

---

---

# ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

---

---

УДК 576.895

**Т.Е. Буторина<sup>1</sup>, И.В. Резник<sup>2</sup>, А.А. Корнеев<sup>1</sup>, Д.В. Глушак<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup>ОАО ХК «Якутуголь», 678960, г. Нерюнгри, ул. Ленина, 3/1

## **ИХТИОФАУНА И ПАЗАРИТЫ РЫБ РЕКИ УНГРА (САХА ЯКУТИЯ)**

*На основе оригинальных исследований приводятся новые данные о фауне и хозяевах паразитов рыб р. Унгра в Южной Якутии, отмечено 14 видов рыб и 45 видов паразитов. У гольяна *Phoxinus phoxinus* доминируют миксоспоридии, инфузории, моногенеи, трематоды, на жабрах совместно обитают *Ergasilus briani* и *E. sieboldi*, у восточносибирского хариуса преобладают нематоды.*

**Ключевые слова:** ихтиофауна, гольян, восточносибирский хариус, паразиты, Унгра, Якутия, миксоспоридии, инфузории, моногенеи.

**T.E. Boutorina, I.V. Reznik, A.A. Korneev, D.V. Gluschak**

## **ICHTHYOFAUNA AND FISH PARASITES OF UNGRA RIVER (SAKHA YAKUTIA)**

*Based on the results of original researches new data on the fauna and hosts of fish parasites in Ungra River from the southern Yakutia were received, and 14 species of fish and 45 species of parasites recorded. Myxosporean, infusorian, monogenean, and trematodes are dominant in minnows, and *Ergasilus briani* and *E. sieboldi* live together on the gills, at the same time nematodes predominant in arctic grayling.*

**Key words:** ichthyofauna, minnow, arctic grayling, fish parasites, Ungra River, Sakha Yakutia, myxosporean, infusorian, monogenean.

Река Унгра является правым притоком р. Алдан. Она берет начало на хребте Зверева, течет по Алданскому нагорью и принимает 17 притоков длиной более 10 км. Длина реки составляет 167 км (вместе с р. Левая Унгра), общая площадь бассейна 6730 км<sup>2</sup>, в бассейне около 180 озер, а всего более 500 водотоков [1]. В декабре 1979 г. был создан ресурсный резерват «Унгра», его общая площадь составляет 280 тыс. га. В задачи резервата входит сохранение и восстановление численности ценных в хозяйственном отношении биологических ресурсов, проведение научных исследований и экологического мониторинга, пропаганда охраны природы. Для оценки состояния рыб р. Унгра, по договоренности с Комитетом охраны природы г. Нерюнгри, мы провели их обследование на зараженность паразитами на участке реки в районе резервата. Основное внимание было уделено массовым видам – речному гольяну и восточносибирскому хариусу (таблица).

Полевые исследования проводили в первой половине июня 2012 г., часть рыб изучена в июле-августе 2000-2006 гг. Для отлова использовали активные (спиннинг, удочки, пауки-подъемники) и пассивные орудия лова (ловушки для гольянов, мордушки, мальковые ловушки, жаберные сети с ячейей 40-100 мм). Методом полного паразитологического вскрытия обследовано в р. Унгра: речных гольянов – 33 экз., восточносибирских хариусов – 50 экз., осторылых ленков – 9 экз., окуней – 8 экз., сибирских ельцов – 7 экз., налимов – 2 экз., тайменя и пестроногого подкаменщика – по 1 экз. Дополнительно в р. Чульман в районе г. Нерюнгри обследовано 40 экз. гольянов, в р. Алдан – одна щука и 6 окуней.

**Фауна рыб р. Унгра**  
**Fauna of fish in the Ungra River**

Вид и систематическое положение рыб	Среднее течение	Нижнее течение
Отряд Salmoniformes – Лососеобразные		
Семейство Salmonidae – Лососевые		
Острорылый ленок <i>Brachymystax lenok</i>	+	+
Таймень <i>Hucho taimen</i>	+	+
Семейство Coregonidae – Сиговые		
Сиг-пыжьян <i>Coregonus lavaretus pidschian</i>	-	+
Обыкновенный валец <i>Prosopium cylindraceum</i>	-	?
Семейство Thymallidae – Хариусовые		
Восточносибирский хариус <i>Thymallus arcticus pallasi</i>	+	+
Отряд Esociformes – Щукообразные		
Семейство Esocidae – Щуковые		
Щука <i>Esox lucius</i>	+	+
Отряд Cypriniformes – Карпообразные		
Семейство Cyprinidae – Карповые		
Сибирский елец <i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i>	+	+
Якутский карась <i>Carassius carassius jacuticus</i>	-	+
Обыкновенный гольян <i>Phoxinus phoxinus</i>	+	+
Семейство Valitoridae – Балиторы		
Сибирский голец <i>Barbatula toni</i>	+	+
Семейство Cobitidae – Бьюновые		
Сибирская щиповка <i>Cobitis melanoleuca</i>	+	+
Отряд Gadiformes – Трескообразные		
Семейство Lotidae – Налимовые		
Налим <i>Lota lota</i>	+	+
Отряд Perciformes – Окунеобразные		
Семейство Percidae – Окуневые		
Окунь <i>Perca fluviatilis fluviatilis</i>	+	+
Отряд Scorpaeniformes – Скорпенообразные		
Семейство Cottidae – Рогатковые		
Пестроногий подкаменщик <i>Cottus poecilopus</i>	+	+

Примечание. «-» не обнаружены, «?» – по сведениям рыбаков.

Общий биологический и паразитологический анализ рыб проводили по стандартным методикам [2, 3]. Фотографирование рыб и паразитов осуществляли цифровой камерой.

В р. Унгра нами отмечено 14 видов рыб из 40, указанных для пресноводных водоемов Республики Саха Якутия [4]. Наиболее разнообразно здесь представлены отряды лососеобразных и карпообразных, преобладают семейства хариусовых, лососевых, карповых и сиговых рыб, которые определяют состав рыбного населения рек Якутии.

В верхнем течении р. Унгра встречаются преимущественно холодолюбивые реофильные виды, приспособленные к жизни на быстром течении: острорылый ленок *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773), восточносибирский хариус *Thymallus arcticus pallasi* Valenciennes, 1848, обыкновенный, или речной гольян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), пестроногий подкаменщик *Cottus poecilopus* Heckel, 1836. Эти рыбы распространены по всему продольному профилю реки от верховья до устья. В среднем течении преобладают восточносибир-

ский хариус, щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758, речной окунь *Perca fluviatilis fluviatilis* Linnaeus, 1758, острорылый ленок, голяян и сибирский елец *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1869). В нижнем течении встречаются все виды рыб, характерные для р. Унгра (см. таблицу), якутский карась *Carassius carassius jacuticus* Kirillov, 1972 отмечен только на этом участке реки.

Массовыми для р. Унгра видами являются острорылый ленок, восточносибирский хариус, щука, сибирский елец, голяян, сибирский голец *Barbatula toni* (Dybowski, 1869), речной окунь и пестроногий подкаменщик. Щука, сибирский елец и окунь занимают старицы и участки с замедленным течением.

К редким видам рыб относятся таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773), найденный в среднем и нижнем течении Унгры, сиг-пыжьян *Coregonus lavaretus pidschian* (Pallas, 1776) и, по информации, полученной от рыбаков, – обыкновенный валец *Prosopium cylindraceum* (Pallas, 1784), единично встречающиеся в нижнем течении реки. Сибирская щиповка *Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925 обитает в среднем и нижнем течении р. Унгра, нам она единично встречалась в районе впадения р. Юхта в Унгру. На среднем и нижнем участках р. Унгра обычен налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758).

В результате предварительного анализа материала у рыб р. Унгра отмечено 44 вида паразитов, в основном известных из р. Лена [5]. Ниже приведен систематический обзор паразитов рыб р. Унгра. В него мы включили также характерных паразитов голяяна из р. Чульман и щуки из р. Алдан, находки которых весьма вероятны и в р. Унгра.

Тип Мухозоа Levine et al., 1980  
Класс Мухоспореа Butschli, 1881  
Отряд Bivalvulida Schulman 1959  
Семейство Мухидиидае Thelohan, 1892  
***Myxidium lieberkuehni*** Bütschli, 1882

Хозяин: щука

Локализация: мочевого пузыря

Специфичный паразит щук. Вегетативные формы – многочисленные крупные плазмодии с желтоватым содержимым, имеющие веретеновидные, заостренные на полюсах споры, а также отдельные споры найдены у одной щуки, выловленной в р. Алдан.

***Zschokkella nova*** Klokačewa, 1914 (рисунки, А).

Хозяева: речной голяян, окунь

Локализация: желчный пузырь

Плазмодии со спорами и многочисленные сформированные споры обнаружены в июне 2012 г. у одного из 15 голяянов (6,7 %) из р. Унгра, у трех из 8 экз. в р. Чульман и отдельные споры – у одного из 6 окуней из р. Алдан.

Семейство Sphaerosporidae Davis, 1917  
***Chloromyxum carassii*** Achmerov, 1960

Хозяин: речной голяян

Локализация: желчный пузырь

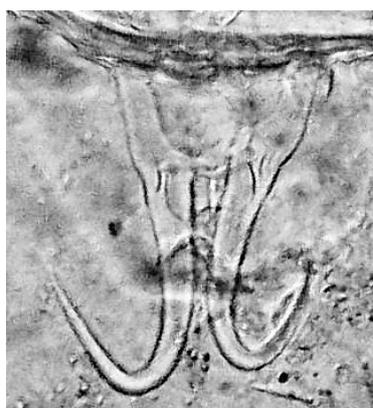
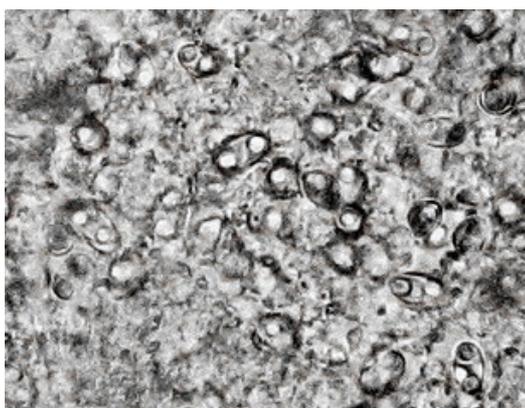
Паразит отмечен у одного из 8 голяянов в р. Чульман в районе г. Нерюнгри в июне 2012 г. В массе найдены плазмодии со спорами и сформированные споры. С большой вероятностью он может быть найден и в р. Унгра.

***Chloromyxum thymalli*** Lebzelter, 1912

Хозяин: восточносибирский хариус

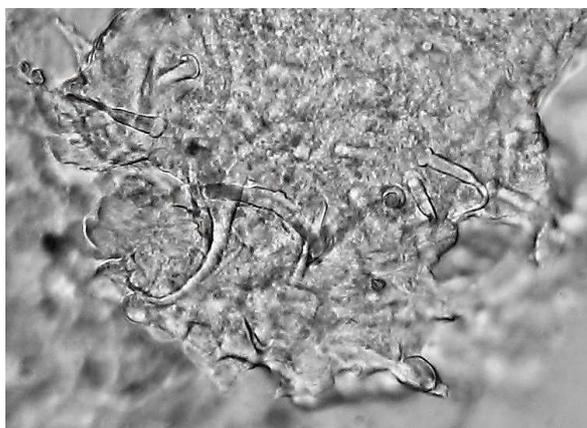
Локализация: желчный пузырь

Специфичный паразит хариусов. Обнаружен у одного из 26 обследованных хариусов в р. Унгра (3,8 %), до 6-8 спор в поле зрения микроскопа.



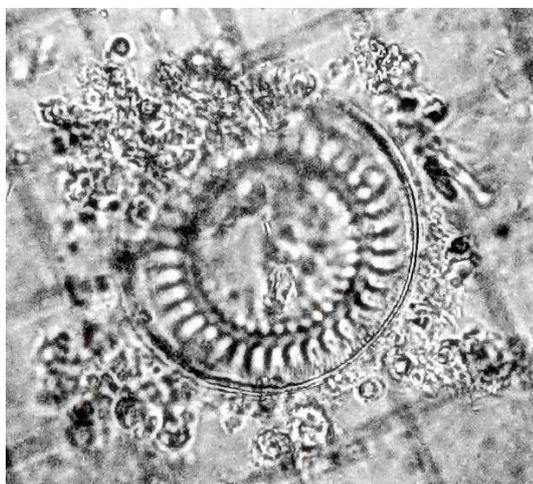
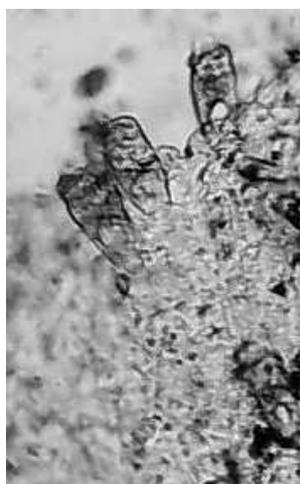
А

Б



В

Г



Д

Е

Ж

Паразиты гольяна: А – споры миксоспоридии *Zschokkella nova* в желчном пузыре; Б – срединные крючья моногенеи *Gyrodactylus limneus* из носовой полости; В – прикрепительный диск моногенеи *Cleidodiscus brachus* с жабр; Г – срединные крючья моногенеи *Gyrodactylus cyprini* (или близкого вида) с жабр; Д – инфузории *Apiosoma phoxini* на плавнике; Е – инфузории *Epistylis phoxini* на жабрах; Ж – инфузория *Trichodina* sp. на жабрах

Parasites of minnow: А – spores of the myxosporean *Zschokkella nova* in the gall bladder; Б – anchors of the monogenean *Gyrodactylus limneus* from the nasal cavity; В – haptor of the monogenean *Cleidodiscus brachus* on the gills; Г – anchors of the monogenean *Gyrodactylus cyprini* (or a related species) on the gills; Д – the infusorian *Apiosoma phoxini* on the fin; Е – the infusorian *Epistylis phoxini* on the gills; Ж – the infusoria *Trichodina* sp. on the gills

Семейство Muxobolidae Thelohan, 1892  
***Muxobolus dogieli*** I. et B. Vychowsky, 1940

Хозяин: речной голяян

Локализация: цисты в районе сердца, споры в почках и мышцах

Зараженность рыб составляла в июне 2012 г. в р. Унгра 20,0 %, в р. Чульман паразит найден у одного из 8 рыб (5,6 и 3,1 % соответственно в июле-августе в предыдущие годы [6]).

***Muxobolus ellipsoides*** Thelohan, 1892

Хозяин: речной голяян

Локализация: цисты в районе сердца, споры в жабрах, мышцах и почках

Обнаружен у рыб в июне 2012 г. в р. Унгра – 53,3 %; в Чульмане у двух из 8 рыб и отмечен в р. Чульман в предыдущие годы в июле-августе (3,1 %) [6].

***Muxobolus macrocapsularis*** Reuss, 1906

Хозяин: речной голяян

Локализация: цисты на жабрах

Цисты со спорами и многочисленные споры найдены у двух из 8 голяянов в р. Чульман в июне 2012 г.

***Muxobolus mongolicus*** Pronin, 1973

Хозяин: речной голяян

Локализация: цисты на жабрах

Экстенсивность инвазии рыб составляла в р. Унгра 26,7 %, в р. Чульман споры найдены у трех из 8 рыб (3,1 % – в предыдущие годы в июле-августе).

***Muxobolus muelleri*** Butschli, 1882

Хозяева: налим, речной голяян

Локализация: печень, желчный пузырь, кишечник, мышцы

Паразит обнаружен в печени и желчном пузыре налима и на кишечнике, в мышцах и печени голяяна (46,7 % в р. Унгра, у трех из 8 рыб в р. Чульман в июне 2012 г.).

***Muxobolus musculi*** Keysselitz, 1908

Хозяин: речной голяян

Локализация: мышцы

Отмечен у речного голяяна в июне 2012 г. (у 53,3 % рыб р. Унгра и у двух из 8 рыб в р. Чульман).

***Muxobolus neurobius*** Schuberg et Schröder, 1905

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: головной, продолговатый, спинной мозг

Отмечен у одного из 26 хариусов (3,8 %) в р. Унгра.

Тип Ciliophora Doflein, 1901

Класс Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974

Отряд Sessilida Kahl, 1933

Семейство Epistylidae Kahl, 1933

***Apiosoma phoxini*** Lom, 1966 (рисунок, Д)

Хозяин: речной голяян

Локализация: плавники, жабры

Инфузории найдены в июне 2012 г. у большинства рыб в р. Унгра (экстенсивность инвазии – 80 %, интенсивность – 5-165 экз., средняя – 42,1; индекс обилия – 31,0), в р. Чульман – у двух из 8 голяянов (интенсивность – 14-16 экз.).

***Apiosoma piscicolum*** Blanchard, 1885

Хозяин: речной голяян

Локализация: плавники, жабры

Паразит единично найден у 13,3 % голяянов в июне 2012 г.

***Epistylis lwoffii* Faure-Fremiet, 1943**

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Паразит единично найден у одного из 15 гольянов в июне 2012 г. (6,7 %).

***E. phoxini* Scheubel, 1973 (рисунок, Е)**

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Паразит обнаружен у двух из 15 гольянов в июне 2012 г. (13,3 %; интенсивность инвазии – 1-10 экз., средняя – 5,5; индекс обилия – 0,7).

**Отряд Mobilida Kahl, 1933**

Семейство Trichodinidae Raabe, 1959

***Trichodina mira* Kaschkovsky, 1974**

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Эти инфузории отмечены у гольянов в июне 2012 г. (в р. Унгра – 13,3 %; интенсивность – 1-39 экз., средняя – 20,0; индекс обилия – 2,7; в р. Чульман – у двух рыб единично).

***Trichodina* sp. (рисунок, Ж)**

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Крупные инфузории (диаметр прикрепительного диска составлял до 70 мкм) с большим числом зубцов в прикрепительном диске (около 40 и более) отмечены у гольянов в реках Унгра (6,7 %; 7 экз.) и Чульман (у двух рыб из 8; 1-3 экз.) в июне 2012 г. В этот период наблюдалось активное размножение триходин на рыбах в р. Унгра. Уточнение их видового статуса требует дополнительного изучения, возможно, они относятся к новому виду.

***Paratrichodina incisa* (Lom, 1959)**

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Это один из наиболее часто встречающихся у гольянов в июне видов инфузорий (экстенсивность инвазии – 80,0 %, интенсивность – 1-20, средняя – 4,8; индекс обилия – 3,8).

***P. phoxini* Lom, 1963**

Хозяин: речной гольян

Локализация: мочеточники, мочевого пузыря

Экстенсивность инвазии рыб – 20,0 %, интенсивность заражения – 1-19, средняя – 8,0; индекс обилия – 1,6.

**Тип Plathelminthes Gegenbaur, 1859**

Класс Monogenoidea (van Beneden, 1858) Burchowsky, 1937

Отряд Dactylogyridea Burchowsky, 1937

Семейство Ancyrocephalidae Burchowsky, 1937

***Cleidodiscus brachus* Mueller, 1938 (рис. 1В)**

Хозяин: речной гольян

Локализация: жабры

Характерный для гольянов вид моногеней, распространенный в Сибири, на Дальнем Востоке и в Северной Америке [7]. Обнаружен у двух гольянов в р. Чульман в количестве 6-11 экз., вполне возможны находки в р. Унгра.

Семейство Tetraonchidae Burchowsky, 1937  
*Tetraonchus monenteron* (Wagener, 1857)

Хозяин: щука

Локализация: жабры

Специфичный паразит щук. Обнаружен у трех из 8 щук в р. Унгра в 12 км от кордона Юхта (интенсивность инвазии – 20-450 экз., средняя – 213,3; индекс обилия – 91,4), у одной щуки – из р. Алдан (8 экз.).

Отряд Gyrodactylidea Burchowsky, 1937  
 Семейство Gyrodactylidae Van Beneden et Hesse, 1863

*Gyrodactylus cyprini* Diarova, 1964 (или близкий к нему) (рисунок, Г)

Хозяин: речной гольян

Локализация: жабры

Этот вид ранее отмечался у сазана, однако наши экземпляры очень похожи на него, возможно, близкий вид. Обнаружен у одного из 8 гольянов в р. Чульман, интенсивность – 3.

*Gyrodactylus limneus* Malmberg, 1964 (рисунок, Б)

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, кожа, носовая полость, реже – жабры

Специфичный для гольянов вид. Один из наиболее часто встречающихся в июне 2012 г. эктопаразитов гольяна (в р. Унгра экстенсивность инвазии – 40,0 %, интенсивность – 1-48, средняя – 10,8; индекс обилия – 4,3; в р. Чульман – у четырех из 8 рыб, интенсивность – 2-35, средняя – 12,1).

*Gyrodactylus konovalovi* Ergens, 1976

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, кожа, жабры

Один экземпляр найден в июне 2012 г. (6,7 %).

Класс Cestoda Rudolphi, 1808  
 Отряд Pseudophyllidea Carus, 1863  
 Семейство Triaenophoridae Lönnberg, 1889  
*Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781)

Хозяева: восточносибирский хариус, щука, окунь

Локализация: кишечник, печень

В половозрелом состоянии характерный паразит щук. Обнаружен у 8,3 % хариусов (интенсивность инвазии – 1-4, средняя – 2,5; индекс обилия – 0,2), у 6 из 7 щук (интенсивность – 3-22, средняя – 13,0; индекс обилия – 11,1) и у одного из 8 окуней (1 экз.).

Семейство Diphyllbothriidae Lühe, 1910  
*Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1758) плероцеркоид

Хозяева: щука, окунь

Локализация: полость тела

Паразит обнаружен у одной из 7 щук (интенсивность инвазии – 2,0), у двух из 8 окуней (по одному паразиту).

Отряд Proteocephalidea Mola, 1928  
 Семейство Proteocephalidae La Rue, 1911  
*Proteocephalus torulosus* (Batsch, 1786)

Хозяева: сибирский елец, речной гольян

Локализация: кишечник

Паразит обнаружен у двух из 7 ельцов (интенсивность инвазии – 1-4 экз.) и у гольянов в июле-августе (экстенсивность инвазии – 5,6 %, интенсивность инвазии – 1,0; индекс обилия – 0,1), в р. Чульман – 1 экз. у одного из 8 гольянов.

Класс Trematoda Rudolphi, 1808

Отряд Strigeida La Rue, 1926

Семейство Diplostomatidae Poirier, 1886

*Diplostomum phoxini* Faust, 1918, метацеркарии

Хозяин: речной гольян

Локализация: головной мозг

Специфичный паразит гольянов [8]. Экстенсивность инвазии – 100 %, интенсивность инвазии – 2-45 (до 68), индекс обилия – 10,3 (до 25,4); в р. Чульман – у пяти из 8 гольянов (интенсивность инвазии – 1-18, средняя – 4,3).

*Diplostomum sp. 1* метацеркарии

Хозяин: речной гольян

Локализация: стекловидное тело глаза

Экстенсивность инвазии – 33,3 % в июне 2012 г. и 4,2 % – в июле-августе в предыдущие годы [6], интенсивность – 1-2, средняя – 1,2; индекс обилия – 0,2.

*Diplostomum sp. 2* метацеркарии

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: стекловидное тело глаза

Один экземпляр паразита обнаружен у одной из 26 исследованных рыб (3,8 %).

*Diplostomum sp. 3* метацеркарии

Хозяин: пестроногий подкаменщик

Локализация: стекловидное тело глаза

Паразит обнаружен у одной исследованной рыбы в количестве 37 экз. [6].

Семейство Azygiidae Lühe, 1909

*Azygia robusta* Odhner, 1911

Хозяин: налим

Локализация: кишечник

Обнаружен у одного экземпляра налима [6].

Отряд Plagiorchiida La Rue, 1957

Семейство Allocreadiidae Looss, 1902

*Crepidostomum farionis* (Müller, 1780) Lühe, 1909

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: кишечник

Экстенсивность инвазии – 20,0 %, интенсивность – 1-4, индекс обилия – 0,5.

*Bunodera luciopercae* (Müller, 1776) Lühe, 1909

Хозяева: восточносибирский хариус, речной гольян

Локализация: кишечник, внутри жаберной дужки гольяна (случайно)

Экстенсивность инвазии хариусов – 10,0 %, интенсивность – 1,0, индекс обилия – 0,1; одна находка у гольяна (6,7 %, одна особь).

Тип Nematelminthes Schneider, 1873

Класс Nematoda Rudolphi, 1808 нематоды

Отряд Enoplida Chitwood, 1933

Семейство Capillariidae Railliet, 1915

*Pseudocapillaria salvelini* (Poljansky, 1952)

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: кишечник

Экстенсивность инвазии составляет 15,4 %; интенсивность – 1-7 экз., средняя – 3,0; индекс обилия – 0,5.

Отряд Ascaridida Skrjabin et Schulz, 1940  
Семейство Anisakidae Railliet et Henry, 1912  
***Raphidascaris acus*** (Bloch, 1779)

Хозяева: восточносибирский хариус, щука, окунь, речной голянь

Локализация: кишечник, стенки кишечника

Паразит обнаружен у хариуса (экстенсивность инвазии – 20,0 %, интенсивность – 4 экз., индекс обилия – 0,8), у 6 из 7 щук (интенсивность инвазии – 1-10, средняя – 4,3; индекс обилия – 3,7), у одного из 8 окуней (интенсивность инвазии – 2,0), у одного голяня (интенсивность – 1,0; индекс обилия – 0,1). В р. Чульман интенсивность инвазии голяня достигала 13 экз.

Отряд Spirurida Chitwood, 1933  
Семейство Camallanidae Railliet et Henry, 1915  
***Camallanus lacustris*** (Zoega, 1776)

Хозяин: окунь

Локализация: кишечник

Паразит обнаружен у одного из 8 окуней (интенсивность инвазии 1,0).

Семейство Cystidicolidae Skrjabin, 1946  
***Sterliadochona ephemeridarum*** (Linstow, 1872)

Хозяева: восточносибирский хариус, острорылый ленок

Локализация: кишечник, желудок

Паразит обнаружен у хариуса (экстенсивность инвазии – 10,0 %, интенсивность – 1-79, индекс обилия – 0,4), у одного из 9 ленков (интенсивность инвазии – 52,0).

***Ascarophis skrjabini*** (Layman, 1933) Poljansky, 1952

Хозяева: острорылый ленок, окунь

Локализация: кишечник

У ленков экстенсивность инвазии достигала 33,3 %; интенсивность – 6-12 экз., индекс обилия – 2,8, у одного из 8 окуней (интенсивность инвазии – 2,0).

Тип Arthropoda Siebold et Stannius, 1848  
Класс Crustacea Lamarck, 1801  
Отряд Pоеcilostomatoida Thorell, 1859  
Семейство Ergasilidae Edwards, 1840  
***Ergasilus briani*** Markewitsch, 1932

Хозяин: речной голянь

Локализация: жабры

Экстенсивность инвазии рыб в р. Унгра в июне 2012 г. составляла 66,7 %, интенсивность – 1-20, средняя – 3,3; индекс обилия – 2,2; в июле-августе [6] – 38,9 %, интенсивность – 1-5 экз., средняя – 1,9; индекс обилия – 0,7. В р. Чульман в июне, по нашим данным, у голянь было примерно равное соотношение *E. briani* и *E. sieboldi* (заражено по 3 из 7 голянь, интенсивность – 3-4 экз., средняя – 3,3).

***E. sieboldi*** Nordmann, 1832

Хозяин: речной голянь

Локализация: жабры

В р. Унгра этот вид пока не обнаружен, в Чульмане интенсивность инвазии рыб составляла 3-6, средняя – 4,3.

Отряд Siphonostomatoida Latrelle, 1829  
Семейство Lernaeopodidae Edwards, 1840  
*Salmincola thymalli* (Kessler, 1868)

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: жабры

Экстенсивность инвазии – 10,0 %, интенсивность – 2 экз., индекс обилия – 0,2.

*Basanistes briani* Markewitsch, 1936

Хозяин: острорылый ленок

Локализация: внутренняя поверхность жаберных крышек

Заражен один из 9 экз. ленков, интенсивность инвазии – 2,0.

*Basanistes woskoboynikovi* Markewitsch, 1936

Хозяин: таймень

Локализация: внутренняя поверхность жаберных крышек

Паразит обнаружен у одной неполовозрелой особи из р. Унгра.

В р. Унгра представлены как эктопаразиты с прямым циклом развития (инфузории, моногенеи, ракообразные) (18 видов), так и эндогельминты, развивающиеся со сменой хозяев (15 видов). Вместе с миксоспоридиями (11 видов) последние составляют доминирующую группу паразитов со сложным жизненным циклом (26 видов). Лишь 6 из них используют в качестве промежуточных хозяев планктонные организмы, большинство паразитов, включая миксоспоридий, связаны в своем развитии с донными беспозвоночными, что характерно для горной реки.

У основного объекта исследования речного гольяна найдено 27 видов паразитов, среди которых преобладали миксоспоридии и инфузории (по 8 видов), моногенеи (4 вида) и трематоды (3 вида). Такой состав определяется приуроченностью гольянов к мелководным участкам реки, плесам и их питанием преимущественно беспозвоночными бентоса (олигохеты служат хозяевами миксоспоридий, нематод *R. acus*, моллюски – сосальщиков), в рацион гольянов входят также водоросли, насекомые и их личинки. Планктонные организмы играют меньшую роль в диете гольяна. Сибирский елец в целом экологически близок к гольяну, но в большей степени использует планктон, поэтому с большей интенсивностью заражен цестодой *Proteocephalus torulosus*.

У восточносибирского хариуса найдено 10 видов паразитов, в первую очередь гельминтов (нематод и трематод). Набор паразитов хариуса показывает, что в его рацион входят личинки амфибиотических насекомых (поденок, ручейников, двукрылых), олигохеты, а также планктонные организмы. В июне 2012 г. основу питания хариусов составляли падающие в воду наземные насекомые, численность которых в желудках рыб составляла десятки, сотни экземпляров (жуки, клопы и др.). Типичным бентофагом является острорылый ленок [9], у которого отмечено 3 вида паразитов, два из них – нематоды. Хищники представлены щукой, окунем, налимом [10]. Их инвазия – разнообразными гельминтами, высокие показатели зараженности щуки определяются питанием рыбой.

Самыми распространенными в р. Унгра паразитами являются ленточные черви *Trianaephorus nodulosus* и круглые *Raphidascaris acus*. Щука является постоянным источником заражения других рыб в реке *T. nodulosus*. Особенностью реки является отсутствие скребней, что связано с отсутствием в ней амфипод и изопод – промежуточных хозяев гельминтов.

Отметим наиболее патогенные для рыб виды паразитов. Это гельминты пищеварительной системы рыб с личинками, локализующимся на печени «мирных» рыб (*T. nodulosus*, *R. acus*) и в полости тела (*Ligula intestinalis*); паразиты нервной системы (головного мозга и глаз) *Diplostomum phoxini* и *Diplostomum* spp., эктопаразиты, обитающие на плав-

никах, коже и жабрах моногенеи рода *Gyrodactylus* [11] и *Cleidodiscus brachus*, кругоресничные инфузории-триходиниды. Однако признаков заболеваний рыб мы не отмечали, опасных для человека паразитов в р. Унгра также не обнаружено. Общую паразитологическую ситуацию в р. Унгра можно оценить как относительно благополучную, уровень зараженности рыб в целом невысок.

Авторы выражают признательность председателю Комитета охраны природы г. Нерюнгри С.Н. Будуюеву за предоставленную возможность работать в ресурсном резервате «Унгра» и ректору Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета доктору техн. наук Г.Н. Киму за материальную поддержку экспедиции в Якутию.

### Список литературы

1. Глушанов А.В., Осадчий В.Г. По рекам и горам Якутии. – Якутск: Якутск. кн. изд-во, 1990. – 208 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
3. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
4. Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука, 1972. – 360 с.
5. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Азии. – Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1984. – 156 с.
6. Резник И.В. Паразитофауна рыб реки Унгра (Южная Якутия) // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – Вып. 18. – С. 126-132.
7. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Книдарии, моногенеи, цестоды // Тр. ЗИН РАН. – СПб., 2002. – Т. 297. – 248 с.
8. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды // Тр. ЗИН РАН. – СПб., 2003. – Т. 298. – 224 с.
9. Ермоленко А.В. Паразиты рыб пресноводных водоемов континентальной части бассейна Японского моря. – Владивосток: ДВО РАН, 1992. – 238 с.
10. Никольский Г.В. Частная ихтиология: 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1971. – 472 с.
11. Bakke T.A., Cable J., Harris P.D. The Biology of Gyrodactylid Monogeneans: the «Russian-Doll Killers» // *Advances in Parasitology*. – 2007. – Vol. 64. – P. 162-376.

**Сведения об авторах:** Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: boutorina@mail.ru;

Резник Инна Вячеславовна, кандидат биологических наук, зам. начальника Испытательной лаборатории, e-mail: inn-r@mail.ru;

Корнеев Алексей Александрович, студент;

Глушак Дмитрий Владимирович, студент.

УДК 597

**В.Б. Козьменко<sup>1</sup>, П.В. Колмаков<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ФГБУ НОК «Приморский океанариум» ДВО РАН,  
690091, г. Владивосток, о-в Русский, б. Парис<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**БИОЛОГИЯ И ЖИЗНЕННАЯ СТРАТЕГИЯ *GRACILARIA VERRUCOSA*  
В ЛАГУНАХ ХАСАНСКОГО РАЙОНА ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

*На юге Приморского края в лагунах Хасанского района обитает неприкрепленная форма красной водоросли *Gracilaria verrucosa*. Проведено исследование распределения грацилярии по плотности в лагунах, миграции в протоках. Получены данные по росту талломов из различных мест лагун на экспериментальной установке. Обсуждаются возможные пути проникновения грацилярии в замкнутые лагуны. Исследуется стратегия грацилярии, которая может проявляться в зависимости от ресурсов среды от r-стратегии до K-стратегии. Предложено использование данных о стратегии в разработке биотехнологии культивирования грацилярии в лагунах и других водоемах Южного Приморья.*

**Ключевые слова:** биология, грацилярия, рост, условия существования, жизненная стратегия, лагуны.

**V.B. Kozmenko, P.V. Kolmakov****BIOLOGY AND LIFE STRATEGY OF *GRACILARIA VERRUCOSA*  
IN LAGOONS OF HASANSKY REGION PRIMORSKY TERRITORY**

*The unattached form of red algae *Gracilaria verrucosa* has been lived in the south of Primorsky Territory, in the lagoons of Hasansky region. A survey was made about distribution of gracilaria density in lagoons, and about movement in the channels. We recived data for growth thalloms from different places of lagoons with help of experimental mount. Possible ways of hitting *Gracilaria* in closed lagoons were discussed. Strategy of gracilaria was researched that can be changed from R-strategy to K-strategy depending on nature resources. Authors suggest to use information about strategy in developing of biotechnology of *Gracilaria* in lagoons and in other water bodies of south Primorsky region.*

**Key words:** biology, gracilaria, growth, factors of nature, life strategy, lagoons.

**Введение**

Исследования по биологии и экологии являются предшествующими перед изучением различных стратегий живых организмов для введения их в марикультуру. Использование ресурсов среды есть жизненная функция организмов.

Ресурсами среды для водорослей являются температура, рН воды, уровень освещенности, соленость воды, содержание биогенов, которые формируются средой обитания. Не менее важно учитывать генетику и реакцию растения на воздействие внешних факторов.

Это всецело относится и к водорослям-макрофитам. Для введения их в культуру необходимо учитывать управляющие внешние факторы среды и внутренние, генетически детерминированные, которые позволяют получать необходимые продукционные показатели [1, 2].

Марикультура красных водорослей-макрофитов как источник агара, в частности различных видов грацилярии, хорошо развита за рубежом [3, 4, 5]. Одним из перспективных объектов марикультуры для Приморья можно считать красную водоросль грацилярию бородавчатую, которую используют во всем мире как источник агара – желеобразующего про-

дукта, применяемого во многих отраслях промышленности и в медицине. В Приморском крае пока нет марикультуры этой водоросли, хотя проведено эколого-биологическое исследование грацилярии [6], получены предварительные результаты по ее культивированию [7] и предложена технология плантационного выращивания грацилярии в лагунах [8].

Использование организмом ресурсов среды есть проявление различных жизненных стратегий. Морфологическая стратегия организмов, имеющих определенную морфоформу в зависимости от факторов внешней среды, широко распространена в мире. Биологическая стратегия вида проявляется в различной скорости роста, освоении территории, взаимодействии с другими видами организмов. Для водорослей эту стратегию можно отметить при конкурентных взаимоотношениях [9].

Проявлением жизненной стратегии для красных водорослей рода *Gracilaria* – *G. bursa-pastoris* (Gemlin) Silva и *G. gracilis* (Stackhouse) Steentoft – можно считать различное время спороношения в средиземноморских лагунах (Франция). Так, *G. bursa-pastoris* имела максимум спороношения весной, при прогреве лагун с 15 до 20 °С с одновременным резким снижением биомассы. *G. gracilis* имела короткий половозрелый период с размножением в зимний период, когда температура снижалась до 10 °С и ниже [10]. Таким образом, распределялись экологические ниши сходных видов на одном биотопе.

В Приморском крае наряду с видами грацилярии, ведущими для макроформ прикрепленный образ жизни и размножающимися путем спороношения, в том числе и полового, обитает неприкрепленная форма грацилярии, найденная в лагунах Хасанского района [6]. Неприкрепленный образ существования можно считать проявлением жизненной стратегии. Эта грацилярия была определена как *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss на основании анализа внешнего вида и строения слоевища. Ее можно считать перспективным объектом марикультуры, так как она имеет скорость роста в лабораторной культуре до 18 %, в плантационной культуре – до 12 % [3]. Посадочный материал можно хранить в контролируемых экспериментальных условиях длительное время [11] и в естественных условиях обитания [6, 7]. Количество агара в грацилярии может быть до 48 % [6].

Цель работы: на основании литературных данных и собственных исследований изучить различные стратегии неприкрепленной формы грацилярии в лагунах Хасанского района для введения ее в марикультуру.

### Объекты и методы исследований

Лагуны, где обитает грацилярия, расположены на юге Приморского края, в Хасанском районе, и хорошо описаны Т.В. Титляновой с соавторами [6, 7]. Лагуны Первая протока и Вторая протока замкнуты и изолированы от моря песчаной косой (рис. 1).

Другие лагуны представляют собой сеть протоков, сообщающихся временно или постоянно в зависимости от погодных условий. В период сильных южных ветров, который наступает чаще всего в августе, нагонный ветер поднимает уровень моря, и морская вода со скоростью до 0,5 м/с перемывает песчаную косу, причем высота волны в некоторых местах достигает 0,5 м. После нагона возникают временные протоки, по которым избыток морских вод уходит в море. При этом в лагуны забрасывается масса плавающих в прибрежной полосе гидробионтов, которые участвуют в формировании илистых грунтов. Во время дождей увеличивается терригенный сток, который несет большое количество аллювиального материала и биогенные элементы.

Наблюдение за популяцией грацилярии проводили в весенне-осенние периоды в течение пяти лет. Визуально фиксировали появление водоросли, ее миграцию по протокам, развитие формирующихся сообществ и распространение грацилярии в лагунах. Для оценки ростовых характеристик были поставлены эксперименты по выращиванию водорослей из разных мест обитания. Для количественного анализа водоросли собирали с помощью рамки размером 25 × 25 см в местах, характерных для произрастания грацилярии (рис 1).

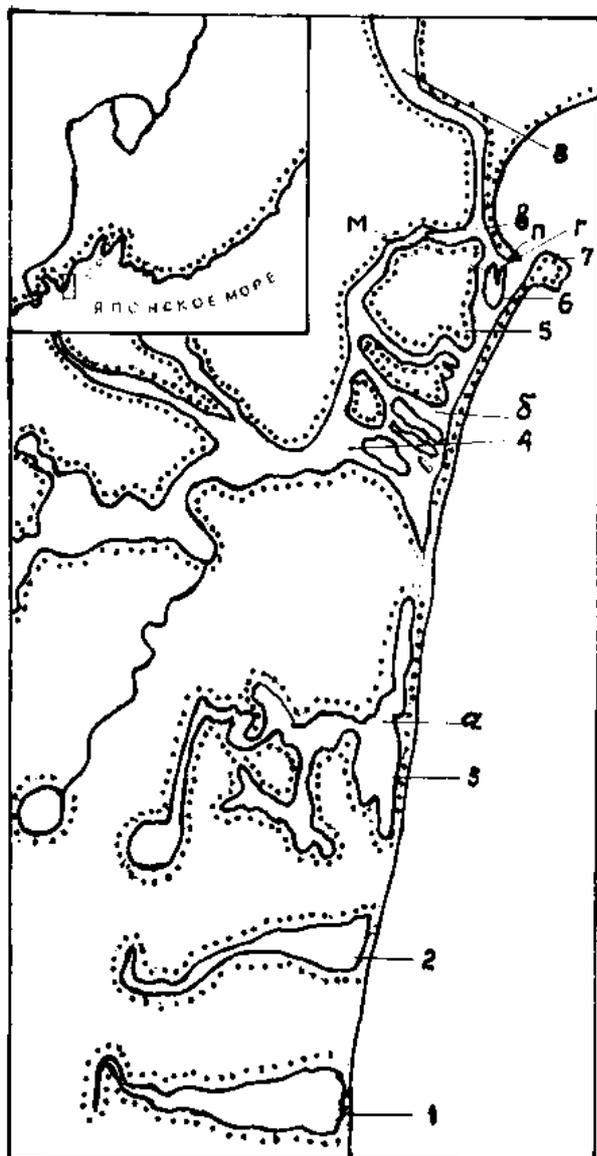


Рис. 1. Карта-схема района работ в лагунах Хасанского района:  
 1 – лагуна Первая протока;  
 2 – лагуна Вторая протока;  
 3 – лагуна протока Огородная;  
 4 – Голубиная протока; 5 – о-в Большой;  
 6 – о-в Малый; 7 – м. Островок Фальшивый;  
 8 – протока к о-ву Тальми;  
 а, б, в, г – места сбора грацилярии для эксперимента; м – место установки для эксперимента по выращиванию;  
 п – полигон

Fig. 1. Map-scheme region of works in lagoons of Hasan region:  
 1 – lagoon Pervaya canal; 2 – Vtoraya canal;  
 3 – Ogorodnaya canal; 4 – Golubinaya canal;  
 5 – i. Big; 6 – i. Small; 7 – cape Island noreal;  
 8 – canal with lake Talmy;  
 а, б, в, г – place collection of gracilaria on experiment; м – place of experimental mount for growth algae; п – poligon

Полигоном для наблюдений за стратегией развития грацилярии была выбрана полузамкнутая протока на о-ве Малый, описание которой дано в работах [8], [12]. Сбор материала проводили по общепринятым методикам [13]. Морфометрические параметры измеряли в лаборатории вблизи от полигона. Морфоформы оценивали визуально, сравнивая друг с другом. Выделение морфоформ проводили на основании различий внешнего вида, длины ветвей и количественного соотношения ветвей различных порядков. Выборка составляла не менее 100 экз. При наличии 90 % отличия по принятым нами признакам водоросль относилась к одной из морфоформ. Принцип порядковости ветвей принят, как при исследовании цистозиры на Черном море [14]. Всего было выделено три морфоформы: *маловетвистая*, *средневетвистая*, *многоветвистая*.

Для проведения экспериментов по росту водорослей из различных мест обитания была создана установка (рис. 2).

С помощью насоса, работающего от ветряного двигателя, вода из лагуны подавалась в накопительную непрозрачную емкость, откуда самотеком поступала в емкости-культураторы, где находилась грацилярия. Емкости-культураторы были изготовлены из пластика, объем – 1 литр, проток был настроен так, чтобы скорость его была не выше чем в лагунах

в спокойный период -2-3 см/с. Грацилярия собиралась из четырех мест (см. рис. 1), очищалась от обрастателей и помещалась в установку. Повторность эксперимента была трехкратной. Измерение массы материала в начале и конце эксперимента проводили по общепринятым методикам [15]. Скорость роста рассчитывали по экспоненциальному закону [6].

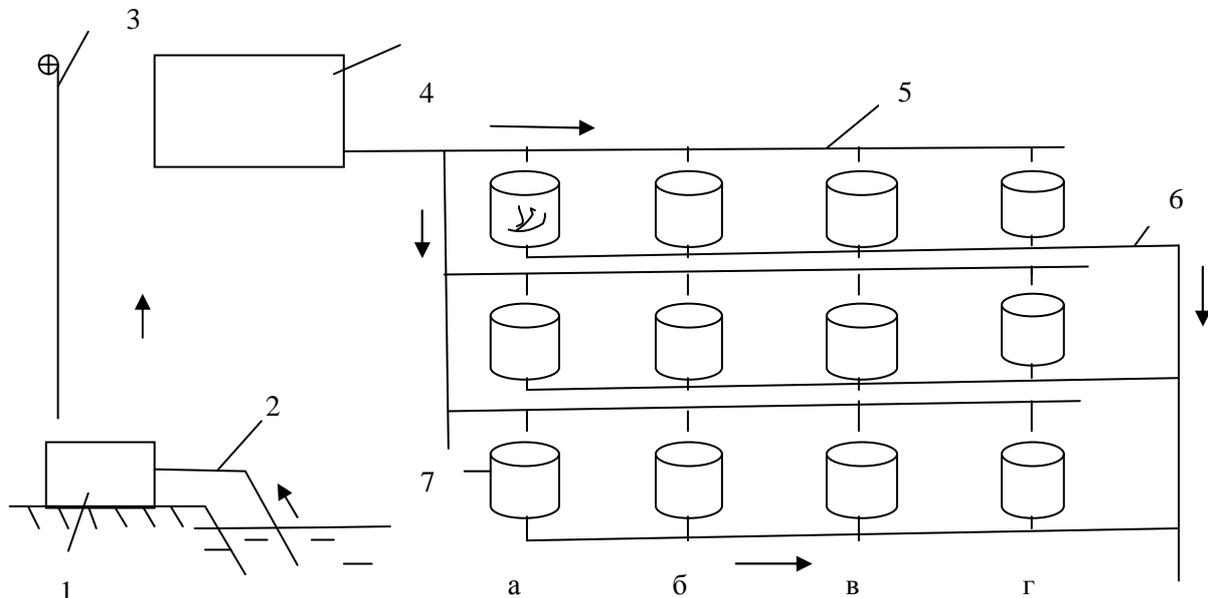


Рис. 2. Схема установки для экспериментов по выращиванию водорослей: 1 – насос; 2 – подающий водовод; 3 – ветряной двигатель; 4 – накопительная емкость; 5 – трубопровод для подачи воды; 6 – отводящий трубопровод; 7 – емкости-культураторы для водорослей, стрелками показано движение воды; а, б, в, г – обозначение мест сбора грацилярии (см. рис. 1)

Fig. 2. Scheme of experiment mount for growth of algae: 1 – pump; 2 – feed water line; 3 – wind turbines; 4 – cumulative capacity; 5 – funded capacity trupoprovod for water supply; 6 – outlet conduit; 7 – capacity-cultivators for algae, the arrows show the movement of water; а, б, в, г – designation of collection sites *Gracilaria* (see fig. 1)

### Результаты и обсуждение

При обследовании лагун установлено, что грацилярия присутствует почти во всех исследованных нами акваториях (см. рис. 1). Места обитания грацилярии располагаются полосой вдоль песчаной косы на ширине до 300 м от моря. Грацилярия находится большей частью вдоль берегов лагун среди зарослей руппии и зостеры. Плотность распространения колебалась в широких пределах. На момент съемки в протоках отмечали как разрозненные – до  $0,1 \text{ кг/м}^2$  во Второй протоке, Голубиной протоке, так и массовые – до  $2,5 \text{ кг/м}^2$  на плесе за о-вом Малый скопления водорослей.

Следует отметить, что плотность и места расположения менялись в течение периода изучения вследствие воздействия ветров и течений. Поэтому методы, пригодные для оценки плотности стабильных популяций, имели для лагун относительный характер. Однако общая закономерность расположения зарослей грацилярии сохранялась – плотность водорослей возрастала по мере приближения к выходу протоки в море. В течение летнего сезона происходит постепенное возрастание плотности грацилярии в районе плеса за о-вом Малый с  $0,5 \text{ кг/м}^2$  в июне до  $3 \text{ кг/м}^2$  в августе.

В отдаленных участках акватории отмечено уменьшение плотности водоросли. Так, по мере продвижения по протокам за о-в Большой плотность водорослей уменьшается

от 0,6 до 0,05 кг/м<sup>2</sup>. В сентябре грацилярия остается на небольших участках за о-вами Малый и Большой с максимальной плотностью для этого периода – 0,3-0,4 кг/м<sup>2</sup>. В остальных местах плотность снижается до 0,1 кг/м<sup>2</sup>.

На полигоне о-ва Малый в апреле месяце после схода льда грацилярия не была обнаружена. В мае из ила появляются небольшие фрагменты водорослей до 0,5 см длиной. Во время приливов отдельные фрагменты дополнительно попадают в водоем полигона. В августе грацилярия заполняет почти треть площади полигона. Плотность пласта грацилярии доходила до 6,5 кг/м<sup>2</sup>, при толщине его 0,3 м. Это максимальная плотность для лагун Хасанского района в этот период.

При выходе избытка воды из лагун в августе наблюдали массовый вынос грацилярии вместе с другими видами водорослей. При скорости течения 0,2 м/с плотность выноса была до 5 растений на квадратный метр.

Данные по морфометрическим характеристикам водорослей, собранных в июле, представлены в табл. 1.

Нами выделено три морфоформы – *маловетвистая*, *средневетвистая* и *многоветвистая*, – отличающиеся по ряду признаков. Сходные морфологические формы водорослей отмечены в [16]. Форма *маловетвистая* аналогична форме *редковетвистая* (f. rariramosa f. nov.), форма *средневетвистая* аналогична форме *зостерокая* (f. zostericola f. nov.), форма *многоветвистая* аналогична форме *густоветвистая* (f. densiramosa Titl. et Skript. f. nov.) [16]. Во время исследований различные морфоформы отмечали одновременно во всех местах проведения работ. Какой-либо закономерности встречаемости морфоформ отмечено не было, но преобладающей по количеству была морфоформа *средневетвистая* (табл. 1).

Таблица 1

**Морфометрические характеристики грацилярии,  
обитающей в лагунах Хасанского района**

Table 1

**Morphometric characteristics inhabiting *Gracilaria* in the lagoons Khasan district**

Наименование морфоформ	Морфометрические характеристики				
	Количество порядков ветвей	Цвет	Длина, см	Масса, г	Встречаемость, %
Маловетвистая	3-4	От темно-оливкового до темно-красного	13±4,3	20±8,1	21
Средневетвистая	5-6	От темно-оливкового до светло-оливкового	19±5,2	15±3,1	43
Многоветвистая	6-7	От коричневого до красноватого	24±8,4	22±9,3	36

Массовая фрагментация растений начинается в конце сентября – начале октября. Отмечали три варианта механизма этого процесса. В первом варианте у водорослей, обитающих в затишных местах лагун, наблюдается нарушение пигментации в виде колец толщиной 1-2 мм примерно через 2-3 см практически по всему таллому. Через 2-3 недели талломы водорослей в этих местах разделяются, и часть отдельных фрагментов разрушается, часть заиливается, остальные выносятся в протоки. При втором варианте амфиподы, поселяющиеся на грацилярии, повреждают талломы во многих местах, водоросль фрагментируется на участки различной длины, которые так же, как и в первом варианте, разрушают-

ся, заиливаются или выносятся при отливе в море. Такой вариант наблюдали у водорослей, растущих в местах с хорошим водооток. Третий вариант наблюдали при заиливании талломов в илу до середины таллома или осушении. При этом грацилярия начинает фрагментироваться в частях талломов, погруженных в ил. Формирующиеся фрагменты талломов также подвергаются разрушению и выносятся в море. Такие процессы наблюдали у грацилярии на плесах. В начале ноября грацилярия практически отсутствует в лагунах. Зимуют фрагменты водорослей, погруженные в ил и замороженные в лед. Такова стратегия переживания неблагоприятных условий грацилярии в лагунах.

На экспериментальной установке для культивирования грацилярии из различных частей лагун скорость роста водоросли отличалась незначительно. В мае она составляла 3-4 %, в июне – 5-6 %, в июле увеличивается до 9 % и снижается в августе до 6 % (рис. 3).

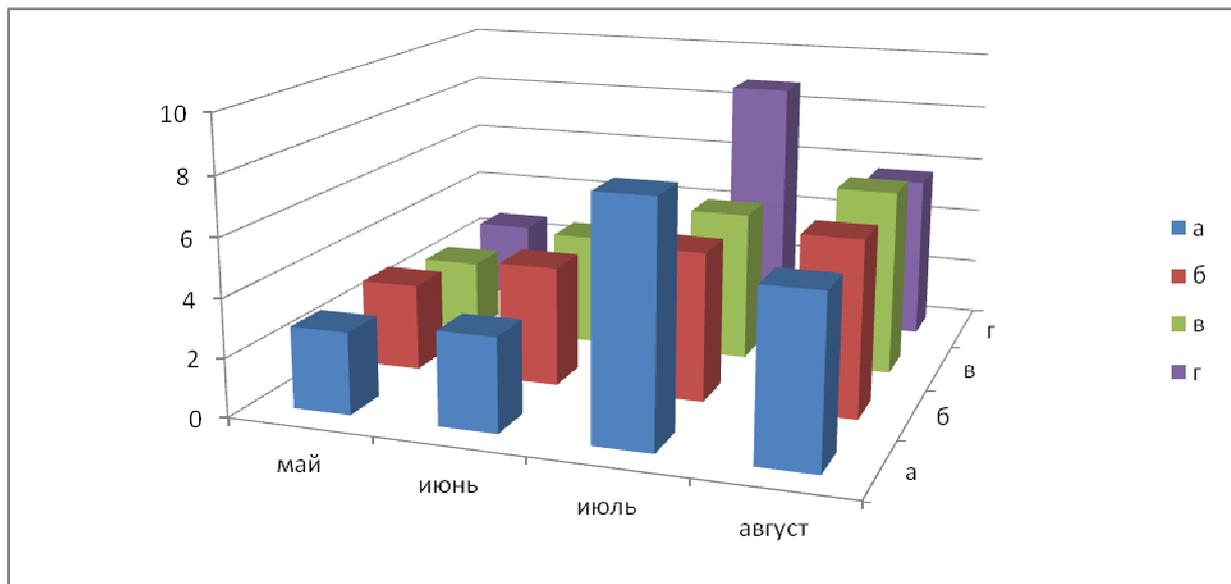


Рис. 3. Удельные скорости роста грацилярии из различных мест обитания. По оси ординат удельные скорости роста, %, а, б, в, г – места взятия грацилярии (см. рис. 1)  
 Fig. 3. Specific growth rate of *Gracilaria* collected from various locations in the lagoons. The ordinate is the specific growth rate, %, а, б, в, г – taking the place of *Gracilaria* (see fig. 1)

Таким образом, обследование лагун Хасанского района показало, что неприкрепленная форма грацилярии бородавчатой обитает почти во всех исследованных водоемах, в их мористой части. В отдаленных от моря участках лагун глубины уменьшаются, илы становятся более жидкими, увеличивается распреснение практически до 10 % и замедлен водообмен, скорость движения воды менее 0,1 м/с. По-видимому, эти факторы не позволяют грацилярии существовать в таких местообитаниях.

Представляет интерес наличие грацилярии в изолированной лагуне Вторая протока (см. рис. 1). Возможно, исторически все лагуны имели соединения или даже представляли единый водоем с общей популяцией водорослей. Сейчас наблюдается процесс обособления таких лагун. Предполагается, что для поддержания популяции в замкнутых водоемах необходимо поступление нового растительного материала. Такое поступление возможно при одновременном выносе грацилярии в б. Сивучья и промыве песчаной косы напротив Второй протоки при нагонных ветрах. Но для этого необходимо наличие грацилярии в б. Сивучья во время нагона. Это маловероятно для крупных талломов, так как в летнее время в период выхода грацилярии из лагун течение в б. Сивучья направлено на север [17], а Вторая протока расположена южнее. В период тайфунов временные протоки из б. Си-

вучьей в лагуны позволяют попадать различным растениям и животным, возможно, и микроформам водорослей, в том числе и подвижным формам при размножении организмов. Вероятно, что у исследованных лагунных форм грацилярии появляются образования, подобные таковым, как у *G. gracilis*, обитающей в озере на Сицилии [18], и способные длительное время находится в б. Сивучьей. В процессе размножения у этой формы грацилярии, обитающей на Сицилии, появляется путем конъюгации поколение, которое может размножаться вегетативно и легко переноситься на большие расстояния.

В Черном море растет бурая водоросль *Cystoseira barbata* var. *repens* A.Zin. et Kalug, которая представляет собой стелющуюся неприкрепленную форму, у которой утрачена почти полностью способность к половому размножению и почти редуцирован процесс образования воздушных пузырей [14]. Образование микропласта неприкрепленной формы филлофоры из прикрепленной до передвижения в поле Зернова отмечено в Черном море. В экспериментах отделенная от грунта филлофора, прикрепленная форма, через 4 месяца в экспериментальных условиях выращивания приобретала свойства филлофоры из пласта: наблюдали вегетативный рост, некоторую редукцию рецептакул [19]. В природе существует большая группа облигатно-неприкрепленных макроводорослей – бентоплейстофитов, или частично погруженных в субстрат: *Fucus*, *Ascophyllum*, *Pelvetia*, *Cystoseira*, *Hormosira*, обитающих от Новой Земли до Испании. У них отсутствуют органы прикрепления и воздушные пузыри, а вегетативные органы размножения преобладают над половыми или полностью заменяют их. Саргассы из Саргассового моря, ведущие непрекрепленный образ жизни и размножающиеся вегетативно, прикрепляясь к плавающим предметам, начинают продуцировать рецептакулы. Следовательно, они являются экадами прикрепленных форм [20]. В Амурском зал. обнаружены фрагменты *Gracilaria* sp., которая в 1989 г. описана как *Gracilaria austramaritima* nom. *nudum*, Przhemenetskaya, 1989, которые вегетируют в течение года и не имеют органов размножения и органов прикрепления [21].

По-видимому, на движение талломов грацилярии по протокам влияет несколько факторов: направление ветра, прижимающего водоросли к береговым растениям или отрывающим от них, морфоформы, способствующие сцеплению грацилярии и сопутствующих видов, проходимость протоков, занятых разросшимися водорослями и травами. Максимальная глубина проникновения в лагуны от береговой полосы отмечена для протоки к о-ву Тальми – 600 м от побережья. Вероятно, этому способствовала высокая скорость воды в этой протоке – до 0,5 м/с в прилив.

Скорости роста водорослей лимитируются различными факторами [1]. Так как в лагунах глубина в основном достигает 1 м и взмучивание крайне редко, лимитирования по световому режиму не происходит. Оценивая концентрацию биогенов в лагунах [12] и сравнивая ее с содержанием биогенов в других местах, где встречается грацилярия, можно отметить, что лимитирования водорослей по этому фактору в лагунах Хасанского района не наблюдается (табл. 2).

Таблица 2  
Содержание биогенных элементов в местах обитания грацилярии в Приморском крае  
Table 2

**The content of nutrients in habitats *Gracilaria* in Primorye**

Место обитания	Биогенные элементы			
	Фосфаты	Аммоний	Нитриты	Нитраты
Амурский зал.	0,2-1,6 мкмоль	2-30 мкмоль	0,1-0,32 мкг-ат/л	
Р. Раздольная	1,8-2,5 мкг/л		39,5-41,7 мкг/л	2188 мкг/л
Лагуны Хасанского района	0,1-270 мкг/л	2-12 мкмоль	100-2200 мкг/л	228 мкмоль
Пролив Старка	1,06-1,26 мкг/л			

Данные о содержании биогенных элементов взяты из работ: для лагун Хасанского района [12], для Амурского залива [22], для р. Раздольная [23, 24, 25], для пролива Старка [26].

Соленость в лагунах в течение сезона развития грацилярии находится в широких пределах (от 4 до 33 ‰). Распреснение в лагунах кратковременное и, по-видимому, не оказывает большого влияния на ростовые характеристики водорослей. В среднем соленость составляет от 20 до 25 ‰, что благоприятно для роста грацилярии [27].

Таким образом, наиболее значимым фактором для роста грацилярии в лагунах можно считать движение воды при благоприятных уровнях других факторов. В эксперименте по выращиванию грацилярии из разных мест обитания скорость подачи воды в сосуды с водорослями соответствовала средней скорости воды в местах обитания водорослей – 2-3 см/с. Вероятно, поэтому скорости роста в эксперименте были аналогичны скоростям роста грацилярии на установках в лагуне [12]. Повышенные скорости роста до 9 % у водорослей, взятых из мест под обозначением *a* и *z*, можно объяснить повышенной скоростью водообмена на установке в 2 раза по сравнению с природными местообитаниями, где средняя скорость протока равна 1-2 см/с.

Наличие различных морфометрических форм предполагает, что существует несколько мест в лагунах, где формируются определенные пулы водорослей. Различные формы встречались одновременно в различных биотопах. Вероятно, что в зависимости от внешних условий, формируются биотопы с преимущественным обитанием определенных морфотипов, которые при разнонаправленных потоках воды выносятся и концентрируются в разных местах лагун. Наличие маловетвистой формы, не изменившейся в ходе совместного выращивания с другими морфотипами [8], может говорить о генетически закрепленной программе развития водоросли, что в свою очередь позволяет предположить о заносе отличающейся формы в период формирования лагун.

Разветвление талломов грацилярии может быть обусловлено несколькими причинами. При повышении трофности водоема водоросль может менять свою морфологию. Так, *G. verrucosa f. dura* по мере приближения биотопа к берегу уменьшает размеры, ее таллом становится толще, ветви короче и появляются ответвления более высокого порядка. При этом в водоеме концентрация биогенов при приближении к берегу возрастает почти в два раза [3].

Увеличение ветвления таллома наблюдается при интенсификации обмена при относительно постоянстве остальных факторов среды обитания [27]. Данная интенсификация отмечалась при активизации движения воды, которая возрастает у разветвления и неровностях талломов. Чем сильнее рассечены слоевища у водорослей, тем они имеют более активный обмен. Так, *Chaetomorpha linum* потребляет 11 мгС /гч, а у *Gracilaria sp.* потребление 0,7 мгС /гч. Продуктивность водорослей связана с соотношением площадь/масса (удельная площадь поверхности). У водорослей, имеющих большую удельную площадь поверхности, активнее обмен и преимущество при существовании в сообществе. Так, хетоморфа имеет сильно рассеченное слоевище, удельная площадь достигает 113 м<sup>2</sup>/кг, у менее рассеченной *Ceramium* – 26 м<sup>2</sup>/кг [28, 29]. Следовательно, аппроксимируя закономерность ветвления у багрянок, сильноразветвленные формы грацилярии обитают в более затишной зоне лагун, чем среднеразветвленная форма. Малоразветвленная форма грацилярии обитает в водоемах с интенсивным движением воды. Наиболее подходящим местом можно считать протоку к о-ву Тальми и протоки вблизи побережья б. Сивучьей, где они и встречаются чаще всего. Строение слоевища водоросли оптимизировано по отношению к потокам воды и потреблению биогенов [1]. Морфология водорослей связана с продуктивностью, а с ней непосредственно связаны стратегии выживания, выработанные в ходе эволюции.

Современная концепция классификации по продуктивности разделяет организмы на различные стратегии [30, 31]. На основании анализа свойств грацилярии и ее реакции на

факторы внешней среды можно классифицировать стратегию жизнедеятельности грацилярии как промежуточный тип между r-стратегами и K-стратегами [31].

При существовании грацилярии и энтероморфы в сообществе энтероморфа проявляет свойства, присущие r-стратегам. Показано, что при повышенных концентрациях биогенов в биотопе полисифония и энтероморфа имеют преимущества перед грацилярией и подавляют ее. Возможно, что в зависимости от абиотических и биотических условий обитания грацилярия может проявлять различные стратегии. Так, при взаимодействии грацилярии и энтероморфы грацилярия проявляет свойства K-стратега, а энтероморфа – r-стратега. Энтероморфа вытесняет грацилярию за счет более высокой скорости потребления и роста [9]. Грацилярия при этом имеет свойства K-стратега (пациента) – способна запасать больше, чем энтероморфа питательных веществ (азота) и лучше выживает при их недостатке. В сообществе с видами, имеющими свойства K-стратега, грацилярия проявляет свойства r-стратега. Она имеет большую репродуктивную способность – 1 г карпоспорофита дает 1800 тыс. карпоспор, ее скорость роста в управляемых условиях достигает 60 % [27], биомасса в естественных условиях может составлять 6,5 кг/м<sup>2</sup>, она воздействует на рост рупии [9]. После снижения концентрации биогенов грацилярия освобождается от обрастаний и продолжает рост и развитие.

Используя данные по стратегиям репродукции и жизнедеятельности, можно выработать рекомендации для марикультуры грацилярии. Колебания факторов как внешних, так и внутренних формируют K-стратегию грацилярии в период роста. Стратегия роста грацилярии как K-стратега предполагает колебания факторов в период роста в пределах экологической толерантности. При повышенной концентрации азота в воде грацилярия запасает его и может в течение почти двух недель расходовать азот на рост.

Поэтому для разработки основ управляемого культивирования агарофита-грацилярии необходимо предварительное помещение водорослей в водоем с достаточным количеством минеральных элементов с последующим доращиванием в обедненной биогенами среде для борьбы с обрастателями r-стратегами. В дальнейшем через определенное время надо организовать подкормку растений. При снижении роста в течение периода культивирования партию выращиваемых в водоеме водорослей следует собирать для получения агара и заменять на подготовленный растительный материал.

### Выводы

1. Выделены три морфологии грацилярии из лагун Хасанского района: *маловетвистая*, *средневетвистая* и *многоветвистая*, – из которых самая массовая – *средневетвистая* с встречаемостью 43 % от общего числа водорослей в лагунах.

2. Максимальная биомасса грацилярии для лагун отмечена на полигоне о-ва Малый, она достигает 6,5 кг/м<sup>2</sup> в августе.

3. Неприкрепленная форма грацилярии может проявлять свойства r-стратегии или K-стратегии в зависимости от объема ресурса.

4. При разработке биотехнологии культивирования грацилярии необходимо учитывать жизненную стратегию водоросли.

### Список литературы

1. Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. – Киев: Наук. думка, 1992. – С. 280.

2. Hawkins, S.J. and Hartnoll, R.G.. Factors determining the upper limits of intertidal canopy-forming algae // Marine Ecology Progress Series. – 1985. – 20. – P. 265-271.

3. Миронова Н.В. Экстенсивное культивирование грацилярии (*Gracilaria*): обзор // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 65-70.
4. Chiang Y.-M. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophycophyta, Gigartinales) in Taiwan, Proc. Int'l. Seaweed Symp. – 1981. – 10. – P. 569-574.
5. Edelstein T., Bird C. and McLachlan J. Studies on *Gracilaria*. 2. Growth under greenhouse conditions // Can. J. Bot. – 1976. – 54. – P. 2275-2290.
6. Титлянова Т.В., Титлянов Э.А., Козьменко В.Б. Неприкрепленная форма *Gracilaria verrucosa* в лагунах Южного Приморья // Биол. моря. – 1990. – № 4. – С. 45-50.
7. Титлянов Э.А., Титлянова Т.В., Скрипцова А.В. Первый опыт плантационного культивирования неприкрепленной формы агароносной водоросли грацилярии в России // Биол. моря. – 1995. – Т. 21, № 2. – С. 146-156.
8. Скрипцова А.В. Биологическое обоснование введения в культуру неприкрепленной формы *Gracilaria verrucosa*: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – С. 22.
9. Набивайло Ю.В. Конкурентные взаимоотношения морских макроводорослей в моно- и бидоминантных сообществах в природе и культуре: автореф. дис. – Владивосток, 2007. – С. 213.
10. Marinho-Soriano, E., Laugier, T., De Casabianca, M.-L., Reproductive strategy of two *Gracilaria* species, *G. bursa-pastoris* and *G. gracilis*, in a Mediterranean Lagoon (Thau, France) // Botanica Marina. – 1998. – 41. – P. 559-564.
11. Иванова Т.Н., Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д. Хранение вегетативной массы макрофитов в управляемых условиях // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 73-79.
12. Козьменко В.Б., Титлянов Э.А., Макарычева А.М. Рост неприкрепленной формы *Gracilaria verrucosa* в лагунах Южного Приморья // Биол. моря. – 1994. – Т. 20, № 1. – С. 42-48.
13. Аверинцев В.Г., Голиков А.Н., Сиренко Б.И., Шереметевский А.В. Количественный водолазный метод гидробиологических исследований // Подводные гидробиологические исследования АН СССР ДВНЦ: сб. – Владивосток, 1982. – № 25. – С. 48-56.
14. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 1-247.
15. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике АН СССР Главный ботанический сад. – М.: Наука, 1984. – С. 424.
16. Скрипцова А.В., Попова Л.И., Титлянова Т.В. Полиморфизм неприкрепленной красной водоросли *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Parenf. в лагунах Южного Приморья // Биол. моря. – 1998. – Т. 24, № 6. – С. 377-382.
17. Никитин А.А., Лобанов В.Б., Данченков М.А. Возможные пути переноса теплых субтропических вод в район Дальневосточного морского заповедника // Изв. ТИНРО. – 2002. – Т. 131: Условия обитания и биология гидробионтов северо-западной части Японского моря. – С. 41-53.
18. Milena Polifrone, Flora De Masi, Gaetano M. Gargiulo Alternative pathways in the life history of *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) from north-eastern Sicily (Italy) // Department of Botanical Sciences, University of Messina, Salita Sperone. – 2006. – 31, 98166. – S. Agata-Messina, Italy. – P. 15.
19. Mathieson, A.C. and E.J. Hehre. The composition, seasonal occurrence and reproductive periodicity of the Phaeophyceae (brown algae) in New Hampshire // Rhodora. – 1982. – 84:411-437. (Contribution № 975 in the Agricultural Experiment Station Series).
20. Mathieson, A.C. 1982. Seaweed Cultivation:// A Review. In: C.J. Sindermann (editor), Proceedings of the Sixth U.S.-Japan Meeting on Aquaculture, Santa Barbara, California, Au-

gust 27-28. – 1977. – P. 25-66. U.S. Dept. Comm., Rep. NMFS Circ. 442. (Contribution № 959 in the Agricultural Experiment Station Series).

21. Селиванова О.Н., Пржеменецкая (Макиенко) В.Ф., Скрипцова А.В. Таксономия *Gracilaria austramaritima* (Graciliales, Rhodophyta) из российских вод Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 3-15.

22. Звалинский В.И., Недашковский А.П., Сагалаев С.Т., Тищенко П.Т., Швецова М.Г. Биогенные элементы и первичная продукция в эстуарии реки Раздольный (Амурский залив Японского моря) // Биол. моря. – 2005. – Т. 31, № 2. – С. 107-116.

23. Колесников А.Б., Козьменко В.Б., Колесникова Н.А., Романюк В.А. Экспериментальное культивирование фрагментов *Gracilaria verrucosa* в Амурском заливе // Марикультура на Дальнем Востоке: сб. тр. – Владивосток, 1986. – С. 114-121.

24. Козьменко В.Б., Рыгалов В.Е., Орлова С.В. Рост грацилярии бородавчатой в градиенте факторов на экспериментальных установках в Амурском заливе // Вклад молодых ученых и специалистов в решение современных проблем океанологии и гидробиологии: тез докл. III науч.-техн. конф. Крыма. – Севастополь, 1988. – С. 75-76.

25. Романюк В.А., До Ванг Хыонг, Фам Тхи Ньян, Турьянский В.А. Исходные биологические данные и технологии сбора карпоспор *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfus из эстуария реки Раздольной в Амурском заливе // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 58-66.

26. Некрасов Д.А. Сравнительная характеристика продукционных показателей поселений *Ahnfeltia tobuchiensis* залива Петра Великого: автореф. дис. – 2001. – С. 198.

27. Романюк В.Е., Рыгалов В.А. Рекомендации по искусственному воспроизводству грацилярии // ТИНРО. – 1988. – С. 48.

28. Littler M.M. and Keith E. Arnold Primary productivity of marine macroalgal functional-form groups from southwestern north america // J. Phycol. – 1982. – 18. – P. 307-311.

29. Littler, M.M., D.S. Littler and P.R. Taylor. Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: functional-form groups of marine macroalgae. – J. Phycol. – 1983. – 19 (2). – P. 229-237.

30. Жирков И.А. Жизнь на дне // Товарищество научных изданий КМК. – М., 2010. – С. 1-453.

31. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2001. – С. 264.

**Сведения об авторах:** Козьменко Владимир Борисович, старший специалист,  
e-mail: kozmenko56@mail.ru;

Колмаков Петр Васильевич, кандидат биологических наук, доцент,  
e-mail: koltul@mail.ru.

УДК 639.34 + 66

**Л.В. Кучеренко<sup>1</sup>, Л.В. Мелехова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет,  
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ВНУТРЕННИХ ФИЛЬТРОВ  
ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ В АКВАРИУМАХ**

*Приведены результаты исследований качества моделей внутренних фильтров различных производителей для очистки воды в аквариумах. Методом анкетирования определены потребительские предпочтения на рынке оборудования для содержания аквариумов.*

**Ключевые слова:** аквариум, внутренний фильтр, очистка воды, качество, потребительские предпочтения.

**L.V. Kucherenko, L.V. Melehova****COMPARATIVE ANALYSIS OF MODELS INTERNAL FILTERS  
FOR WATER TREATMENT IN AQUARIUMS**

*The paper presents the results of studies of quality models internal filters of different manufactures for water treatment in aquariums. Determined by surveying consumer preferences in the market of equipment for the maintenance of aquariums.*

**Key words:** aquarium, internal filter, water treatment, quality, consumer preferences.

**Введение**

Аквариумистика сегодня – это своеобразный синтез популярнейшего хобби и прикладной науки. Это обеспечение необходимых жизненных условий в неволе для рыб и других водных организмов в специальных сосудах (аквариумах). При этом используются специальная литература, оборудование, научная документация и др.

Начиная с азов, любители аквариумистики со временем неизбежно приходят к решению научных проблем, касающихся определения, создания и поддержания оптимальных, т.е. наиболее благоприятных, параметров среды для своих питомцев [1].

В настоящее время аквариумистике отводится более важное место и существенная роль в жизни современного человека. Роль аквариумистики многогранна.

В учебных заведениях, в том числе и школах, живые уголки с рыбами, беспозвоночными и водными растениями – незаменимые дидактические «пособия», позволяющие наглядно и очень доходчиво объяснять многие вопросы биологии. Мини-аквариумы все шире находят место на борту спутников и космических станций, где в них проводят опыты и эксперименты.

Кроме просветительной и научной роли, аквариумистика позволяет успешно решать и экономические задачи. Торговля экзотическими рыбками, беспозвоночными и водными растениями для целого ряда развивающихся государств (Танзании, Бурунди, Малави, Таиланда и др.) является важной статьей национального дохода. Только в США ежегодно импортирует аквариумных животных на сумму свыше 80 млн дол.

Аквариумистика имеет прикладное значение и для товарного рыбоводства, так как в лабораторных условиях в сжатые сроки позволяет отработать рациональные методики по содержанию, разведению и интенсивной культивации ценных промысловых пресноводных и морских организмов, а также объектов для фармакологии (экстракты из морских звезд,

ежей). Специальные вытяжки из мозга африканских протоптеров используют в медицине для консервации донорских органов и тканей. Благодаря неприметной рыбке гамбузии в южных районах СССР в 30-е гг. XX в. удалось резко сократить численность малярийного комара. На очереди проекты по борьбе карликовых африканских «щучек» с сонной болезнью, американских гуппи – с желтой лихорадкой и личинками прочих кровососущих насекомых [2].

Позитивный эффект от акватерапии подтверждает и современная медицина. В последние годы в реабилитационной деятельности передовых больниц, санаториев (особенно детских садах), наркологических диспансеров, клиник и других лечебных учреждений широко используют зоотерапию, в частности аквариумы.

Доказано, что вода излучает особую энергию – «энергию покоя». Последнее исследование Международного симпозиума по взаимоотношениям между человеком и животными (США, 1982 г.) показали, что даже кратковременное, до часа, наблюдение за населением аквариума расслабляет и успокаивающе действует на нервную систему, снимает стрессы, нормализует кровяное давление.

Есть множество примеров, когда аквариумный досуг помог людям избавиться от дурных привычек – курения, пьянства, наркомании.

Аквариум обладает еще одним практическим достоинством – он «делает погоду в доме». Все аквасистемы идеально регулируют влажность в помещении, что немаловажно в помещениях, пересушенных центральным отоплением. Чтобы оптимизировать влажность воздуха, насытить аэронами и биоэнергией площадь в 20 м<sup>2</sup>, достаточно столитрового аквариума. Кроме того, есть и другая польза. По изменению поведения рыб и беспозвоночных можно не только предсказать погоду или надвигающиеся катаклизмы (например, землетрясения), но и четко контролировать качество питьевой воды. Нежные амазонские, танганьикские и коралловые обитатели от плохой воды сразу почувствуют дискомфорт, а точнее, на вредные вещества среагирует развивающаяся икра или малек [3].

Аквариумистика существенно расширяет кругозор, ненавязчиво знакомя с основами биологии, географии, физики, химии и даже языкознания, воспитывает любовь к родной природе. Любой человек, ухаживающий за «меньшими братьями», невольно становится причастным к красоте и гармонии окружающего его мира [4].

Современный хорошо оборудованный аквариум немислим без использования вспомогательных механизмов и приспособлений.

На заре аквариумистики использовались самые примитивные устройства для технического обеспечения аквариума. Время показало, что в сосуде с водой нельзя создать долгоживущий саморегулирующийся биоценоз – рано или поздно где-то произойдет сбой, и его обитатели погибнут. Сегодня для содержания аквариума используется современное оборудование.

К оборудованию для обустройства аквариума относят:

- стойки, подставки-тумбы;
- освещение (крышки-светильники);
- лампы специализированные;
- фильтры (помпы, насосы);
- компрессоры;
- обогреватели;
- термометры;
- средства для чистки аквариума (сифоны, механические и магнитные скребки);
- таймеры;
- сачки.

Фильтры являются самым незаменимым видом оборудования для содержания аквариума, без фильтра происходит нарушение биологического равновесия в воде.

Для того чтобы уход за аквариумом не был слишком трудоемким, нужно использовать высокопроизводительные фильтры. Фильтры производят механическую и биологическую очистку аквариумной воды посредством находящихся в них соответствующих материалов. Фильтры удерживают крупные частицы грязи, например, остатки корма и части погибших водорослей. Фильтры обеспечивают идеальные условия для расселения полезных бактерий и очищают аквариумную воду от вредных веществ.

Различают внутреннюю, внешнюю и донную фильтрации, дающие название фильтрам.

Внутренний фильтр – это небольшой насос (помпа), который прокачивает аквариумную воду через специальную емкость, наполненную каким-либо фильтровальным материалом (губка, синтепон, плотная ткань). По мере засорения этот материал должен промываться, в связи с этим внутренние фильтры, в большинстве своем, используются как механические, т.е. такие, которые из воды убирают различного рода мусор, взвеси, включая и достаточно мелкие (менее 1 мм) частицы.

Внутренние фильтры, кроме своего дизайна и конструктивных особенностей, различаются по мощности насоса (помпы), размеру и качеству фильтровального материала. Для очистки аквариумной воды важны все эти показатели.

В связи с этим исследования технических характеристик внутренних фильтров являются актуальными.

### Объекты и методы исследования

На рынке зоотоваров г. Владивостока существует сеть зоомагазинов, специализирующихся на реализации оборудования для содержания и средств оформления аквариумов. Исследования рынка проводились по материалам специализированных магазинов: «Фауна», «Живая планета», «Леопольд», «Зоопасифик», «Оранда», «Зоомир», «38 попугаев».

В качестве объектов исследования были выбраны четыре модели внутренних фильтров разных производителей, которые можно приобрести в сети зоомагазинов.

В работе была проведена сравнительная оценка таких показателей качества фильтров, как мощность, производительность, объем фильтрующихся материалов, размеры и ценовой диапазон. Сравнительная оценка показателей качества проводилась по паспортным данным и в процессе эксплуатации. Также был использован социологический метод для выявления потребительского предпочтения посредством анкетирования.

### Результаты и их обсуждение

Значения исследуемых показателей качества моделей фильтров представлены в сводной таблице.

#### Основные показатели внутренних фильтров разных производителей Basic parameter of internal filters of different manufacturers

Фирма (страна)	Показатели					
	Мощность, Вт	Производительность, л/ч		Объем фильтрующего материала, см <sup>3</sup>	Габариты, мм	Цена, руб.
по паспорту		фактически				
АguaEL (Польша)	5	260	260	90	148×58×55	
Penn-Plax (Китай)	4,5	300	350	150	155×65×50	
Eheim (Германия)	4,5	480	480	185	160×96×9	
Project (Италия)	3	350	320	100	150×67×41	

Были исследованы следующие фильтры:

- фильтр FAN – mini, польской фирмы AguaEL;
- фильтр Cascade 300, изготовленный американской фирмой Penn – Plax в Китае;
- фильтр AguaBall 2208, германской фирмы Eheim;
- фильтр BRIO – 1, итальянской фирмы Project.

Исследуемые фильтры предназначены для очистки воды в аквариумах объемом от 30 до 70 л и относятся к одному классу, аналогичные по конструкции и выполняемым функциям.

- Внутренний фильтр FAN – mini фирмы AguaEL (Польша).

Достоинства. Это самый маленький фильтр, его можно легко спрятать в небольшом аквариуме (закрывать корягой, декоративным камнем или растением). Корпуса головки и фильтра имеют сферические формы. Шланг аэратора сделан из силикона, его длина соответствует высоте аквариума. В аквариуме фильтр крепится на легкоъемную панельку на присосках, которая постоянно находится в аквариуме.

Недостатки. Корпус сделан из полистирола ядовито-зеленого цвета. Крепежные присоски со временем отклеиваются от стенки аквариума. Объем фильтрующего материала очень мал. Губка быстро забивается грязью (так как используется мелкопористая структура губки) – это ослабляет поток воды через фильтр. Регулятор производительности сделан нечетко, т.е. снаружи фильтра не видно, в каком положении он в данный момент находится. Аэратор у этой модели издает самый громкий звук.

- Внутренний фильтр Cascade 300 производства Penn-Plax (Китай).

Достоинства. Размер средний, вполне подходит для аквариумов объемом от 30 до 70 л. Прямоугольные классические формы позволяют легко спрятать этот прибор в аквариуме. Корпус фильтра изготовлен из прочного полистирола. Темно-синий цвет корпуса хорошо сочетается с весьма популярным сейчас задним фоном Rann-Plax «Глубокое синее море». Прочные резиновые присоски. Очень простой и наглядный регулятор производительности. Шланг аэратора силиконовый и имеет максимальную длину. Аэратор этого фильтра самый малошумный. Эта модель имеет две секции для фильтрующих материалов.

Недостатки. В разъемных соединениях имеются щели. Конструктивно фильтр выполнен неудобно, так как для обслуживания фильтр надо вынимать из воды целиком. Элементы крепления несъемные. Для подсоединения требуется специальный переходник.

- Внутренний фильтр AguaBall 2208 фирмы Eheim (Германия).

Достоинства. Фильтр очень красив и по форме и по цвету. Очень удобна шарообразная головка, способная поворачиваться не только влево – вправо, но вверх и вниз. Удобный регулятор производительности. Все соединения изготовлены из прочного полистирола и легко разбираются. Фильтр крепится в аквариуме на специальном зажиме и очень легко снимается с него. Отсек для фильтрующих материалов состоит из двух секций и позволяет использовать различные наполнители. В комплект входят крупнопористая губка и угольный патрон. Производитель также предлагает дополнительные картриджи с биокерамикой и дополнительные секции, удлиняющие фильтр.

Недостатки. Фильтр имеет большие размеры, поэтому спрятать его в небольшом аквариуме будет трудно. Производительность 480 л/ч устроит в аквариуме водоворот, так как для работы фильтра в аквариумах объемом от 30 до 70 л достаточно производительности 350 л/ч. Для подсоединения дополнительных устройств требуется шланг. Шланг аэратора очень короткий, менее 5 см. Очень большие и громоздкие крепежные присоски.

- Внутренний фильтр BRIO – 1 фирмы Project (Италия).

Достоинства. Фильтр среднего размера и его легко можно спрятать в небольшом аквариуме. Сделан он из прочного полистирола очень аккуратно. Удобный регулятор производительности. Имеется сменный выходной патрубок. В комплекте фильтра три насадки, первая из которых – это просто выброс воды с возможностью поворота влево – вправо на

360 град., вторая – то же самое, но с возможностью включения аэрации, третья насадка направляет поток воды строго вверх, благодаря ей фильтр можно использовать в качестве микрофонтанчика.

Недостатки. Главный недостаток этой модели – плохая организация протекания воды. Входные отверстия выполнены таким образом, что в работе находится только верхняя часть губки, через остальную часть губки вода пройти не может. Картридж с углем неразъемный и выполнен из толстостенного полиэтилена. Очень маленькие присоски и во время эксплуатации отклеиваются.

Для исследования потребительских мнений и предпочтений на рынке зоотоваров был проведен социологический опрос посредством анкетирования. Этот метод позволяет при сравнительно небольших материальных и временных затратах опросить определенный круг респондентов и получить достоверные результаты.

Анкетирование проводилось с помощью опросных листов. Анкетированием было охвачено 100 посетителей зоомагазинов во Владивостоке. Результаты анкетирования приведены в виде диаграмм на рис. 1-5.

Диаграммы на рис. 1 показали, что предпочтение отдается малым аквариумам.

Из диаграммы на рис. 2 видно, что наибольший удельный вес в предпочтениях занимают внутренние фильтры, так как они имеют самую удобную конструкцию и принадлежат к числу самого простого аквариумного оборудования.

Одним из важных показателей качества современных фильтров является производительность насоса. Предпочтения потребителей относительно фильтров с различной производительностью насоса отражены в диаграмме на рис. 3.



Рис. 1. Удельный вес потребительских предпочтений объемов аквариумов  
Fig. 1. The share of consumer preferences dimensions aquariums

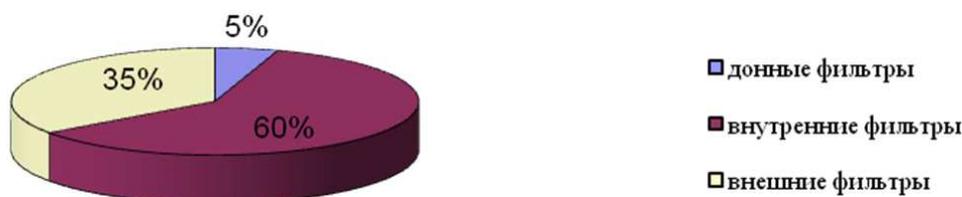


Рис. 2. Удельный вес потребительских предпочтений по типу фильтров  
Fig. 2. The share of consumer preferences for the type of filter

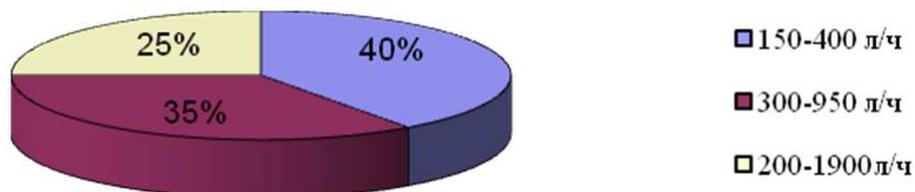


Рис. 3. Соотношение предпочтений потребителей к фильтрам с различной производительностью насоса  
Fig. 3. Ratio of consumer preferences for filters with various productivity

Из диаграммы на рис. 3 видно, что наименьшее предпочтение респонденты отдают фильтрам с производительностью насоса от 200 до 1900 л/ч. Преобладание потребительских предпочтений наблюдается относительно фильтров с производительностью насоса от 150 до 400 л/ч.

Как выяснилось, структура ответов респондентов зависит от объема аквариума, который они содержат. Фильтры выпускаются различной мощности (от 8 до 50 Вт). Следовательно, следующей задачей было выяснить у респондентов мощность фильтров, которыми они пользуются. Результаты полученных ответов отражены на рис. 4.

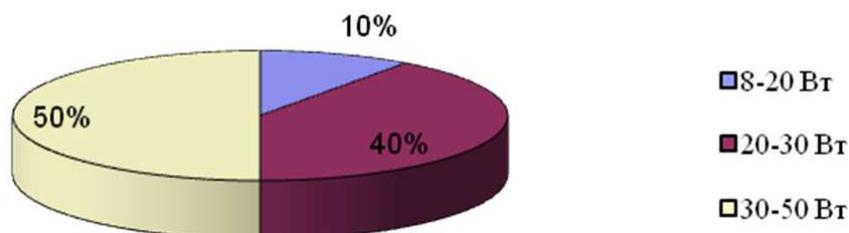


Рис. 4. Соотношение мнений потребителей по мощности фильтров

Fig. 4. Ratio of consumer views on power filters

Из диаграммы на рис. 4 видно, что меньшая часть опрошенных применяют фильтры мощностью от 8 до 20 Вт. И, примерно, одинаковое процентное соотношение опрошенных (40 и 50 %) применяют фильтры мощностью от 20 до 50 Вт.

Исследование рынка показало, что в реализации имеются фильтры различных изготовителей. Результаты ответов респондентов по выбору производителя отражены в диаграмме на рис. 5.

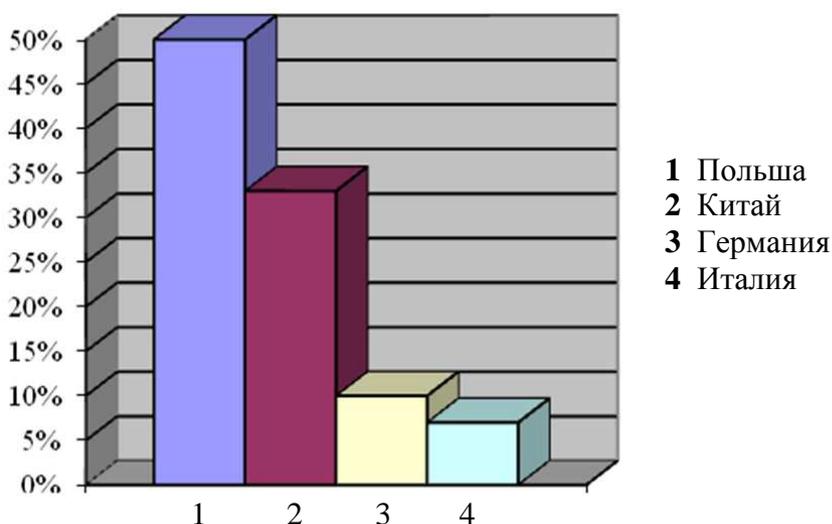


Рис. 5. Удельный вес потребительских предпочтений фильтров различных производителей

Fig. 5. The share of consumer preferences filters of different manufacturers

Как видно из диаграммы на рис. 5, большая часть опрошенных респондентов применяют фильтры польского производителя, так как они сочетают в себе качество по доступной цене. 33 % опрошенных применяют фильтры китайского производителя потому, что они имеют низкую цену. 10 % опрошенных применяют фильтры германского производителя, так как они очень высокого качества. Только 7 % опрошенных применяют фильтры итальянского производителя, так как они очень дорогие.

Таким образом, сравнительный анализ показателей качества внутренних фильтров разных производителей, отмеченные их достоинства и недостатки позволили сделать вывод о том, что наиболее эффективным для эксплуатации является внутренний фильтр «FAN-mini» польского производства. Он имеет большую мощность, достаточный объем фильтрующих материалов, производительность насоса согласно требованиям документации и небольшой размер. Этого вполне достаточно для того, чтобы профильтровать воду согласно требованиям. «FAN-mini» обладает многими достоинствами и несущественными недостатками, которые не влияют на снижение качества, соответствует понятию «цена-качество».

Анализ материального положения респондентов позволил сделать вывод о том, что большинство опрошенных относится к населению с средним – 52 % и низким – 40 % уровнем доходов с преобладанием респондентов со средним достатком (от 3 до 7 тыс. руб. в месяц). Только 8 % приходится на покупателей с высоким уровнем доходов (от 15 до 20 тыс. руб.).

Таким образом, проведенные исследования на рынке зоотоваров показали, что ассортимент товаров для аквариумистики, представленный в торговой сети, по всем товарным позициям полностью удовлетворяет как начинающих аквариумистов, так и профессионалов.

### Список литературы

1. Аквариумистика сегодня. – URL: <http://www.aquarimistica.narod.ru.htm>
2. Кочетов А.М. Экзотические рыбы. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 239 с.
3. Кочетов А.М. Декоративное рыбоводство. – М.: Просвещение, 1991. – 383 с.
4. Мирошниченко И. Хрустальная мечта // Аквариум. – 2003. – № 2. – С. 15.

**Сведения об авторах:** Кучеренко Лилия Владимировна, доктор технических наук, профессор, e-mail: LVK-07@mail.ru;

Мелехова Любовь Васильевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: MelchovaLV@mail.com.

УДК 597.5

А.Е. Лапшина<sup>1</sup>, Ю.И. Игнатьев<sup>2</sup>, Л.Д. Кузнецова<sup>3</sup>, Е.В. Латушкина<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГБУ «Сахалинрыбвод», 693006, г. Южно-Сахалинск, ул. Емельянова, 43а  
<sup>2</sup>ФГУП «СахНИРО», 693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196  
<sup>3</sup>ФГБУ «Амуррыбвод», 680021, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 41

## ОПЫТ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕТНЕЙ КЕТЫ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

*Представлен сравнительный анализ двух экспериментов по воспроизводству летней кеты, организованных в разное время на лососевых рыбободных заводах Дальнего Востока. Один из экспериментов был осуществлен на Сокольниковском ЛРЗ (Сахалинская область), другой – на Анюйском ЛРЗ (Хабаровский край).*

**Ключевые слова:** летняя кета, осенняя кета, искусственное воспроизводство, темпы роста, онтогенез.

## A.E. Lapshina<sup>1</sup>, Yu.I. Ignatiev<sup>2</sup>, L.D. Kuznetsova<sup>3</sup>, E.V. Latushkina<sup>1</sup> SUMMER CHUM SALMON ARTIFICIAL REPRODUCTION EXPERIENCE IN SAKHALIN REGION AND KHABAROVSK TERRITORY

*The present article is concerned with the comparative analysis of two summer chum salmon artificial reproduction experiments. Both of them were organized at different times in Russian Far East salmon hatcheries – Sokolnikovsky Hatchery (Sakhalin Region) and Anyujsky Hatchery (Khabarovsk Territory).*

**Key words:** summer chum salmon, autumn chum salmon, artificial reproduction, growth rate, ontogeny.

### Введение

Считается, что амурская и сахалинская летняя кета имеют общее происхождение [1, 2]. Это представление основывается на том, что реки о-ва Сахалин в прошлом входили в систему Палеоамура [3]. Сегодня осенняя форма кеты преобладает по численности над летней и в Амуре, и в Поронае (единственной реке Сахалина, куда летняя кета еще заходит на нерест), но так было не всегда. Амурская летняя кета преобладала по численности над осенней до 1915 г. [4, 5, 6], а о сахалинской летней кете еще в 1952 г. П.А. Двинин писал, что в зал. Терпения, куда впадает р. Поронай, «летняя кета вылавливается в значительно больших количествах, чем осенняя» [7, 8]. В начале прошлого века летняя кета составляла значительную часть уловов и на юго-западном побережье Сахалина [8], однако сегодня она там не встречается. Неразумный промысел существенно подорвал запасы летней кеты в обоих регионах.

Искусственное воспроизводство летней кеты в Хабаровском крае сопряжено с рядом трудностей. Летняя кета заходит в Амур в июле-августе с гонадами III-IV стадий зрелости, и для ее созревания требуется еще от двух до пяти недель. Выдерживание незрелых производителей столь длительное время в разгар жарких летних месяцев приводит к заморным явлениям. Сбор уже созревших производителей по притокам Амура также проблематичен, так как требует многодневных выездов на отдаленные места сбора, наличия вертолетной и иной техники для транспортировки оплодотворенной икры, а сама транспортировка икры на чувствительных к воздействию стадиях развития влечет ее большие отходы.

Несмотря на эти трудности, в Хабаровском крае периодически предпринимаются попытки искусственного воспроизводства летней кеты. Так, за период с 1963 по 1970 гг. Удинским лососевым рыбободным заводом (ЛРЗ) было выпущено 4 080,14 тыс. мальков

летней кеты. Еще 199,26 тыс. шт. было выпущено им в 1980 г. В 2002-2003 гг. эксперимент по искусственному воспроизводству летней кеты был вновь организован на Анюйском ЛРЗ, где он завершился выпуском 25,5 тыс. шт. молоди.

В свою очередь, на Сахалине также периодически осуществлялись попытки воспроизводить летнюю кету в заводских условиях. В 80-х гг. XX в. ее в небольших количествах разводили на Побединском ЛРЗ (бассейн р. Поронай), но подробной отчетной документации об этом не сохранилось. В 1976-1977 гг. на Сокольниковском ЛРЗ были предприняты экспериментальные работы по интродукции летней кеты в базовый водоем ЛРЗ (р. Заветинка, на картах разных лет – р. Сокольники и р. Асанай) из бассейна Пороная. В архивах ФГУП «СахНИРО» (в прошлом Сахалинский филиал ТИНРО) сохранился отчет об этой работе, представляющий сегодня особый интерес, так как с 70-х гг. XX в. он является единственным источником научных данных о развитии сахалинской летней кеты в условиях ЛРЗ [9].

Цель данной работы – сопоставить результаты этого эксперимента с результатами, полученными хабаровскими коллегами на Анюйском ЛРЗ, чтобы отследить сходства и отличия в развитии амурской и сахалинской летней кеты в заводских условиях, а также сравнить темпы роста обеих форм с таковыми у заводской осенней кеты.

В качестве материала для данного исследования использованы архивные документы ФГБУ «Амуррыбвод», ФГУП «СахНИРО» и ФГБУ «Сахалинрыбвод». Произведен сравнительный анализ рыбоводных отчетов Анюйского ЛРЗ (за II полугодие 2002 и I полугодие 2003 гг.), отчета Н.Б. Хоревинной «Материалы по интродукции поронайской летней кеты в р. Заветинка» (СахТИНРО, 1978) и рыбоводных отчетов Сокольниковского ЛРЗ (за II полугодие 1976 и 1977 гг. и I полугодие 1977 г.), а также журналов градусодней обоих заводов. В качестве дополнительных источников информации привлечены годовые отчеты Нижне-Амурской НИС (ФГБУ «Амуррыбвод»), Смирныховской КНС и НИС, Смирныховского отдела ихтиологии, рыболовства и мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания, рыбоводный отчет Буюкловского ЛРЗ за I полугодие 1972 г. (ФГБУ «Сахалинрыбвод»).

### **Интродукция поронайской летней кеты в р. Заветинка (о-в Сахалин, Невельский район)**

#### ***Сбор икры в бассейне р. Поронай и ее закладка на инкубацию***

Вылов производителей летней кеты был осуществлен в конце августа 1976 г. Анализ чешуи отловленных производителей выявил три возрастные группы, среди которых доминировали четырехлетние рыбы – 78,8 %. Трех- и пятилетки составляли соответственно 15,2 и 6,0 %. По данным В.Н. Иванкова [10], у осенней кеты в р. Буюклинка (приток р. Поронай) в возрастной структуре при сходной доле четырехлеток (72,0 %) было значительно больше старших возрастных групп – 23,0 % пятилеток и 1,3 % шестилеток, а трехлетних рыб было всего 3,7 %.

По данным Буюкловского ЛРЗ, в 1972 г. средняя масса неоплодотворенной икринки осенней кеты р. Поронай составлял 0,229 г [11], а по многолетним данным Смирныховской КНС и НИС [12, 13], икринки поронайской летней кеты имели существенно меньшую среднюю массу – 0,188 г. По размерно-весовым показателям летняя форма кеты в р. Поронай значительно мельче осенней и имеет меньшую плодовитость (табл. 1).

Первая партия икры летней кеты была собрана и оплодотворена 29 августа 1976 г. в р. Лонгари (приток Пороная) в количестве 520,0 тыс. шт. В результате ее перевозки на Побединский ЛРЗ (Смирныховский р-он) транспортировочный отход составил 0,97 %, на инкубацию заложено 515,0 тыс. шт. (табл. 2).

Таблица 1

**Размерно-весовые характеристики летней и осенней кеты бассейна р. Поронай**  
Table 1  
**Poronay River basin summer and autumn chum salmon length and weight parameters**

Кета	Пол	№ экз.	Длина АС, см	Масса, г	АИП
Летняя, р. Поронай, 1976 г. [9]	Самки	57	64,0	2914	2779
	Самцы	43	68,7	3671	
	Оба пола	100	66,0	3241	
Осенняя, р. Буюклинка [10]	Самки	187	68,4	3754	3180
	Самцы	264	71,1	4220	
	Оба пола	451	70,0	3946	

Таблица 2

**Производственный отход летней кеты на Сокольниковском ЛРЗ, 1976-1977 гг.**  
Table 2  
**Sokolnikovsky Hatchery mortality rates of summer chum salmon, 1976-1977 гг.**

Собрано икры	тыс. шт.	520,0
Транспортировочный отход 1	%	0,97
Заложено на Побединском ЛРЗ	тыс. шт.	515,0
Инкубационный отход на Побединском ЛРЗ	%	1,55
Перевезено на Сокольниковский ЛРЗ	тыс. шт.	507,0
Транспортировочный отход 2	%	19,72
Заложено на Сокольниковском ЛРЗ	тыс. шт.	407,0
Инкубационный отход на Сокольниковском ЛРЗ	%	17,20
Выставлено на вылупление	тыс. шт.	337,0
Отход за выдерживание	%	2,08
Посажено на подращивание	тыс. шт.	330,0
Общий отход	%	36,5

Начало инкубации икры на Побединском ЛРЗ в сентябре 1976 г. проходило на фоне колебания температуры воды в пределах 9,6-13,8 °С, содержания кислорода – 7,1-7,9 мг/л (70-71 % насыщения), расход воды составлял 27 л/мин. Инкубационный отход икры за период содержания на Побединском ЛРЗ составил 1,55 %.

#### ***Перевозка икры на стадии «глазка» на Сокольниковский ЛРЗ***

В период с 26 по 27 сентября 1976 г. по достижении 347 градусодней была осуществлена перевозка икры летней кеты в количестве 507,0 тыс. шт. на Сокольниковский ЛРЗ (Невельский район). Икра перевозилась в деревянных транспортировочных ящиках, без воды, во влажной атмосфере. От Побединского ЛРЗ до железнодорожной станции икра была перевезена на тракторе (4 км), от данной станции до г. Южно-Сахалинск – в багажном вагоне поезда (10 ч), от Южно-Сахалинска до Сокольниковского ЛРЗ – на автомобиле ГАЗ-69 (130 км). Общее время транспортировки составило 30 ч. Температура в слое икры в пути практически не менялась и была равна 15 °С. Душевание икры проведено один раз. В общей сложности икра была перемещена на расстояние 650 км. Отход за период транспортировки составил 100,0 тыс. шт.

После выборки отхода 407,0 тыс. шт. живых икринок помещены в питомное отделение завода на рыбоводных рамках при температуре воды 12,5 °С. Несмотря на отсутствие очагов сапролегнии, на некоторых рамках впоследствии наблюдался повышенный отход.

### Завершение инкубации, выдерживание молоди в условиях Сокольниковского ЛРЗ

Условия содержания икры до завершения инкубации на Сокольниковском ЛРЗ приведены в табл. 7. Начало вылупления отмечено 11 октября при 534,5 градусоднях (43-и сутки развития), массовое вылупление – 13 октября при 559,2 (45-е сутки), окончание – 16 октября при 595,9 градусоднях (48-е сутки). Только что вылупившиеся свободные эмбрионы имели среднюю массу 215,5 мг, длину 17,9 мм, желточный мешок составлял 74 % от массы тела (табл. 6, 7). На завершающем этапе инкубации икры среднесуточный расход желтка составлял 0,36 %, среднесуточный прирост эмбриона – 0,10 мм, среднесуточное увеличение массы – 0,30 мг.

Достаточно высокая температура воды в питомнике Сокольниковского завода в период выдерживания вызвала ускорение личиночного развития летней кеты. Желточный мешок полностью рассосался в первой декаде января. Общий среднесуточный расход желтка составил 0,95 %. Скорость резорбции желточного мешка летней кеты носила линейный характер. Сходные результаты по характеру резорбции желточного мешка осенней кеты при постоянной температуре воды получены В.Г. Самарским [14] (рис. 1, 2). В нашем случае резорбция желтка происходила при постепенном снижении температуры от 11,4 до 4,7 °С. Средняя температура за полный период резорбции составила 7,2 °С.

Кривые темпов роста массы тела свободных эмбрионов и личинок на данных рисунках отличаются: на рис. 1 отражен рост по параболической кривой, однако на рис. 2 этого явления не наблюдается – данные рис. 2 по темпам роста массы тела могут быть аппроксимированы как линейным, так и экспоненциальным уравнениями. Это объясняется тем, что В.Г. Самарский описывает рост свободных эмбрионов до окончательного рассасывания желточного мешка при полном отсутствии кормления. В этом случае по мере расходования запасов желточного мешка рост массы тела замедляется. В нашем же случае переход на смешанное питание был осуществлен, когда масса желточного мешка составляла 32,9 % от массы тела, т.е. фактор нехватки питательных веществ, необходимых для увеличения темпов роста, отсутствовал.

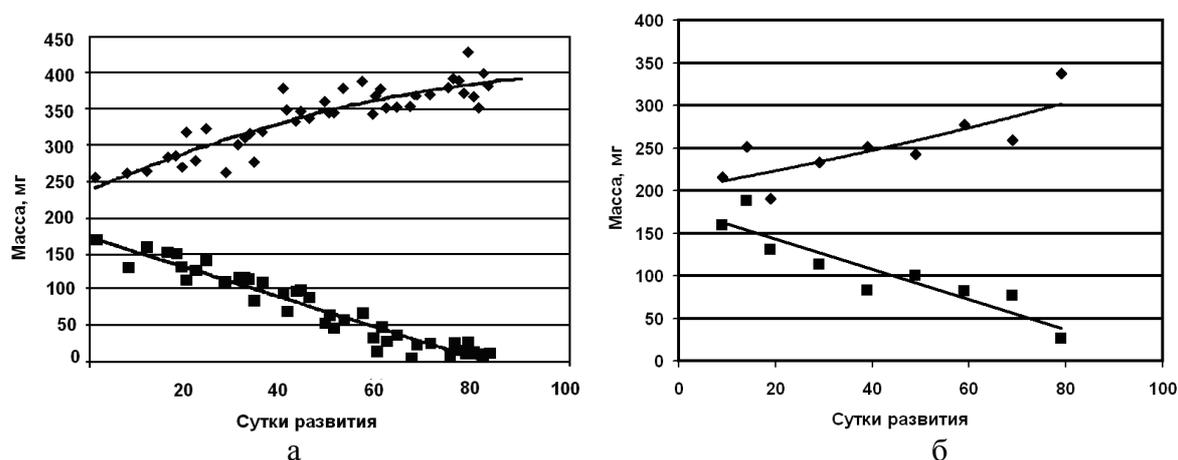


Рис. 1. Динамика расходования запасов желточного мешка и увеличения массы тела:  
 а – свободных эмбрионов осенней кеты Охотского ЛРЗ в период выдерживания от вылупления до начала кормления при 6 °С [14]; б – свободных эмбрионов и личинок летней кеты Сокольниковского ЛРЗ в 1976-1977 гг. Верхняя линия – средняя масса свободных эмбрионов, нижняя – средняя масса желточного мешка  
 Fig. 1. Dynamics of egg yolk consumption and body weight increase:  
 а – Okhotsky Hatchery autumn chum salmon sac fry from hatching to the beginning of feeding at 6 °С [14]; б – Sokolnikovsky Hatchery summer chum salmon sac fry in 1976-1977. Upper line is sac fry average weight, lower line is yolk sac average weight

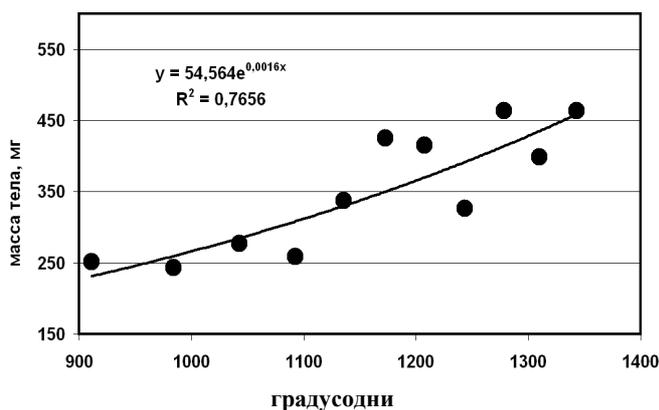


Рис. 2. Темпы роста личинок и молоди летней кеты на Сокольниковском ЛРЗ от момента начала кормления  
 Fig. 2. Summer chum salmon avelins and fry growth rate ever since the beginning of feeding in Sokolnikovsky Hatchery

За полный период выдерживания летняя кета выросла в длину в 1,90 раза [9]. Переход на внешнее питание наблюдался 20 ноября при 911 градусоднях, когда средняя масса тела составляла 403,4 мг, средняя длина АС 38,0 мм. В качестве корма использовалась икра минтая.

В период с 10 по 28 февраля 1977 г. (1282-1343 градусодней) молодь была выпущена в заводской пруд, где происходило ее подращивание. В это время она имела среднюю массу 463,80 мг, длину тела 38,86 мм, коэффициент упитанности 1,10. Желточный мешок рассосался полностью. Средняя масса особей с момента выклева до выпуска в пруд увеличилась в 1,87 раза (см. рис. 2). Для сравнения, молодь осенней кеты Сокольниковского ЛРЗ того же года в аналогичном возрасте характеризовалась следующими показателями: средняя масса 324,2 мг, средняя длина АС 30,6 мм, остаток желточного мешка – 15,6 % от ср. массы тела.

После перевода молоди в пруд продолжалось ее кормление икрой минтая, биологические анализы больше не проводились. В середине мая молодь летней кеты была выпущена в р. Заветинка вместе с кетой осенней. Средний вес последней при этом был равен 548,3 мг, средняя длина АС 38,5 см.

**Эксперимент по искусственному воспроизводству летней кеты на Анюйском ЛРЗ (Хабаровский край, Нанайский район)**

***Сбор икры в р. Окша и закладка ее на инкубацию***

Сбор икры летней кеты был осуществлен на р. Окша Ульчского района Хабаровского края. Река Окша является притоком р. Амур и, в свою очередь, образована слиянием рек Акча и Вузих. В период с 11 по 15 августа было собрано 4 небольшие партии общим объемом 55,8 тыс. шт. икры. Для закладки икры было использовано 44 производителя (из них 27 самок). Оплодотворение проведено в местах лова производителей.

Из результатов биологических анализов кеты р. Окша видно, что летняя кета этой реки значительно мельче и имеет меньшую плодовитость, чем осенняя кета р. Анюй (базовый водоем Анюйского ЛРЗ, приток р. Амур) (табл. 3). По возрастному составу они также кардинально отличаются: у летней кеты абсолютно доминировали четырехлетки, в то время как у осенней преобладали пятилетние рыбы (табл. 4).

По данным Анюйского ЛРЗ, средняя масса неоплодотворенной икринки осенней кеты р. Анюй в 2002 г. составляла 0,126 г, а средняя масса неоплодотворенной икринки летней кеты р. Окша – 0,191 г.

В период сбора в течение шести дней икра летней кеты инкубировалась в транспортировочных ящиках в полевых условиях. Днем обмен воды производился через каждые 2-3 ч. Ночью (с 22 ч до 7 ч утра) обмен воды не проводился. Средняя температура воды в ящиках составляла 12 °С.

Таблица 3

**Размерно-весовые характеристики летней и осенней кеты бассейна р. Амур**  
Table 3  
**Amur River basin summer and autumn chum salmon length and weight parameters**

Кета	Пол	№ экз.	Длина АС, см	Масса, г	АИП
Летняя, р. Окша, 2002 г. [15]	Самки	18	58,9	2194	2012
	Самцы	24	61,5	2587	
	Оба пола	42	60,2	2390	
Осенняя, р. Анюй, 2002 г. [15]	Самки	81	68,7	3564	3990
	Самцы	30	73,6	4085	
	Оба пола	111	70,0	3705	

Таблица 4

**Возрастная структура летней и осенней кеты бассейна р. Амур в 2002 г. [15]**  
Table 4  
**Amur River basin summer and autumn chum salmon age structure in 2002 [15]**

Кета	Возрастные группы, экз. (%)	
	3+	4+
Летняя, р. Окша	31 (88,6)	4 (11,4)
Осенняя, р. Анюй	30 (28,0)	77 (72,0)

После окончания сбора вся оплодотворенная икра была одновременно перевезена на Анюйский ЛРЗ автомобильным транспортом в течение 24 ч. Выборка и учет транспортировочного отхода не производились. Выборка инкубационного отхода проведена при наступлении стадии «глазка» на 40-42 сут (298-313 градусодней), он составил 52,76 %. Столь высокий процент отхода объясняется транспортировкой оплодотворенной икры на чувствительных этапах развития (дробления бластодиска, формирования бластулы и при начале гастрюляции). Транспортировка производилась на шестой день сбора, когда у самой старшей партии был пятый, а у самой младшей – первый день развития. Как известно, стойкость оплодотворенной икры лососевых к повреждающим агентам (в том числе к механическому воздействию) резко уменьшается перед наступлением гастрюляции и в период ее протекания [16, 17], и в это время необходимо обеспечить икре абсолютный покой, но условия сбора икры летней кеты в 2002 г. были таковы, что выполнить это требование было невозможно. В результате наибольший процент отхода наблюдался в первой, самой ранней партии, наименьший – в последней.

#### ***Завершение инкубации и выдерживание молоди в условиях Анюйского ЛРЗ***

Начало вылупления в разных партиях отмечено с 18 по 25 октября при кумуляте градусодней от 504 до 532, массовое вылупление – соответственно с 24 по 28 октября при 541-573 градусоднях, окончание – с 27 по 31 октября при 564-595 градусоднях.

На рис. 3 отражены результаты анализа темпов роста летней кеты и одной из партий анюйской осенней кеты, содержащейся в условиях, аналогичных с летней, с момента начала кормления. Как видно из рис. 3, темпы роста летней и осенней кеты в период с 900 до 1300 градусодней практически не отличались. К сожалению, после достижения 1300 градусодней указанная партия осенней кеты была переведена в бассейн с условиями, отличавшимися от условий развития летней кеты, поэтому сравнение их дальнейших темпов роста нецелесообразно.

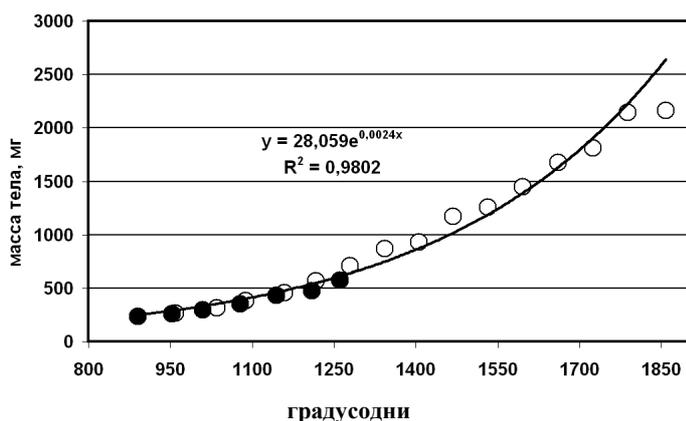


Рис. 3. Темпы роста молоди летней и осенней кеты на Анюйском ЛРЗ с момента перехода на внешнее питание в рыбоводный цикл 2002-2003 гг.

Белые точки – летняя кета, черные – осенняя

Fig.3. Summer and autumn chum salmon fry growth rate ever since the beginning of feeding in Anyujsky Hatchery in 2002-2003. Summer chum salmon is marked by white circles, autumn chum salmon – black circles

Коэффициент упитанности молоди к моменту выпуска составил 1,0, кормовой коэффициент – 1,3 (для сравнения: у осенней кеты данного завода коэффициент упитанности 0,9, кормовой коэффициент 0,7-0,8). За счет более длительного, чем у осенней кеты, периода кормления (в связи с более ранним переходом на внешнее питание), к окончанию второй декады мая удалось дорастить молодь летней кеты до средней массы 2162 мг. Средняя масса тела осенней кеты к этому времени составила 1005 мг.

Выпуск молоди летней кеты в количестве 25,5 тыс. шт. был осуществлен в протоку Кирпичная (р. Анюй). Средний вес выпускаемой молоди составил 2162 мг.

Таблица 5

**Производственный отход летней кеты на Анюйском ЛРЗ, 2002-2003 гг.**

Table 5

**Anyujsky Hatchery mortality rates of summer chum salmon, 2002-2003 гг.**

Заложено икры	тыс. шт.	55,8
Отход за инкубацию (включая транспортировочный отход)	%	52,8
Выставлено на вылупление	тыс. шт.	26,4
Отход за выдерживание	%	1,9
Посажено на подращивание	тыс. шт.	25,9
Отход за подращивание	%	1,5
Выпущено	тыс. шт.	25,5
Общий отход	%	54,3

Таблица 6

**Наступление основных этапов развития и выпуск летней кеты, градусодни (дни)**

Table 6

**The ontogeny main stages coming and summer chum release, degree days (days)**

Этапы развития и выпуск летней кеты	Сокольниковский ЛРЗ, летняя кета (1976-1977) [18]	Анюйский ЛРЗ, летняя кета (2002-2003) [19]
Отчетливая пигментации глаз	Нет данных	238,4 – 253,4 (31-32)
Массовое вылупление	559,2 (45)	540,6-573,2 (73-74)
Подъем на плав, переход на внешнее питание	911,0 (84)	940,8-998,9 (138-142)
Выпуск	1281,8-1342,5 (165-184)	1842,6-1903,7 (277-281)

Таблица 7  
Условия содержания летней кеты на Сокольниковском и Анюйском ЛРЗ

Table 7  
Living conditions of summer chum salmon in Sokolnikovsky and Anyujsky Hatcheries

Условия содержания летней кеты		Сокольниковский ЛРЗ (1976-1977) [20, 21]	Анюйский ЛРЗ (2002-2003) [15, 22]
Инкубация	Содержание O <sub>2</sub> , мг/л (% насыщения)	9,8-10,0 (91-95 %)	6-6,5 (50-55 %)
	Расход воды, л/мин	25-28	30
	Температура воды, °С	12,2-12,5	7,2
	Продолжительность, сут	45	73-74
Вылупление	Содержание O <sub>2</sub> , мг/л (% насыщения)	10,0 (95 %)	9,9-6,7 (84-56 %)
	Расход воды, л/мин	28	42
	Температура воды, °С	12,2	6,7-7,2
	Продолжительность, сут	6	7-11
Выдерживание	Содержание O <sub>2</sub> , мг/л (% насыщения)	12,2-9,8 (96-91 %)	6,7-9,0 (57-80 %)
	Расход воды, л/мин	28-35	55-60
	Температура воды, °С	4,7-12,2	5,2-6,9
	Продолжительность, сут	39	62-64
Подращивание	Содержание O <sub>2</sub> , мг/л (% насыщения)	9,9-12,6 (75-96 %)	4,4-8,8 (37-76 %)
	Расход воды, л/мин	19-28	100
	Температура воды, °С	3,2-3,7	6,2-10,8
	Корм	Икра минтая	Комбикорм ЛС-НТ
	Кол-во корма/сут	По поедаемости	2,4 % от массы тела
	Продолжительность, сут	81-100	139

Таблица 8

Размерно-весовые характеристики рыбоводной продукции

Table 8

Length and weight parameters of farmed summer chum salmon

Размерно-весовые характеристики		Сокольниковский ЛРЗ (1976-1977)		Анюйский ЛРЗ (2002-2003)	
		Летняя	Осенняя	Летняя	Осенняя
Вылупление	Средняя масса св. эмбрионов	215,50 мг	-	177,7 мг	163,7 мг
	Средняя длина АС св. эмбрионов	17,91 мм		21,3 мм	21,0 мм
	Желточный мешок (% от массы тела)	74 %		61,7 %	67,0 %
Подъем на плав, переход на внешнее питание	Средняя масса личинок	251,3 мг	314,7-376,5 мг	265,6 мг	231,1 мг
	Средняя длина АС личинок	26,4 мм	33,5-35,2 мм	35,8 мм	34,7 мм
	Желточный мешок (% от массы тела)	32,9 %	-	8,99 %	18,3 %
	Увелич. ср. массы за период выдерживания	В 1,17 раза		В 1,49 раза	В 1,41 раза
Подращивание	Средняя масса при 1300 градусоднях	398,6		788,9 мг	620,0 мг
	Увеличение средней массы от подъема на плав до достижения 1300 градусодней	В 1,59 раза		В 2,97 раза	В 2,68 раза
	Увеличение средней массы от вылупления до достижения 1300 градусодней	В 1,85 раза		В 4,44 раза	В 3,79 раза
Выпуск	Средняя масса	463,8 мг	548,3 мг	2162 мг	1005 мг
	Средняя длина АС	38,86 мм	39,5 мм	64,6 мм	-
	Коэффициент упитанности по Фультону	1,1	-	1,0	0,9
	Кормовой коэффициент	-	1,2	1,3	0,7-08

### Обсуждение результатов

1. Производители летней кеты р. Поронай 1976 г. значительно крупнее производителей р. Окша 2002 г. (бассейн р. Амур). В обоих нерестовых стадах наблюдается преобладание четырехлеток. Подобная картина касательно сахалинской и амурской летней кеты не является специфической для данных лет, а отражает общую многолетнюю тенденцию [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

2. В работе И.И. Стрекаловой (1963) [30] приведены данные о температуре воды в буграх летней кеты р. Мы (лиман Амура). Так, в сентябре она равна 10,8 °С, в октябре – 6,5 °С. А.И. Смирнов [28] приводит аналогичные данные для летней кеты р. Амур: до октября температура держится в пределах 9-14 °С, в октябре падает до 3 °С, затем приближаются к нулю. В период нагула молоди лососей в прибрежье оптимальная для них температура воды находится в диапазоне от 8 до 12 °С [31, 32, 33, 34, 35]. Таким образом, в течение инкубационного периода температура воды на Анюйском ЛРЗ была ближе к естественной, чем на Сокольниковском и Побединском ЛРЗ. В период выдерживания температура была повышенной и на Сокольниковском, и на Анюйском ЛРЗ. В период подращивания температура на Анюйском ЛРЗ была близка к оптимальной, на Сокольниковском – ниже природного оптимума.

3. Считается, что для развития икры летней кеты благоприятно содержание кислорода в пределах 4,5-8 мг/л [36, 37, 38, 39]. Кислородный режим в течение всего периода развития летней кеты в заводских условиях был ближе к естественному на Анюйском ЛРЗ. На Сокольниковском ЛРЗ летняя кета развивалась в условиях неестественно высокого содержания кислорода.

4. При выборе способа аппроксимации данных по темпам роста личинок и молоди летней и осенней кеты после начала кормления (рис. 2-4) мы опирались на утверждение, что рост представителей рода *Oncorhynchus* в начале жизненного цикла близок к экспоненциальному [14, 40]. Данные анализов эмбрионов, личинок и молоди в описанных нами экспериментах находятся в соответствии с этим утверждением.

5. При сопоставлении графиков, изображенных на рис. 2 и 3, видно, что в заводских условиях амурская летняя кета росла значительно быстрее сахалинской (рис. 4), даже при том, что на момент вылупления изначально средняя масса свободных эмбрионов у первой была меньше, чем у второй. Этот факт нельзя объяснить индивидуальными особенностями роста летней кеты Амура и Пороная, так как к окончанию первого года жизни они имеют сходную длину тела (табл. 9). Также он не объясняется кормлением молоди разными кормами (икрой минтая на Сокольниковском и ЛС-НТ на Анюйском ЛРЗ), так как проведенные Н.Б. Хоревинной исследования показали, что в одинаковых условиях молодь, питающаяся икрой минтая, растет несколько быстрее, чем молодь, питающаяся ЛС-НТ [41].

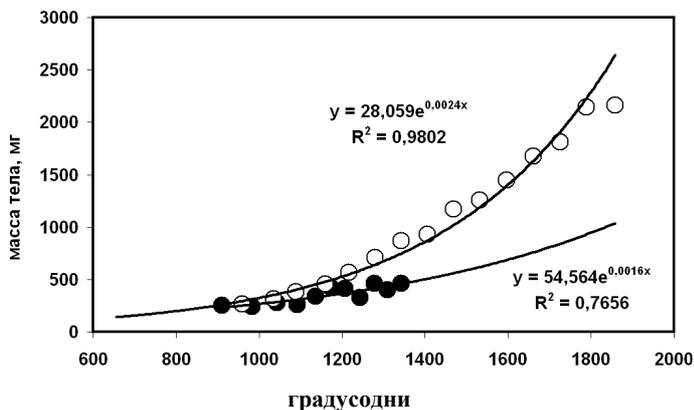


Рис. 4. Сопоставление темпов роста летней кеты на Сокольниковском и Анюйском ЛРЗ  
 Fig. 4. Comparison of growth rates between summer chum salmon in Sokolnikovskiy and Anyuyskiy Hatcheries

Таблица 9

**Длина тела годовиков летней кеты рек Амур и Поронай (метод обр. расчисл.)**  
Table 9  
**Body length of Amur and Poronay Rivers one-year-old summer chum (back-calculation)**

Водоем		Возраст	Длина тела в 1 год, см
Бассейн р. Поронай	Р. Буюклинка [7]	4+	25,35
	Р. Поронай [42]	2+	29,60
		3+	27,63
		4+	25,71
Бассейн р. Амур	Р. Хузи (1928 г.) [23]	4+	27,6
		5+	23,8
			27,2
	Р. Хузи (1929 г.) [23]	3+	27,3
		4+	27,9
		5+	26,7
		5+	27,3

Из всех неравнозначных факторов на двух заводах наибольшее значение имеет температура воды в период подращивания, которая на Анюйском ЛРЗ значительно выше и ближе к оптимуму, а также чрезмерно высокое содержание кислорода в воде Сокольниковского ЛРЗ. Мы полагаем, что более интенсивный рост как летней, так и осенней кеты Анюйского ЛРЗ по сравнению с летней кетой Сокольниковского ЛРЗ объясняется совокупным действием этих факторов. Влияние температуры воды на скорость увеличения массы тела личинок и молоди лососевых было освещено многими авторами [6, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 1, 49, 50, 51, 52, 53, 40, 54, 55, 56]. Негативное влияние избытка растворенного в воде кислорода на рост и развитие молоди лососевых описано И.С. Васильевым [40].

### Выводы

В описанные годы:

- 1) размеры и плодовитость нерестовой амурской и сахалинской летней кеты уступают таковым у производителей осенней кеты обоих регионов;
- 2) производители поронайской летней кеты имеют бóльшие размерно-весовые показатели по сравнению с производителями р. Окша, как и в целом с производителями летней кеты бассейна р. Амур;
- 3) в возврате летней кеты рек Поронай и Окша (как и в целом по Амуру) наблюдается значительное преобладание четырехлеток;
- 4) наибольшей средней массой неоплодотворенных яйцеклеток характеризуется осенняя кета р. Поронай, наименьшей – осенняя кета р. Анюй. Летняя кета Окши и Пороная занимает промежуточное положение – ее весовые показатели сходны;
- 5) гидрологические условия на Анюйском ЛРЗ в большей степени соответствовали природным условиям развития летней кеты, чем на Сокольниковском;
- 6) повышенный транспортировочный отход икры на Анюйском ЛРЗ является результатом транспортировки икры на чувствительных к механическому воздействию стадиях развития, однако на Сокольниковском ЛРЗ он объясняется нарушением условий самой транспортировки;
- 7) существенно бóльшие темпы роста летней кеты на Анюйском ЛРЗ следует объяснять более благоприятным термическим режимом по сравнению с Сокольниковским ЛРЗ. Дополнительным, хотя и не определяющим фактором угнетения скорости роста поронайской летней кеты на Сокольниковском ЛРЗ могло выступать повышенное содержание растворенного в воде кислорода.

### Список литературы

1. Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 166 с.
2. Гриценко О.Ф. Приходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 248 с.
3. Линдберг Г.У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Биогеографические обоснования гипотезы. – Л.: Наука, 1972. – 548 с.
4. Кузнецов И. И. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей // Изв. Тихоокеан. науч.-промысл. станции. – 1928. – Т. 2, вып. 3. – 196 с.
5. Бирман И.Б. Динамика численности и современное состояние запасов кеты и горбуши в бассейне Амура // Тр. совещания по лососевому хозяйству Дальнего Востока. – М.: АН СССР, 1954. – С. 22-37.
6. Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 335 с.
7. Двинин П.А. Биопромысловая характеристика дальневосточных лососей Южного Сахалина: дис. ... канд. биол. наук. – М., 1949. – 74 с.
8. Двинин П.А. Лососи Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. – 1952. – Т. 37. – С. 69-108.
9. Материалы по интродукции поронайской летней кеты в р. Заветинка: отчет о НИР (промежуточ.); рук. Рухлов Ф.Н.; исполн.: Хоревина Н.Б. – Южно-Сахалинск: СахТИНРО, 1978. – 34 с. – Инв. № 4043.
10. Иванков В.Н. Особенности экологии и структуры популяций осенней кеты различных районов Сахалина // Уч. зап. ДВГУ. – Владивосток: Изд-во ДВГУ. – 1972. – Т. 60. – С. 27-35.
11. Отчет Буюкловского ЛРЗ за II полугодие 1972 г. – Пос. Буюклы: Сахалинрыбвод, 1973. – 58 с.
12. Годовые отчеты Смирныховской контрольно-наблюдательной станции 1986-2004 гг. – Пос. Смирных: Сахалинрыбвод, 1987-2005.
13. Годовые отчеты Смирныховской наблюдательной ихтиологической станции 2005-2006 гг. – Пос. Смирных: Сахалинрыбвод, 2006-2007.
14. Самарский В.Г. Формирование размерного состава молоди кеты и структуры ее чешуи в условиях искусственного воспроизводства: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18. – М., 2005. – 167 с.
15. Отчет о работе Анюйского ЛРЗ во II полугодии 2002 года. – С. Найхин: Амуррыбвод, 2003. – 23 с.
16. Привольнев Т.И. Периоды различной чувствительности в эмбриональном развитии свирского сига и лосося и дыхание икры сига // Изв. ВНИОРХ. – 1941. – Т. 24. – С. 26-27.
17. Журавлева Н.Г. Влияние абиотических и биотических факторов среды на выживаемость эмбрионов и молоди рыб // Вест. МГТУ. – 2009. – Т. 12, № 2. – С. 338-343.
18. Журнал учета градусодней летней и осенней кеты Сокольниковского ЛРЗ в 1976-1977 гг. – Пос. Сокольники: Сахалинрыбвод, 1977. – 18 с.
19. Журнал учета градусодней летней и осенней кеты Анюйского ЛРЗ в 2002-2003 гг. – С. Найхин: Амуррыбвод, 2003. – 21 с.
20. Отчет Сокольниковского лососевого рыбозавода за II полугодие 1976 г. – Пос. Сокольники: Сахалинрыбвод, 1977. – 22 с.
21. Отчет Сокольниковского лососевого рыбозавода за I полугодие 1977 г. – Пос. Сокольники: Сахалинрыбвод, 1977. – 22 с.
22. Отчет о работе Анюйского лососевого рыбозавода в I полугодии 2003 г. – С. Найхин: Сахалинрыбвод, 2003. – 23 с.

23. Ловецкая Е.А. Материалы по биологии амурской кеты // Изв. ТИНРО. – 1948. – Т. 27. – С. 115-137.
24. Григо Л.Д. О морфологических отличиях летней и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) // Докл. Акад. Наук СССР. – 1953. – Т. 92, № 6. – С. 1225-1228.
25. Световидова А.А. Локальные стада летней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) бассейна Амура // Вопр. ихтиол. – 1961. – Вып. 17. – С. 14-23.
26. Куликова Н.И. Локальные стада кеты советского Дальнего Востока: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1970. – 19 с.
27. Куликова Н.И. О структуре вида *Oncorhynchus keta* (Walb.) // II Исследования по биологии рыб. – Владивосток: ТИНРО, 1970. – Вып. 4. – С. 29-46.
28. Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 335 с.
29. Череватая А.Е. Сравнительный анализ биологии и динамики численности летней и осенней кеты Хабаровского края на примере рек Дуки и Мы // Рыб. хоз-во. – 2012. – № 1. – С. 48-52.
30. Стрекалова И.И. Наблюдения за нерестом горбуши (*Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) и летней кеты (*Oncorhynchus keta* (Walbaum) в реке Мы (лиман Амура) // Вопр. ихтиол. – 1963. – Т. 3. – Вып. 2(27). – С. 256-265.
31. Шершнева А.П. Биологическая характеристика молоди кеты в прибрежных водах юго-восточной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. – 1970. – Т. 74. – С. 101-111.
32. Шершнева А.П. Реакция молоди кеты и горбуши на соленость воды в прибрежной зоне // Изв. ТИНРО. – 1973. – Т. 91. – С. 49-54.
33. Шершнева А.П. Температурный режим прибрежной зоны моря и его влияние на биологию осенней кеты // Изв. ТИНРО. – 1974. – Т. 93. – С. 19-24.
34. Шершнева А.П. Биология молоди кеты из прибрежных вод юго-восточной части Татарского пролива // Лососевые Дальнего Востока. – 1975. – Т. 106. – С. 58-66.
35. Горяинов А.А. Биология молоди кеты в морском прибрежье Южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – Владивосток, 1991. – 26 с.
36. Васильев И.С., Юровицкий Ю.Г. Кислородные условия развития амурской летней кеты и горбуши в связи с методикой их разведения // Зоол. жур. – 1954. – Т. 33. – Вып. 6. – С. 1344-1348.
37. Васильев И.С. О кислородном режиме при искусственном разведении лососей // Рыб. хоз-во. – 1957. – № 9.
38. Васильев И.С. Водоснабжение нерестовых бугров летней кеты и горбуши // Биол. науки. – 1958. – № 3. – С. 26-31.
39. Васильев И.С. Эколого-морфологическая характеристика летней кеты и горбуши в эмбриональный и личиночный периоды их жизни: дис. ... канд. биол. наук. – М., 1959. – 187 с.
40. Хованская Л.Л. Биологические и физиологические особенности искусственного разведения кеты в Магаданской области: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – М., 2007. – 314 с.
41. Хоревина Н.Б. Совершенствование биотехники искусственного разведения осенней кеты на сахалинских рыболовных заводах: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – Южно-Сахалинск, 1999. – 189 с.
42. Результаты экспериментальных работ по совершенствованию биотехники искусственного разведения осенней кеты: отчет о НИР (промежуточ.); рук. Рухлов Ф.Н.; исполн.: Хоревина Н.Б. – Южно-Сахалинск: СахТИНРО, 1977. – 54 с. – Инв. № 3749.
43. Кляшторин Л.Б. О зависимости уровня активного обмена у рыб от температуры // Физиол. морских рыб. – М.: Наука, 1980. – С. 41-47.

44. Бретт Дж.Р. Факторы среды и рост // Биоэнергетика и рост рыб. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. – С. 275-345.

45. Варнавский В.С. Некоторые показатели физиологического состояния при смолтификации кижуча *Oncorhynchus kisutch* Walbaum и нерки *Oncorhynchus nerka* Walbaum в естественных условиях и при ускоренном подращивании на геотермальных водах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1984. – 24 с.

46. Варнавский В.С. Смолтификация лососевых. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. – 179 с.

47. Канидъев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.

48. Бугров Л.Ю. Особенности термопреферендума молоди кижуча при естественной температурной стратификации в водоеме // Информ. бюллетень. Ин-т биол. внутр. вод. – 1985. – № 68. – С. 43-46.

49. Маркевич Н.Б., Виленская Н.И. Влияние сроков нереста и термического режима на выживание и рост молоди горбуши *Oncorhynchus gorbusha* Walbaum на ключевых и русловых нерестилищах Западной Камчатки. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа // Сб. науч. тр. КоТИНРО. – 1991. – Вып. 1, ч. 1. – С. 85-104.

50. Маркевич Н.Б., Виленская Н.И. Выживание и весовой рост личинок нерки *Oncorhynchus nerka*, проходивших ранние этапы эмбриогенеза при различном термическом режиме // Вопр. ихтиол. – 1991. – Т. 31, вып. 5. – С. 756-765.

51. Бушуев В.П. Руководство по культивированию кеты. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1994. – 143 с.

52. Хованский И.Е. Сравнительная морфофизиологическая характеристика молоди лососевых рыб, полученной при различных условиях содержания на рыбоводных заводах Магаданской области // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 124-132.

53. Хованский И.Е. Задачи и возможности управляемого лососеводства // Рыб. хоз-во. – 2000. – № 3. – С. 50-53.

54. Brett J.R. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Amer. Zool. – 1971. – Vol. 11, № 1. – P. 99-113.

55. Wedemeyer, G.A., Saunders, R.L. and Clarke, W.C. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids // Marine Fisheries Review. – 1980. – Vol. 42(6). P. 1-14.

56. Elliott J.M. The effects of temperature and ration size on growth and energetics of salmonids in captivity // Comp. Biochem. and Physiol. B. – 1982. – Vol. 73, № 1. – P. 81-91.

**Сведения об авторах:** Лапшина Анна Евгеньевна, аспирант СахГУ, зав. лабораторией воспроизводства водных биоресурсов, e-mail: cherevataya@gmail.com;

Игнатъев Юрий Иванович, зав. сектором искусственного воспроизводства лососей, e-mail: pices@yandex.ru;

Кузнецова Лариса Диковна, главный рыбовод Анюйского ЛРЗ;

Латушкина Екатерина Викторовна, главный рыбовод Сокольниковского ЛРЗ.

УДК 594.524.11

**И.М. Мирабдуллаев<sup>1</sup>, Х.Ф. Исмоилов<sup>2</sup>, Х.Х. Абдиназаров<sup>3</sup>, А.Р. Кузметов<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Институт генофонда растительного и животного мира АН Республики Узбекистан,  
Узбекистан, 100125, г. Ташкент, ул. Дурмон йули, 32<sup>2</sup>Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,  
Узбекистан, 100174, г. Ташкент, Вузгородок, НУУ<sup>3</sup>Кокандский государственный педагогический институт им. Мукими,  
Узбекистан, г. Коканд, ул. Истанбул, 23**К ФАУНЕ CALANOIDA (COPEPODA, CRUSTACEA) УЗБЕКИСТАНА**

Впервые разработаны определительные таблицы видов калянид фауны Узбекистана. Приведены краткие описания и информация о распространении.

**Ключевые слова:** каляниды, отряд Calanoida, определительные таблицы, Узбекистан.

**I.M. Mirabdullayev, H.F. Ismoilov, H.H. Abdinazarov, A.R. Kuzmetov  
ON FAUNA OF CALANOIDA (COPEPODA, CRUSTACEA) OF UZBEKISTAN**

Determinative key and short descriptions of calanoids (*Metadiaptomus asiaticus*, *Phyllodiaptomus blanci*, *Phyllodiaptomus blanci*, *Acanthodiaptomus denticornis*, *Eudiaptomus graciloides*) of the fauna of Uzbekistan have been developed for the first time.

**Key words:** Calanoida, Uzbekistan, determinative key.

Фауна Узбекистана веслоногих ракообразных отряда *Calanoida* сравнительно небогата – отмечены представители семейств Pseudodiaptomidae (1 вид) и Diaptomidae (4 вида, относящиеся к 4 родам). В 1950-е гг. в Аральское море была вселена из Каспийского моря *Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, 1873 (сем. Pseudodiaptomidae), однако в связи с более чем десятикратным увеличением солености Большого Арала этот вид, очевидно, выпал из фауны Узбекистана (Mirabdullyev et al., 2004).

Все *Calanoida* – почти исключительно планктонные виды, питающиеся главным образом планктонными микроводорослями и являющиеся важным компонентом кормовой базы рыб. Кроме того, некоторые их представители являются промежуточными хозяевами паразитических гельминтов.

Определение калянид ведется главным образом по самцам. У самцов правая (геникулирующая) антеннула сильно отличается от левой и участвует в захвате и удержании самки. Если у самок P5 симметричны, то у самцов правая P5 сильно отличается от левой и участвует в удержании самок во время копуляции.

Данная работа будет полезна как в процессе обучения студентов вузов, так и для профессиональных гидробиологов.

**СЕМЕЙСТВО DIAPATOMIDAE  
Подсемейство Paradiaptominae  
*Metadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875)**

**Строение.** Самка: два задних сегмента цефалоторакса слиты вместе. Генитальный сегмент сильно асимметричный. Самец: две крайние щетинки правой ветви фурки без или почти без оперения. Последний членик геникулирующей антеннулы с крючковидным отростком. Базис правой P5 очень широкий и несет на внутренней стороне шипики. Ее эндоподит очень короткий. Базис левой ноги покрыт мелкими шипиками.

*Распространение.* В России – в южных регионах и в Сибири. Монголия, Китай. В Узбекистане отмечен во временном водоеме на востоке Каракумов. Характерен для соленых и солоноватых мелких водоемов.

**Ключ для определения видов отряда *Calanoida* фауны Узбекистана**  
**The key to the species of the order *Calanoida* fauna of Uzbekistan**

№ п/п	Признаки	Виды
1	Последний членик экзоподита <i>P1</i> самцов с 2 наружными шипами; дистальный отдел геникулирующей антенны 3-члениковый	<i>Metadiaptomus asiaticus</i>
–	Последний членик экзоподита <i>P1</i> самцов с 1 наружным шипом; дистальный отдел геникулирующей антенны 4-члениковый	2
2	Последний членик экзоподита левой <i>P5</i> самцов в дистальной части шире, чем в проксимальной; левый задний край последнего сегмента цефалоторакса самок значительно длиннее правого края	<i>Phyllodiaptomus blanci</i>
–	Последний членик экзоподита левой ноги <i>P5</i> самцов в дистальной части не шире, чем в проксимальной; оба края последнего сегмента цефалоторакса самок примерно одной длины	3
3	1-й и 3-й членики экзоподита левой ноги <i>P5</i> самцов несут крупные отростки; эндоподит <i>P5</i> самок не достигает дистального конца 1-го членика экзоподита	<i>Arctodiaptomus salinus</i>
–	1-й и 3-й членики экзоподита левой ноги <i>P5</i> самцов не несут крупные отростки; эндоподит <i>P5</i> самок достигает дистального конца 1-го членика экзоподита	4
4	Последний членик геникулирующей антеннулы с острым изогнутым отростком; концевой шип экзоподита <i>P5</i> самцов слабо изогнут	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>
–	Последний членик геникулирующей антеннулы без отростка; концевой шип экзоподита <i>P5</i> самцов сильно изогнут	<i>Eudiaptomus graciloides</i>

**ПОДСЕМЕЙСТВО DIAPTOMINAE**

*Phyllodiaptomus blanci* (Blanci et Richard, 1896)

*Строение.* Левый задний край последнего сегмента цефалоторакса самок значительно длиннее правого края. Генитальный сегмент самки с хорошо развитыми боковыми шипами. Эндоподит *P5* самки не достигает конца 1-го членика экзоподита. Последний членик экзоподита левой *P5* самцов в дистальной части шире, чем в проксимальной. 3-й от конца членик геникулирующей антеннулы самца с острым изогнутым отростком. Концевой шип экзоподита *P5* самцов слабо изогнут.

*Распространение.* Отмечен в Узбекистане (*terra typica*), Таджикистане, Казахстане, севере Индии. Обитатель мелководных водоемов (пруды, рисовые чеки, мелководья озер). Теплолюбивый вид.

*Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885)

*Строение.* Последний сегмент цефалоторакса со слабо развитыми лопастями, из которых правая несколько более развита и изогнута. Генитальный сегмент самки с боковыми шипами. Эндоподит *P5* самок не достигает дистального конца 1-го членика экзоподита. 1-й и 3-й членики экзоподита левой ноги *P5* самцов несут крупные отростки. 3-й (от конца)

членник геникулирующей антеннулы самца несет длинный палочковидный вырост. Концевой шип экзоподита *P5* самцов сильно изогнут.

*Распространение.* Широко распространен в Евразии и на севере Африки. Обитатель солоновато-водных водоемов.

*Acanthodiptomus denticornis* (Wierzejski, 1887)

*Строение.* Задний сегмент цефалоторакса с очень слабо выдающимися кзади лопастями. Генитальный сегмент самки без боковых шипов. Эндоподит *P5* самки достигает конца 1-го членника экзоподита. Последний членник геникулирующей антеннулы с острым изогнутым отростком. Концевой шип экзоподита *P5* самцов слабо изогнут.

*Распространение.* Европа, Закавказье, Казахстан, Сибирь, Монголия. В Узбекистане отмечен в разнообразных водоемах Ферганской долины и Учкызылском водохранилище в Сурхандарьинском вилояте.

*Eudiptomus graciloides* (Liljeborg, 1888)

*Строение.* Генитальный сегмент самки с двумя очень короткими шипами по бокам. Эндоподит *P5* самки 1- или 2-членистый длиной не менее чем 1-й членник эндоподита. 3-й членник геникулирующей антеннулы самца без выростов и крючков. Апикальный коготь последнего членника экзоподита *P5* самца тонкий, сильно изогнутый с вздутием у основания.

*Распространение.* Европа, Сибирь, Китай, Казахстан. В Узбекистане – хауз (пруд) в Ташкенте, Чарвакское и Ахангаранское водохранилища, рыбоводные пруды в Андижанском вилояте.

### Список литературы

1. Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель *Calanoida* пресных вод СССР. – Л.: Наука, 1991. – 504 с.
2. Mirabdullayev I.M., Joldasova I.M., Mustafaeva Z.A., Kazakhbaev S., Lyubimova S.A., Tashmukhamedov B.A. Succession of the ecosystems of the Aral Sea during its transition from oligohaline to polyhaline waterbody // J. Marine Syst. 2004. – Vol. 47, № 1-4. – P. 101-107.

**Сведения об авторах:** Мирабдуллаев Искандар Мирбатирович, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, e-mail: mirabdullayev@rambler.ru;

Кузметов Абдулахмет Раимбердиевич, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: kuzmetov6108@rambler.ru;

Исмоилов Х.Ф., соискатель;

Абдиназаров Х.Х., преподаватель.

УДК 591.69-7

**Н.Н. Самотылова<sup>1</sup>, В.Н. Казаченко<sup>1</sup>, Ю.Ч. Цой<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая., 52б<sup>2</sup>Вонсанский рыбохозяйственный институт,  
690950, пр. Канвон, г Вонсан, Хэан-дон, КНДР**СТРОЕНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД РЫБ  
(CRUSTACEA: COPEPODA) И ИХ АДАПТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

*Приведены морфологические описания конечностей и новообразований паразитических копепод рыб, показано их адаптивное значение. Двухветвистые плавательные конечности (плезиоморфный признак) в процессе эволюции превращаются в одноветвистые (апоморфный признак) вплоть до их редукции; границы между члениками исчезают; уменьшается количество члеников экзо- и эндоподитов.*

**Ключевые слова:** копеподы, паразиты, конечности, шипы, щетинки, новообразования, редукция, экзоподит, эндоподит.

**N.N. Samotylova, V.N. Kazachenko, Yu.Ch. Choi  
TEXTURE OF APPENDAGES OF PARASITIC COPEPODS OF FISH**

*Morphological descriptions of appendages and new growths parasitic copepods of fishes are given, their adaptive value is shown. Two-branchy swimming appendages (plesiomorphic sign) in the course of evolution turn in one-branchy (apomorphic sign) up to their reduction; borders between segments disappear; the quantity segments ekzo- and endopodits decreases.*

**Key words:** copepods, parasites, appendages, thorns, setae, new growths, reduction, exopod, endopod.

**Введение**

Морфология паразитических копепод имеет большое значение при определении видов. Относительно недавно предложена классификация форм тела паразитических копепод, которая полезна при определении паразитических копепод рыб [1]. В научной литературе имеется огромное количество статей, в которых приведены морфологические описания разных видов копепод, но отсутствуют сравнительные описания конечностей, их приспособительное значение. Назрела необходимость обобщить закономерности строения конечностей и новообразований паразитических копепод рыб.

**Объекты и методы исследований**

Объектом исследования являются паразитические копеподы рыб. Материал исследования базируется на собственных и литературных данных. Сбор и обработка материала проводились по общепринятым методам [2].

**Результаты и их обсуждение**

Мы опускаем описание форм тела паразитических копепод и отсылаем читателя к первоисточнику [1]. Ниже приводятся описания конечностей, новообразований паразитических копепод и их адаптивное значение.

**Первая антенна (антеннула).** Исходная форма первой антенны – одноветвистая конечность. Диаметр члеников уменьшается к дистальному концу. У паразитических видов количество члеников колеблется от 2 (представители калигоидной формы тела) до 18 (род *Variasa*, эудактилиноидная форма тела); она выполняет функцию осязания и прикрепления.

Первенство по количеству члеников первой антенны среди копепод принадлежит паразитам эудактилиноидной формы тела, их количество колеблется от 3 до 18. Представители родов *Eudactylina* и *Hatschekia* (рис. 1) имеют когтеобразные шипы на основании первой антенны.

Копеподы циклопоидной формы тела имеют 4-7-члениковые первые антенны. Представители родов *Bomolochus*, *Dicrobomolochus*, *Nothobomolochus* также имеют когтевидные щетинки, выполняющие фиксаторную функцию.

Первая антенна копепод лернантропоидной формы тела 6-7-члениковая, границы между члениками выражены слабо, количество щетинок уменьшено.

Первая антенна копепод лернеоподоидной формы тела 4-члениковая, вооружение развито слабо, иногда апикальное вооружение отсутствует.

Первая антенна копепод калигоидной формы тела 2-члениковая, оперение выполняет сенсорную функцию (рис. 2).

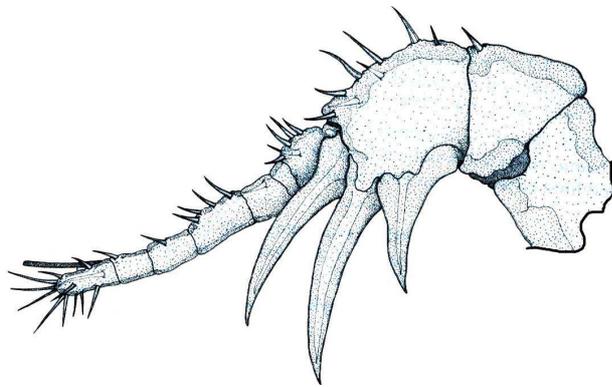


Рис. 1. Первая антенна  
*Eudactylinodes keratophagus* [3]  
Fig. 1. First antenna  
*Eudactylinodes keratophagus* [3]

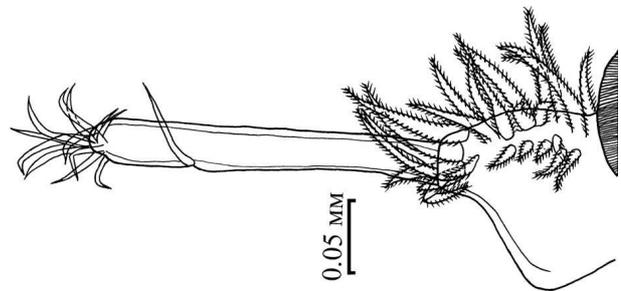


Рис. 2. Первая антенна  
*Caligus constrictus* (оригинал)  
Fig. 2. First antenna *Caligus constrictus* (original)

Члениковость первой антенны копепод сфириоидной формы тела выражена слабо (семейство Pennellidae), порой редуцируется и имеет вид папиллы (семейство Sphyriidae).

Первая антенна копепод хондракантоидной формы тела варьирует от четко выраженной члениковости (*Diocus*, *Rhynchochondria*) до полной редукции (*Tanupleurus*), вооружение развито слабо.

У копепод филихтиоидной формы тела члениковость первой антенны и оперение выражены слабо, иногда первая антенна отсутствует.

**Вторая антенна (антенна).** Вторая антенна – первично двуветвиста.

Вторая антенна копепод лернеоподоидной формы тела маленькая, развита слабо, двуветвиста, прослеживается тенденция к 1-ветвистости (род *Clavella*).

Копеподы циклопоидной формы тела имеют 4-6-члениковую вторую антенну. Копеподы эудактилиноидной формы тела имеют 2-5-члениковую вторую антенну, которая иногда слабо выражена (представители рода *Dichelesthium*), иногда имеется когтеобразный терминальный членик (семейства Pseudocycnidae, Hatschekiidae) (рис. 3).

Копеподы калигоидной формы тела имеют мощную, сильно хитинизированную вторую антенну, ее дистальный коготь острый, сильно изогнут; у разных видов степень изогнутости дистального когтя различна.

Вторая антенна копепод лернантропоидной формы тела имеет вид ложной клешни.

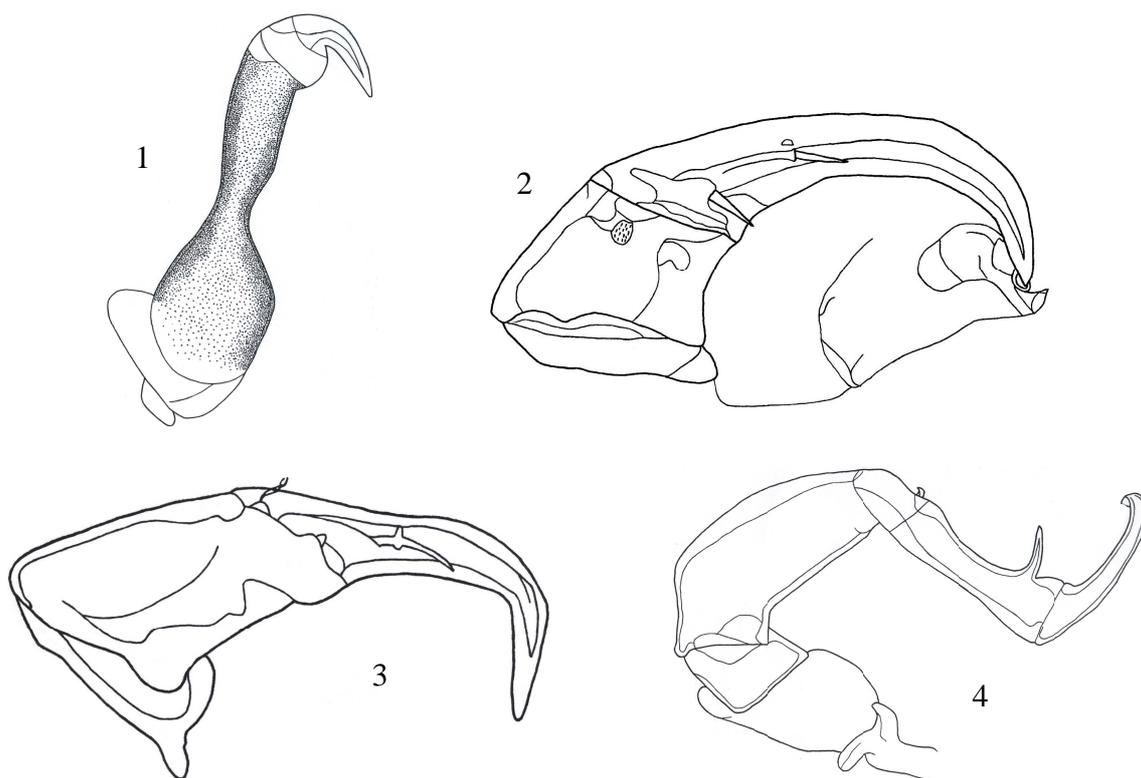


Рис. 3. Вторая антенна: 1 – *Hatschekia rotundigenitalis* (оригинал); 2 – *Caligus arii* (оригинал); 3 – *C. bonito* (оригинал); 4 – *Hermilius* sp. (оригинал)  
 Fig. 3. Second antenna: 1 – *Hatschekia rotundigenitalis* (original); 2 – *Caligus arii* (original); 3 – *C. bonito* (original); 4 – *Hermilius* sp. (original)

Копеподы сфериоидной формы тела имеют редуцированную вторую антенну, которая имеет вид папиллы, она не принимает участия в фиксации паразита к хозяину, так как эту функцию выполняют роговидные отростки головогруди копеподы.

Копеподы хондракантоидной формы тела имеют когтевидную, сильно хитинизированную, лишенную сегментации вторую антенну.

Копеподы филихтиоидной формы тела имеют редуцированную вторую антенну; на ее редукцию повлиял эндопаразитический образ жизни этих копепод.

**Постантенальный отросток.** В литературе эта конечность называлась по-разному: «максиллярный крючок», «первая максилла», «постантенальный отросток», «постантенальный крючок» [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Постантенальный отросток (рис. 4) – новообразование и выполняет фиксаторную функцию, он имеет вид изогнутого шипа, расположенного постлатерально относительно основания первой антенны, иногда он отсутствует (представители семейств Lernaepodidae, Naobranchiidae, Pennellidae).

**Мандибула.** Исходный тип строения мандибулы – 2-ветвистая конечность (появляется на науплиальной стадии); имеет разное строение у разных групп копепод.

Мандибула *пэцилостоматоидных* копепод имеет отростки (семейства Ergasilidae, Votolochidae, Taeniacanthidae, Tuccidae и Telsidae) или серповидный зазубренный коготь (семейство Chondracanthidae). Мандибула *циклопоидного* типа строения – маленькая, 1-члениковая, имеет небольшой отросток. Мандибула *сифностоматоидного* типа строения имеет вид стилета, на дистальном конце которого расположены зубцы, иногда они отсутствуют (семейства Hatschekiidae, Pennellidae). У калигид количество зубов мандибулы – постоянный признак.

**Парагнат.** Парагнат имеется только у представителей подотряда Pоеcilostomatoida. Парагнат располагается позади мандибулы, имеет пальцеобразную форму, может нести шипики или же имеет вид лопасти; эта морфологическая структура является хорошим видовым признаком у тениакантид, бомолехид и плохо изучена у хондракантид, так как у последних ее трудно исследовать. Функция парагната неизвестна, полагают, что он принимает участие в продвижении пищи.

**Первая максилла (максиллула).** Первая максилла – исходно двуветвистая конечность. У паразитических копепод она выполняет функцию осязания (лернеоподоидная, эудактилиноидная формы тела) или принимает участие в фиксации паразита к хозяину (калигоидная форма тела), рис. 5.

Первая максилла копепод циклопоидной формы тела имеет вид небольшой пластины, иногда – округлой (семейства Ergasilidae, Bomolochidae, Taeniacanthidae).

У копепод эудактилиноидной формы экзо- и эндоподит первой максиллы отделены друг от друга, так как симподит редуцирован. У других копепод эудактилиноидной формы тела эта конечность двуветвиста (семейства Eudactylinidae, Kroeyeriidae, Dichelesthidae).

У копепод калигоидной формы тела (рис. 5) (Caligidae, Trebiidae, Euryphoridae и др.) эндоподит сильно хитинизирован, 1-3-ветвист, экзоподит маленький и представлен папиллой, несущей три щетинки, одна из ветвей может быть слабо развита Dissonidae, Pandaridae. Иногда в пределах одного семейства (например, Caligidae) первая максилла может быть одноветвистой (род *Caligus*) или двуветвистой (род *Lepeophtheirus*).

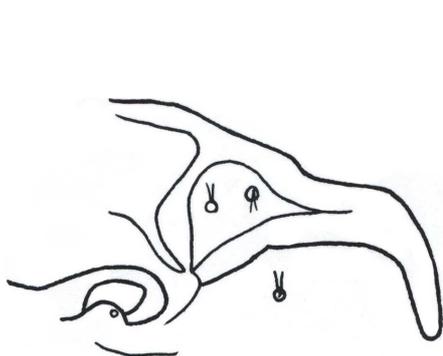


Рис. 4. Постантенный отросток *Caligus bonito* (оригинал)  
Fig. 4. Postantennary process *Caligus bonito* (original)

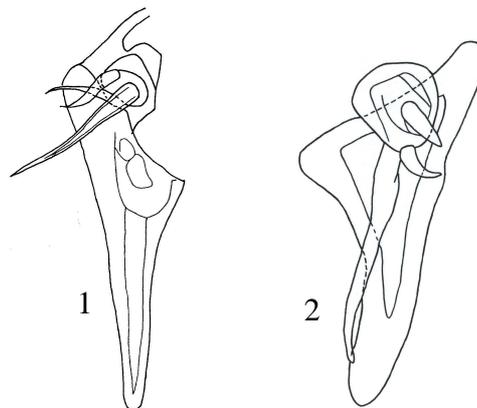


Рис. 5. Первая максилла (максиллула):  
1 – *Caligus arii* (оригинал);  
2 – *Caligus bonito* (оригинал)  
Fig. 5. First maxilla (maxillule):  
1 – *Caligus arii* (original); 2 – *C. bonito* (original)

У копепод лернантропоидной формы тела первая максилла двуветвиста, экзоподит маленький, эндоподит больше экзоподита.

У копепод сфириоидной формы симподит первой максиллы развит слабо, в виде когтя или лопасти, несущей короткие щетинки и шипы (семейства Chondracanthidae, Pennellidae, Sphyridae). Для некоторых родов семейства Lernaevidae (роды *Lernaegiraffa*, *Dysphorus*, *Taurocheros*) первая максилла неизвестна.

У копепод лернеоподоидной формы тела симподит первой максиллы слит с эндоподитом, экзоподит развит слабо или редуцирован.

Копеподы хондракантоидной формы тела имеют максиллу в виде небольшой лопасти с двумя щетинками разной величины или шипом и щетинкой.

Первая максилла копепод, имеющих филихтиоидную форму тела, 1-члениковая, короткая, несет коготь и короткие щетинки.

**Вторая максилла (максилла).** Вторая максилла копепод одноветвиста, вариабильна и выполняет фиксаторную функцию, тогда она имеет вид ложной клешни (семейства Hatschekidae, Lernanthropidae, Dichelesthidae и др.) или «рук» (семейство Lernaeopodidae), у других – сенсорную или локомоторную функции (Caligidae и близкие к ним семейства), рис. 6.

**Максиллипед.** Максиллипед имеет вид ложной клешни (рис. 7), выполняет фиксаторную функцию, у некоторых копепод принимает участие в питании, иногда эта конечность отсутствует (копеподы филихтиоидной формы тела).

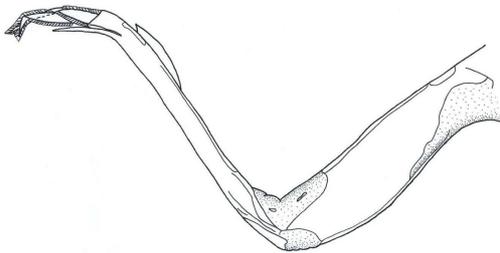


Рис. 6. Вторая максилла *Caligus arii* (оригинал)  
Fig. 6. Second maxilla of *Caligus arii* (original)

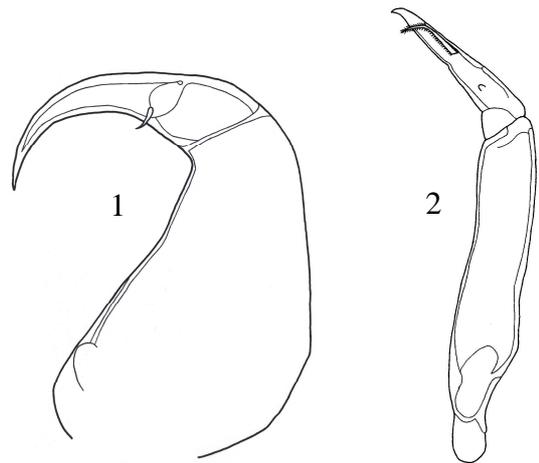


Рис. 7. Максиллипед: 1 – *Sinestius caliginus* (оригинал); 2 – *Caligus arii* (оригинал)  
Fig. 7. Maxilliped: 1 – *Sinestius caliginus* (original); 2 – *Caligus arii* (original)

**Плавательные конечности** копепод расположены на грудных сегментах и выполняют локомоторную функцию. Исходный тип строения плавательных ног – двуветвистая конечность.

Самки паразитических копепод имеют четыре пары плавательных ног, самцы – на одну пару больше; иногда конечности полностью редуцируются (лернеоподоидная, некоторые копеподы со сфириоидной формами тела). Конечность (рис. 8) состоит из 2-членикового протоподита, несущего экзоподит (внешнюю ветвь) и эндоподит (внутреннюю ветвь); исходно каждая ветвь 3-члениковая. Пятая пара плавательных ног у многих копепод отсутствует или сильно редуцирована. Шестая пара ног у большинства копепод отсутствует или представлена несколькими щетинками. Копеподы лернеоподоидной формы тела не имеют плавательных ног, иногда рудименты плавательных ног (в виде отдельных щетинок) можно рассмотреть только при помощи электронного микроскопа [9]. Первая пара ног копепод хондракантоидной формы тела вариабильна: ветви ног члениковые, затем наблюдается исчезновение члениковости, редукция экзо- и эндоподитов, превращение конечности в одноветвистую и, наконец, в папиллообразный бугорок.

**Новообразования паразитических копепод**

Под влиянием паразитического образа жизни копеподы претерпевают разные морфологические изменения, в результате которых у них появляются новообразования, отсутствующие у свободноживущих предков. Такими органами у паразитических копепод рыб являются краевая мембрана карапакса, луночки, постантеннальные отростки и грудная фурка; эти образования являются апоморфными (рис. 9).

Новообразования можно классифицировать следующим образом:

- 1) хитиновые отростки (шпы и пластины);
- 2) папиллы и пальцеобразные отростки;
- 3) чувствительные образования;
- 4) фиксаторные образования.

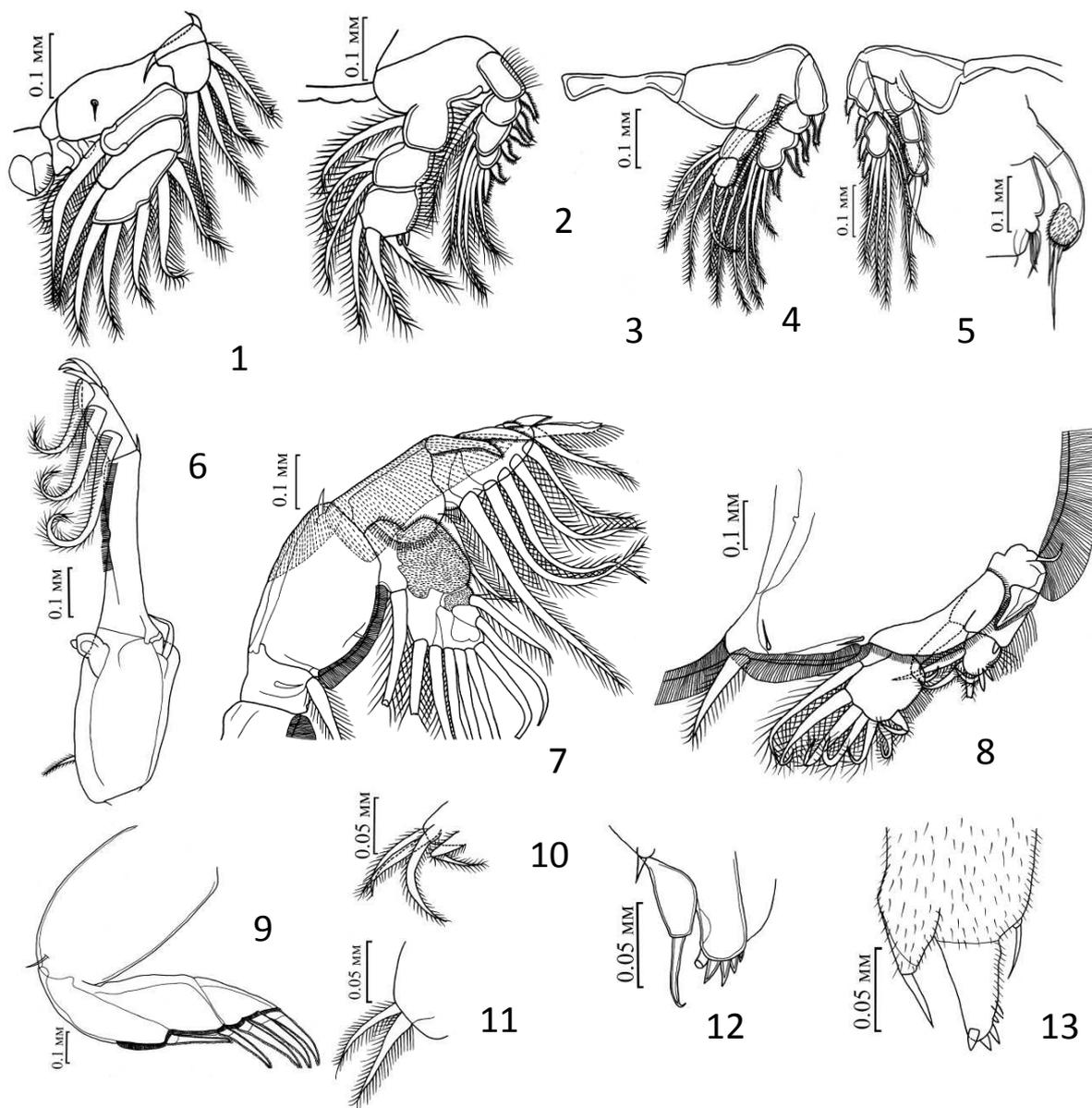


Рис. 8. Плавательные ноги. *Nothobomolochus gibber* (оригинал): 1 – первая плавательная нога; 2 – вторая плавательная нога; 3 – третья плавательная нога; 4 – четвертая плавательная нога; 5 – пятая плавательная нога; *Caligus robustus* самка (оригинал): 6 – первая нога; 7 – вторая нога; 8 – третья плавательная нога; 9 – четвертая плавательная нога; 10 – пятая нога; *C. robustus* самец (оригинал): 11 – шестая плавательная нога; *Lernanthropus villersi* (оригинал):

12 – первая плавательная нога; 13 – вторая нога

Fig. 8. Swimming legs. *Nothobomolochus gibber* (original): 1 – 1 leg; 2 – 2 leg; 3 – 3 leg; 4 – 4 leg; 5 – 5 leg; *Caligus robustus* female (original): 6 – 1 leg; 7 – 2 leg; 8 – 3 leg; 9 – 4 leg; 10 – 5 leg; *C. robustus* male (original): 11 – 6 leg; *Lernanthropus villersi* (original): 12 – 1 leg; 13 – 2 leg

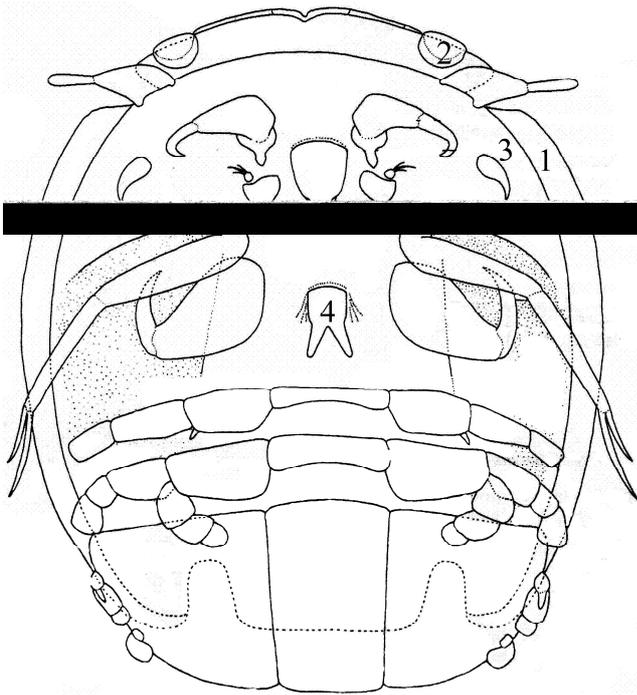


Рис. 9. Схема строения карапакса калигид (вентрально):

1 – краевая мембрана; 2 – луночка;  
3 – постантенный отросток;  
4 – грудная фурка [8]

Fig. 9. Diagram of ventral surface of caligids cephalothorax (ventral):

1 – hyaline membrane; 2 – lunule;  
3 – postantennal process; 4 – sternal furca [8]

**1. Хитиновые отростки** можно подразделить на хитиновые шипы и хитиновые пластины.

*Хитиновые шипы (кутикулярные шипы)*

Хитиновые шипы имеются у многих видов паразитических копепод. К таким образованиям относится постантенный отросток, представляющий собой хитиновый изогнутый крючок с плоским основанием, на котором у некоторых видов находится небольшой добавочный шип. Постантенный отросток расположен постлатерально относительно основания первой антенны. У молодых особей его дистальная часть острая, а у старых – тупая, поскольку он выполняет фиксаторную функцию, то со временем изнашивается. Представители некоторых видов (например, виды рода *Caligus*), родов (*Phagus*, *Pseudotaeniacanthus*, *Taeniacanthodes*) и семейств (*Chondracanthidae*, *Therodamasidae*, *Lernaeopodidae*, *Naobranchiidae*, *Pennellidae*) не имеют этого отростка. Рядом с постантенным отростком у представителей *Caligidae* находится папилла с чувствительными волосками. Постантенный отросток *Taeniacanthidae* не имеет папиллы.

Представители семейства *Trebiidae* на вентральной стороне генитального комплекса имеют мелкие кутикулярные шипики, принимающие участие в фиксации копеподы к хозяину.

Копеподы представителей рода *Kroyeria* и часть видов рода *Hatschekia* на интерподальных пластинах имеют хитиновые шипы.

У представителей рода *Kroyeria* в синусах дорсального щита имеется по одному хитиновому шипу. Они принимают участие в фиксации, вонзаясь в ткани жаберного филамента, который находится с дорсальной стороны копеподы. Кутикулярные шипы имеются на задних углах сегментов (такие шипы имеются даже у свободноживущих копепод). Шипообразные отростки на постеролатеральных углах третьего грудного сегмента самцов рода *Philichthys xiphiae* помогают ему при фиксации в сенсорном канале хозяина. У представителей рода *Jusheyus* первый свободный грудной сегмент на дорсальной стороне несет пару хитиновых отростков, которые тоже принимают участие в фиксации. Ретростилеты *Gamidactylus*, расположенные на торакальных сегментах, принимают участие в прикреплении копеподы в обонятельных ямках рыб. Аналогичные образования имеются и у представителей рода *Tegobomolochus*, которые обитают в ноздрях рыб.

Буккальные стилеты находятся на вершине верхней губы внутренней поверхности ротовой трубки копепод. На дистальном конце они несут два щетинковидных отростка. Буккальные стилеты известны у некоторых представителей семейств Pennellidae, Caligidae и Lernaeopodidae (подотряд Siphonostomatoida).

#### *Хитиновые пластинки*

Кутикулярные образования могут быть и в виде пластин или крылообразных отростков; в зависимости от местоположения на теле копепод их называют дорсальными или латеральными пластинами, элитрами, крыловидными отростками или дорсолатеральными пластинами. Дорсальная пластина может быть непарным образованием, располагаться на переднем крае сегмента и покрывать его частично, полностью или же продолжаться дальше заднего края сегмента и покрывать следующий сегмент. Задний край такой пластины может иметь мелкую или глубокую выемку, говорящую, что эта пластина образована слиянием двух дорсолатеральных пластин. У самцов такие пластины меньше или же отсутствуют. Пластины чаще всего располагаются на грудных сегментах. Обычно такие пластины имеются у представителей семейств Pandaridae, Euryphoridae, Anthosomidae и некоторых других. Кабата [8] полагает, что пластины *Anthosoma crassum* выполняют защитную функцию. Копеподы, имеющие пластинчатые кутикулярные образования, паразитируют на нектонных рыбах, т.е. рыбах, плавающих очень быстро, и пластинчатые кутикулярные образования уменьшают турбулентность, образуемую за паразитом.

#### **2. Папиллы и пальцеобразные отростки.**

На переднем конце головогруды представителей семейств Pennellidae и Sphyrriidae имеются папиллы – бугорчатые, шаровидные или пальцевидные отростки. Кроме папилл на переднем конце тела (головогруды) имеются рогообразные отростки, которые при фиксации копеподы в тканях хозяина играют роль лап якоря. Мезопаразиты (сфириоидная форма тела) в качестве органов фиксации используют роговидные отростки головогруды.

К таким же отросткам относится парабазальная папилла второй антенны разных видов рода *Hatschekia*, функция ее неизвестна. Парабазальный отросток представителей рода *Lernanthropus* расположен у основания первой антенны. Флагеллум представителей рода *Pseudanuretes*, расположенный у основания второй максиллы, имеет вид щетинки или жгута. Последние два отростка, видимо, выполняют сенсорную функцию.

Многие копеподы (например, представители семейства Chondracanthidae) имеют пальцеобразные или конические отростки туловища, которые гасят турбулентные потоки, увеличивают поверхность дыхания, являются вместилищем петель матки. Отростки пенеллид, находящиеся на брюшке ракообразных, принимают участие в дыхании и улучшают гидростатические свойства копеподы, уменьшая турбулентные токи воды, образующиеся за копеподой. Туловищные отростки пенеллид имеются у *Peniculisa* и *Haemobaphes*.

**3. Чувствительные образования** представлены разнообразными щетинками (оперенными или нет), расположенными на конечностях, на дорсальной и вентральной поверхности тела, по краю карапакса копепод калигоидной формы тела.

#### **4. Фиксаторные образования.** Таких новообразований несколько.

Краевая мембрана карапакса Caligidae и близких к ним семейств предназначена для плотного прилегания края карапакса к хозяину и создания отрицательного давления под карапаксом, что способствует более плотному прикреплению копеподы к телу хозяина. Клапаном, отсасывающим воду из-под карапакса и закрывающим отверстие (задний синус карапакса), через которое удаляется вода, служит апрон третьей плавательной ноги и базальный коготь экзоподита этой же ноги, служащий для фиксации ноги к тканям хозяина.

Грудная фурка (рис. 10) находится на вентральной стороне карапакса многих видов копепод калигоидной формы тела. Она располагается между максиллипедами и первой парой ног. Ее широкое основание несет пару хитиновых ветвей, направленных вентрально.

Форма ветвей фурки у разных видов копепод разная: дистальные концы ветвей могут быть заострены, тупо оканчиваться или быть лопатовидными; ветви могут расходиться или сходиться; реже ветви дихотомически разветвлены или имеют небольшие добавочные ветви. В течение жизни форма грудной фурки может изменяться (у молодых и взрослых экземпляров), иногда у самцов и самок она отличается. У некоторых копепод латерально от грудной фурки расположены небольшие шипы или полукруглые образования. Грудная фурка работает одновременно со второй антенной и максиллипедами, образует распорку, состоящую из членов *вторая антенна – максиллипед – грудная фурка*, при этом площадь опоры значительно больше, чем площадь опоры у второй антенны *дистальный коготь – базальный шип*, так как расстояние между второй антенной, максиллипедом и грудной фуркой значительно больше, чем расстояние *дистальный коготь – базальный шип*. При фиксации этими тремя морфологическими образованиями дистальные концы грудной фурки направлены вперед, а коготь второй антенны и ее базальный шип – назад.

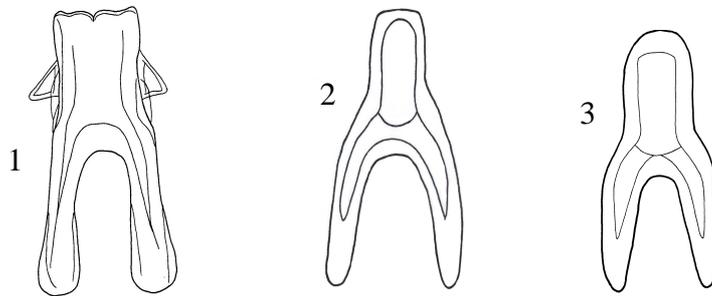


Рис. 10. Грудная фурка: 1 – *Caligus arii* (оригинал); 2 – *C. pelamydis* (оригинал); 3 – *C. bonito* (оригинал)

Fig. 10. Sternal furca: 1 – *Caligus arii* (original); 2 – *C. pelamydis* (original); 3 – *C. bonito* (original)

Многие представители семейства Pandaridae имеют так называемые адгезивные (прилипающие) пластинки, которые находятся на вентральной стороне головогруди у оснований конечностей. Полагают, что они принимают участие в фиксации копепод. Число и расположение пластин характерно для видов. Адгезивные пластины имеют бороздки. Существует корреляция между развитием адгезивных пластин и конечностей, около которых они расположены. Например, дистальный коготь вторых антенн *Echthrogaleus coleoptratus* развит слабо, а адгезивная пластина у основания этой конечности сильно развита. Некоторые представители родов (*Phyllothereus*) и виды (часть видов рода *Dinemoura*) пандарид не имеют адгезивных пластин.

Булла (непарный орган) имеется у представителей семейства Lernaeopodidae, она расположена на дистальном конце вторых максилл и выполняет фиксаторную функцию; булла погружается в ткани хозяина и состоит из рукоятки и якоря (рис. 11). Этот орган образуется из фронтальной железы, расположенной в передней части головы, секрет железы переносится в ткани хозяина при помощи вторых максилл. Форма буллы различная: шарообразная, блюдцевидная, булавовидная, звездообразная. У некоторых видов (например, у представителей родов *Dendrapta* и *Schistobrachia*) булла редуцируется, и тогда фиксация паразита осуществляется при помощи отростков, образованных вторыми максиллами; эти отростки могут древовидно ветвиться (род *Dendrapta*).

Некоторые копеподы калигоидной формы тела имеют пару мускулистых органов – присоски, которые расположены на фронтальной пластине у основания первых антенн. Эти органы аналогичны присоскам плоских червей. Они являются органами фиксации. Степень развития луночек у разных видов копепод разная; у некоторых видов края луночек плохо различимы, у других – хорошо. Кабата [8] считает, что трудно объяснить, поче-

му часть копепод с калигоидной формой тела имеет луночки, а другая – не имеет (например, представители рода *Caligus* имеют луночки, а *Lepeophtheirus* – не имеют). В то же время анализ экологии хозяев тех и других копепод показывает, что хорошо различимые края луночек имеются у видов, обитающих на быстрых пловцах, а плохо различимые – у обитающих на менее подвижных рыбах. Более того, у видов копепод, которые обитают на еще менее подвижных хозяевах, такой дополнительный орган фиксации отсутствует, например, виды подсемейства *Lepeophtheirinae*. Наличие присосок является апоморфным, а их отсутствие – плезиоморфным признаком.

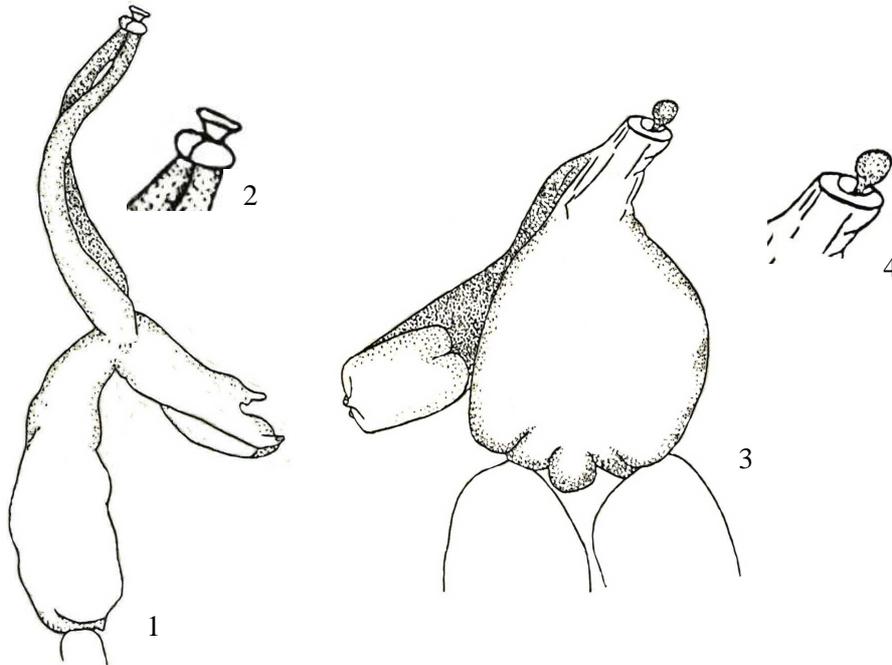


Рис. 11. Самка: 1 – *Pseudocharopinus markewitschi* [10]; 2 – дистальная часть максиллипед и булла; 3 – *Clavella adunca* (оригинал); 4 – дистальная часть максиллипед и булла (оригинал)  
 Fig. 11. Female: 1 – *Pseudocharopinus markewitschi* [10]; 2 – distal part of maxillipeds and bulla; 3 – *Clavella adunca* (original); 4 – distal part of maxillipeds and bulla (original)

Особым органом прикрепления, который имеется только у личинок некоторых паразитических копепод, является так называемая «лобная нить». При помощи этой нити личинка на стадии халимуса крепится к хозяину. Лобная нить образуется фронтальной железой.

### Выводы

Исходная форма конечности ракообразных – двуветвистая.

Первая антенна (антеннула) копепод исходно 1-ветвистая; претерпевает редукцию члеников и щетинок вплоть до полного их исчезновения; появляются новообразования в виде когтеобразных шипов и хитинизированных щетинок, участвующих в фиксации копепод к хозяину.

Вторая антенна (антенна) копепод исходно 2-ветвистая; под влиянием паразитического образа жизни она превращается в одноветвистую конечность, происходит субституция функции: из органа движения она превращается в орган фиксации. Вторая антенна принимает участие в фиксации копеподы к хозяину.

Постантеннальный отросток – новообразование у паразитических копепод, выполняет фиксаторную функцию.

Первая максилла (максиллула) исходно 2-ветвистая. У паразитических копепод она выполняет функцию осязания (лернеопоидная, эудактилиноидная формы тела) или принимает участие в фиксации паразита к хозяину (калигоидная форма тела), иногда имеет вид небольшой пластинки, вооруженной щетинками, шипами.

Вторая максилла (максилла) копепод 1-ветвиста, выполняет фиксаторную (семейства *Natschekiidae*, *Lernanthropidae*, *Dichelesthidae* и др.) или локомоторную функции (копеподы калигоидной формы тела).

Плавательные конечности. В большинстве случаев самки паразитических копепод имеют четыре пары плавательных ног, самцы – на одну пару больше; иногда конечности полностью редуцируются (лернеопоидная, некоторые копеподы со сфириоидной формой тела). Конечность состоит из 2-членикового протоподита, несущего экзоподит (внешнюю ветвь) и эндоподит (внутреннюю ветвь); исходно каждая ветвь 3-члениковая. Двухветвистые плавательные конечности (плезиоморфный признак) в процессе эволюции превращаются в одноветвистые (апоморфный признак) вплоть до их редукции; границы между члениками исчезают. Уменьшается количество члеников экзо- и эндоподитов.

Наблюдается субституция конечностей копепод (плавательная конечность выполняет фиксаторную функцию).

В процессе адаптации к паразитическому образу жизни происходят изменения в строении конечностей копепод: появляются шипы, крючья.

### Список литературы

1. Казаченко В.Н. Определитель семейств и родов паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Ч. 1. – 161 с. Ч. 2. – 253 с.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
3. Deets G.B., Benz G.W. *Eudactylinodes keratophagus* sp. nov., the first record of Eudactylinidae Kabata, 1979 (Copepoda: Siphonostomatidae) from horn sharks (*Heterodontus francisci* (Giard, 1854), and *H. mexicanus* Taylor and Castro-Aguirre, 1972) // Can. J. Zool. – 1986. – Vol. 64. – P. 2499-2502.
4. Wilson C.B. North American parasitic copepods belonging to the family Ergasilidae // Proc U. S. nat. Mus. – 1911. – Vol. 39. – P. 263-400.
5. Shiino S.M. Copepods parasitic on Japanese fishes. 16. Bomolochidae and Taeniacanthidae // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. – 1957. – Vol. 2, № 3. – P. 411-428.
6. Lewis A.G. Copepod crustaceans parasitic on teleost fishes of the Hawaiian Islands // Proc. U. S. Nat. Mus. – 1967. – Vol. 121. – P. 1-204.
7. Cressey R.F., Cressey H.B. The parasitic copepods of Indo-West Pacific Lizardfishes (Synodontidae) // Smithsonian Contribution to Zoology. – 1979. – № 296. – P. 1-71.
8. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // Ray. Soc. – 1979. – № 152. – 468 p., figs. 1-2031.
9. Piasecki W. Life cycle of *Tracheliastes maculatus* Kollar, 1835 (Copepoda, Siphonostomatoida, Lernaepodidae) // Wiadomosci Parazytologiczne. – 1989. – Т. 35, № 3. – P. 187-245.
10. Гусев А.В. Паразитические Copepoda с некоторых морских рыб // Паразитол. сб. – 1951. – Т. 13. – С. 394-463.

**Сведения об авторах:** Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vaskaz@hotmail.ru;

Самотылова Нина Николаевна, аспирант, e-mail: samotnina@gmail.com;

Choi Yu.Ch.