

УДК 57.063.7:591.341.2:594.1

## МИКРОСКУЛЬПТУРА ГЛОХИДИЕВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БЕЗЗУБОК (Unionidae: Anodontinae)

© 2016 г. Е. М. Саенко

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159

E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru

Поступила в редакцию 24.03.2015 г.

Приводятся полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии данные о микроскульптуре наружной поверхности личиночных раковин (глохидиев) представителей трех родов пресноводных беззубок: дальневосточных *Kunashiria* Starobogatov in Zatravkin, 1983 и *Sinanodonta* Modell, 1944, а также европейского *Anodonta* Lamarck, 1799. Отмечено, что представители *Anodonta* с наиболее крупными среди данных трех родов глохидиями отличаются наличием многочисленных гранул в наружной микроскульптуре личиночных раковин, более мелкие глохидии *Kunashiria* и *Sinanodonta* различаются между собой пропорциями, а также рисунками микроскульптуры: плотно-петлевидным у кунаширий и сетчатым у синанодонт.

DOI: 10.7868/S0002332916020077

Систематика пресноводных моллюсков из семейства Unionidae Fleming, 1828 остается одной из самых запутанных и неопределенных среди систематик двустворчатых моллюсков, так как основывается чаще всего на морфологических отличиях раковин взрослых моллюсков, не имеющих выраженных видоспецифичных признаков (Старобогатов, 2004). Так, по данным Графа (Graf, 2007), при разном таксономическом подходе число палеарктических видов надсемейства Unionoidea Stoliczka, 1871 колеблется от 45 видов из 16 родов до 156 видов из 34 родов. Наибольшие разногласия возникают при обсуждении достоверности выделения родов и видов беззубок (подсемейства Anodontinae Rafinesque, 1820 и Pseudanodontinae Jaekel, 1962 семейства Unionidae), чьи раковины не имеют замка, т.е. данная группа моллюсков лишена еще одного отличительного признака.

Очень показательна в этом плане история описания и изменения таксономического статуса беззубок рода *Kunashiria* Starobogatov in Zatravkin, 1983 (типовой вид *Anodonta japonica* Clessin, 1847). Первоначально сахалино-курильский род *Kunashiria* из-за сходства форм раковин с европейским родом *Pseudanodonta* Bourguignat, 1876 включили в подсемейство Pseudanodontinae, хотя все остальные дальневосточные беззубки относились к подсемейству Anodontinae (Затравкин, 1983). Позже на основе дополнительных признаков, в том числе данных по морфологии личиночных раковин (глохидиев), *Kunashiria* перевели в подсемейство Anodontinae (Богатов и др., 2002). Следующим шагом стала ревизия *Kunashiria* и *Arsenievinaia* Zatravkin et Bogatov, 1987, так как на

необходимость этого косвенно указывали данные о распространении моллюсков. Первоначально были известны беззубки рода *Arsenievinaia* только из бассейнов рек восточного склона Сихотэ-Алиня (Затравкин, Богатов, 1987; Богатов, Затравкин, 1988), в то время как *Kunashiria* были отмечены на юге о-ва Сахалина и южных Курильских о-вах (Bogatov *et al.*, 1999; Прозорова и др., 2000, 2002, 2004; Sayenko, 2001). Позже *Arsenievinaia* были обнаружены на севере о-ва Сахалина (Ивлева и др., 1998; Labay, Shulga, 1999; Саенко, Богатов, 2001), что показало отсутствие географической изоляции между представителями данных родов. В результате ревизии, включающей в себя анализ конхологических признаков взрослых раковин, глохидиев и данных по мягкому телу, род *Arsenievinaia* был сведен в синонимы с родом *Kunashiria* (Саенко и др., 2009).

В зарубежной литературе принято относить обсуждаемых беззубок к роду *Anodonta* Lamarck, 1799 (типовой вид *Mytilus cygnea* Linnaeus, 1758) (Higo, Goto, 1993; Kondo, 2008 и др.), рассматривая его как самый широко распространенный род унионид — от Британских островов до Азии, а затем через Берингов пролив от Северной Америки до побережья Атлантического океана. Это связано с тем, что на основе одних морфологических особенностей раковин невозможно разделить данную группу моллюсков на более мелкие таксоны (Graf, 2007). Ряд японских малакологов выделяют в составе рода *Anodonta* подрод *Sinanodonta* Modell, 1944 (типовой вид *Symphynota woodiana* Lea, 1834), включая в последний еще и виды *Kunashiria* (Higo, Goto, 1993). В этой связи новые признаки, например данные по морфологии ли-

Таблица 1. Коллекционный материал, используемый в работе

Вид, место сбора, дата, сборщик	N
<i>Kunashiria japonica</i> Clessin, 1874	
о-в Зеленый, оз. Утиное, 05.08.1994 г.; сб.: ЕМС, ЛАП (проба моллюсков ZE-94-EMS-31, проба глохидиев № 112/1)	1
о-в Кунашир, оз. Серебряное, 01.08.1994 г., сб. ВВБ (проба моллюсков KU-94-EMS-12, проба глохидиев К-7)	1
<i>Kunashiria haconensis</i> (Ihering, 1893)	
о-в Зеленый, оз. Каменское, 06.08.1994 г., сб. ЛАП, ЕМС, ВВБ (проба моллюсков ZE-94-EMS-43, проба глохидиев К-8)	1
о-в Зеленый, оз. Утиное, 05.08.1994 г., сб. ЕМС, ЛАП (проба моллюсков ZE-94-EMS-31, пробы глохидиев № 112/2–7)	6
о-в Кунашир, оз. Песчаное, 12.08.1999 г., сб. ЕМС, ЛАП (проба моллюсков KU-99-EMS-19b)	1
о-в Кунашир, р. Серноводка, бассейн оз. Песчаное, 12.08.1999 г., сб. ЕМС (проба моллюсков KU-99-EMS-21)	1
о-в Сахалин, оз. Сладкое, 06.09.1994 г., сб. ОПШ, ВСЛ	1
<i>Kunashiria sinanodontoides</i> Bogatov, Sayenko et Starobogatov, 1999	
о-в Итуруп, оз. Доброе, 13.08.1994 г., сб. ВВБ (проба моллюсков IT-94-EMS-09, проба глохидиев К-10); 15.08.1999 г., сб. ТВН (проба моллюсков IT-99-EMS-18a)	2
<i>Kunashiria zimini</i> (Zatravkin, Bogatov, 1987)	
Приморский край, оз. Чухуненко, 26.07.2000 г., сб. ВАР	1
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	
Польша, оз. Хамржицкое (Hamrzysko), 2009 г., сб. МС	2
<i>Sinanodonta amurensis</i> Moskvicheva, 1973	
Приморский край, р. Раздольная, 21.06.1999 г., сб. ВВБ	1

Примечание. N — число экземпляров моллюсков, у которых брали глохидии для исследования. Сборщики материала: ВАР — В.А. Раков, ВВБ — В.В. Богатов, ВСЛ — В.С. Лабай, ЕМС — Е.М. Саенко, ЛАП — Л.А. Прозорова, МС — М. Сорока (Marianna Soroka), ОПШ — О.П. Шульга, ТВН — Т.В. Никулина.

чиночных раковин, позволят решить ряд спорных вопросов систематики беззубок.

У большинства пресноводных двустворчатых моллюсков, в том числе и у беззубок, жизненный цикл включает в себя своеобразную личинку (глохидий), которая для дальнейшего метаморфоза в молодую двустворку определенное время паразитирует на рыбе. Такая особенность жизненного цикла привела к выработке как у материнских особей, так и (в большей степени) у личинок ряда приспособлений, в результате чего глохидии оказались морфологически более разнообразными и богатыми признаками, чем взрослые моллюски. Долгое время глохидии исследовали только с помощью светового микроскопа, а с учетом их очень мелких размеров (<450 мкм) доступными были в основном размерные характеристики. С появлением сканирующей электронной микроскопии были получены новые признаки. Для ряда европейских и североамериканских Unionidae (Hoggarth, 1999), а также азиатских Amblesmidae Rafinesque, 1820 (Panha, Eongprakonkeaw, 1995) было показано, что микроскульптуры наружных поверхностей створок глохидиев у

разных таксономических групп моллюсков различаются. Когда глохидии у разных видов не отличались по размерам, их можно было различать по структуре наружной поверхности створок (Panha, Eongprakonkeaw, 1995).

Известно, что раковины глохидиев состоят из двух слоев, причем внутренний толстый слой пронизан порами, однако выходы пор покрыты тонким наружным слоем (Kinzelbach, Nagel, 1986). Именно второй тонкий слой наружной поверхности формирует особую микроскульптуру. Ранее на основе исследования глохидиев европейских и североамериканских унионид были выделены следующие типы скульптуры: шероховатый (rough), бисеровидный (beaded), розетковидный (rosette), свободнопетлевидный (loose-looped), плотнопетлевидный (tight looped), петлевидный с рядами (ribbed loose-looped) и вермикулярный (vermiculate) (Hoggarth, 1999). При изучении глохидиев азиатских амблемид были выделены сетчатый (net), зернистый или гранулированный (granule), шероховатый (coarse) и сглаженный (smooth) типы скульптуры (Panha, Eongprakonkeaw, 1995). Следует отметить, что по

своему рисунку петлевидный тип скульптуры очень похож на сетчатый. Разные названия можно объяснить тем, что терминология для описания микроскульптуры глохидиев еще не разработана. Однако по ряду признаков даже внутри петлевидного (сетчатого) типа рисунка можно выделить несколько групп, что и попытался сделать Хоггарт (Hoggarth, 1999), выделяя плотно- и свободнопетлевидную микроскульптуры.

Для некоторых моллюсков было установлено, что нередко даже на одной личиночной раковине в зависимости от локализации (вблизи лигамента, в центре створки либо ближе к ее вентральному концу) характер микроструктуры может меняться (Jeong *et al.*, 1992; Hoggarth, 1999). После получения первых результатов исследования микроскульптуры глохидиальных раковин дальневосточных видов унионид также возник вопрос о возможности использования этого признака при таксономических ревизиях (Саенко, 2012а, б, 2014; Саенко, Сорока, 2013).

Объектами исследования были выбраны беззубки рода *Kunashiria*, дальневосточные представители рода *Sinanodonta* и европейские двустворчатые моллюски из рода *Anodonta*. К началу данного исследования для упомянутых выше беззубок имелись сведения по общей морфологии глохидиев шести видов кунаширий (включая *K. japonica*), трех видов синанодонт (в том числе *S. woodiana*) и *Anodonta cygnea* (Hoggarth, 1999; Саенко, 2006, 2012а; Lima *et al.*, 2006; Саенко, Сорока, 2013 и др.). Микроскульптуру глохидиев беззубок рода *Kunashiria* и дальневосточных представителей рода *Sinanodonta* ранее не исследовали, глохидии *Anodonta cygnea* из Польши не изучали, что и определило цель работы — сравнить полученные на сканирующем электронном микроскопе данные о микроскульптуре глохидиев.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы сборы моллюсков, хранящиеся в коллекции лаборатории пресноводной гидробиологии БПИ ДВО РАН (Владивосток) (табл. 1). Видовую принадлежность глохидиев устанавливали по взрослой особи, из полужабр которой их извлекали; для хранения полужабры с глохидиями фиксировали в 75%-ном этаноле. Для подготовки к работе на сканирующем электронном микроскопе глохидии очищали от мягких тканей в 5%-ном КОН. Во время этой процедуры существует риск “перечистить” раковины, когда тонкий наружный слой, формирующий микроскульптуру, удаляется. Чтобы этого не произошло, каждые полчаса глохидии проверяли под световым микроскопом. Очищенные раковины промывали несколько раз в дистиллированной воде, затем проводили через серию спиртов (80, 90, 96%), после чего крепили на столик. Напыле-

ние золотом проводили сразу после подсушивания пробы на столике, чтобы предотвратить вероятность деформации наружного слоя раковин. Микроскульптуру каждой личиночной раковины смотрели в трех точках — ближе к вентральному концу (т.е. к крючку), в центре створки (район аддуктора) и у лигамента.

Фотографии глохидиев получены на сканирующем микроскопе Zeiss EVO 40 в Центре коллективного пользования “Биология и генетическая инженерия” БПИ ДВО РАН.

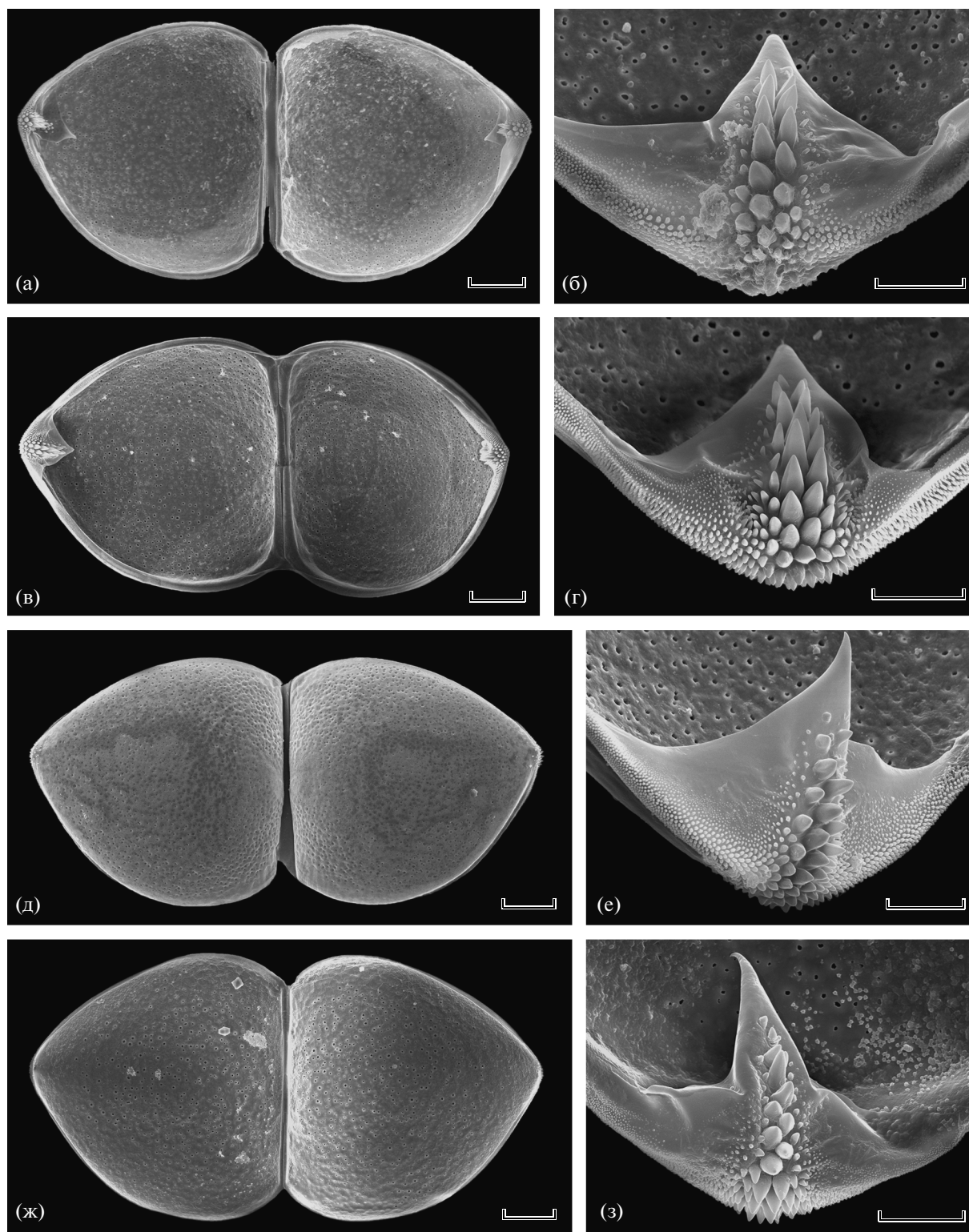
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зрелые личинки всех анодонтин имеют округло-треугольные раковины с прикрепительным аппаратом в виде крупного крючка (Hoggarth, 1999; Саенко, 2006 и др.). Вентральный угол (с крючком) смещен в сторону заднего края створки, т.е. задний край створки более короткий, чем передний.

Глохидии обсуждаемых видов различаются по форме раковин. Так, раковины *Sinanodonta* вытянуты в вертикальном направлении, т.е. высота створки глохидия всегда больше ее длины, в то время как у глохидиев *Kunashiria* и *Anodonta* высота створки раковины примерно равна ее длине (табл. 2, рис. 1, 2). Анализ мерных характеристик глохидиев показывает некоторые различия между кунашириями, синанодонтами и анодонтами (табл. 2). По размерам (высоте, ширине) глохидии трех родов не сильно различаются между собой: самые мелкие (250–280 мкм) у *S. amurensis*, 245–307 мкм у видов рода *Kunashiria* и наиболее крупные (300–340 мкм) у *A. cygnea* (табл. 2). Глохидии *Kunashiria* имеют самые мелкие крючки (24–37% высоты створки), у *S. amurensis* и *A. cygnea* относительные размеры крючков составляют 36–38 и 37–41% соответственно (табл. 2). Глохидиальные крючки у всех обсуждаемых беззубок покрыты крупными макрошипами, которые располагаются в 1 (у вершины стилета)—3 (у основания крючка) диагональных ряда (рис. 1, 2).

О наиболее четких различиях обсуждаемых групп моллюсков свидетельствуют данные по микроскульптуре наружной поверхности глохидиальных створок. Микроскульптуру глохидиев всех изученных *Kunashiria* можно отнести к петлевидному (сетчатому) типу (рис. 3), хотя ближе к вентральному концу створок и у лигамента ее можно было отнести к промежуточному типу между петлевидным и вермикулярным (рис. 3а, б). В центральной части створок петли очень плотные, хаотичные, не структурированные (рис. 3в, г). Гранулы полностью отсутствуют.

Микроскульптура глохидиев *S. amurensis* и *A. cygnea* оказалась одинаковой по всей поверхности створок и, как у кунаширий, относилась к от-



**Рис. 1.** Внешний вид раковин и крючков глохидиев *Kunashiria*. а, б – *K. japonica* (Курильские о-ва, Зеленый, оз. Утинное), створки изнутри; в, г – *K. haconensis* (Курильские о-ва, Кунашир, оз. Песчаное), створки изнутри; д, е – *K. sinanodontoides* (Курильские о-ва, Итуруп, оз. Доброе), створки снаружи; ж – *K. zimini* (Приморский край, оз. Чухуненко); з – *K. haconensis* (о-в Сахалин, оз. Сладкое), створки снаружи. Масштаб: 50 (а, в, д, ж) и 20 мкм (б, г, е, з).

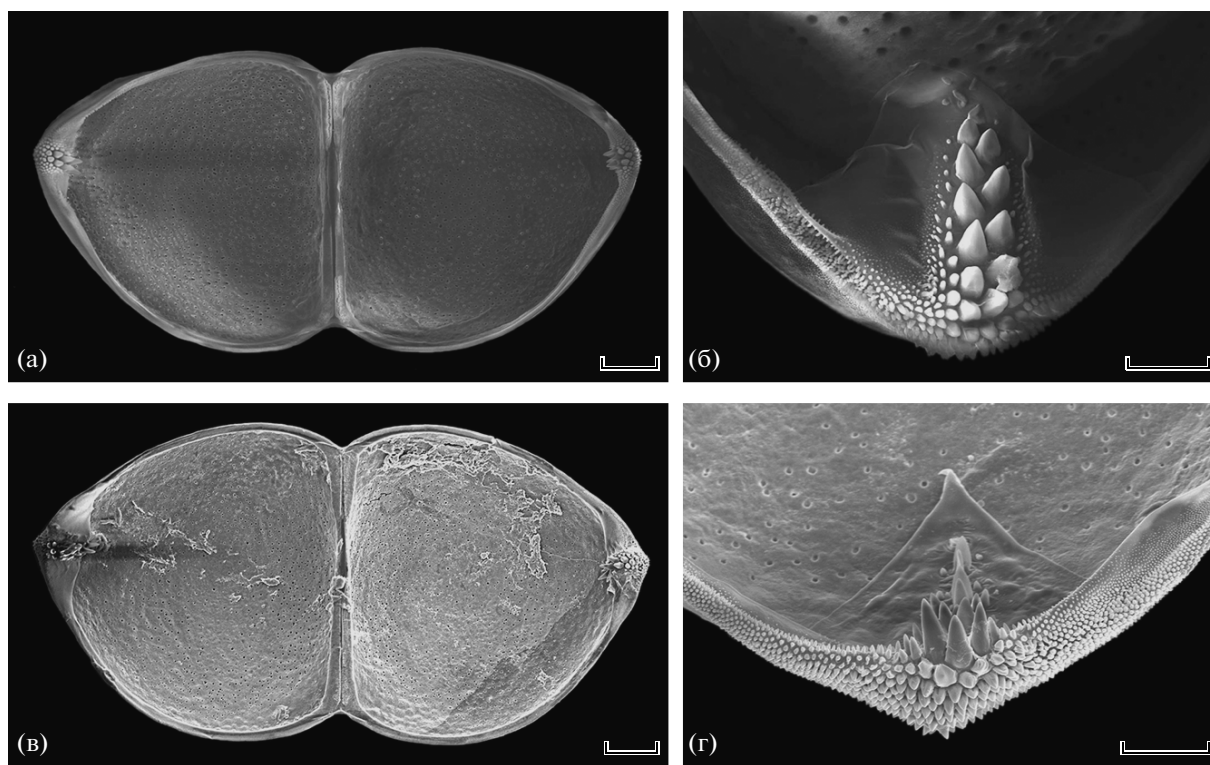
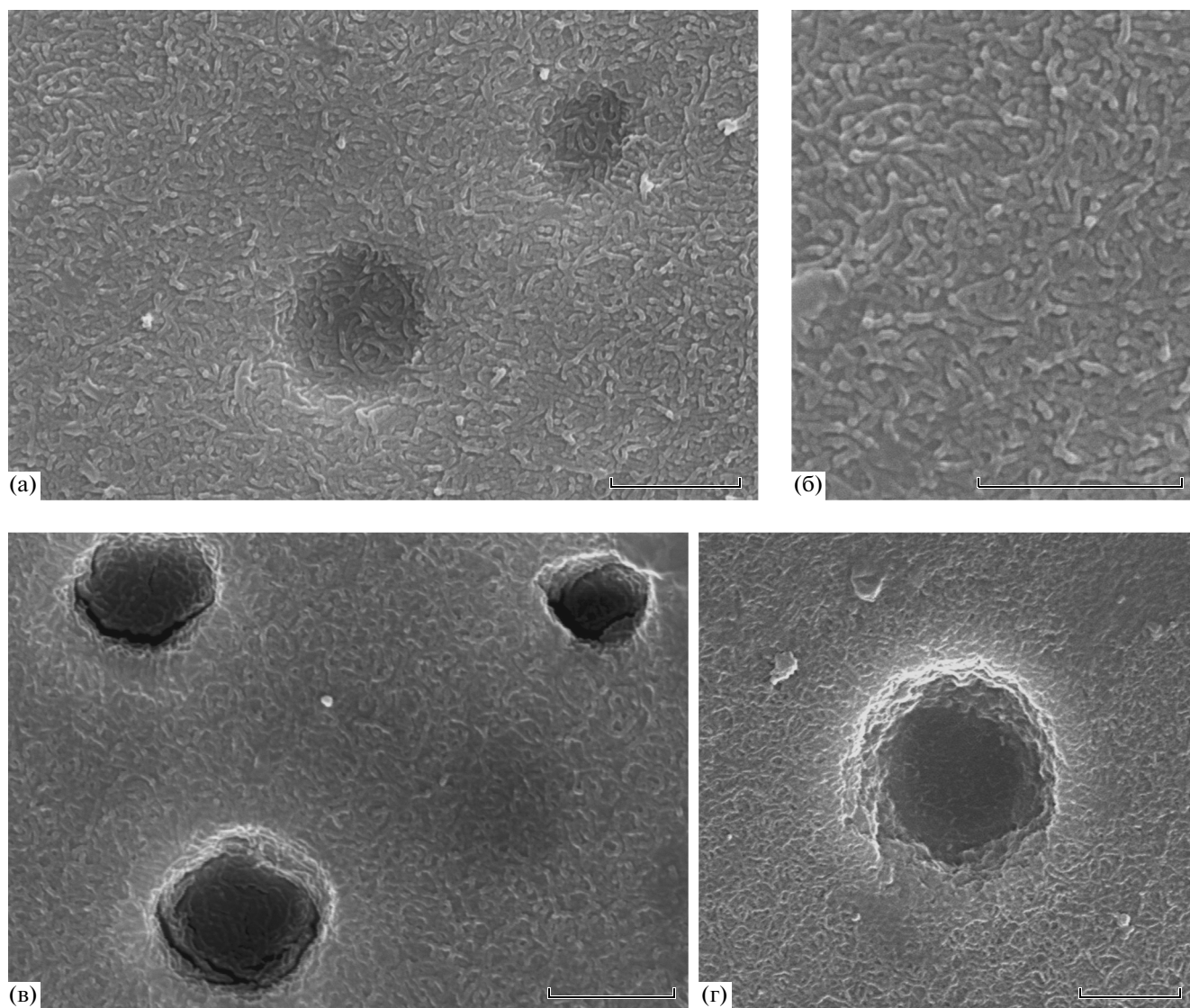


Рис. 2. Внешний вид раковин и крючков глосидиев. а, б — *Sinanodonta amurensis* (Приморский край, р. Раздольная), створки изнутри; в, г — *Anodonta cygnea* (Польша, оз. Хамжицкое), створки изнутри. Масштаб: 50 (а, в) и 20 мкм (б, г).

Таблица 2. Характеристика микроскульптуры наружной поверхности створок глосидиев *Kunashiria*, *Sinanodonta* и *Anodonta* (новые и опубликованные данные)

Вид	Тип микроскульптуры	Гранулы	Толщина скульптурных линий, мкм	Источник
<i>K. japonica</i> , <i>K. sinanodontoides</i> (Курильские о-ва); <i>K. haconensis</i> (Курильские о-ва, Сахалин); <i>K. zimini</i> (Приморье)	Плотнопетлевидный на основной части створки; промежуточный между петлевидным и вермикулярным у вентрального конца створки и лигамента	Отсутствуют	0.07–0.08	Новые данные
<i>S. amurensis</i> (Приморье)	Сетчатый (петлевидный) по всей поверхности створки	Отсутствуют	0.07	Новые данные
<i>S. likharevi</i> (Приморье); <i>S. woodiana</i> (Япония, Польша)	Сетчатый (петлевидный) по всей поверхности створки	Отсутствуют	0.07	Саенко, 2014
<i>A. cygnea</i> (Польша)	Свободнопетлевидный по всей поверхности створки	Многочисленные	0.07–0.11	Новые данные
<i>A. cygnea</i> (Португалия)	Свободнопетлевидный	Многочисленные	0.07–0.11	Lima <i>et al.</i> , 2006, fig. 5
<i>A. cygnea</i> (Бельгия)	Свободнопетлевидный (loose-looped)	—	0.09–0.11	Hoggarth, 1999, fig. 4

Примечание. “—” — отсутствие данных.



**Рис. 3.** Микроскульптура наружной поверхности раковин глохидиев *Kunashiria*. а, б — *K. haconensis* (Курильские о-ва, Кунашир, оз. Песчаное), у лигамента; в — *K. haconensis* (Курильские о-ва, Кунашир, р. Серноводка), центр створки; г — *K. japonica* (Курильские о-ва, Кунашир, оз. Серебряное), центр створки. Масштаб: 2 мкм; для рис. 3 и 4.

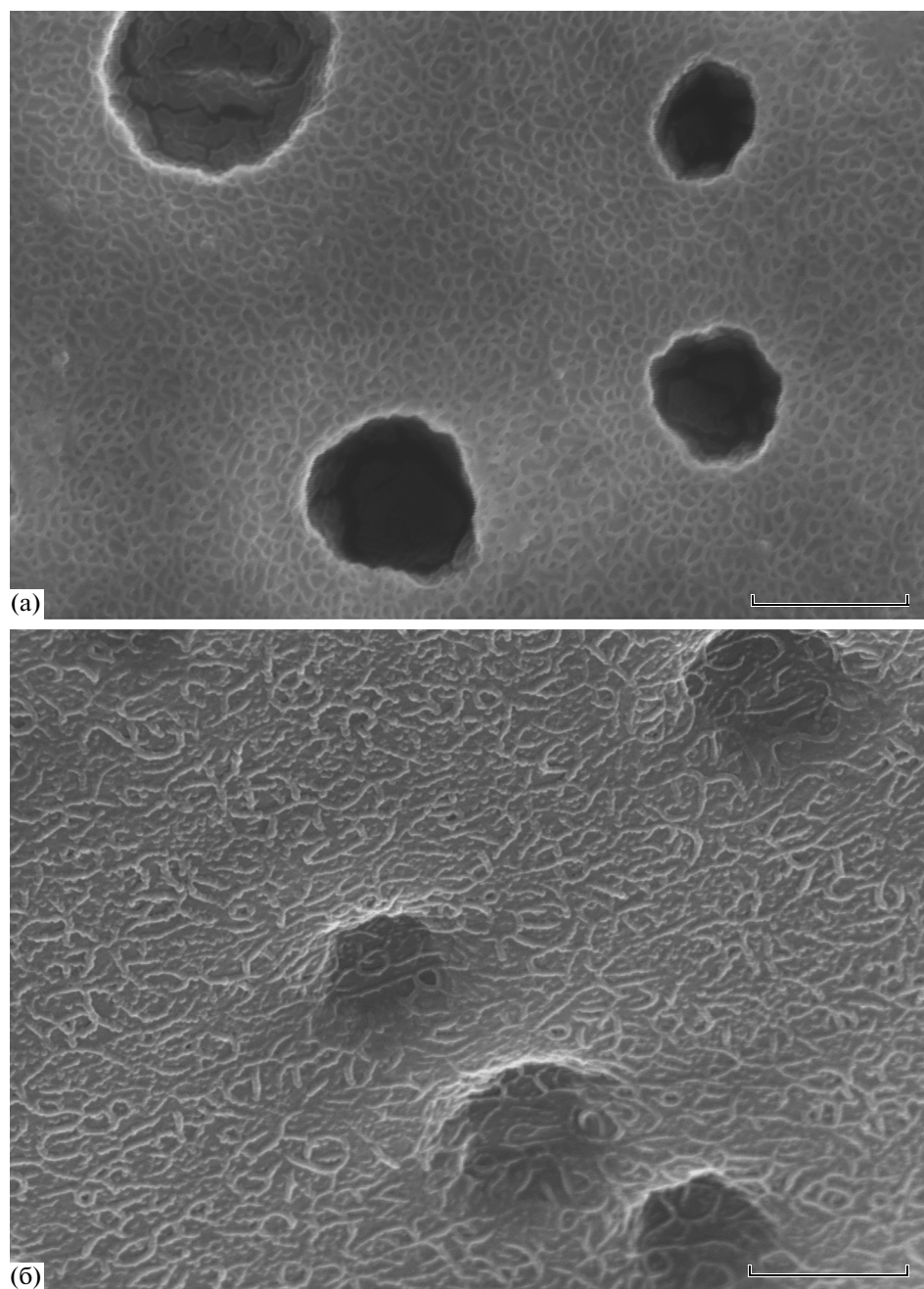
четливо выраженному петлевидному (сетчатому) типу. Скульптура наружной поверхности глохидиальных створок *S. amurensis* состояла из выпуклых перекрывающихся петлеобразных линий, формирующих мелкоячеистую структуру (рис. 4а). Средняя толщина линий составила 0.07 мкм; гранулы полностью отсутствовали. Аналогичный рисунок микроскульптуры был отмечен у *S. likharevi* Moskvicheva, 1973 из Приморья и *S. woodiana* (Lea, 1834) из Японии и Польши (Саенко, 2014).

Микроскульптура глохидиев *A. cygnea* состоит из выпуклых хаотичных свободнопетлевидных линий, имеются многочисленные гранулы (рис. 4б), толщина скульптурных линий 0.07–0.11 мкм. Согласно опубликованным данным глохидии *A. cygnea* из Португалии (Lima *et al.*, 2006) и Бельгии (Hoggarth,

1999) имели такой же рисунок микроскульптуры, как и обсуждаемые глохидии *A. cygnea* из Польши.

Одинаковый рисунок микроскульптуры, отмеченный внутри родов *Sinanodonta* или *Kunashiria*, а также для вида *Anodonta cygnea* из разных районов обитания, свидетельствует о стабильности данного признака. Беззубок Японских, Курильских островов и о-ва Сахалина по форме взрослых раковин достаточно четко можно разделить на две группы. В первую группу входят виды рода *Sinanodonta* с крупными раковинами, имеющими явно развитое крыло. Вторая группа, а именно виды, объединяемые в род *Kunashiria*, включает в себя более мелкие по размерам раковины со слабо выраженным крылом. При этом ювенильные формы некоторых *Kunashiria* своим высоким и резко





**Рис. 4.** Микроскульптура наружной поверхности глохидиев (центр створок). а — *Sinanodonta amurensis* (Приморский край, р. Раздольная), б — *Anodonta cygnea* (Польша, оз. Хамжицкое).

выступающим крылом напоминают ювенильные формы *Sinanodonta* (именно из-за такой особенности вид *Kunashiria sinanodontoides* получил свое название). Отличия только по форме взрослых раковин было недостаточно для деления моллюсков на таксоны, поэтому обе группы беззубок объединяли, оставляя их в лучшем случае как подрод *Sinanodonta* в составе рода *Anodonta* (Higo, Goto, 1993). Различия микроскульптур глохидиев у *Kunashiria* и *Sinanodonta* (табл. 3) служат допол-

нительным доказательством правильности разделения данных моллюсков.

Суммируя данные по морфологии глохидиев трех родов, можно кратко охарактеризовать их различия между собой. Глохидии *Anodonta* наиболее крупные, имеют свободнопетлевидный рисунок наружной микроскульптуры с многочисленными гранулами. Более мелкие глохидии *Kunashiria* и *Sinanodonta* различаются между собой пропорциями (личиночные раковины синано-

Таблица 3. Морфометрические характеристики изученных глохидиев, мкм

Место сбора	Высота глохидия ( <i>H</i> )	Длина глохидия ( <i>L</i> )	Длина лигamenta ( <i>lig</i> )	Длина крючка ( <i>h</i> )	<i>h/H</i>	<i>H/L</i>	<i>lig/L</i>
<i>Kunashiria japonica</i>							
оз. Утиное, о-в Зеленый	264.2–292.7 274.2 ± 10.8	242.8–299.9 268.5 ± 12.43	199.9–214.2 204.4 ± 6.25	78.6–100 93 ± 8.06	0.28–0.35 0.32 ± 3.42	0.95–1.06 1.02 ± 0.3	0.74–0.81 0.76 ± 0.02
оз. Серебряное, о-в Кунашир	271.3–285.6 279.7 ± 5.05	271.3–285.6 279.9 ± 4.76	207.1–214.2 209.8 ± 3.7	—	—	0.95–1.03 1 ± 0.02	0.73–0.77 0.75 ± 0.01
<i>Kunashiria haconensis</i>							
оз. Каменское, о-в Зеленый	278.5–307 289.5 ± 7.02	278.5–299.9 286.7 ± 5.64	207.1–228.5 216.8 ± 6.26	—	—	0.98–1.05 1.01 ± 0.02	0.73–0.78 0.76 ± 0.01
оз. Утиное, о-в Зеленый	264.2–292.7 284.8 ± 7.38	264.2–299.9 282.8 ± 7.01	199.9–221.3 213.8 ± 6.66	64.3–100 83.3 ± 11.04	0.24–0.33 0.29 ± 3.39	0.95–1.05 1.01 ± 0.02	0.7–0.81 0.76 ± 0.02
оз. Песчаное, о-в Кунашир	271.3–285.6 278.6 ± 7.35	271.3–285.6 279.6 ± 6.07	199.9–214.2 211.6 ± 5	78.5–96.4 88 ± 4.2	0.28–0.35 0.32 ± 1.68	0.95–1.03 1 ± 0.03	0.73–0.77 0.76 ± 0.02
р. Серноводка, о-в Кунашир	271.3–307 285.6 ± 8.95	271.3–299.9 281.4 ± 8.03	199.9–235.6 215.5 ± 7.43	78.5–100 85.1 ± 5.09	0.25–0.33 0.3 ± 1.74	0.95–1.03 1 ± 0.03	0.72–0.8 0.77 ± 0.02
оз. Сладкое, о-в Сахалин	278.5–292.7 286.5 ± 5.93	264.2–299.9 283.4 ± 5.23	210.6–214.2 212.4 ± 2.08	78.6–107.1 94.6 ± 10.89	0.28–0.37 0.33 ± 0.03	0.95–1.05 1.01 ± 0.03	0.78–0.81 0.8 ± 0.01
<i>Kunashiria sinanodontoides</i>							
оз. Доброе, о-в Итуруп	260.1–292.7 280.8 ± 12.85	260–290 278.1 ± 6.99	210–225 216.3 ± 3.72	70–97.5 86.1 ± 9.04	0.25–0.34 0.3 ± 0.03	0.90–1.1 0.98 ± 0.05	0.74–0.85 0.78 ± 0.02
<i>Kunashiria zimini</i>							
оз. Чухуненко, Приморский край	271.3–285.6 279.5 ± 5.34	271.3–285.6 279.2 ± 5.27	192.8–207.1 206.3 ± 6.63	—	—	0.98–1.03 1 ± 0.02	0.71–0.76 0.74 ± 0.02
<i>Anodonta cygnea</i>							
оз. Хамржицкое, Польша	300–330 314 ± 9.22	310–340 323.8 ± 4.63	240–270 257 ± 10.61	117.5–130 123.2 ± 4.64	0.37–0.41 0.38 ± 0.01	0.93–1.03 0.98 ± 0.03	0.75–0.84 0.8 ± 0.01
<i>Sinanodonta amurensis</i>							
р. Раздольная, Приморский край	264.2–278.5 271 ± 5.66	253.8–264.2 258.6 ± 3.58	199.9–214.2 201.8 ± 6.63	96.4–100 99.3 ± 1.44	0.36–0.38 0.37 ± 0.01	1.02–1.07 1.04 ± 0.02	0.76–0.81 0.79 ± 0.02

Примечание. Над чертой — пределы изменчивости каждого признака; под чертой — среднее арифметическое ± стандартное отклонение. “—” — отсутствие промеров крючков из-за их сильной деформации.

донт вентрально вытянуты), а также рисунком микроскульптуры: плотнопетлевидным у кунаширий и сетчатым у синанодонт.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богатов В.В., Затравкин М.Н. Новые виды отряда Unioniformes (Mollusca: Bivalvia) южной части советского Дальнего Востока // Систематика и фауна брюхоногих, двустворчатых и головоногих моллюсков. Л.: Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1988. Т. 187. С. 155–168.
- Богатов В.В., Саенко Е.М., Старобогатов Я.И. О систематическом положении рода *Kunashiria* (Bivalvia, Unioniformes) // Зоол. журн. 2002. Т. 81. № 5. С. 521–528.
- Затравкин М.Н. Unionoidea фауны СССР и их роль как промежуточных хозяев и элиминаторов трематод // Моллюски. Систематика, экология и закономерности распространения. Л.: Наука, 1983. Сб. 7. С. 40–44.
- Затравкин М.Н., Богатов В.В. Крупные двустворчатые моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. 153 с.
- Ивлева И.В., Лабай В.С., Расщепкина Е.В., Штырц Л.А., Шульга О.П. Сообщества зообентоса озера Сладкое // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. Т. 2. Южно-Сахалинск: СахНИИ рыбного хоз-ва и океанографии, 1998. С. 95–100.
- Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Новые данные по фауне пресноводных моллюсков острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин. Матер. Междунар. сахалинск. проекта. Ч. 1. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 138–144.
- Прозорова Л.А., Саенко Е.М., Богатов В.В. Пресноводные двустворчатые моллюски Курильских остро-



- вов // Моллюски: проблемы систематики, экологии и филогении. 4 (13) Совещ. по изучению моллюсков (наземных, пресноводных и морских). СПб.: ЗИН РАН, 2000. С. 118–120.
- Прозорова Л.А., Саенко Е.М., Богатов В.В. Пресноводные моллюски // Растительный и животный мир Курильских островов. Матер. Междунар. курилск. проекта. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 82–85.
- Саенко Е.М. Морфология глохидиев беззубок (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) фауны России. Владивосток: Дальнаука, 2006. 72 с.
- Саенко Е.М. Новые данные по морфологии глохидиев беззубок рода *Kunashiria* (Южные Курильские острова) // Растительный и животный мир островов северо-западной части Тихого океана. Матер. Междунар. курилск. и Междунар. сахалинск. проектов. Владивосток: Дальнаука, 2012а. С. 169–178.
- Саенко Е.М. Новые данные по микроструктуре личиночных раковин унионид (Bivalvia: Unionidae) с о-ва Хонсю, Япония // Современные исследования в биологии: Матер. I Всерос. науч. конф. Владивосток: БПИ ДВО РАН, ДВФУ, 2012б. С. 233–236.
- Саенко Е.М. Данные о микроскульптуре личиночных раковин беззубок (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) // Чтения памяти проф. В.Я. Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 585–593.
- Саенко Е.М., Богатов В.В. Новые сведения о беззубках острова Сахалин // Зоол. журн. 2001. Т. 80. № 11. С. 1297–1301.
- Саенко Е.М., Сорока М. Морфология глохидиев беззубок *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia: Unionidae) из Польши // Бюл. ДВМО. 2013. Вып. 17. С. 214–223.
- Саенко Е.М., Богатов В.В., Зайкин Д.В. О систематическом положении дальневосточных родов *Kunashiria* и *Arsenievinaia* (Bivalvia, Unionidae) // Зоол. журн. 2009. Т. 88. № 11. С. 1298–1310.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины / Под ред. Богатова В.В., Цалолихина С.Я. СПб.: Наука, 2004. С. 9–491.
- Bogatov V.V., Sayenko E.M., Starobogatov Ya.I. Anodontin bivalves of the genus *Kunashiria* Starobogatov from the Southern Kuril Islands, with descriptions of two new species // *Ruthenica*. 1999. V. 9. № 1. P. 57–62.
- Graf D. Palearctic freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) diversity and the comparative method as a species concept // *Proc. Acad. Natl. Sci. USA*. 2007. V. 156. № 1. P. 71–88.
- Higo S., Goto Y. A systematic list of molluscan shells from the Japanese Islands and the adjacent areas. Osaka: Kairu shuppansha, 1993. 148 p.
- Hoggarth M.A. Descriptions of some of the glochidia of the Unionidae (Mollusca: Bivalvia) // *Malacologia*. 1999. V. 41. № 1. P. 1–118.
- Jeong K.-H., Min B.-J., Chung P.-R. An anatomical and ultrastructural study of the glochidium of *Anodonta arcuiformis* // *Malacol. Rev.* 1992. V. 25. P. 71–79.
- Kinzelbach R.K., Nagel K.-O. Redescription of the glochidium of *Pseudanodonta complanata* (Bivalvia, Unionidae) // *Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins*. Bd 28. Hamburg: L. Friederichsen (NF), 1986. S. 65–74.
- Kondo T. Monograph of Unionoida in Japan (Mollusca: Bivalvia). Tokyo: Special Publ. Malacol. Soc. Jpn, 2008. № 3. 69 p.
- Labay V.S., Shulga O.P. Two new species and a new subspecies of large Bivalvia (Unionidae) from fresh waters of Sakhalin Island // *Ruthenica*. 1999. V. 9. № 1. P. 77–80.
- Lima P., Kovitvadhi U., Kovitvadhi S., Machado J. *In vitro* culture of glochidia from the freshwater mussel *Anodonta cygnea* // *Invertebr. Biol.* 2006. V. 125. № 1. P. 34–44.
- Panha S., Eongprakornkeaw A. Glochidium shell morphology of Thai amblemid mussels // *Venus (Jap. J. Malacol.)*. 1995. V. 54. P. 225–236.
- Sayenko E.M. Anodontin bivalves of the Kuril Archipelago and the adjacent area // *Abstracts of the International Symposium on Kuril Island Biodiversity*, Sapporo: Hokkaido Univ. Museum, JSPS-NSF, 2001. P. 27.

## The Microsculpture of Glochidia of Some Anodontine Bivalves (Unionidae)

E. M. Sayenko

*Institute of Biology and Soil Science, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022 Russia*  
e-mail: sayenko@ibss.dvo.ru

Glochidia of three freshwater anodontine bivalves: *Kunashiria* Starobogatov in Zatravkin, 1983, *Sinanodonta* Modell, 1944, from the Far East, and *Anodonta* Lamarck, 1799, were investigated by scanning electron microscopy. Data on the microsculpture of the outer surface of glochidial valves are given. Among the three genera discussed, the glochidia of *Anodonta* are the largest, with a loose-looped outer microsculpture and numerous granules. The glochidia of *Kunashiria* and *Sinanodonta* differ by the valve height–length proportions and some details of the outer microsculpture: glochidia of *Kunashiria* have a tight-looped outer sculpture while the glochidia of *Sinanodonta* have a loose-net outer sculpture.