       |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
|                                | би+пер |       |       |       | ин+лв  |        |        | ив    |       | ♂     |
|                                | юв     | ♂     | ив    | ин+лв | юв     | ♂      | ив     | юв    | ♂     | юв    |
| $D^2$                          | 50,64  | 6,66  | 5,72  | 21,86 | 87,49  | 35,59  | 23,16  | 37,67 | 10,07 | 8,55  |
| $T^2$                          | 528,3  | 135,7 | 99,64 | 258,2 | 822,00 | 596,47 | 340,49 | 475,5 | 310,2 | 120,7 |
| $F_\phi$                       | 15,89  | 5,95  | 3,96  | 8,27  | 21,63  | 25,85  | 13,17  | 17,98 | 14,06 | 5,18  |
| $F_{st}$                       | 2,03   | 1,70  | 1,77  | 1,97  | 2,20   | 1,71   | 1,79   | 1,81  | 1,68  | 1,71  |

**Примечание:**  $T^2$  – критерий Хоттеллинга,  $D^2$  – расстояние Махалобиса,  $F_\phi$  – расчетный F-критерий Фишера,  $F_{st}$  – табличный F-критерий Фишера.

**Note:**  $T^2$  – Hotelling's criterion,  $D^2$  – Mahalanobis' distance,  $F_\phi$  – calculated Fisher's F-criterion,  $F_{st}$  – tabulated Fisher's F-criterion.

Метод среднего группы позволил, используя полученные значения расстояния Махалобиса из таблицы 3, построить дендрограмму сходства исследуемых выборок (рис. 3).

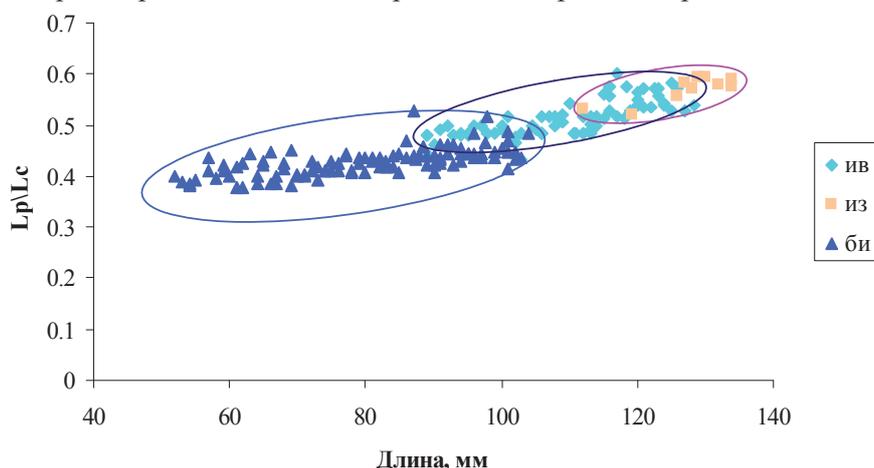


**Рис. 3.** Дендрограмма сходства по 21 признаку для шести размерно-функциональных групп травяного чилима на основе расстояния Махалобиса: юв – ювенильные особи, сц – самцы, ив – самки с икрой внутренней, би – самки без икры и переходники, ин – самки с наружной икрой на плеоподах

**Fig. 3.** Dendrogram of similarity by 21 characteristics for 6 size-functional groups of grass shrimp based on Mahalanobis' distance: юв – juvenile ind., сц – males, ив – females with internal eggs, би – females without eggs and transitional males, ин – females with external eggs on pleopods

В лагуне Буссе наибольшее сходство наблюдается между множествами, принадлежащими самкам без икры и самкам с икрой внутренней ( $D^2=5,72$ ). Особняком держатся самки с наружной икрой (ИН). Степень их сходства с выборками из других размерно-функциональных групп во всех случаях была невелика, а расстояние между ними значительно ( $D^2=21,86-87,25$ ). Таким образом, на наш взгляд, можно считать доказанным, что в процессе роста травяного чилима пропорции его тела достоверно изменяются, причем наиболее сильные изменения происходят после того, как особи становятся половозрелыми самками.

При построении распределения соотношений длин плеврита 2 к длине карапакса половозрелые самки (за исключением самок с внутренней икрой) и другие младшевозрастные группы образуют два отдельных непересекающихся «облака» значений, граница между которыми проходит примерно по значению  $Lp/Lc=0,45$  (рис. 4). Созревание (окончательная трансформация из самца в самку) происходит при промысловой длине тела от 96 до 102 мм, после чего неполовозрелые самки больше не встречаются (Букина, 2002). В то же время самки с икрой под карапаксом (ИВ) образуют отдельное «облако», нижний край которого принадлежит «недозрелым», а верхний – зрелым самкам.



**Рис. 4.** Соотношение длины плеврита 2 к длине карапакса у травяного чилима по половым группам в зависимости от длины тела: ив – самки с внутренней икрой, из – самки с зеленой икрой, би – все остальные особи

**Fig. 4.** Correlation of pleuron 2 length to carapace length in grass shrimp by sexual groups according to body length: ив – females with internal eggs, из – females with external green eggs on pleopods, би – all the rest specimens

Сравнение стернальных шипов у этих самок позволяет предположить, что первые из них принадлежат к впервые созревающим особям, которые дадут первый помет, а вторые – к повторно нерестующим самкам. Еще одним подтверждением этому служит то, что правый край этого «облака» доходит почти до максимальных размеров креветок.

Таким образом, можно сделать вывод, что непропорциональное увеличение длины плеврита второго сегмента брюшка связано с процессом полового созревания и происходит оно во время первого созревания ооцитов у самок и преднерестовой линьки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У травяного чилима наблюдается достаточно выраженная аллометрия линейного роста по большинству признаков. Видимо, в процессе развития креветок пропорции их тела адаптивно меняются с целью наибольшего соответствия формы тела выполняемым функциям. При этом, судя по величине расстояния Махалонобиса, наиболее сильные изменения происходят в процессе полового созревания самок и нереста. Особи становятся как бы «короче» и «толще».

По результатам исследований определено, что в качестве индикатора половозрелости самок лучше всего может служить длина плеврита 2-го членика брюшка. Особенно характерно, что максимальные значения нормированной длины плеврита у младшевозрастных особей, как правило, не пересекаются с минимальными значениями длины плеврита у половозрелых самок.

Половозрелые самки (за исключением самок с внутренней икрой) и другие младшевозрастные «неполовозрелые» группы образуют два отдельных непересекающихся «облака» значений, граница между которыми проходит примерно по значению  $Lp/Lc=0,45$ . Самки с икрой под карапаксом (ИВ) образуют отдельное «облако», нижний край которого принадлежит «неполовозрелым», а верхний – половозрелым особям.

Таким образом, можно сделать вывод, что непропорциональное увеличение длины плеврита второго сегмента брюшка связано с процессом полового созревания и происходит оно во время первого созревания ооцитов.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность И. А. Круглик, инженеру лаборатории ихтиологии ИБМ ДВО РАН, за сбор полевых данных; С. Д. Букину, ведущему научному сотруднику лаборатории промысловых беспозвоночных отдела морских и пресноводных биоресурсов ФГУП «СахНИРО», за помощь в обработке материала и написании статьи.

## ЛИТЕРАТУРА

- Андреев, В. Л. Классификационные построения в экологии и систематике [Текст] / В. Л. Андреев. – М. : Наука, 1980. – 142 с.
- Букин, С. Д. Биологическая характеристика и промысел травяного чилима *Pandalus kessleri* в заливе Измены в 1994 году [Текст] / С. Д. Букин // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128, ч. 2. – С. 571–581.
- Букин, С. Д. Плодовитость травяного чилима *Pandalus kessleri* Czerniawski зал. Измены и некоторые факторы, влияющие на нее [Текст] / С. Д. Букин // Материалы конф. «Прибреж. рыболовство – XXI век». – 2001а. – С. 15–16.
- Букин, С. Д. Северная креветка *Pandalus borealis* eous сахалинских вод [Текст] / С. Д. Букин. – М. : Изд-во ФГУП «Нацрыбресурсы», 2003. – 137 с.
- Букина, И. Ю. Биологические показатели травяного чилима *Pandalus kessleri* (Decapoda, Pandalidae) у юго-восточного побережья о. Сахалин [Текст] / И. Ю. Букина // Тр. СахНИРО. – 2002. – Т. 4. – С. 229–235.
- Букина, И. Ю. Размерно-возрастной состав, темп роста, определение возраста половозрелости самок травяного чилима *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) в зал. Анива, о. Сахалин [Текст] / И. Ю. Букина // Тр. СахНИРО. – 2006. – Т. 8. – С. 146–154.

- Букина, И. Ю.** Результаты исследования морфометрии травяного чилима *Pandalus latirostris* Rathbun в лагуне Буссе и на восточном побережье залива Анива (восточный Сахалин) [Текст] / И. Ю. Букина // IX съезд Гидробиол. о-ва РАН (Тольятти, 18–22 сент. 2006 г.) : Тез. докл. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2006а. – Т. 1. – С. 60.
- Виноградов, Л. Г.** Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока [Текст] / Л. Г. Виноградов // Изв. ТИНРО. – 1950. – Т. 33. – С. 179–358.
- Волова, Г. Н.** Материалы по биологии и распределению травяного шримса в заливе Петра Великого [Текст] / Г. Н. Волова // Уч. зап. Дальневост. ун-та. – 1963. – Вып. 6. – С. 147–158.
- Згуровский, К. А.** Распределение и популяционная структура углохвостой креветки в дальневосточных морях [Текст] / К. А. Згуровский // Тез. докл. 4-й Всесоюз. конф. по промышленным беспозвоночным. – М. : ВНИРО, 1986. – С. 45–46.
- Иванов, Б. Г. Унификация и компьютеризация полевых промыслово-биологических анализов на примере исследований северной креветки (*Pandalus borealis*) [Текст] / **Б. Г. Иванов, Д. А. Столяренко** // Рыб. хоз-во. – 1990. – № 2. – С. 37–42.
- Иванов, Б. Г. Аномалии в развитии вторичных половых признаков у северной креветки *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) [Текст] / **Б. Г. Иванов, В. И. Соколов** // Зоол. журн. – 1997. – Т. 76, вып. 2. – С. 133–141.
- Карпевич, А. Ф. Солевые и температурные требования тихоокеанской креветки (*Pandalus latirostris* Rathbun) [Текст] / **А. Ф. Карпевич, Б. Н. Михайлов** // Тр. ВНИРО. – 1964. – Т. 55, вып. 2. – С. 185–191.
- Лысенко, В. Н.** Рост, размножение и продукция пяти видов креветок в сообществе зоостеры бухты Мелководная Японского моря [Текст] / В. Н. Лысенко // Биология моря. – 1985. – № 1. – С. 28–37.
- Лысенко, В. Н.** Экология и продукция травяной креветки в зал. Посыета Японского моря [Текст] / В. Н. Лысенко // Биология моря. – 1987. – № 1. – С. 21–27.
- Микулич, Л. В.** Распределение скоплений травяной креветки (*Pandalus kessleri* Czernjowski) в зал. Петра Великого [Текст] / Л. В. Микулич // Изв. ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 54–61.
- Особенности** распределения, биологии и промысла травяного чилима в прибрежной зоне зал. Анива (Восточный Сахалин) [Текст] : Отчет НИР / СахНИРО; отв. исполн. И. Ю. Букина. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2002. – 29 с. – Арх. № 9300.
- Руководство по изучению десятиногих ракообразных (Decapoda) дальневосточных морей [Текст] / **В. Е. Родин, А. Г. Слизкин, В. И. Мясоедов и др.** – Владивосток : ТИНРО, 1979. – 59 с.
- Современное** состояние запаса травяного чилима в прибрежной зоне южных Курильских островов и зал. Анива (Восточный Сахалин) и некоторые меры регулирования его промысла [Текст] : Отчет НИР / СахНИРО; отв. исполн. И. Ю. Букина. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2003. – 25 с. – Арх. № 9300.
- Табунков, В. Д.** Особенности экологии, роста и продукционного процесса креветки *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) у берегов юго-западного Сахалина [Текст] / В. Д. Табунков // Зоол. журн. – 1973. – Т. 52, вып. 10. – С. 1480–1489.
- Табунков, В. Д.** Экология, репродуктивный цикл и условия воспроизводства трех видов креветок рода *Pandalus* в Татарском проливе [Текст] / В. Д. Табунков // Изв. ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 42–53.
- Aoto, T.** Sexual phases in the prawn, *Pandalus kessleri* Czerniavski, with special reference to the reversal of sex [Text] / T. Aoto // J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. (Ser 6: Zool.). – 1952. – No. 11. – P. 1–21.
- Kashiwagi, M.** Ecological study of the shrimps *Pandalus kessleri* from Yamada Bay. I. About growth and period of egg-laying [Text] / M. Kashiwagi // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. – 1974. – Vol. 40, No. 7. – P. 635–642.
- Kashiwagi, M.** Ecological study of the shrimps *Pandalus kessleri* from Yamada Bay. II. About sexual development and change of sex as growing [Text] / M. Kashiwagi // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. – 1974a. – Vol. 40, No. 10. – P. 985–992.

- Komai, T.** A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Pandalidae) [Text] / T. Komai // Journal of National History. – 1999. – No. 33. – P. 1265–1372.
- Kubo, J.** Bionomics of the prawn, *Pandalus kessleri* [Text] / J. Kubo // J. Tokyo Univ. Fish. – 1951. – No. 38. – P. 26.
- Kurata, H.** The post-embryonic development of the prawn *Pandalus kessleri* [Text] / H. Kurata // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. – 1955. – No. 12. – P. 1–15.
- Mizushima, T.** Occurrence and distribution of male in 0-age group of shrimp, *Pandalus kessleri* in Notsuke Bay, Hokkaido [Text] / T. Mizushima // Month J. Fish. Exp. Stn. Hokkaido. – 1981. – No. 38. – P. 121–131. – (In Japanese).
- Mizushima, T. Growth and sexual phases of the shrimp *Pandalus kessleri* Notsuke bay, Hokkaido, with special reference to the two types of growth [Text] / **T. Mizushima, H. Omi** // Sci. Repts. Hokkaido Fish. Exp. St. – 1982. – No. 24. – P. 15–27.
- Mizushima, T.** Distribution of *Pandalus kessleri* Czerniavsky in spawning season in Notsuke Bay [Text] / T. Mizushima // Month J. Fish. Exp. Stn. Hokkaido. – 1984. – No. 41. – P. 69–81. – (In Japanese).