

УДК 581.4: 582.261.1(282.256.1)

М.В. УСОЛЬЦЕВА, Е.В. ЛИХОШВАЙ

Лимнологический ин-т СО РАН,

664033 Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, Россия

ТОНКОЕ СТРОЕНИЕ ПАНЦИРЕЙ ВИДОВ РОДА *AULACOSEIRA* THWAITES (*BACILLARIOPHYTA*) ИЗ РЕКИ ОБЬ (РОССИЯ)

Измерены морфологические параметры и изучено тонкое строение панцирей видов *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *A. ambigua* (Grunow) Simonsen, *A. subarctica* (O. Müller) Haworth. и *A. islandica* (O. Müller) Simonsen из летнего фитопланктона р. Обь. Изогнутая форма была отмечена только для вида *A. ambigua*, которая по тонкому строению от типовой не отличалась. Вид *A. islandica* в р. Обь отличается от представителей из водоемов Северной Америки, Европы и оз. Байкал по количеству, расположению и форме двугубых выростов. Выявлено его наибольшее сходство с дальневосточной популяцией и видом *A. pseudoislandica* из плейстоценовых отложений Камчатки.

Ключевые слова: р. Обь, *Aulacoseira*, тонкое строение панцирей, двугубые выросты.

Введение

Река Обь – одна из крупнейших рек мира, протекает по Западно-Сибирской низменности, имеет густую и разветвленную речную сеть (рис. 1). Альгофлора реки представляет собой сложный комплекс видов различного времени происхождения, эволюция которых проходила на фоне неоднократных изменений условий обитания при смене геологических эпох (Науменко, 1996). Впервые створки диатомей неогенового возраста в отложениях Западно-Сибирской низменности обнаружил А.А. Ларищев в 1937 г. в бассейне р. Назыма в угленосных породах. В дальнейших исследованиях в результате анализа нескольких отложений в разрезе Тарской скважины и обнажений по правобережью р. Оби, ниже устья р. Карымкары (Возженникова, 1960), а также обнажений и керн скважин по правобережью р. Нижней Оби у с. Подгорного (Рубина, 1968) были выявлены характерные комплексы диатомовых водорослей для разного времени и определены этапы их эволюции. Значительное место на этой территории, начиная с олигоцена, занимали виды рода *Aulacoseira* Thwaites, свидетельствуя о глубоких и пресных водоемах. Так, в результате анализа отложений журавской свиты показано, что в позднем олигоцене-раннем миоцене доминировали грубопанцирные виды *Aulacoseira* с прямыми и изогнутыми формами – *A. praeislandica* (Jousé) Simonsen, *A. praegracula* (Jousé) Simonsen, которые к концу миоцена вымерли (Возженникова, 1960; Рубина, 1968). В конце миоцена – в плиоцене диатомовая флора радикально изменилась, в ее составе были виды рода *Aulacoseira*, один из которых сохранился в р. Обь (*A. granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen), а другие, по мнению А.П. Жузе (1952), в современных водоемах Западно-Сибирской низменности не встречаются, но сохра-

© М.В. Усольцева, Е.В. Лихошвай, 2007

нились в других водоемах Евразии. Это *A. baicalensis* (K. Meyer) Simonsen и *A. italica* (Ehrenberg) Simonsen. По данным этого же автора, *A. islandica* f. *curvata* являлась постоянным элементом флоры дочетвертичного и позднеледникового возраста Западной Сибири, а в последледниковых отложениях и современных водоемах на этой территории не встречается.

Современный фитопланктон р. Обь весьма разнообразен и представлен на сегодняшний день 905 видами, разновидностями и формами, среди которых 396 видов составляют диатомовые водоросли (Науменко, 1996). В настоящее время виды рода *Aulacoseira* в современных условиях в Оби, Иртыше и многих других сибирских реках составляют 50-90 % биомассы фитопланктона. В результате многолетних наблюдений Ю.В. Науменко (1996) выявил виды, развивающиеся в фитопланктоне Оби в массе: *A. italica*, *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *A. alpigena* (Grunow) Krammer и сопутствующие им виды: *A. ambigua* (Grunow) Simonsen, *A. distans* (Ehrenberg) Simonsen, *A. subarctica* (O. Müller) Haworth, *A. lirata* (Ehrenberg) R. Ross, *A. valida* (Grunow) Krammer и *A. islandica* (O. Müller) Simonsen. Последний вид автор отмечает как плющен-раннеплейстоценовый реликт. Интересным фактом является обнаружение этим автором изогнутых форм для трех видов: *A. granulata*, *A. ambigua* и *A. italica*.

Из литературных данных следует, что диатомовая флора р. Обь имеет древнее происхождение и вызывает интерес в плане изучения детального строения панцирей с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и сравнения их с современными видами из других водоемов. В настоящее время с помощью СЭМ описан только один представитель рода *Aulacoseira* из р. Обь – *A. ambigua* f. *curvata* (Skabitsch.) Genkal, но диагноз его очень краткий (Генкал, Семенова, 1989).

Целью данной работы было изучение тонкого строения панцирей видов рода *Aulacoseira* из р. Обь с помощью СЭМ.

Материалы и методы

Нами были исследованы качественные пробы фитопланктона, отобранные в районе Нижней Оби (напротив г. Лабитнанги) и Обской губы (напротив порта Новый) 20-21 августа 2000 г. (см. рис. 1). Пробы отбирали сетью Джели из шелкового сита № 70 (6000-6500 ячеек на 1 см²) и фиксировали 70 %-м этанолом. Образцы обрабатывали 30 %-й перекисью водорода при температуре 75 °С в течение 3 ч, трехкратно отмывали дистиллированной водой с последующим центрифугированием. Для изучения ультраструктуры внутренней стороны панцирей створки ломали раздавливанием капли с материалом между двумя покровными стеклами, затем их наносили на столик для (СЭМ), напыляли золотом в вакуумной установке SDC 004 (BALZERS) и исследовали с помощью СЭМ Philips SEM 525M при увеличении 1 300-16 000.

Результаты

Род *Aulacoseira* в летнем фитопланктоне как Нижней Оби, так и Обской губы был представлен следующими таксонами: *A. granulata*, *A. granulata* var. *angustissima*, *A. ambigua*, *A. ambigua* f. *curvata*, *A. subarctica*, *A. islandica*.

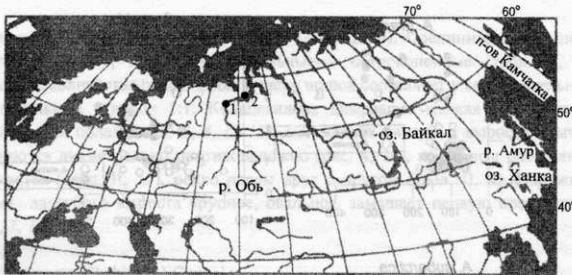


Рис. 1. Место отбора проб в районе Нижней Оби (1) и Обской губы (2).

С помощью СЭМ были измерены морфологические параметры панцирей (рис. 2) и изучены элементы их тонкого строения (табл. I-VII). Створки видов *Aulacoseira* из фитопланктона Нижней Оби морфологически не отличались от створок этих же видов в Обской губе.

Основная часть створок *A. granulata* в координатах количество ареол в 100 мкм^2 загиба створки и соотношение высота/диаметр створки формировала плотный кластер (см. рис. 2, а). Встречались также створки с высоким загибом и большим диапазоном по плотности ареол, соответствующие *A. granulata* var. *angustissima*.

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

Melosita granulata Ehrenberg

Панцири цилиндрические, прямые, изогнутых нет (табл. I). Лицевая часть разделительной створки плоская (табл. I, 2). Высота загиба створки 8-14,5 мкм, диаметр 5,5-15 мкм. Соотношение высота/диаметр составляет 0,7-4,3. Число рядов ареол в 10 мкм загиба створки – 10-14, ареол в 10 мкм ряда – 6-14. Ареолы на загибе створки крупные, округло-квадратные располагаются на соединительных створках слегка наклонными вправо рядами (табл. I, 1), на разделительных створках – прямыми рядами (табл. I, 3-6). Велум – сеть с поддерживающими структурами в виде ребер (табл. I, 13). Соединительные шипы треугольные, слегка выемчатые (табл. I, 11), разделительные шипы остроконечные разной длины (табл. I, 2-6, 7). Соотношение количества рядов ареол к числу шипов у соединительных створок 1:1, у разделительных – 2:1. Поверхность загиба створки покрыта гранулами (табл. I, 11). Кольцевидная диафрагма мелкая (табл. I, 10, 13-16). Двугубые выросты в виде изогнутого стебля (табл. I, 12). На соединительных створках два двугубых выроста располагаются на одном уровне вблизи кольцевидной диафрагмы (табл. I, 10) либо один из них смещен на загиб (табл. I, 13). На разделительных створках имеются 1-2 двугубых выроста вблизи лицевой части створки (табл. I, 15, 16) либо один вырост находится у лицевой части створки, другой – вблизи кольцевидной диафрагмы (табл. I, 14). Наружное отверстие двугубого выроста мелкое, круглое, не связано с ареолой (табл. I, 1, 3-6), открывается на соединительных створках в районе первой – третьей ареолы ряда (табл. I, 1), на разделительных створках – у основания коротких разделительных шипов (табл. I, 5, 6), между шипами (табл. I, 3, 4) или в пазах разделительных шипов (табл. I, 3).

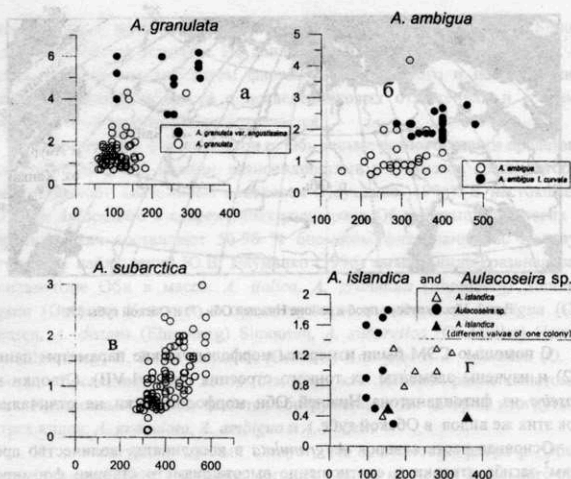


Рис. 2. Распределение створок в координатах: количество ареол в 100 мкм^2 загиба створки к соотношению высота/диаметр створки: *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen (а), *A. ambigua* (Grunow) Simonsen (б), *A. subarctica* (O. Müller) Haworth (в), *A. islandica* (O. Müller) Simonsen, *Aulacoseira* sp. (г).

var. angustissima (O. Müller) Simonsen

Высота загиба створки 11-20 мкм, диаметр 2-5 мкм. Соотношение высота/диаметр составляет 3,3-6,2. Ареолы более мелкие, чем у вида, располагаются плотнее (табл. I, 7, 8). На загибе створки число рядов ареол в 10 мкм составляет 15-20, ареол в 10 мкм – 15-20. Велум типа роты и волю (табл. I, 9).

Прямые и изогнутые створки *A. ambigua* в координатах плотность ареол в 100 мкм^2 и соотношения высота/диаметр створки формировали две группы с переходными формами (рис. 2, б), створки которых различались как по соотношению высота/диаметр створки, так и по плотности ареол. Изогнутые формы формировали кластер в области створок с соотношением высота/диаметр створки $> 1,5$ и с большей плотностью ареол (> 280 ареол/ 100 мкм^2).

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen

Melosira crenulata var. *ambigua* Grunow in Van Heurck

Melosira ambigua (Grunow) O. Müller

Пандири цилиндрические, прямые (табл. II, 1, 2). Лицевая часть соединительных створок плоская, без ареол (табл. II, 3, 4). Высота загиба створки 6-17 мкм, диаметр 3-13 мкм. 12-20 рядов ареол в 10 мкм загиба створки и 12-20 ареол в 10 мкм ряда. Соотношение высота/диаметр составляет 0,6-2,2 (4,2). На загибе створки ареолы округло-четырёхугольные, более крупные у шипов,

располагаются наклонными вправо рядами (табл. II, 6). Соединительные шипы выемчатые (рис. 4, 5, 6), разделительные — остроконечные (табл. II, 7). Соотношение количества рядов ареол к числу шипов составляет у соединительных и разделительных створок 1:1. Кольцевидная диафрагма мелкая или средней глубины, внутри полая (табл. II, 8, 11-15). 2-3 сидячих двугубых выроста обычно располагаются диаметрально противоположно (рис. 4, 10), на равном расстоянии друг от друга (табл. II, 12), редко рядом друг с другом (табл. II, 4). Наружное отверстие двугубого выроста крупное, овальное, замещает первую ареолу ряда (табл. II, 7, 10, 12).

f. *curvata* (Skabitsch.) Genkal

Панцири цилиндрические, изогнутые по центральной оси (табл. II, 1, 2, 9, 10). Высота загиба створки 8-11 мкм, диаметр 4-5,5 мкм. 16-24 ряда ареол в 10 мкм загиба створки и 18-25 ареол в 10 мкм ряда. Соотношение высота/диаметр составляет 2,3-2,7. По другим признакам строения створок изогнутые формы от прямых не отличаются (табл. II, 11, 13).

Обнаруженные нами створки отличаются от диагноза С.И. Генкала меньшим диаметром створки (4-5,5 против 5,4-7,5), большей вариабельностью количества рядов ареол в 10 мкм загиба створки (16-24 против 10-15) и количества ареол в 10 мкм (18-25 против 20).

Aulacoseira subarctica (O. Müller) Haworth

Melosita italica* ssp. *subarctica O. Müller

Aulacoseira italica* ssp. *subarctica (O. Müller) Simonsen

Панцири *A. subarctica* цилиндрические, прямые с короткими или длинными створками разного диаметра (табл. III, 1). На загибе некоторых створок видна ступенька (табл. III, 2). Лицевая часть створки плоская с беспорядочно расположенными ареолами по всей поверхности (табл. III, 3) или только по периферии (табл. III, 4, 5). Высота загиба створок 2,5-10 мкм, диаметр 5-10 мкм. Количество рядов ареол на 10 мкм загиба створки 11-24, в 10 мкм — 10-26 ареол. С увеличением соотношения высота/диаметр створки увеличивается и плотность ареол на загибе створки (рис. 2, в).

Ареолы круглые, располагаются на загибе створки наклонными вправо рядами. Соединительные и разделительные шипы одинаковой формы — остроконечные (табл. III, 2). Соотношение количества рядов ареол к числу шипов составляет 2:1 (табл. III, 2, 11), иногда 3:1 (табл. III, 12, 14), при этом 1 или 2 ряда ареол заходят на шип. С увеличением высоты загиба створки кольцевидная диафрагма изменяется от глубокой (табл. III, 13) до мелкой (табл. III, 6). 1-2 двугубых выроста в виде прямого или изогнутого стебля лежат на кольцевидной диафрагме или вблизи нее (табл. IV). На разных створках в одной колонии форма двугубых выростов может варьировать (табл. IV, 9). Несмотря на то, что на внутренней стороне створки щель двугубого выроста может быть удалена от кольцевидной диафрагмы, канал двугубого выроста направлен таким образом, что его наружное отверстие открывается на месте первой ареолы ряда (табл. III, 6, 7, 10, 11). Наружное отверстие двугубого выроста щелевидное, превосходит по размеру ареолу, но меньше, чем у *A. ambigua*.

***Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen**

Melosita islandica O. Müller

Aulacoseira islandica ssp. *helvetica* (O. Müller) Simonsen

Aulacoseira skvortzowii Edlund, Stoermer, Taylor

Панцири этого вида цилиндрические, прямые (табл. V, 1, 2). Высота загиба створки 12-20 мкм, диаметр 9-20 мкм. 12-16 рядов ареол в 10 мкм загиба створки, 14-22 ареол в 10 мкм ряда. Лицевая часть створки плоская, покрыта беспорядочно расположенными ареолами (табл. V, 3). На разных створках одной нити плотность ареол может варьировать (табл. V, 4). На загибе некоторых створок видна ступенька (табл. V, 5). Встречались панцири со сдвоенными рядами ареол (табл. V, 6, 7). Велум типа роты и волы (табл. V, 7, 9). Соединительные шипы шпательообразные на длинном (табл. V, 8) или коротком основании (табл. V, 9, 10), разделительные – остроконечные (табл. V, 2, 3). Кольцевидная диафрагма вариабельна: у створок в одной колонии она может быть средней, мелкой или вообще отсутствовать (табл. VI, 1-3). Двугубые выросты «сидячие» (табл. VI, 4) или на коротком изогнутом стебле (табл. VI, 3) в количестве 3-12 распределены на загибе створки разным образом: группой по загибу створки (табл. VI, 1, 3) или вблизи кольцевидной диафрагмы (табл. VI, 2), продольными рядами (табл. VI, 5, 6), беспорядочно по всему загибу створки (табл. VI, 7), либо вдоль кольцевидной диафрагмы (табл. VI, 8). Наружные отверстия двугубых выростов изогнутые, открываются в ареолы (табл. VI, 9-11) или заменяют ареолу в ряду (табл. VI, 12). Маленькие круглые отверстия (рис. 8, 9) также могут быть наружными отверстиями двугубых выростов или мелкими ареолами (табл. VI, 13).

Клетки *A. islandica* в осеннем фитопланктоне р. Обь встречались в незначительном количестве.

***Aulacoseira* sp.**

В летнем фитопланктоне р. Обь единично встречались отдельные створки (табл. VII), похожие по строению ареол на створки видов *A. baicalensis* и *A. islandica*. Они имели цилиндрические панцири, прямые, толстостенные с диаметром створок 7-21 мкм и высотой загиба 8,8-22 мкм. На загибе створки видна ступенька (табл. VII, 8). Ареолы располагаются на загибе створки прямыми рядами – 12-16 рядов в 10 мкм, 8-14 ареол в 10 мкм (табл. VII, 1-15). По плотности ареол эти створки ближе к виду *A. baicalensis* (рис. 2, з). Форма и размер ареол варьируют: крупные овальные (табл. VII, 2, 5, 8, 9), средние овальные (табл. VII, 3, 4), мелкие круглые и узкие овальные (табл. VII, 6, 7, 12), средние квадратные (табл. VII, 15). Велум типа роты и волы (табл. VII, 14). Соединительные шипы каплевидные (табл. VII, 9), шпательообразные с неровным зубчатым апексом (табл. VII, 5), крестообразные (табл. VII, 14). Разделительных створок не наблюдали. Кольцевидная диафрагма средняя (табл. VII, 1, 2, 16). Двугубые выросты (до 15 штук на створку) сидячие, располагаются вдоль кольцевидной диафрагмы и небольшой группой – на загибе (табл. VII, 16). Наружные отверстия двугубых выростов маленькие, круглые (табл. VII, 2, 4), иногда изогнутые (табл. VII, 11) замещают ареолу.

Обсуждение

В проанализированных пробах, отобранных из летнего фитопланктона Нижней Оби и Обской губы, мы не обнаружили виды *A. lirata*, *A. alpigena*,

A. distans, *A. italica*, *A. valida*, отмеченные ранее Ю.В. Науменко (1996). Изогнутые формы мы наблюдали только у одного вида – *A. ambigua* f. *curvata*. По тонкому строению прямая и изогнутая формы *A. ambigua* не различались.

В целом, строение створок видов *A. granulata*, *A. ambigua* и *A. subarctica* из р. Оби укладывается в рамки уточненных с помощью СЭМ диагнозов этих видов (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Диатомовые ..., 1992) и не отличается по метрическим признакам. По строению велума, количеству, месту расположения и форме двугубых выростов *A. granulata*, *A. ambigua* из р. Оби не отличаются от представителей этих видов из водоемов Северной Америки (Siver, Kling, 1997), Японии (Kobayasi, Nozawa, 1981), из оз. Байкал (Поповская и др., 2002) и других водоемов России (Генкал, 1999). Наблюдалась только большая вариабельность плотности ареол на загибе длинных створок *A. granulata* (до 20 рядов ареол и до 20 ареол в 10 мкм против 8-12 и 9-14 (Поповская и др., 2002) и 5-10, 12-15 (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). Несмотря на то, что некоторые авторы (Kilham, Kilham, 1975) синонимизируют *A. granulata* var. *angustissima* с типовой формой, на основании различий по соотношению высота/диаметр створки, большей плотности ареол, формы ареол, строению велума мы предлагаем сохранить var. *angustissima*.

Вид *A. subarctica* в р. Оби оказался вариабельным по свойствам двугубых выростов. Впервые для рода отмечается такое разнообразие двугубых выростов и их вариабельность по форме в пределах одной нити. Форма двугубого выроста в виде приросшего к кольцевидной диафрагме стебля известна только для ископаемого таксона *A. canadensis* (Likhoshway, Crawford, 2001) и обнаружена нами у некоторых створок *A. subarctica* (табл. IV, 2).

Вид *A. islandica* из р. Оби имеет особенности строения. Он отличается большим количеством двугубых выростов, наружные отверстия которых связаны с ареолами, и очень вариабелен по характеру распределения двугубых выростов на загибе створки в отличие от представителей из водоемов Северной Америки и Европы (Le Cohu, 1996; Siver, Kling, 1997), оз. Байкал (Edlund et al., 1996; Поповская и др., 2002). Именно по этим признакам вид *A. islandica* из р. Обь сходен с дальневосточными популяциями из оз. Ханка и р. Амур (Усольцева и др. 2006) и *A. pseudoislandica* из плейстоценовых отложений Камчатки (Лупикина, Озорнина, 1992).

В фитопланктоне р. Обь нами обнаружены единичные створки *Aulacoseira* sp., которые имеют сходство с байкальским эндемичным видом *A. baicalensis* по толщине створок, их размерам, плотности расположения рядов ареол на загибе створки, форме, но отличаются по форме и локализации двугубых выростов. Несмотря на то, что вид *A. baicalensis* был отмечен в миоцен-плиоценовых отложениях Западной Сибири (Жузе, 1952), мы не отождествляем эти створки с *A. baicalensis*, так как характерных для этого вида длинных толстостенных створок с глубокими овальными, редко расположенными ареолами мы не обнаружили.

Некоторые створки *Aulacoseira* sp. имеют сходство с видом *A. islandica* по форме шипов, строению ареол и некоторыми наружными отверстиями двугубых выростов. Ранее было показано, что вид *A. islandica* очень вариабелен по строению створок, особенно в весенний период, когда в одной колонии можно наблюдать створки, типичные как для *A. islandica*, так и для *A. baicalensis* (Babanazarova et al., 1996). Мы также наблюдали большую морфологическую вариабельность *A.*

islandica по форме ареол, наружных отверстий двугубых выростов в пределах одной створки.

Возможно, створки *Aulacoseira* sp. являются предковыми или переходными формами между вышеуказанными видами или отражают морфологическую вариабельность плиоценового реликта р. Обь – *A. islandica*. Морфологическое и генетическое сходство свидетельствует о родственности видов *A. baicalensis* – *A. islandica* и об относительно недавней их дивергенции (Щербакова и др., 1998; Sherbakova et al., 2002).

Заключение

В состав фитопланктона р. Обь входят широко распространенные виды *Aulacoseira*: *A. granulata*, *A. ambigua*, *A. subarctica* и *A. islandica*, но отличительной особенностью является то, что часть этих видов сохранила черты, характеризующие их древнее происхождение и указывающие на общность происхождения с флорой других географических районов Сибири и Дальнего Востока, а именно – изогнутые формы *A. ambigua* f. *curvata*, элементы тонкого строения *A. islandica*, переходные формы *Aulacoseira* sp.

Благодарности

Авторы выражают благодарность А.И. Таничеву за отбор качественных проб из р. Обь.

Работа выполнена в рамках Интеграционного проекта СО РАН № 6.2.

M.V. Usoltseva, Ye.V. Likhoshvay

Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
3, Ulan-Batorskaya St., 664033 Irkutsk, Russia

THE FINE STRUCTURE OF LORICAE IN THE SPECIES OF THE GENUS *AULACOSEIRA* THWAITES (*BACYLLARIOPHYTA*) FROM OB' RIVER (RUSSIA)

The morphological parameters are measured, and fine structure is studied for the species *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *A. ambigua* (Grunow) Simonsen, *A. subarctica* (O. Müller) Haworth, and *A. islandica* (O. Müller) Simonsen from the summer phytoplankton in Ob' River. The curved form was noticed only for the species *A. ambigua* which did not differ from typical one by its fine structure. The species *A. islandica* in Ob' River differs from the representatives of water bodies of Northern America, Europe and Lake Baikal by its amount, and rimoportulae position and shape. Its maximal similarity with Far East population and the species *A. pseudoislandica* from Kamchatka Pleistocene deposits is revealed.

Key words: Ob' River, *Aulacoseira*, fine structure of the loricae, rimoportulae.

Возженикова Т.Ф. Палеоальгологическая характеристика мезокайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности // Тр. Ин-та геол. и геофиз. – 1960. – 1. – С. 7-64.

Генгал С.И. *Aulacoseira italica*, *A. valida*, *A. subarctica* и *A. volgensis* sp. nov. (*Bacillariophyta*) в водоемах России // Бот. журн. – 1999. – 84, № 5. – С. 40-46.

Генгал С.И., Семенова Л.А. Материалы к флоре водорослей Обского Севера // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1989. – 305. – С. 43-55.

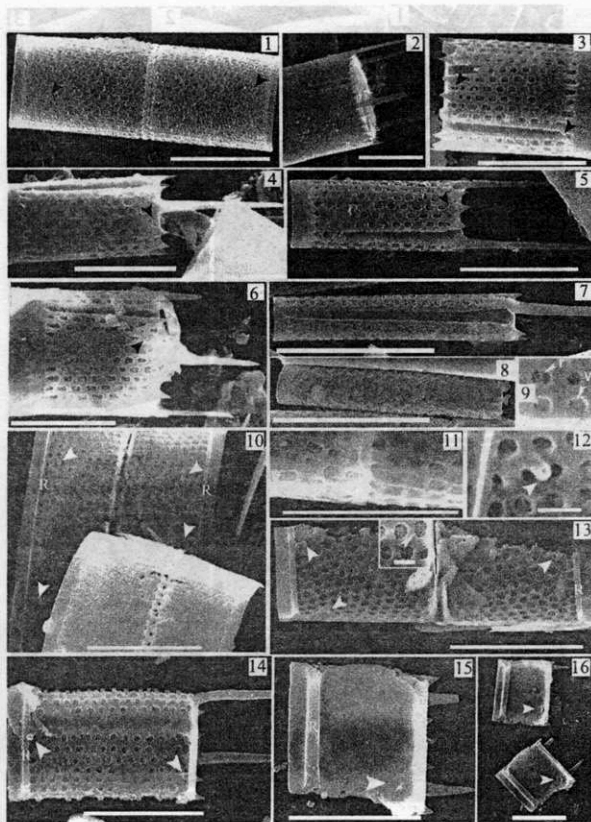


Табл. 1. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen из фитопланктона Нижней Оби (5-9) и Обской губы (1-4, 10-16). СЭМ. Белые стрелки – двугубые выросты, черные – их наружные отверстия. R – кольцевидная диафрагма. Масштаб: 1-8, 10, 11, 13-16 – 10 мкм; 9, 12, 13 (вставка) – 1 мкм. 1 – соединительные створки с наружными отверстиями двугубых выростов; 2 – лицевая часть разделительной створки; 3-6 – разделительные створки с наружными отверстиями двугубых выростов; 7, 8 – разделительная и, соответственно, соединительная створка *A. granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen; 9 – велум *A. granulata* var. *angustissima*; γ – порта, ψ – вола; 10, 13 – расположение двугубых выростов на соединительных створках; 11 – соединительные шипы; 12 – форма двугубого выроста; 13 – вставка – велум *A. granulata* cito; 14-16 – расположение двугубых выростов на разделительных створках.

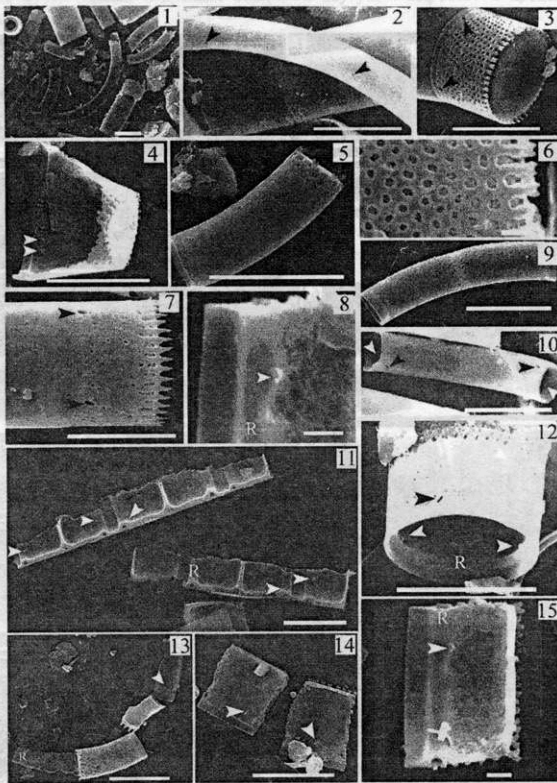


Табл. II. *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen (1-4, 6-8, 11, 12, 14, 15) и *A. ambigua* f. *curvata* (Skabitsch.) Genkal (1, 2, 9, 10, 13) из фитопланктона Нижней Оби (1-4, 7, 8, 10-12) и Обской губы (5, 6, 9, 13-15). СЭМ. Белые стрелки – двугубые выросты, черные – их наружные отверстия. R – кольцевидная диафрагма. Масштаб: 1-5, 7, 9-14 – 10 мкм; 6, 8, 15 – 1 мкм. 1, 2 – прямые и изогнутые формы; 3, 4 – лицевая часть соединительной створки с наружными отверстиями двугубых выростов (3) и двумя рядом расположенными двугубыми выростами (4); 5 – соединительная створка *A. ambigua* f. *curvata*; 6 – соединительные шипы и форма ареол *A. ambigua*; 7 – разделительная створка с наружными отверстиями двугубых выростов; 8 – форма двугубого выроста; 9-10 – соединительные створки *A. ambigua* f. *curvata*; 11-15 – расположение двугубых выростов на внутренней стороне загиба створок.

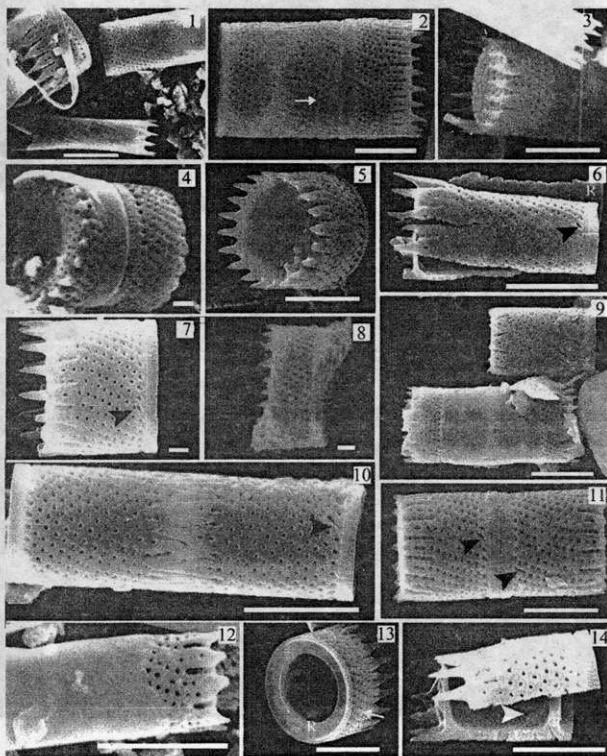


рис. 3. *Aulacoseira subarctica* (O. Müller) Hustvedt ex Bertholdsson, Hustvedt, Oke (2, 4, 6, 10) и Обской губы (1, 3, 5, 7, 9, 11) СЭМ. Микрон: 1, 3, 5, 7, 9, 10 – 5; 2, 4, 6, 11 – 1; 12 – 1 мкм. Белые

Табл. III. *Aulacoseira subarctica* (O. Müller) Haworth из фитопланктона Нижней Оби (1, 3-5, 12, 13) и Обской губы (2, 6-11, 14). СЭМ. Белые длинные стрелки – ступенька, белые короткие стрелки – двугубые выросты, черные стрелки – их наружные отверстия. R – кольцевидная диафрагма. Масштаб: 1-3, 5, 6, 9-14 – 5 мкм; 4, 7, 8 – 1 мкм.

1 – створки разного диаметра; 2, 13 – створки со ступенькой; 3-5 – лицевая часть створки с разным расположением ареол; 6-11 – створки разной высоты и диаметра с наружным отверстием двугубого выроста; 12 – два ряда ареол заходят на шип; 14 – кольцевидная диафрагма и двугубый вырост.

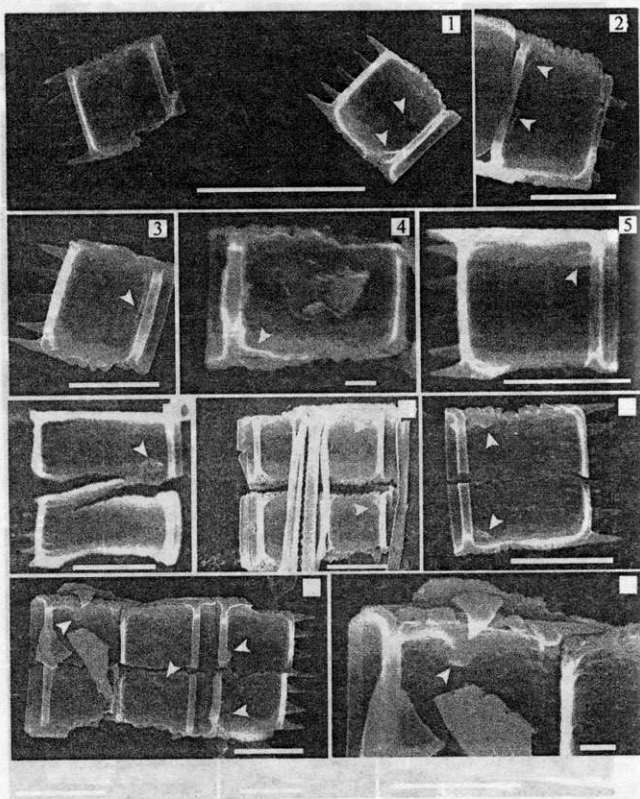


Табл. IV. Внутренняя сторона загиба (Створки) *Aulacoseira* (1-4, 6-8, 11, 12, 14, 15) и *A. subarctica* (Створки) (5) (1, 2, 9, 10, 13) из фитопланктона Нижней Оби (1-4, 7, 8, 10, 12) и Обской губы (6-10). 11-13 — Обская губа. Масштаб: 1 — 10 мкм; 2, 3, 5-9 — 5 мкм; 4, 10 — 1 мкм.

Табл. IV. Форма и расположение двугубых выростов на внутренней поверхности загиба створок *Aulacoseira subarctica* (O. Müller) Haworth из фитопланктона Нижней Оби (1-5) и Обской губы (6-10). СЭМ. Масштаб: 1 — 10 мкм; 2, 3, 5-9 — 5 мкм; 4, 10 — 1 мкм.

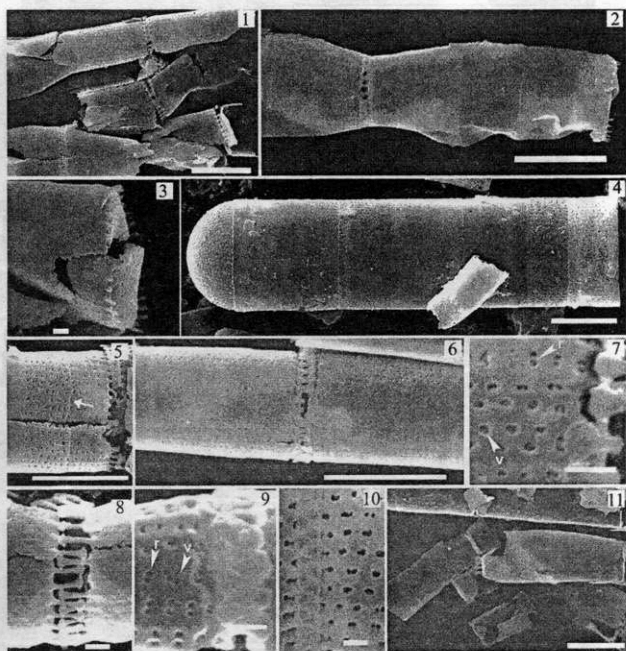


Табл. V. *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen из фитопланктона Нижней Оби (2, 4, 8, 10) и Обской губы (1, 3, 5-7, 9, 11). СЭМ. Масштаб: 1, 2, 4-6, 11 – 10 мкм; 3, 7-10 – 1 мкм. Белая длинная стрелка – ступенька; белые короткие стрелки – велум типа роты (r) и волю (v). 1 – соединительные створки; 2 – филламент *A. islandica* с соединительными и разделительными створками; 3 – лицевая часть створки; 4 – прорастающая аукоспора с разной плотностью ареол на постаукоспорных створках; 5 – соединительная створка со ступенькой; 6 – филламент с соединительными створками и двояными рядами ареол; 7 – фрагмент створки; 8-10 – варибельность соединительных шипов и формы ареол; 11 – соединительные, разделительные шипы, многочисленные двугубые выросты.

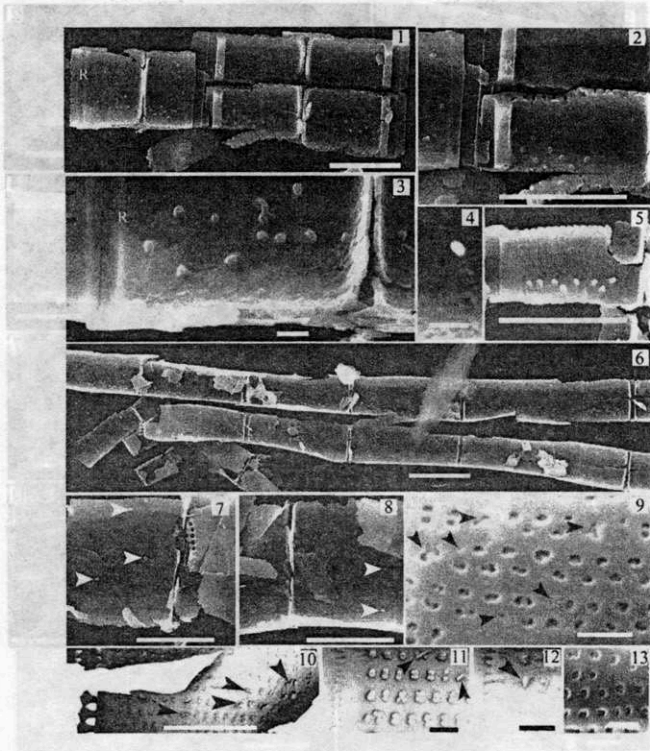


Табл. VI. *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen из фитопланктона Обской губы. СЭМ. Масштаб: 1, 2, 5, 6-8, 10 – 10 мкм; 3, 4, 9, 11-13 – 1 мкм. Белые стрелки – двугубые выросты, черные стрелки – их наружные отверстия. R – кольцевидная диафрагма.

1-3 – створки одной колонии с кольцевидной диафрагмой (справа) и без нее (слева) с многочисленными двугубыми выростами; 3, 4 – сидячие либо на коротком согнутом стебле двугубые выросты; 5 – расположение двугубых выростов продольными рядами; 6 – вариabельность локализации двугубых выростов на створках разных клеток одной колонии; 7 – расположение немногочисленных двугубых выростов на изгибе створки; 8 – расположение двугубых выростов вблизи кольцевидной диафрагмы; 9-13 – наружные отверстия двугубых выростов.

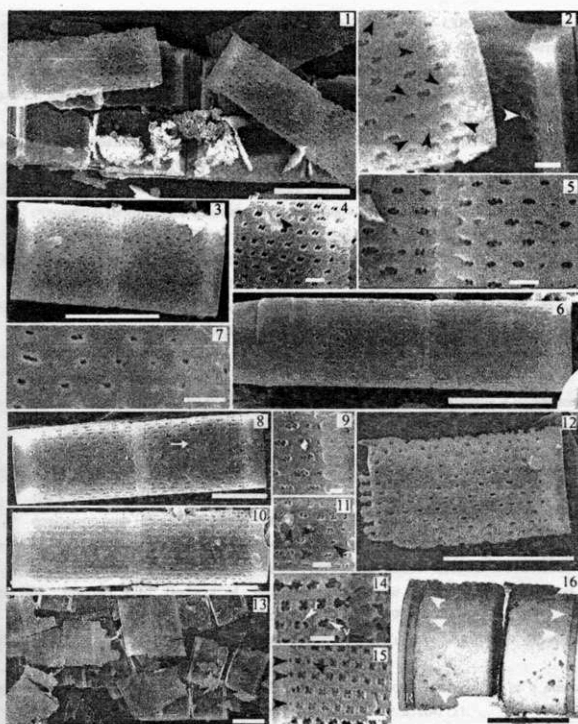


Табл. VII. *Aulacoseira* sp. из фитопланктона Нижней Оби (3, 4) и Обской губы (1, 2, 6-16). СЭМ.

Масштаб: 1, 3, 6, 8, 10, 12, 13, 16 – 10 мкм; 2, 4, 5, 7, 9, 11, 14, 15 – 1 мкм. Белая длинная стрелка – ступенька. Белые короткие стрелки – двугубые выросты, черные стрелки – их наружные отверстия. R – кольцевидная диафрагма.

1 – сломанные панцири с соединительными створками; 2 – фрагмент створки (слева) 1; 3 – соединительные створки; 4 – фрагмент створки 3; 5 – соединительные шипы и форма ареол; 6 – соединительные створки с редко расположенными мелкими ареолами; 7 – фрагмент створки 6; 8 – соединительные створки с крупными и редко расположенными (как у *A. baicalensis*) ареолами. На загибе створки видна ступенька; 9 – фрагмент створки 8; 10 – соединительные створки с ареолами разной формы; 11 – фрагмент створки 10 с наружными отверстиями двугубых выростов; 12 – обломок соединительной створки с многочисленными мелкими круглыми перфорациями на панцире; 13 – сломанный филламент; 14 – фрагмент створки, расположенной в центре 13. Велум: г – рот, v – вола; 15 – наружные отверстия двугубых выростов; 16 – расположение двугубых выростов на внутренней стороне загиба створки.

- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. II, вып. 2. – СПб: Наука, 1992. – 126 с.
- Жуе А.П. Диатомовые водоросли в отложениях четвертичного возраста // Мат-лы по четвертичному периоду СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 3. – С. 99-112.
- Кукси М.С., Левадная Г.Д., Попова Т.Г., Сафонова Т.А. Водоросли Оби и ее поймы // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока // Тр. СО АН СССР, 1972. – 2, № 4. – С. 3-44.
- Ларицес А.А. Об образовании одного третичного угля из области низовьев р. Оби // Химия твердого топлива. – 1937. – 3. – С. 201-207.
- Лукина Е.Ф., Озорнина С.П. Новый род *Aulacoseira* (Thw.) Sim. (*Bacillariophyta*) из эуплейстоценовых отложений Центральной Камчатки // Альгология. – 1992. – 2, № 2. – С. 102-105.
- Науменко Ю.В. Фитопланктон р. Оби: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1996. – 33 с.
- Поповская Г.И., Генкал С.И., Лихошвай Е.В. Диатомовые водоросли планктона оз. Байкал: Атлас-определитель. – Новосибирск: Наука, 2002. – 168 с.
- Рубина Н.В. Комплексы диатомей в отложениях тургасской свиты Западно-Сибирской низменности // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 61-66.
- Семенова Л.А., Алексюк В.А. Фитопланктон нижнего течения Оби: Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби // Тр. УИЦ АН ССР. – 1983. – С. 32-42.
- Усольцева М.В., Никулина Т.В., Юрьев Д.Н., Лихошвай Е.В. К изучению развития и морфологических особенностей *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen (*Bacillariophyta*) // Альгология. – 2006. – 16, № 2. – 145-155.
- Щербакова Т.А., Кирильчик С.В., Лихошвай Е.В., Грачев М.А. Филогенетическое положение некоторых диатомовых водорослей р. *Aulacoseira* из оз. Байкал по данным анализа последовательностей фрагмента гена 18S рРНК // Молекуляр. биол. – 1998. – 32. – С. 735-740.
- Babanazarova O.V., Likhoshway Ye.V., Sherbakov D.Yu. On the morphological variability of *A. baicalensis* and *A. islandica* of the Lake Baikal, Russia // *Phycologia*. – 1996. – 35, № 2. – P. 113-123.
- Edlund M.B., Stoermer E.F., Taylor C.M. *Aulacoseira skvortzowii* sp. nov. (*Bacillariophyta*), poorly understood diatom from Lake Baikal, Russia // *J. Phycol.* – 1996. – 32. – P. 165-175.
- Genkal S.I., Popovskaya G.I. New data on the frustule morphology of *Aulacoseira islandica* (*Bacillariophyta*) // *Diatom. Res.* – 1991. – 6. – P. 255-266.
- Kilham S.S., Kilham P. *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs: morphology and ecology of a cosmopolitan freshwater diatom // *Verh. Int. Ver. Limnol.* – 1975. – 19. – P. 2716-2721.
- Kobayasi H., Nozawa M. Fine structure of the fresh water centric diatom *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Sim. // *Jap. J. Phycol.* – 1981. – 29. – P. 121-128.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. Teil 3. *Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. – Stuttgart: Gustav Verlag, 1991. – Band 2/3. – S. 19-40; 232-337; 262-305.
- Le Cohu R. Further observations and some comments on the fine structure of the centric diatom *Aulacoseira islandica* (*Bacillariophyceae*) // *J. Phycol.* – 1996. – 32. – С. 333-338.
- Likhoshway Ye.V., Crawford R.M. The rimoportula – a neglected feature in the systematics of *Aulacoseira* // *Proc. 16th Intern. Diatom. Symp.* – University of Athens, Greece, 2001. – P. 33-47.
- Sver P.A., Kling H. Morphological observation of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy // *Can. J. Bot.* – 1997. – 75. – P. 1807-1835.
- Sherbakova T.A., Likhoshway Ye.V., Usoltseva M.V. Correlation of hypotheses on the evolution of *Aulacoseira* species from Lake Baikal based on morphological and molecular genetic evidence // *Abstr. of the SIAL-III Symp.*, Irkutsk. – Novosibirsk: Nauka Press, 2002. – С. 160.

Получена 14.04.06

Подписала в печать А.П. Ольштынская