

УДК 582.26+581.9+582.26:581.4

С.И. ГЕНКАЛ, М.С. КУЛИКОВСКИЙ, И.В. КУЗНЕЦОВА

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, Борок, Россия

**МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ *CENTROPHYCEAE* (*BACILLARIOPHYTA*)
ОЗЕРА БАЙКАЛ (РОССИЯ)**

По результатам изучения фитопланктона и бентоса, собранного на восточном побережье Южного и Среднего Байкала в прибрежной зоне в июле 2011 г., обнаружено 23 вида, разновидности и формы диатомовых водорослей класса *Centrophyceae* из 9 родов: *Aulacoseira* – 5, *Cyclostephanos* – 1, *Cyclotella* – 4, *Discostella* – 1, *Ellerbeckia* – 1, *Melosira* – 1, *Orthoseira* – 1, *Stephanodiscus* – 8, *Thalassiosira* – 1. Выявлен новый для флоры озера вид – *Stephanodiscus delicatus*. Среди найденных таксонов наблюдается более широкая изменчивость морфологических признаков по сравнению с литературными данными. В горячем источнике, расположенном вблизи озера и имеющем сток в Байкал, найдены неизвестные для озера виды – *Aulacoseira italica* и *Orthoseira dendroteres*.

Ключевые слова: озеро Байкал, фитопланктон, фитобентос, диатомовые водоросли, *Centrophyceae*.

Введение

Центрические диатомовые водоросли относятся к планктонным организмам и многие представители этого класса обычно входят в состав доминирующих комплексов фитопланктона озер, водохранилищ и рек (Кузьмин, 1978; Генкал, Трифонова, 2009; Генкал и др., 2010; Генкал и др., 2010, 2011; Поповская и др., 2011; и др.). Первые результаты изучения фитопланктона оз. Байкал по материалам 1916–1929 гг. были опубликованы К.И. Мейером (1930). Литературные и оригинальные данные последующих исследований озера обобщены в монографиях Г.И. Поповской и др. (2002, 2011). По данным этих публикаций, в оз. Байкал зафиксирован 31 таксон центрических диатомовых водорослей из 12 родов: *Acanthoceras* – 1, *Aulacoseira* – 6, *Conticribra* – 2, *Cyclostephanos* – 1, *Cyclotella* – 5, *Discostella* – 1, *Ellerbeckia* – 1, *Melosira* – 1, *Pliocaenicus* – 1, *Stephanodiscus* – 9, *Thalassiosira* – 1, *Urosolenia* – 2.

Цель нашего исследования – на основе изучения новых материалов по фитопланктону и бентосу уточнить видовой состав центрических диатомовых водорослей оз. Байкал.

© С.И. Генкал, М.С. Куликовский, И.В. Кузнецова, 2013

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы фитопланктона и бентоса, собранные на восточном побережье Южного и Среднего Байкала в прибрежной зоне в июле 2011 г. (55 проб), в т. ч. в горячем сероводородном источнике, вблизи пос. Энхалук в нескольких метрах от оз. Байкал и имеющем связь с озером за счет стока. Район исследований – от пос. Култука (N51°43'46" E103°43'096") до мыса Толстой, в нескольких километрах от пос. Энхалук (N52°39'921" E107°24'995"). На станциях отбора проб температура воды менялась от 13,2 до 27 °С, рН от 7,4 до 9,9, электропроводность – от 48 до 456 мкСМ/см. Горячий источник расположен между пос. Энхалук и дер. Заречье (N52°12'619" E106°44'487"). Так как сам источник представляет в настоящее время рекреационный комплекс, то пробы отбирали в затоне, образованном выходом источника (31 °С, рН 9,8, электропроводность 1140 мкСМ/см), детрите, рядом с трубой, из которой вытекает источник (39 °С, рН 9, электропроводность 1140 мкСМ/см) и песке, рядом с трубой, из которой вытекает источник (38 °С, рН 9, электропроводность 1140 мкСМ/см).

Освобождение створок диатомей от органических веществ проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Подготовленные препараты исследовали при помощи сканирующих электронных микроскопов JSM-25S и JSM-6510LV.

Результаты и обсуждение

Изучение проб с помощью сканирующей электронной микроскопии выявило 23 представителя диатомовых водорослей класса *Centrophyceae*. Их краткие описания и оригинальные микрофотографии приведены ниже.

**Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen (табл. I, 1; II, 4). Створки диам. 6,8–12,2 мкм, выс. 12,7–16,1 мкм, 9–16 рядов ареол в 10 мкм, 12–16 ареол в 10 мкм ряда. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 4,7–7; 12–20; 12–15; 12–22 соответственно).

Средний и Южный Байкал.

Aulacoseira baicalensis (K. Meyer) Simonsen (табл. I, 2–4). Створки диам. 14,7–31,4 мкм, выс. 30,0–61,3 мкм, 6–7 в 10 мкм рядов ареол, 4–6 ареол в 10 мкм ряда.

Средний и Южный Байкал.

**Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen (табл. I, 5, 6). Створки диам. 6,6–18,8 мкм, выс. 13,3–20,0 мкм, 8–12 рядов ареол в 10 мкм, 8–12 ареол в 10 мкм ряда. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 5,5–17,7; 12–18; 8–12; 9–14 соответственно).

*Значение признаков отличается от литературных данных.

Средний Байкал.

Aulacoseira islandica (O. Müll.) Simonsen (табл. II, 1, 2). Створки диаметром 8,8–25,7 мкм, выс. 12,7–17,1 мкм, 8–12 рядов ареол в 10 мкм, 8–12 ареол в 10 мкм ряда. Споры диам. 10,7–13,6 мкм, выс. 15,0–19,3 мкм, 10–12 рядов ареол в 10 мкм, 12–13 ареол в 10 мкм ряда.

Средний и Южный Байкал.

Aulacoseira italica (Ehrenb.) Simonsen emend. Genkal (табл. II, 3). Створки диам. 13,6–25,7 мкм, выс. 22,8–25,7 мкм, 10–12 рядов ареол в 10 мкм, 14 ареол в 10 мкм ряда.

Горячий источник.

Aulacoseira subarctica (O. Müll.) Haworth (табл. II, 4). Створка диам. 6,8 мкм, выс. 12,7 мкм, 16 рядов ареол в 10 мкм, 16 ареол в 10 мкм ряда.

Средний Байкал.

**Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (табл. III, 1, 2). Створки диам. 10,4–31,0 мкм, 9–14 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 5,7–20; 12–16 соответственно).

Средний Байкал.

Cyclotella atomus Hust. (табл. III, 3, 4). Створки диам. 7,3–9,1 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

Средний Байкал.

Cyclotella baicalensis Skvortzow (табл. III, 5). Створка диам. 73,5 мкм, 11 штрихов в 10 мкм.

Средний Байкал.

**Cyclotella meneghiniana* Kütz. (табл. III, 6; табл. IV, 1). Створки диам. 15,7–20,0 мкм, 7–8 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 8,4–13,6; 8–10 соответственно).

Средний и Южный Байкал.

Cyclotella minuta (Skvortzow) Antipova (табл. IV, 2, 3). Створки диам. 17,8–42,8 мкм, 10–14 штрихов в 10 мкм, 4–8 центральных выростов с опорами на створке.

Средний и Южный Байкал.

**Discostella pseudostelligera* (Hust.) Houk et Klee (табл. IV, 4–7). Створки диам. 3,5–11,4 мкм, 12–35 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 3,6–10; 16–25 соответственно).

Средний Байкал.

**Ellerbeckia arenaria* f. *teres* (Brun) Crawford (табл. V, 1–3). Створки диам. 64,4–95 мкм, выс. 16 мкм, 5–10 ребер в 10 мкм, на загибе створки имеется два кольца трубковидных выростов. В нашем материале максимальное значение числа ребер в 10 мкм отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 7–14 соответственно).

Средний и Южный Байкал.

**Melosira varians* Agardh (табл. V, 4). Створки диам. 22,8–34,3 мкм, выс. 10–14,2 мкм. В нашем материале максимальное значение высоты створки отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 9–13 соответственно).

Средний и Южный Байкал.

Orthoseira dendroteres (Ehrenb.) Genkal et Kulikovskiy (табл. V, 5). Створки диам. 13,6 мкм, выс. 5,3 мкм, 20 рядов ареол в 10 мкм, 3 каринопортулы на створке.

Горячий источник.

***Stephanodiscus delicatus* Genkal (табл. VI, 1, 2). Створки диам. 9,0–9,5 мкм, 12 штрихов в 10 мкм.

Средний Байкал.

**Stephanodiscus hantzschii* Grunow (табл. VI, 3, 4). Створки диам. 12,7–28,9 мкм, 7–8 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 7,5–19; 8–14 соответственно).

Средний и Южный Байкал.

**Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Helleman (табл. VI, 5). Створки диам. 10–15 мкм, 10–16 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальное значение диаметра створки отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 8,8–13 соответственно).

Средний Байкал.

**Stephanodiscus makarovaе* Genkal (табл. VI, 6; табл. VII, 1). Створки диам. 6,0–9,5 мкм, 14–16 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 5,1–9,1; 18–22 соответственно).

Средний Байкал.

**Stephanodiscus meyeri* Genkal et Popovsk. (табл. VII, 2, 3). Створки диам. 12,3–15,0 мкм, 10 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальное значение диаметра створки отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 5,4–13,5 соответственно).

Средний Байкал.

**Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller (табл. VII, 4, 5). Створки диам. 9,5–13,2 мкм, 10 штрихов в 10 мкм. В нашем материале максимальные и/или минимальные значения ряда признаков отличались от литературных данных (Поповская и др., 2011; 5–10; 14–20 соответственно).

Средний Байкал.

**Stephanodiscus cf. neoastraea* Håk. et Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten (табл. VII, 6; табл. VIII, 1). Створка диам. 14,3 мкм, 9 штрихов в 10 мкм. В нашем материале минимальное значение диаметра створки отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 17–25 соответственно).

Средний Байкал.

**Stephanodiscus triporus* Genkal et Kuzmin (табл. VIII, 2). Створки диам. 7,9–9,1 мкм, 12–14 штрихов в 10 мкм. В нашем материале минимальное значение числа штрихов в 10 мкм отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 14–20 соответственно).

Средний Байкал.

**Thalassiosira pseudonana* Hasle et Heimdal (табл. VIII, 3–5). Створки диам. 2,7–4,7 мкм, краевых выростов на створке 5–9. В нашем материале максимальное значение числа краевых выростов отличалось от литературных данных (Поповская и др., 2011; 4–8 соответственно).

Средний Байкал.

Зафиксированный в нашем материале видовой состав *Centrophyceae* в основном совпадает с литературными данными (Поповская и др., 2002, 2011). Для большинства обнаруженных видов, разновидностей и форм отмечены значения признаков (диаметр створки, высота ее загиба, число штрихов или ребер в 10 мкм, число рядов ареол и ареол в ряду на загибе створки в 10 мкм), отличающиеся от приведенных в литературе (Поповская и др., 2002, 2011), что свидетельствует о более широкой морфологической изменчивости представителей *Centrophyceae* в Байкале. Для озера также отмечены *Conticribra guillardii* (Hasle) Stachura-Suchoples et Will., *C. weissflogii* (Grunow) Stachura-Suchoples et Will., *Stephanodiscus inconspicuus* Makar. et Pomazkina emend. Genkal, Kuzmina et Popovsk., *Pliocaenicus costatus* (Loginova, Lupikina et Khursevich) Flower, Ozorn. et Kuzmina, *Cyclotella ocellata* Pant. emend. Genkal et Popovsk., *Aulacoseira volgensis* Genkal, *Urosolenia eriensis* (Smith) Round et Crawford, *U. longiseta* (Zacharias) Edlund et Stoermer, *Acanthoeceras zachariasii* (Brun) Simonsen (Поповская и др., 2002, 2011). Перечисленные выше виды мы не обнаружили, вероятно, в связи с тем, что они вегетируют в озере в небольшом количестве либо были отмечены на других участках (например, в Северном Байкале или в пелагиали озера), либо в весенний или осенний период (Поповская и др., 2002, 2011). В нашем материале впервые зафиксирован *Stephanodiscus delicatus*, который относится к широко распространенным видам (Генкал, 2004) и зафиксирован в ряде олиготрофных озер (Генкал, Трифонова, 2009; Генкал и др., 2011). В Прибайкалье и Забайкалье этот вид ранее не отмечали (Генкал, Бондаренко, 2001, 2004, 2011; Генкал, Поповская, 2008; Поповская, Генкал, 2008; Генкал и др., 2013). Возможно, это связано с тем, что (по нашим неопубликованным данным) этот вид в водоемах и водотоках обычно вегетирует в небольшом количестве и нередко встречается в единичных экземплярах. *Aulacoseira italica*, найденная нами в горячем источнике, известна для этого региона из ряда озер (Генкал, Бондаренко, 2001, 2004). Для Байкала приводится *Melosira roeseana* var. *epidendron* Grunow (Определитель ..., 1951), которая позднее была переведена в род *Aulacoseira* (Crawford, 1981) и точное систематическое положение этой формы на сегодняшний день не определено (Honk, 2003). Нами в горячем источнике обнаружен другой сходный вид – *Orthoseira dendroteres*, который известен

для оз. Фролиха, имеющем генетическую связь с Байкалом, под названием *Aulacoseira epidendron* (Ehrenb.) Crawford (Генкал, Поповская, 1986). Вполне возможно, что эти два вида (*Aulacoseira italica* и *A. epidendron*) со временем пополнят список центрических диатомовых водорослей Байкала, поскольку горячий источник имеет связь с озером. Сходную ситуацию мы имеем с находкой в Байкале *Pliocenicus costatus* в планктоне губы Фролиха, в которую этот вид попадает из оз. Фролиха через сток по р. Фролиха, впадающей в Байкал.

Заключение

В летний период в фитопланктоне и фитобентосе оз. Байкал зафиксировано 23 таксона класса *Centrophyceae*, что составляет большую часть известного видового списка центрических диатомовых водорослей для этого водоема. Среди обнаруженных таксонов наблюдается более широкая изменчивость морфологических признаков по сравнению с литературными данными. Впервые для озера отмечен представитель рода *Stephanodiscus* – *S. delicatus*.

В горячем источнике, расположенном вблизи Байкала и имеющем связь с озером через сток, выявлено два интересных представителя *Centrophyceae*: *Aulacoseira italica*, *Orthoseira dendroteres*. Возможно, в перспективе они расширят таксономическое разнообразие этого класса в оз. Байкал.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-04-00407-а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 87–89.
- Генкал С.И. Таксономия мелкоклеточных видов рода *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). 1. *Stephanodiscus delicatus* // Бот. журн. – 2004. – **89**, № 11. – С. 1814–1821.
- Генкал С.И., Бондаренко И.А. Материалы к флоре водорослей (*Centrophyceae*, *Bacillariophyta*) некоторых озер Прибайкалья и Забайкалья // Биол. внутр. вод. – 2001. – № 1. – С. 3–10.
- Генкал С.И., Бондаренко И.А. *Bacillariophyta* планктона горных озер бассейна р. Лены. 1. *Centrophyceae* // Бот. журн. – 2004. – **89**, № 11. – С. 1588–1596.
- Генкал С.И., Бондаренко И.А. Диатомовые водоросли горных озер Джергинского заповедника (Прибайкалье). 1. *Centrophyceae* // Поволж. экол. журн. – 2011. – № 2. – С. 127–136.
- Генкал С.И., Бондаренко И.А., Шур Л.А. Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири. – Рыбинск: Рыбин. дом печати, 2011. – 72 с.
- Генкал С.И., Михеева Т.М., Куликовский М.С., Лукьянова Е.В. Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) р. Свислочь (Беларусь). 1. *Centrophyceae* // Гидробиол. журн. – 2010. – **46**, № 1. – С. 21–36.

- Генкал С.И., Михеева Т.М., Становая Ю.Л. Оценка изменений видового состава центрических диатомовых водорослей (*Centrophyceae*) и их вклада в общую биомассу диатомовых и всего фитопланктона в озерах заказника «Синьша» (Беларусь) // Докл. НАН Беларуси. – 2011. – 55, № 4. – С. 68–75.
- Генкал С.И., Поповская Г.И. Новые данные по таксономии и морфологии некоторых видов диатомовых водорослей рода *Melosira* Ag. // Биол. внутр. вод. – 1986. – № 71. – С. 11–15.
- Генкал С.И., Поповская Г.И. Центрические диатомовые водоросли р. Селенга и ее дельтовых проток // Там же. – 2008. – № 2. – С. 19–27.
- 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., Щур Л.А., Ярушина М.И. Диатомовые водоросли некоторых водоемов северо-востока Западной Сибири. 1. *Centrophyceae* // Сибир. экол. журн. – 2010. – № 4. – С. 551–561.
- Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Волга и ее жизнь. – Л.: Наука, 1978. – С. 122–140.
- Мейер К.И. Введение во флору водорослей озера Байкал // Бюл. МОИП. Отд-ние биол. – 1930. – 39, № 3/4. – С. 179–396.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Диатомовые водоросли. Вып. 4. – М.: Сов. наука, 1951. – 619 с.
- Поповская Г.И., Генкал С.И. Материалы к флоре диатомовых водорослей (*Centrophyceae*) озер Прибайкалья и Забайкалья // Биол. внутр. вод. – 2008. – № 4. – С. 3–11.
- Поповская Г.И., Генкал С.И., Лихошвай Е.В. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал: Атлас-определитель – Новосибирск: Наука, 2002. – 168 с.
- Поповская Г.И., Генкал С.И., Лихошвай Е.В. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал: Атлас-определитель. – Новосибирск: Наука, 2011. – 192 с.
- Crawford R.M. The diatom genus *Aulacoseira* Thw.: its structure and taxonomy // Phycologia. – 1981. – 20, N 2. – P. 174–192.

Поступила 14 декабря 2011 г.
Подписала в печать Г.К. Хурсевич

S.I. Genkal, M.S. Kulikovskiy, I.V. Kuznetsova

I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences,
152742 Yaroslavl, Nekouz, Borok, Russia

NEW DATA TO *CENTROPHYCEAE* (*BACILLARIOPHYTA*)
OF LAKE BAIKAL, RUSSIA

Our results have shown 23 new species, varieties and forms from 9 genera: *Aulacoseira* – 5, *Cyclostephanos* – 1, *Cyclotella* – 4, *Discostella* – 1, *Ellerbeckia* – 1, *Melosira* – 1, *Orthoseira* – 1, *Stephanodiscus* – 8, *Thalassiosira* – 1. We have found three new for Baikal flora species – *Stephanodiscus delicatus* and *Aulacoseira italica*, *Orthoseira dendroteres*, last two species were found in hot spring that has connection with lake. The benthos and phytoplankton samples were taken on the eastern shore of Southern and Middle Baikal. There is a wider variability of morphological characters in found taxa, than on the basis literature data.

Key words: Lake Baikal, phytoplankton, phytobenthos, diatoms, *Centrophyceae*.

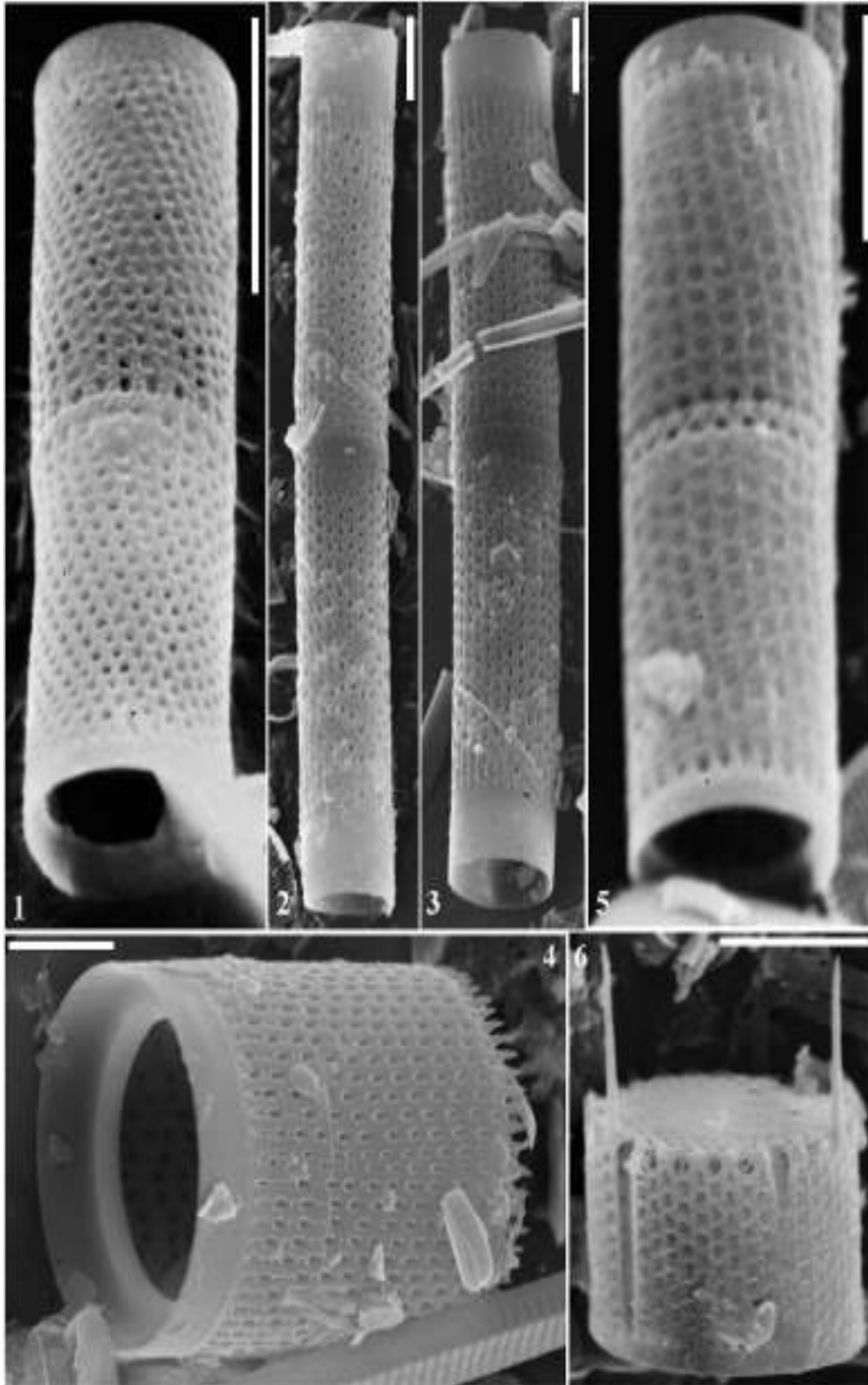


Табл. I. 1 – *Aulacoseira ambigua*, 2–4 – *A. baicalensis*, 5, 6 – *A. granulata*. Створки с внешней поверхности. Масштаб 10 мкм

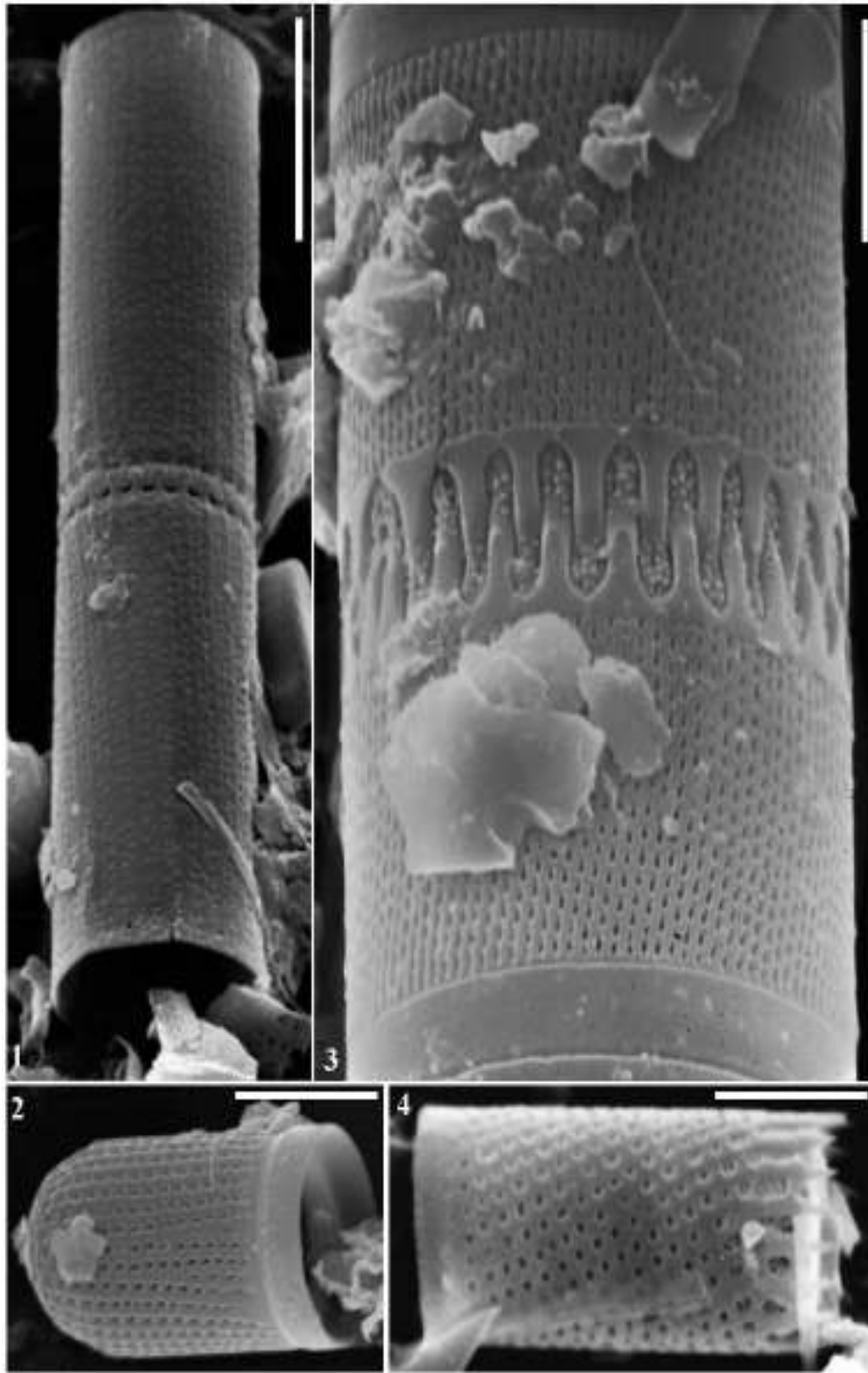


Табл. II. 1, 2 – *Aulacoseira islandica*, 3 – *A. italica*, 4 – *A. subarctica*. Створки с внешней поверхности. Масштаб: 1–3 – 10 мкм; 4 – 5 мкм

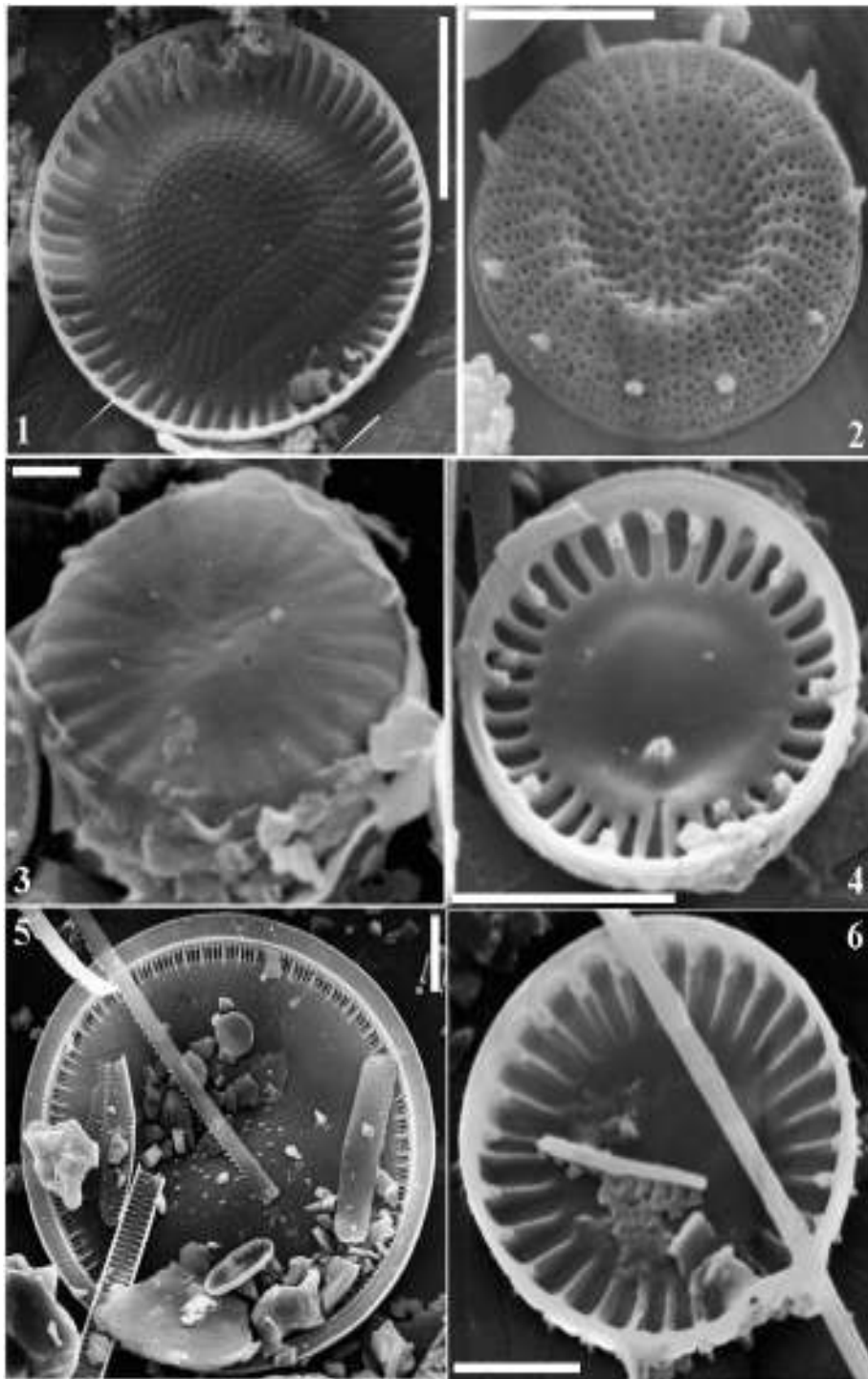


Табл. III. 1, 2 – *Cyclostephanos dubius*, 3, 4 – *Cyclotella atomus*, 5 – *C. baicalensis*, 6 – *C. meneghiniana*. 2, 3 – створки с внешней поверхности; 1, 4–6 – створки с внутренней поверхности. Масштаб: 1, 3, 5 – 10 мкм; 2, 4, 6 – 5 мкм

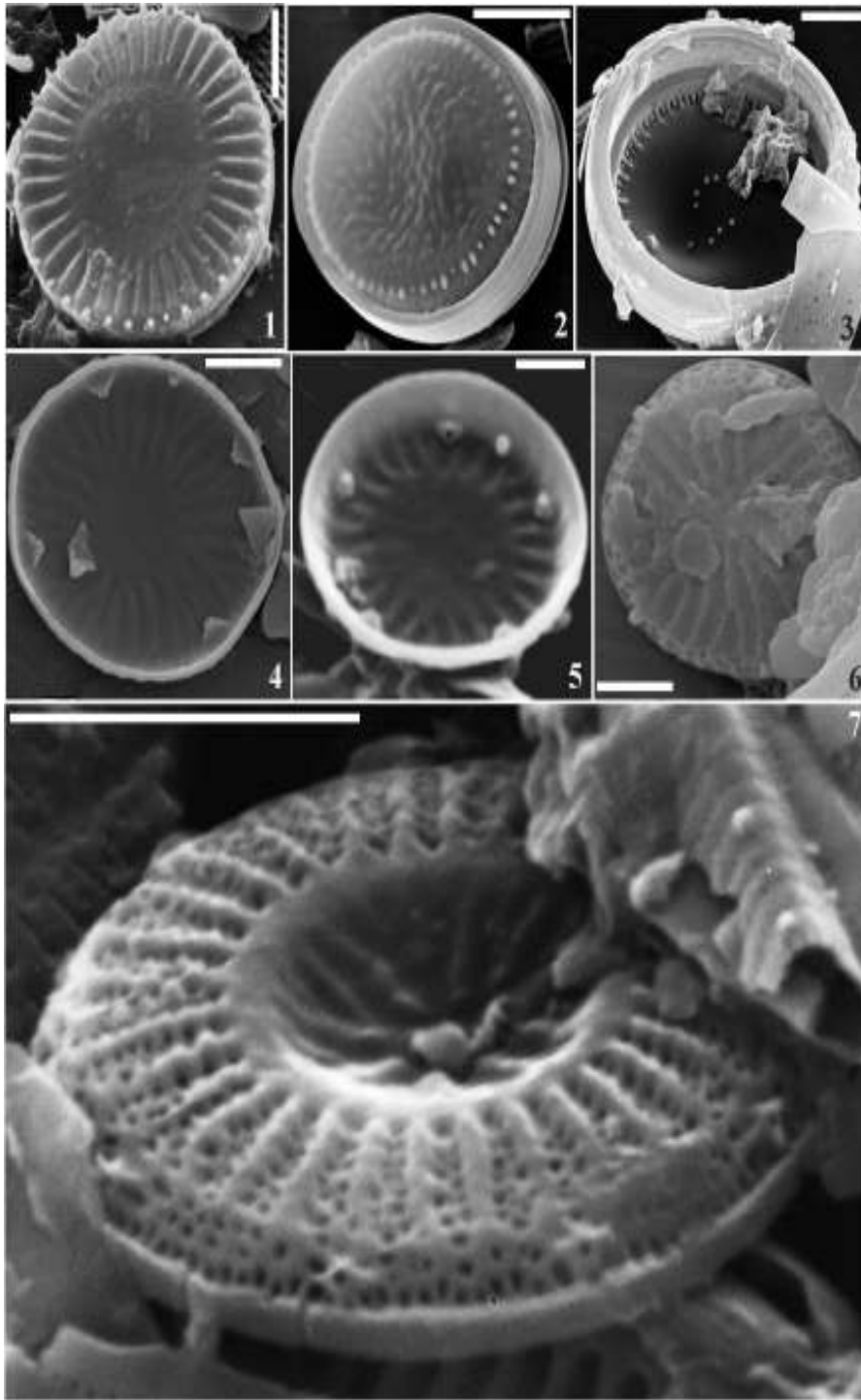


Табл. IV. 1 – *Cyclotella meneghiniana*, 2, 3 – *C. minuta*, 4–7 – *Discostella pseudostelligera*. 1, 2, 6, 7 – створки с внешней поверхности; 3–5 – створки с внутренней поверхности. Масштаб: 1, 7 – 5 мкм; 2, 3, 5 – 10 мкм; 4, 6 – 1 мкм

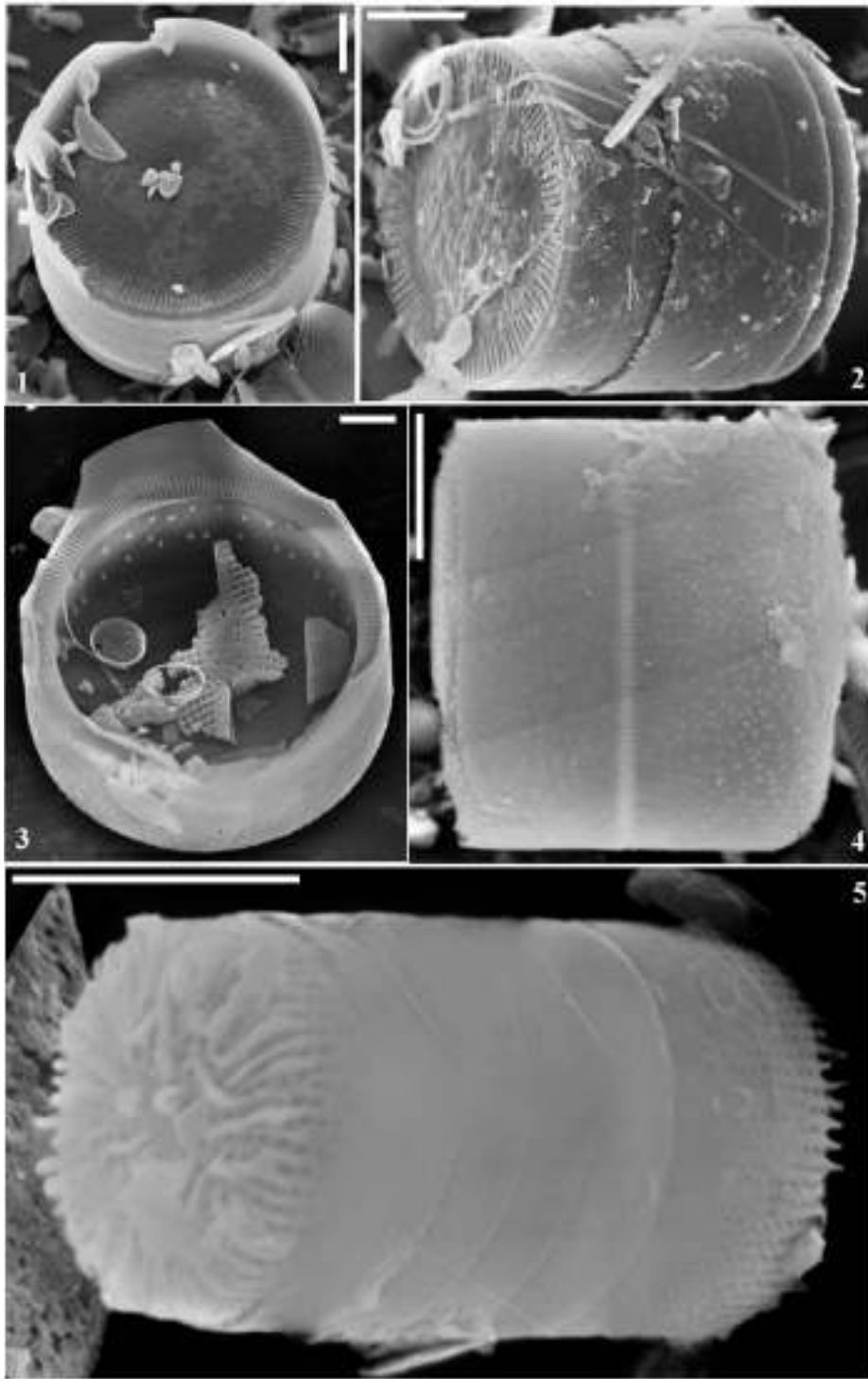


Табл. V. 1–3 – *Ellerbeckia arenaria* f. *teres*, 4 – *Melosira varians*, 5 – *Orthoseira dendro-teres*. 1, 2, 4, 5 – створки с внешней поверхности; 3 – створка с внутренней поверхности. Масштаб: 1 – 20 мкм; 2–5 – 10 мкм

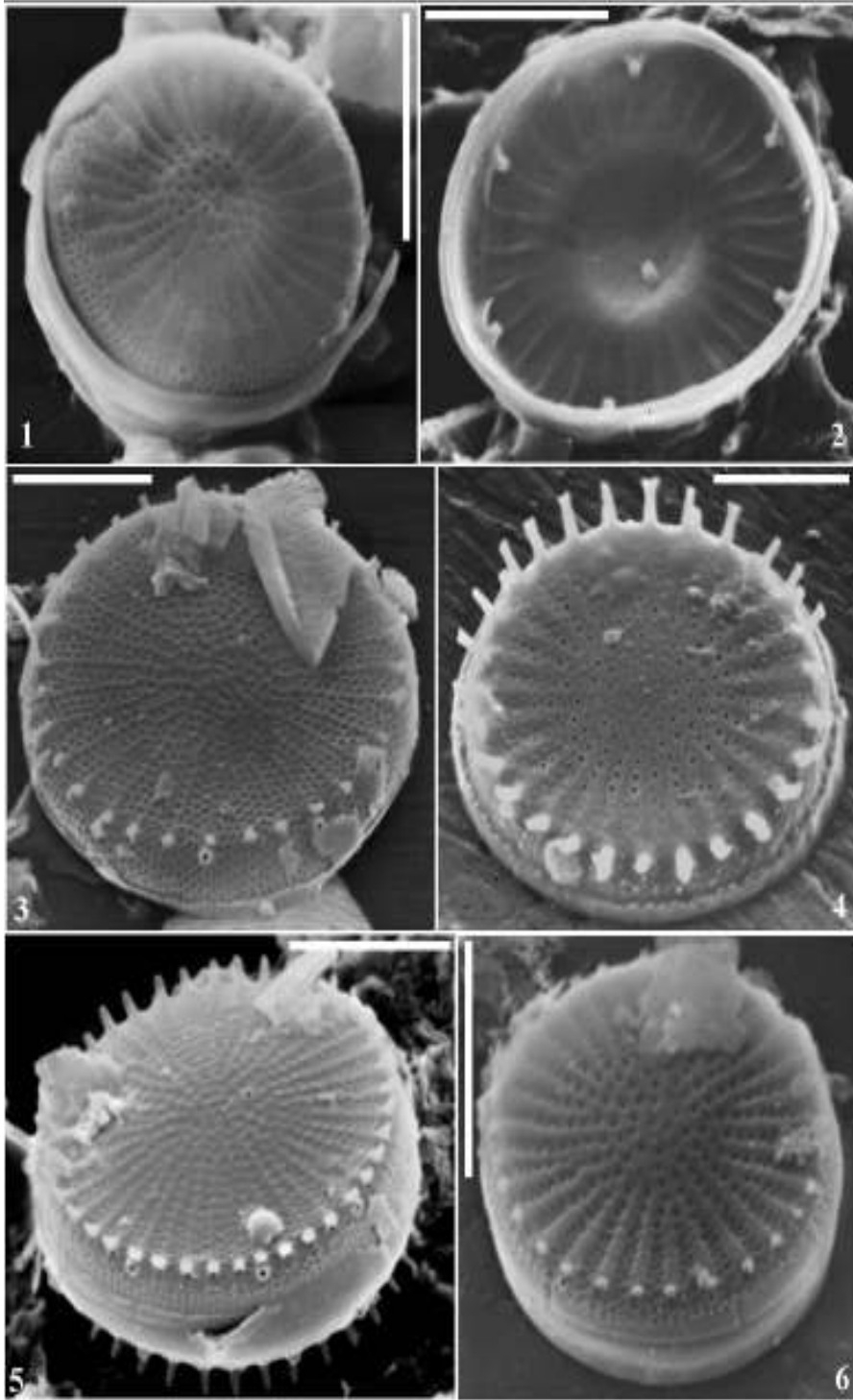


Табл. VI. 1, 2 – *Stephanodiscus delicatus*, 3, 4 – *S. hantzschii*, 5 – *S. invisitatus*, 6 – *S. makarovaе*. 1, 3–6 – створки с внешней поверхности, 2 – створка с внутренней поверхности. Масштаб 5 мкм

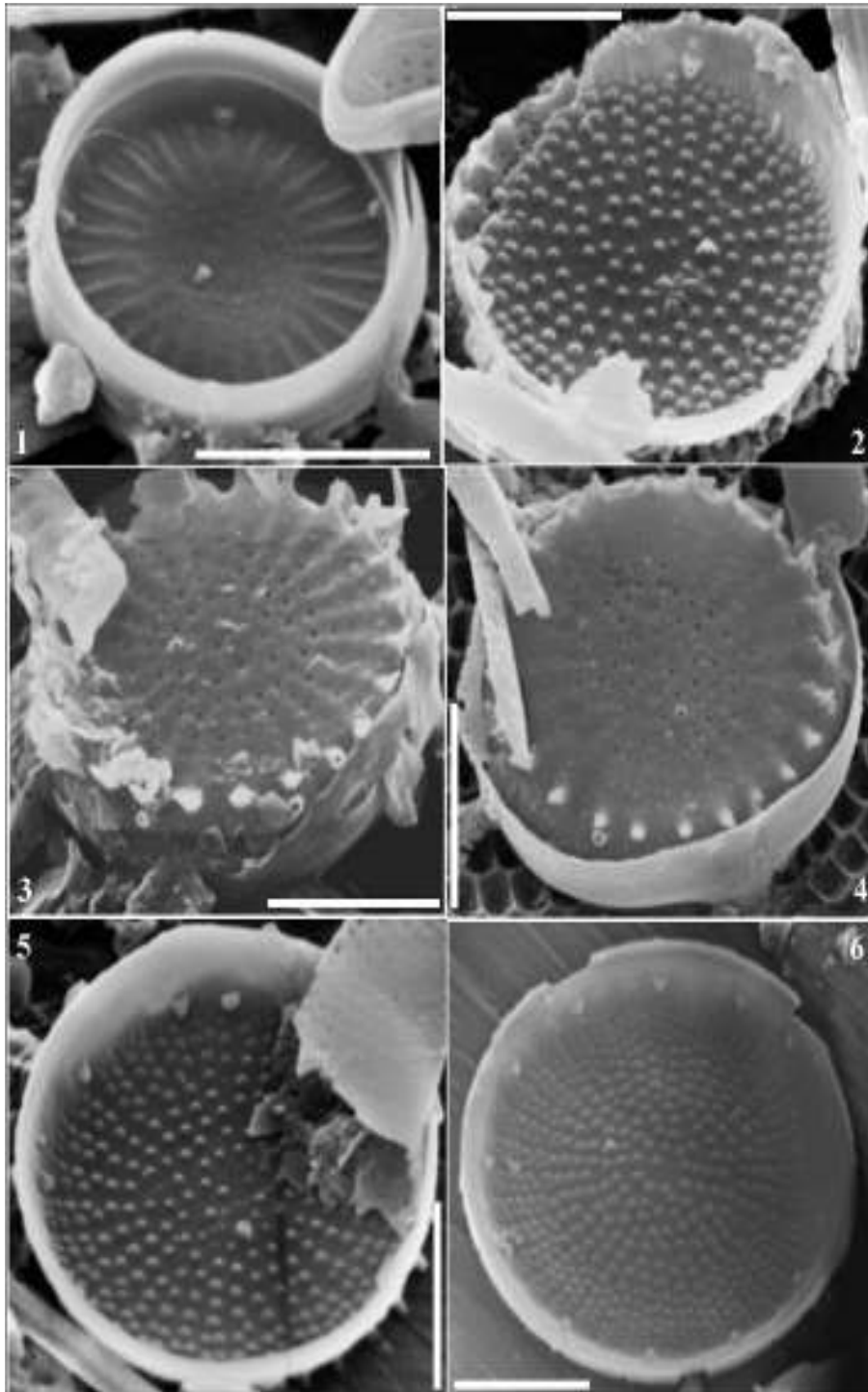


Табл. VII. 1 – *Stephanodiscus makarovae*, 2, 3 – *S. meyerii*, 4, 5 – *S. minutulus*, 6 – *S. cf. neoastraea*. 3, 4 – створки с внешней поверхности; 1, 2, 5, 6 – створки с внутренней поверхности. Масштаб 5 мкм

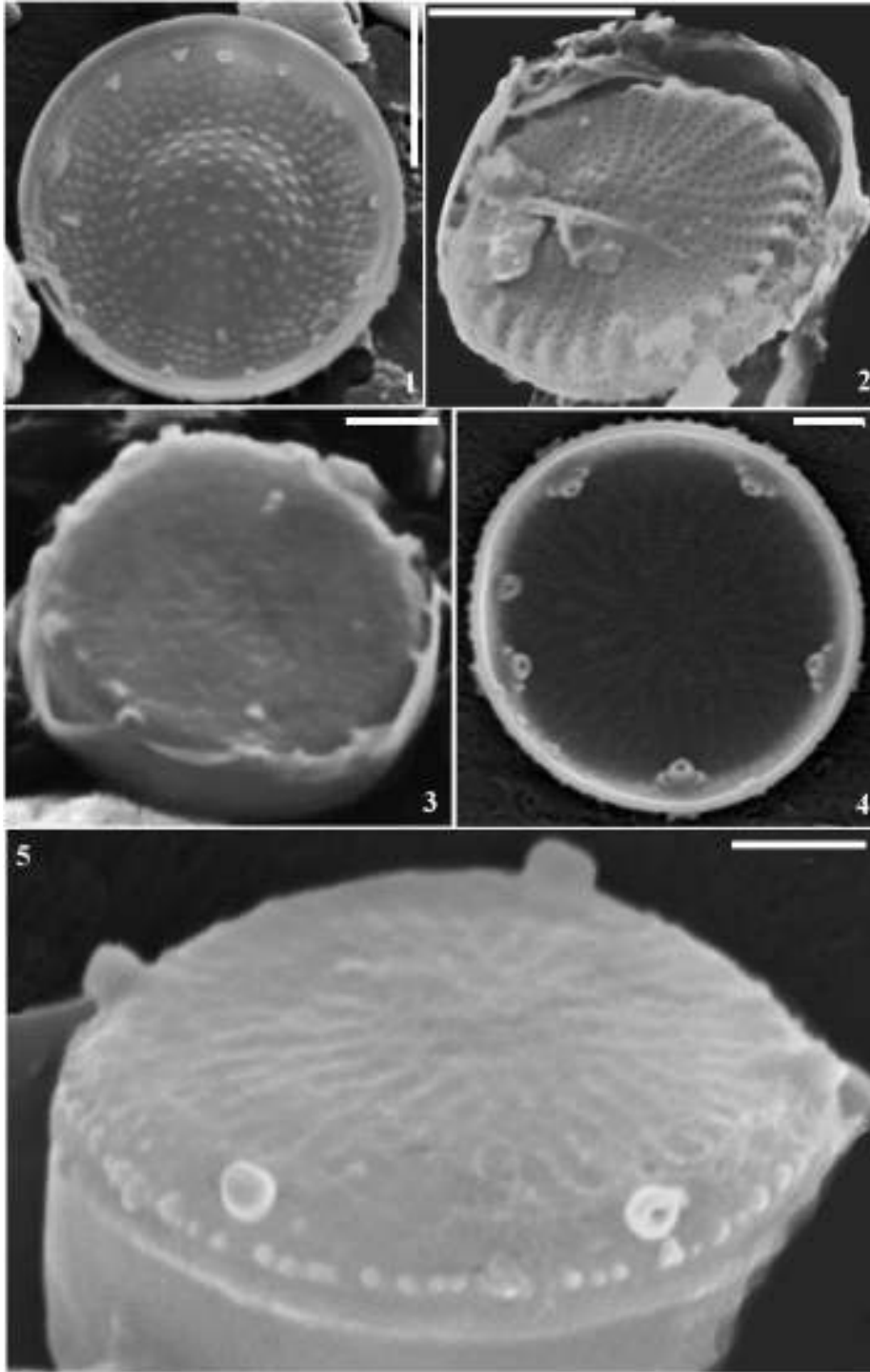


Табл. VIII. 1 – *Stephanodiscus* cf. *neoastraea*, 2 – *S. triporus*, 3–5 – *Thalassiosira pseudonana*. 2, 3, 5 – створки с внешней поверхности; 1, 4 – створки с внутренней поверхности. Масштаб: 1, 2 – 5 мкм; 3 – 10 мкм; 4, 5 – 0,5 мкм