

УДК 582.26+581.9(547+282.256.16)

О.П. БАЖЕНОВА<sup>1</sup>, С.И. ГЕНКАЛ<sup>2</sup>, В.Е. ШАХОВАЛ<sup>1</sup>, Е.А. БРАГИНА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Омский гос. аграрный ун-т им. П.А. Столыпина»,  
кафедра экологии и биологии,  
Институтская пл., 2, 644008 Омск, Россия  
e-mail: olga52@bk.ru

<sup>2</sup>Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, 152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, Россия,

<sup>3</sup>Восточно-Казахстанский центр гидрометеорологии,  
ул. Потанина, 12, 070024 Усть-Каменогорск, Казахстан

## ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (*CENTROPHYCEAE*) БУХТАРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (р. ИРТЫШ, КАЗАХСТАН)

---

Изучали *Centrophyceae* планктона Бухтарминского водохранилища (река Иртыш, Казахстан) с помощью сканирующей электронной микроскопии. Обнаружено 11 видов *Centrophyceae* из 7 родов, в т.ч. 5 новых видов для этого водоема. В результате ревизии видового состава список центрических диатомовых водорослей Бухтарминского водохранилища уточнен и расширен до 12 видов.

Ключевые слова: река Иртыш, Бухтарминское водохранилище, флора, *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*.

### Введение

Бухтарминское водохранилище образовано в 1960 г. в верхнем течении трансграничной р. Иртыш на территории Республики Казахстан. В его состав вошло высокоэвтрофное оз. Зайсан. Площадь водохранилища составляет 4340 км<sup>2</sup>, объем – 30,7 км<sup>3</sup>, протяженность по спрямленному фарватеру – 380 км. Водохранилище пересекает три климатические зоны: горно-степную, пустынно-степную и пустынную. По морфометрическим и гидрологическим особенностям в нем обычно выделяют три части: горную, горно-долинную и озерную (Баженова, 2005).

Альгофлора Бухтарминского вдхр. изучалась со времени его образования (Носков, 1966а, б, 1971; Вотинова, 1970; Баженова, 1978, 1981, 2005; Сукцессии ..., 2009). Видовой состав фитопланктона, в т.ч. *Bacillariophyta*, на протяжении существования водохранилищ значительно менялся (Баженова, 1993, 2005; Сукцессии ..., 2009). В результате исследований планктона водохранилища в 2003–2004 гг. с помощью световой микроскопии описан состав диатомовых водорослей. В него вошли 11 видовых и внутривидовых таксонов *Centrophyceae*, относящихся к родам *Melosira* C. Agardh (1), *Cyclotella* (Kütz.) Bréb. (2), *Stephanodiscus* Ehrenb. (3), *Aulacoseira* Thw. (5) (Сукцессии ..., 2009).

Большинство идентифицированных таксонов относится к роду *Aulacoseira*: *A. distans* (Ehrenb.) Simonsen, *A. granulata* (Ehrenb.) Simonsen, *A. gra-*

© О.П. Баженова, С.И. Генкал, В.Е. Шаховал, Е.А. Брагина, 2013

*nulata* f. *curvata* (Grunow) Hust., *A. ambigua* (Grunow) O. Müll., *A. italica* (Kütz.) Simonsen. Наибольшего обилия в водохранилище достигали *A. granulata*, *A. ambigua*, *A. italica* и *A. distans*. Из рода *Cyclotella* самым массовым видом, распространенным по всему водохранилищу, был *C. comta* (Ehrenb.) Kütz., *C. meneginiana* Kütz. встречался редко и только в озерной части (Сукцессии ..., 2009).

Особый интерес представляет видовой состав рода *Stephanodiscus*. По данным световой микроскопии, в 2003–2004 гг. в планктоне водохранилища были найдены *S. hantzschii* Grunow, *S. hantzschii* f. *tenuis* (Hust.) Håk. et Stoermer и *S. rotula* (Kütz.) Hendeу (Сукцессии ..., 2009). *Stephanodiscus hantzschii* впервые был обнаружен в фитопланктоне водохранилища в 1990 г. (Баженова, 1993). Ранее этот вид в Бухтарминском вдхр. не встречался (Скабичевский, 1957; Водоросли ..., 1963; Носков, 1966а, б, 1971; Вогинова, 1970). Со времени обнаружения в планктоне водохранилища *S. hantzschii* входит в состав его доминирующего комплекса, сохранив свои позиции до настоящего времени (Баженова, 1993, 2005; Сукцессии ..., 2009).

Из рода *Melosira* в планктоне был найден только *M. varians* C. Agardh, встречавшийся в небольшом количестве в озерной части водохранилища.

В настоящее время центрические диатомовые водоросли составляют значительную часть численности и биомассы фитопланктона Бухтарминского вдхр., особенно ранней весной и осенью. Преобладающими по численности видами являются *Stephanodiscus hantzschii* и *Aulacoseira granulata* (Сукцессии ..., 2009). Несмотря на небогатый видовой состав, центрические диатомеи играют важную роль в фитопланктоне Бухтарминского вдхр., но их видовой состав до настоящего времени остается недостаточно изученным.

Цель работы – изучение и ревизия видового состава центрических диатомовых водорослей Бухтарминского вдхр.

### Материалы и методы

Материалом для работы послужили пробы фитопланктона, отобранные летом (июнь-июль) 2009 г. на стандартных станциях наблюдения Восточно-Казахстанского центра гидрометеорологии, расположенных во всех частях Бухтарминского вдхр.

В озерной части отбор проб проводили на выходе из оз. Зайсан (мыс Каракас), в горно-долинной – у пос. Куйган и Хайрузовка, в горной части – у пос. Новая Бухтарма и в Алтайской бухте. Пробы отбирали батометром послойно по вертикали водохранилища, фиксировали формалином и концентрировали осадочным методом. Освобождение створок диатомей от органических веществ проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Подготовленные препараты исследовали в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S3400N в Институте водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул). При определении диатомей использовали определители (Диатомовые ...,

1988, 1992; Krammer, Lange-Bertalot, 1991), систематические сводки (Генкал, Вехов, 2007; Генкал, Трифонова, 2009) и отдельные публикации (Генкал, Корнева, 1990; Генкал, 1999, 2011; Генкал и др., 2012).

### Результаты и обсуждение

В результате изучения проб с помощью СЭМ в планктоне Бухтарминского вдхр. выявлено 11 видовых таксонов центрических диатомовых водорослей из родов *Thalassiosira* Cleve – 1, *Stephanodiscus* – 3, *Cyclostephanos* Round – 1, *Handmannia* Perag. – 1, *Cyclotella* – 1, *Discostella* Houk et Klee – 1, *Aulacoseira* – 3. Их краткое описание и оригинальные микрофотографии представлены ниже. Указание о встречаемости видов приведено по материалам электронной микроскопии.

*Thalassiosira lacustris* (Grunow) Hasle (табл. I, 1, 2). Створки диаметром 25,0–26,7 мкм, краевых выростов 4–6 в 10 мкм, штрихов 12 в 10 мкм. Горно-долинная часть.

*Stephanodiscus hantzschii* Grunow (табл. I, 3, 4). Створки диаметром 7,8–11,7 мкм, штрихов 8–11 в 10 мкм. Озерная, горно-долинная и горная части.

*S. minutulus* (Kütz.) Cleve et Müll. (табл. I, 5, 6). Створки диаметром 5,5–6,0 мкм, штрихов 10–12 в 10 мкм. Озерная, горно-долинная части.

*S. neoastraea* Håk. et Nickell emend. Casper, Scherff. et Augsten (табл. II, 1, 2). Створки диаметром 12,6–22,9 мкм, штрихов 9–12 в 10 мкм. Озерная, горно-долинная, горная части.

*Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (табл. II, 3). Створки диаметром 10,4–19,7 мкм, штрихов 14–18 в 10 мкм. Горная часть.

*Handmannia comta* (Ehrenb.) Kociolek et Khursevich emend. Genkal (табл. II, 4, 5). Створки диаметром 7,2–17,0 мкм, штрихов 12–18 в 10 мкм. Горно-долинная и горная части.

*Cyclotella meneghiniana* Kütz. (табл. II, 6). Створки диаметром 18,5 мкм, штрихов 7–8 в 10 мкм. Горная часть.

*Discostella stelligera* (Hust.) Houk et Klee (табл. III, 1). Створки диаметром 4,8–9,3 мкм, штрихов 13–15 в 10 мкм. Горная часть.

*Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen (табл. III, 2, 3). Створки диаметром 3,5–8,0 мкм, высотой 8,2–16,5 мкм, рядов ареол 15–16 в 10 мкм. Озерная, горно-долинная, горная части.

*A. granulata* (Ehrenb.) Simonsen (табл. III, 4). Створки диаметром 6,2–8,4 мкм, высотой 12,6–13,4 мкм, рядов ареол 13–14 в 10 мкм. Озерная, горно-долинная части.

*A. cf. islandica* (O. Müll.) Simonsen (табл. III, 5, 6). Створки диаметром 7,6–9,4 мкм, высотой 10,0–12,8 мкм, рядов ареол 13–14 в 10 мкм. Озерная, горно-долинная части.

Большинство найденных в планктоне Бухтарминского водохранилища центрических диатомовых водорослей относится к широко распространенным видам. По частоте встречаемости и обилию выделяются представители семейств *Stephanodiscaceae* и *Aulacosiraceae*. Из рода

*Stephanodiscus* наиболее широко распространены виды *S. hantzschii* и *S. neoastraea*, *S. minutulus* встречается единично. *Cyclostephanos dubius* обнаружен только в горной части. *Handmannia comta* часто встречается в горной и горно-долинной частях водохранилища, *Cyclotella meneghiniana* найдена один раз. Из видов рода *Aulacoseira* наибольшего обилия достигает *A. ambigua*, *A. granulata* и *A. cf. islandica* отмечены несколько раз, как и *Thalassiosira lacustris*, *Discostella stelligera*.

По данным электронной микроскопии, впервые в Бухтарминском вдхр. найдены следующие виды центрических диатомей: *Aulacoseira cf. islandica*, *Discostella stelligera*, *Stephanodiscus minutulus*, *S. neoastraea*, *Thalassiosira lacustris*.

В последние годы многие таксоны *Centrophyceae* изменили систематическое положение. В опубликованных списках (Баженова, 2005; Сукцессии ..., 2009) приводится *Aulacoseira distans*, однако находки этого вида в Бухтарминском вдхр. сомнительны, поскольку многолетние электронно-микроскопические исследования показали его отсутствие во многих водоемах бывшего СССР (Генкал, 1999; Генкал, Трифонова, 2002). *Aulacoseira granulata* f. *curvata* рассматривается теперь в качестве морфотипа *A. granulata* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). Отсутствие на наших снимках *A. italica* подтверждает мнение А.П. Скабичевского о том, что этот вид в Иртыше не обитает (Скабичевский, 1957; Водоросли ..., 1963). Упоминание *A. italica* в некоторых работах о фитопланктоне Бухтарминского вдхр. (Эргашев, 1971; Баженова, 2005; Сукцессии ..., 2009), вероятно, следует считать ошибкой определения. Это касается и других водохранилищ (Генкал, 1995). На территории Омской обл. (Генкал и др., 2012) *A. italica* также не обнаружена.

Таким образом, из рода *Aulacoseira* достоверным можно считать присутствие в водохранилище трех видов: *A. ambigua*, *A. granulata* и *A. islandica*. Все упомянутые виды были найдены также в планктоне р. Иртыш на территории Омской обл. (Генкал и др., 2012).

Среди представителей рода *Stephanodiscus* в списках (Баженова, 2005; Сукцессии ..., 2009) приводится *S. rotula*, однако, по данным многолетних исследований, в России этот вид до сих пор не обнаружен. *Stephanodiscus hantzschii* f. *tenuis* сведен в синонимику к *S. hantzschii* (Генкал, Корнева, 1990). Что касается упомянутого в списках *Melosira varians*, то его наличие в водохранилище не вызывает сомнения. *Coscinodiscus* sp., упомянутый А.П. Скабичевским (Водоросли ..., 1963) в составе диатомей оз. Зайсан, вероятно, относится к *C. lacustris* Grunow и переведен в род *Thalassiosira* (Hasle, Fryxell, 1977), который и найден в Бухтарминском вдхр., а также в р. Иртыш ниже по течению (Генкал и др., 2012).

По литературным данным, в Бухтарминском вдхр. зафиксировано 11 таксонов *Centrophyceae* (Баженова, 2005; Сукцессии ..., 2009), но учитывая выше перечисленные изменения, их число сократилось до 6: *Aulacoseira* – 2, *Cyclotella* – 2, *Melosira* – 1, *Stephanodiscus* – 1. С учетом наших исследований, видовой список *Centrophyceae* Бухтарминского

вдхр. увеличился до 12: *Thalassiosira lacustris*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. minutulus*, *S. neoastraea*, *Cyclostephanos dibuis*, *Handmannia comta*, *Cyclotella meneghiniana*, *Discostella stelligera*, *Melosira varians*, *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. cf. islandica*.

### Выводы

В планктоне Бухтарминского водохранилища, по данным электронной микроскопии, обнаружено 11 видовых таксонов класса *Centrophyceae*. В целом, для планктона водохранилища характерно небольшое видовое богатство центрических диатомей, только для родов *Stephanodiscus* и *Aulacoseira* отмечено по 3 вида. Выявлено 5 новых видов: *Thalassiosira lacustris*, *Stephanodiscus minutulus*, *S. neoastraea*, *Discostella stelligera*, *Aulacoseira cf. islandica*. Ревизия *Centrophyceae* позволила избавиться от синонимичных таксонов и уточнить определение некоторых видов, что привело к изменению и расширению списка центрических диатомей до 12 видовых таксонов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баженова О.П. Сезонное развитие фитопланктона Бухтарминского водохранилища // Биолог. основы рыб. хоз-ва водоемов Средней Азии и Казахстана. – Фрунзе, 1978. – С. 23–25.
- Баженова О.П. Доминирующие формы фитопланктона Бухтарминского водохранилища // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. – Фрунзе, 1981. – С. 230–232.
- Баженова О.П. Изменения в диатомовой флоре Бухтарминского водохранилища // Диатомовые водоросли – индикаторы изменений окружающей среды и климата: Мат. междунар. конф. – Иркутск, 1993. – С. 3–4.
- Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. – 248 с.
- Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 87–89.
- Водоросли реки Иртыш и его бассейна / Г.П. Андреев и др. // Тр. Том. гос. ун-та. – 1963. – 152. – С. 69–103.
- Вотинова Л.А. Фитопланктон Бухтарминского водохранилища // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата; Балхаш, 1970. – С. 241–244.
- Генкал С.И. О распространении в волжских водохранилищах некоторых представителей диатомовых водорослей рода *Aulacosira* Thw. // Тез. докл. IV Всерос. конф. по водным растениям. – Борок, 1995. – С. 86–87.
- Генкал С.И. *Aulacoseira italica*, *A. valida*, *A. subarctica* и *A. volgensis* sp. nov. (*Bacillariophyta*) в водоемах России // Ботан. журн. – 1999. – 84, № 5. – С. 40–46.

- Генкал С.И. К морфологии, таксономии и распространению в России *Thalassiosira bramaiputrae* и *T. lacustris* (Bacillariophyta) // Новости системат. низш. раст. – 2011. – 45. – С. 20–26.
- Генкал С.И., Вехов Н.В. Диатомовые водоросли водоемов Русской Арктики: архипелаг Новая Земля и остров Вайгач. – М.: Наука, 2007. – 64 с.
- Генкал С.И., Корнева Л.Г. Морфология и систематика некоторых видов рода *Stephanodiscus* Ehrenb. // Флора и продуктивность пелагических и литоральных фитоценозов водоемов бассейна Волги. – Л.: Наука, 1990. – С. 219–236.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. Интересные и новые для России представители рода *Aulacosira* (Bacillariophyta) // Ботан. журн. – 2002. – 87, № 6. – С. 117–122, 174, 175.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна. – Рыбинск: Рыбин. дом печати, 2009. – 72 с.
- Генкал С.И., Баженова О.П., Митрофанова Е.Ю. Центрические диатомовые водоросли (*Centrophyceae*) водоемов и водотоков бассейна среднего участка реки Иртыш // Биол. внутр. вод. – 2012. – № 1. – С. 5–14.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. 2, вып. 1. – Л.: Наука, 1988. – 116 с.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. 2, вып. 2. – С.Пб.: Наука, 1992. – 125 с.
- Носков А.А. Осенний фитопланктон Бухтарминского водохранилища // Ботан. мат. гербария Ин-та ботан. АН КазССР. – 1966а. – Вып. 4. – С. 84–91.
- Носков А.А. Фитопланктон Бухтарминского водохранилища в первые годы его заполнения // Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1966б. – С. 295–296.
- Носков А.А. Фитопланктон Бухтарминского водохранилища в первые годы его заполнения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1971. – 20 с.
- Скабичевский А.П. Об изменении фитопланктона реки Иртыш от озера Зайсана до Омска: Мат. VII науч. конф. – Томск, 1957. – Вып. 3. – С. 31–33.
- Сукцессии биоценозов Бухтарминского водохранилища / О.П. Баженова и др. – Омск, 2009. – 244 с.
- Эргашев А.Э. К анализу редких и новых видов водорослей Бухтарминского водохранилища // Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане. – Ташкент: Фан, 1971. – С. 87–92.
- Hasle G.R., Fryxell G.A. The genus *Thalassiosira*: some species with a linear areola array // Nova Hedw. – 1977. – Beih. 54. – P. 15–66.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. – S. 1–576.

Поступила 5 сентября 2012 г.  
Подписал в печать С.П. Вассер

O.P. Bazhenova<sup>1</sup>, S.I. Genka<sup>2</sup>, V.E. Shakhoval<sup>1</sup>, E.A. Bragina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Omsk State Agrarian University,  
Institutskaya Pl., 2, 644008 Omsk, Russia  
e-mail: olga52@bk.ru

<sup>2</sup>Institute for Biology of Inland Water RAS, 152742 Borok, Russia

<sup>3</sup>East Kazakhstan Center of Hydrometeorology,  
Potanin St., 12, 070024 Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

CENTRIC DIATOM ALGAE (*CENTROPHYCEAE*) OF THE BUKHTARMA  
RESERVOIR (THE IRTYSH RIVER, KAZAKHSTAN)

Scanning electron microscopy study of centric diatoms of the plankton in the Bukhtarma reservoir (the Irtysh River, Kazakhstan) have revealed 11 taxa of *Centrophyceae* from 7 genera, including 5 new for the reservoir. A revision of the species composition resulted in composing the list of centric diatoms of the Bukhtarma reservoir.

**Key words:** the Irtysh River, the Bukhtarma reservoir, flora, *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*.

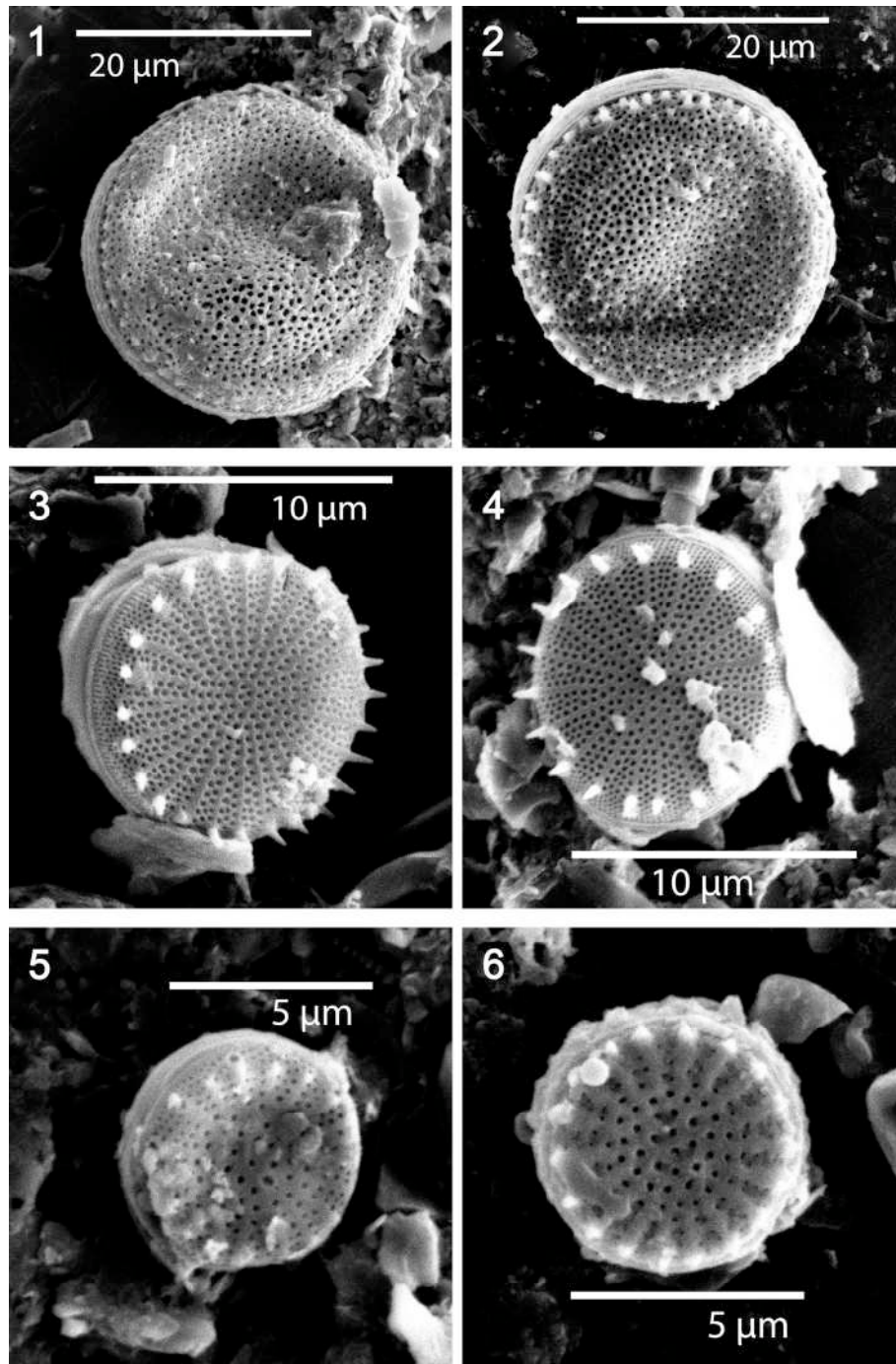


Табл. I. Электронные микрофотографии створок с наружной поверхности. СЭМ:  
1, 2 – *Thalassiosira lacustris*; 3, 4 – *Stephanodiscus hantzschii*; 5, 6 – *S. minutulus*



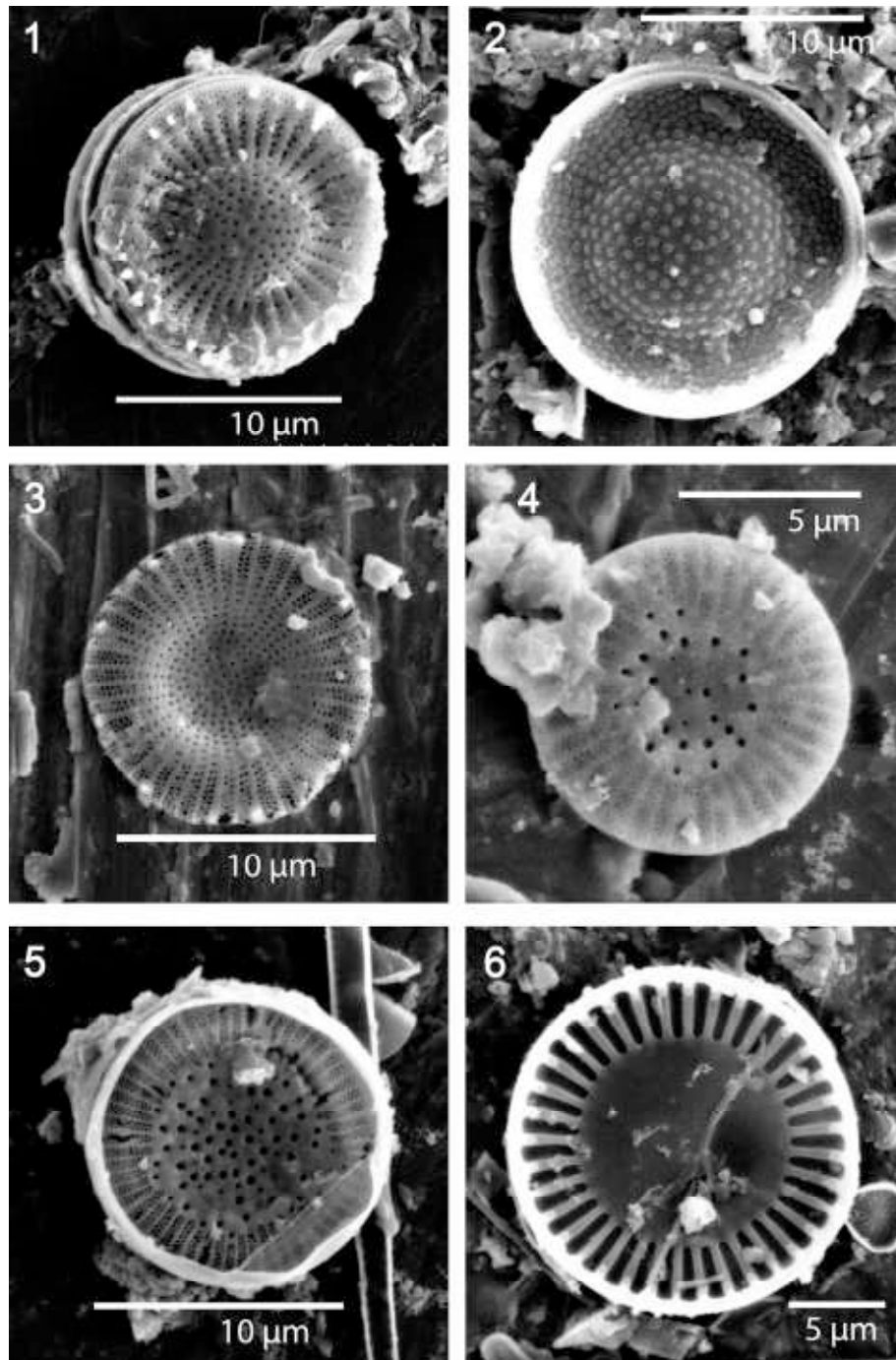


Табл. II. Электронные микрофотографии створок. СЭМ: 1, 2 – *Stephanodiscus neoastreae*; 3 – *Cyclostephanos dubius*; 4, 5 – *Handmannia comta*; 6 – *Cyclotella meneghiniana*. 1, 3, 4 – створки с наружной поверхности, 2, 5, 6 – с внутренней

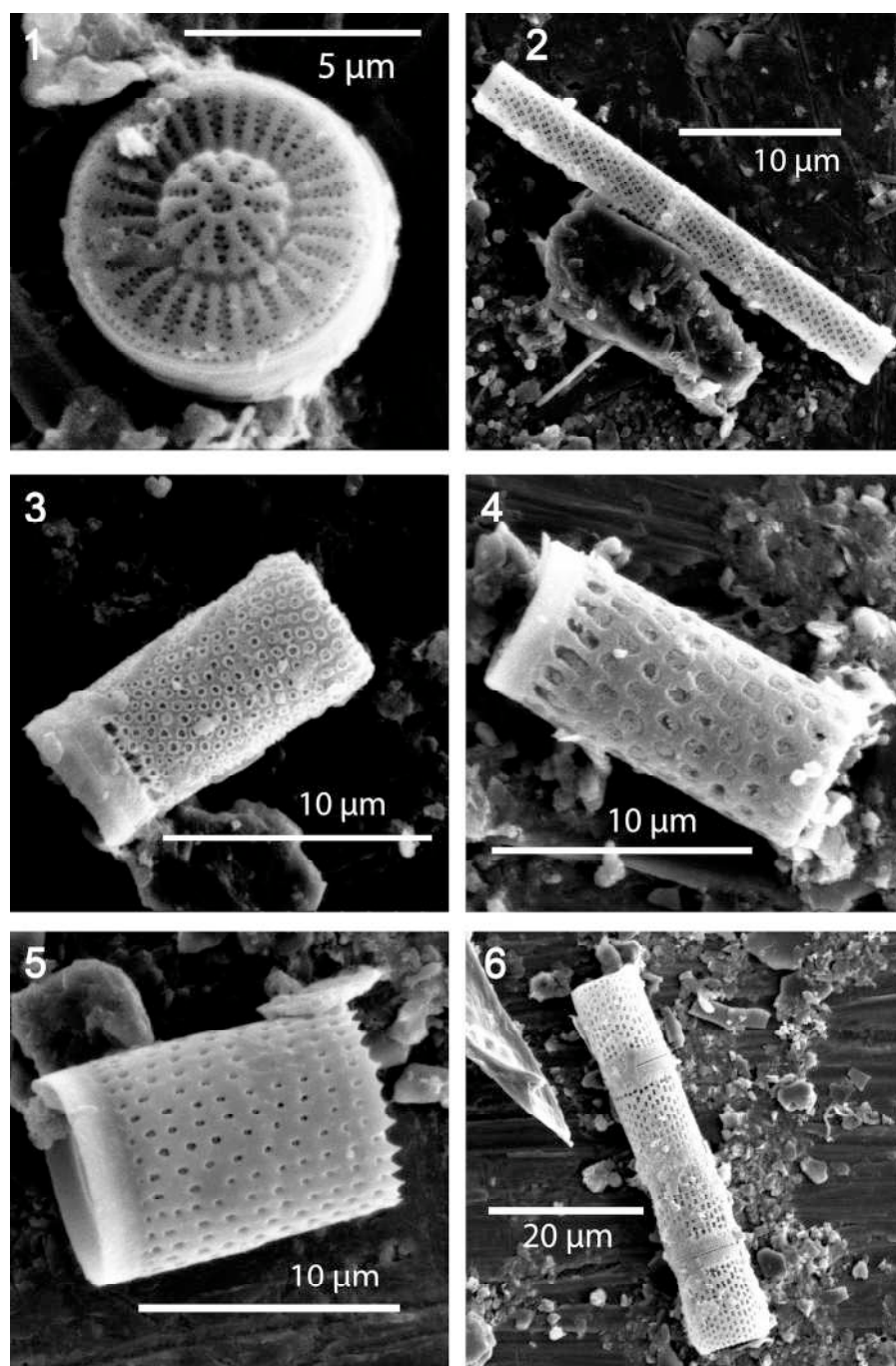


Табл. III. Электронные микрофотографии створок с наружной поверхности. СЭМ: 1 – *Discostella stelligera*; 2, 3 – *Aulacoseira ambigua*; 4 – *A. granulata*; 5, 6 – *A. cf. islandica*