

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (КЛАСС CENTROPHYCEAE) В ФИТОПЛАНКТОНЕ КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

С.И. Генкал¹, А.Г. Охалкин²

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
Россия, 1525742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: genkal@ibiw.jaroslavl.ru

² Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Россия, 603600, Н. Новгород, просп. Гагарина, 23
E-mail: okhapkin@bio.unn.ru

Поступила в редакцию 28.04.09 г.

Диаомовые водоросли (класс Centrophyceae) в фитопланктоне Камских водохранилищ. – Генкал С.И., Охалкин А.Г. – По результатам изучения фитопланктона Нижнекамского и Воткинского водохранилищ выявлен видовой состав диатомовых водорослей класса Centrophyceae. В Нижнекамском впервые зафиксировано 20 видов и разновидностей из 8-ми родов (*Aulacoseira* Thwaites, *Cyclostephanos* Round, *Cyclotella* (Kützing), *Discostella* Houk et Klee, *Melosira* Agardh, *Skeletonema* Greville, *Stephanodiscus* Ehrenberg, *Thalassiosira* Cleve). В Воткинском водохранилище обнаружено 15 таксонов центрических диатомовых водорослей, из них 9 новых для флоры этого водоема, в том числе представители новых родов *Cyclostephanos* и *Thalassiosira*. С учетом проведенной ревизии в этом водохранилище зафиксировано 19 видов из 9-ти родов: *Aulacoseira*, *Cyclostephanos*, *Cyclotella*, *Discostella*, *Melosira*, *Puncticulata* Håkansson, *Skeletonema*, *Stephanodiscus*, *Thalassiosira*.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, фитопланктон, р. Кама, Нижнекамское и Воткинское водохранилища.

Diatoms (Centrophyceae) in the Kama reservoir phytoplankton. – Genkal S.I. and Okhapkin A.G. – On the basis of the results of our phytoplankton survey in the Lower-Kama and Votkinsk reservoirs, the species composition of diatoms (class Centrophyceae) has been determined. In the Lower-Kama reservoir, 20 species and varieties belonging to 8 genera (*Aulacoseira* Thwaites, *Cyclostephanos* Round, *Cyclotella* (Kützing), *Discostella* Houk et Klee, *Melosira* Agardh, *Skeletonema* Greville, *Stephanodiscus* Ehrenberg, and *Thalassiosira* Cleve) were recorded for the first time. In the Votkinsk reservoir, 15 taxa of centric diatoms were found, of which 9 were new for the reservoir's flora, including representatives of the new genera *Cyclostephanos* and *Thalassiosira*. In view of our survey, 19 species from 9 genera (*Aulacoseira*, *Cyclostephanos*, *Cyclotella*, *Discostella*, *Melosira*, *Puncticulata* Håkansson, *Skeletonema*, *Stephanodiscus*, and *Thalassiosira*) were recorded in the reservoir.

Key words: diatoms, phytoplankton, Kama River, Lower-Kama and Votkinsk reservoirs.

ВВЕДЕНИЕ

Литература по фитопланктону и, в частности, центрическим диатомовым водорослям камских водохранилищ (Нижнекамское, Воткинское) немногочисленны. Уже первые исследователи фитопланктона р. Камы (Шляпина, 1927; Штина, 1941) в качестве характерной черты отмечали преимущественное развитие диатомовых водорослей с превалированием среди центрических главным образом *Melosira italica* (Ehrenberg) Kützing, 1844 и *M. granulata* (Ehrenberg) Ralfs, 1861. После обра-

звания Куйбышевского и Камского водохранилищ при том же видовом составе общая численность диатомей заметно увеличилась (Уломский, 1963). Характеризуя состав и структуру планктонных альгоценозов реки от впадения р. Вишеры до пос. Камское Устье в летнюю межень 1975 г., Г.В. Кузьмин и А.Г. Охапкин (1977) отмечают, что центрические диатомовые – это преобладающая в планктоне группа водорослей. В нижнем течении реки (район будущего Нижнекамского водохранилища) в составе доминирующих видов обнаружены *M. granulata*, *M. ambigua* (Grunow) O. Müller, 1904, *Coscinodiscus lacustris* Grunow, 1880. Среди преобладающих форм альгоценозов Воткинского водохранилища отмечены те же виды рода *Melosira*, что и ниже по течению, в совокупности со *Stephanodiscus hantzschii* var. *pusillus* Grunow, 1880, а Камского – кроме них *M. italica* и *C. lacustris*.

В первые годы после заполнения Нижнекамского водохранилища по результатам исследований, проведенных в августе 1980 и 1981 гг., установлено, что центрические диатомеи прочно закрепились в составе доминантов летнего планктона. Из них в 1980 г. преобладали *M. granulata*, *M. italica*, *M. ambigua* и *Skeletonema subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge, 1928, в 1981 г. – *M. granulata* и различные виды рода *Stephanodiscus* (Охапкин, 1981, 1986; Охапкин, Ребяткина, 1983). В целом по данным световой микроскопии в 1980 – 1981 гг. отмечено 18 видов, разновидностей и форм центрических диатомовых, из них *Melosira* – 9 видов, разновидностей и форм, *Stephanodiscus* – 5, *Coscinodiscus*, *Cyclotella* и *Skeletonema* – по 1.

По результатам изучения фитопланктона, собранного с 13 августа по 16 сентября 1990 г., выявлено 29 таксонов Bacillariophyta (52% от общего числа), причем в комплексе доминирующих видов отмечены *Melosira granulata* (Шкундина, Насырова, 2004), но полные сведения по видовому составу в этой работе отсутствуют. По Воткинскому водохранилищу имеется более полная информация. В монографии по этому водохранилищу (Биология..., 1988) приводятся данные за 1975 – 1982 гг. по видовому составу и сезонной динамике фитопланктона. Обнаружено 88 таксонов Bacillariophyta, в составе доминирующих комплексов отмечены – *M. italica*, *M. distans* (Ehrenberg) Simonsen, 1979, *M. islandica* (O. Müller) Simonsen, 1979, *M. granulata*, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, 1880, *S. binderanus* (Kützing) Krieger, 1927, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1844. В списке видов Воткинского водохранилища из центрических диатомовых водорослей отмечено 20 таксонов: *Melosira varians* Agardh, 1827, *M. islandica*, *M. islandica* subsp. *helvetica* O. Müller, 1906, *M. distans*, *M. undulata* (Ehrenberg) Kützing, 1844, *M. granulata*, *M. granulata* var. *angustissima* (Ehrenberg) O. Müller, 1899, *M. italica*, *M. italica* var. *tenuissima* (Grunow) O. Müller, 1906, *M. italica* subsp. *subarctica* (O. Müller) Simonsen, 1979, *M. italica* var. *italica* f. *curvata* Pantocsek, 1951, *Cyclotella kuetzingiana* Thwaites, 1848, *C. meneghiniana*, *C. compta* (Ehrenberg) Kützing, 1849, *C. bodanica* Eulenstein, 1878, *C. stelligera* Cleve et Grunow, 1882, *Stephanodiscus astraеa* (Ehrenberg) Grunow, 1880, *S. hantzschii*, *S. binderanus*, *Skeletonema subsalsum* (Биология..., 1988). В последующих публикациях отмечено, что диатомовые в фитопланктоне (материалы 1981 – 1982 гг.) по биомассе составляли 92 – 97% и в качестве доминантов указаны *Melosira italica*, *Cyclotella meneghiniana* (Третьякова, 1989). В работе П.Г. Беляевой (2005) по результатам исследования планктона и перифитона мелководной зоны

Воткинского водохранилища (весна – лето 2003 г.) выявлены 57 таксонов Bacillariophyta и к массовым центрическим диатомовым водорослям отнесены – *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen, 1979, и *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen, 1979. Отмечено, что основу биомассы перифитона также создают диатомовые водоросли (50 – 90%). Таким образом, имеющиеся литературные данные характеризуют состав центрических диатомовых р. Камы и ее водохранилищ лишь с позиций светооптических методов и с современных позиций не могут считаться удовлетворительными.

Цель исследования: на основе изучения собственных материалов по Нижнекамскому и Воткинскому водохранилищам с помощью электронной микроскопии выявить видовой состав центрических диатомовых водорослей этих водоемов и уточнить систематическое положение отдельных таксонов на базе современных представлений по систематике класса Centrophyceae.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом послужили пробы фитопланктона, собранные в августе 1980 г. на Нижнекамском (у пос. Камбарки, г. Сарапул) и Воткинском (у г. Чайковского) водохранилищах. Освобождение клеток от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа (JSM-25S).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Электронно-микроскопическое изучение материалов по фитопланктону с помощью сканирующей электронной микроскопии выявило 20 представителей Centrophyceae. Их краткие описания и оригинальные микрофотографии приведены ниже.

*Aulacoseira ambigua** (Grunow) Simonsen, 1979 (рис. 1, 1, 2). Створки диам. 7.3 – 24.4 мкм, выс. 6.8 – 22.2 мкм, рядов ареол 8 – 14 в 10 мкм, ареол в 10 мкм ряда 10 – 17.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища (доминирующий вид).

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen, 1879 (рис. 1, 3, 4). Створки диам. 5.7 – 22.8 мкм, выс. 20 – 26.6 мкм, рядов ареол в 10 мкм 6 – 12, ареол в 10 мкм ряда 7 – 12.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища (доминирующий вид).

Aulacoseira subarctica (O. Müller) Haworth, 1988 (рис. 1, 5). Створки диам. 5.4 – 14.2 мкм, выс. 3.2 – 7.1 мкм, рядов ареол в 10 мкм 12, ареол в 10 мкм ряда 16 – 20.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Cyclostephanos dubius** (Fricke) Round, 1982 (рис. 1, 6 – 8). Створки диам. 8.2 – 31 мкм, штрихов 8 – 12 в 10 мкм.

Нижнекамское (в значительном количестве у г. Сарапул), Воткинское водохранилища.

*Cyclotella atomus** Hustedt var. *atomus*, 1937 (рис. 1, 9, 10). Створки диам. 8.2 – 9.5 мкм, штрихов 10 – 12 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

* Новый для флоры Воткинского водохранилища.

Cyclotella atomus var. *gracillis** Genkal et Kiss, 1993 (рис. 2, 1). Створки диам. 7.6 – 9.4 мкм, штрихов 13 – 14 в 10 мкм.

Нижекамское водохранилище.

Cyclotella meneghiniana Kützinger, 1844 (рис. 2, 2, 3). Створки диам. 15.7 – 37 мкм, штрихов 6 – 7 в 10 мкм.

Нижекамское, Воткинское водохранилища.

*Discostella pseudostelligera** (Hustedt) Houk et Klee, 2004 (рис. 2, 4, 5). Створки диам. 4.9 – 9.1 мкм, штрихов 25 в 10 мкм.

Нижекамское (в значительном количестве у г. Сарапул), Воткинское водохранилища.

Discostella stelligera (Cleve et Grunow) Houk et Klee, 2004 (рис. 2, 6). Створка диам. 12.7 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

Нижекамское водохранилище.

Melosira varians Agardh, 1827 (рис. 2, 7). Створки диам. 20 – 26.6 мкм, выс. 12.2 – 16.6 мкм.

Нижекамское, Воткинское водохранилища.

Skeletonema subsalsum (Cleve-Euler) Bethge, 1928 (рис. 2, 8). Створки диам. 5.8 – 8.2 мкм, выс. 1.1 – 1.5 мкм, краевых выростов с опорами 12 – 20 в 10 мкм.

Нижекамское, Воткинское водохранилища.

Stephanodiscus binderanus (Kützinger) Krieger, 1927 (рис. 3, 1, 2). Створки диам. 7.6 – 17.1 мкм, штрихов 8 – 20 в 10 мкм.

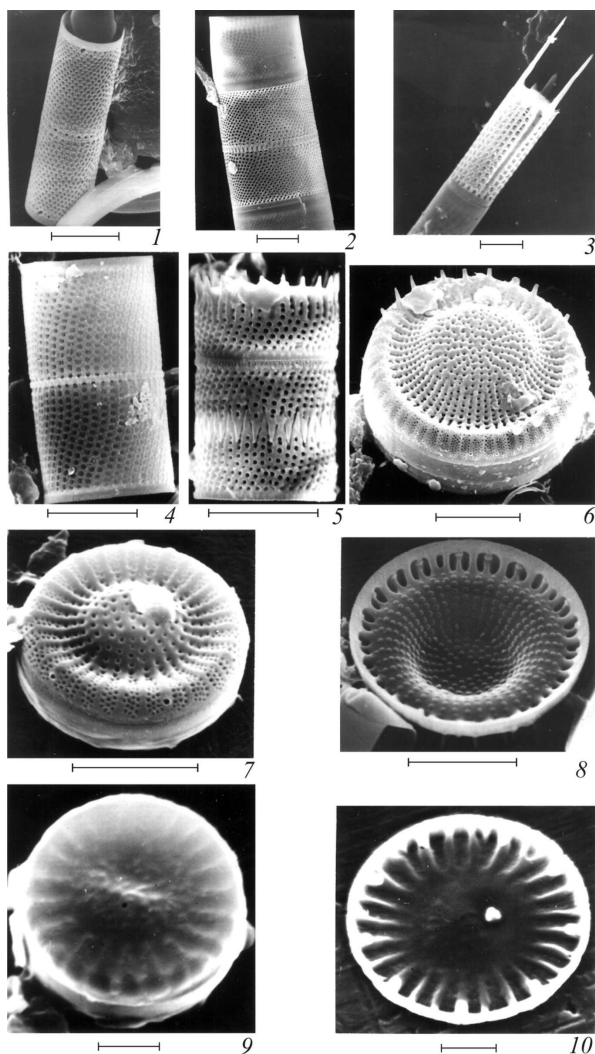


Рис. 1. Электронные микрофотографии створок (СЭМ): 1, 2 – *Aulacoseira ambigua*; 3, 4 – *A. granulata*; 5 – *A. subarctica*; 6 – 8 – *Cyclostephanos dubius*; 9, 10 – *Cyclotella atomus* var. *atomus*. 1 – 7, 9 – створки с наружной поверхности; 8, 10 – створки с внутренней поверхности.

Масштаб, мкм: 1 – 6, 8 – 10; 7 – 5; 9, 10 – 2

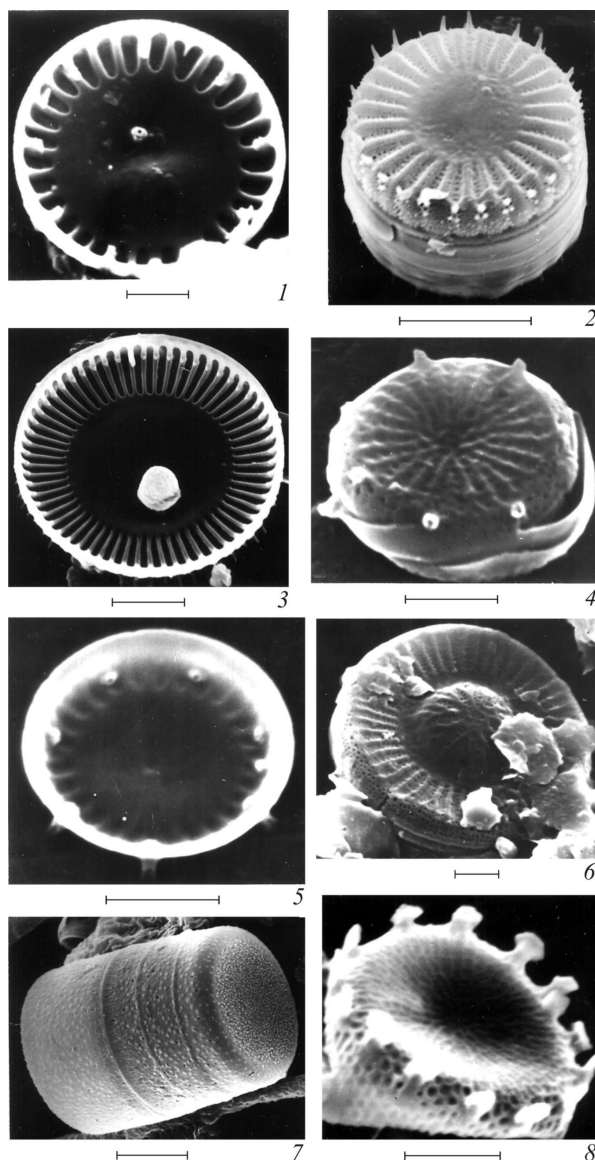


Рис. 2. Электронные микрофотографии створок (СЭМ): 1 – *Cyclotella atomus* var. *gracillis*; 2, 3 – *C. meneghiniana*; 4, 5 – *Discostella pseudostelligera*; 6 – *D. stelligera*; 7 – *Melosira varians*; 8 – *Sceletonema subsalsum*. 1, 3, 5 – створки с внутренней поверхности; 2, 4, 6 – 8 – створки с наружной поверхности. Масштаб, мкм: 1, 4 – 6, 8 – 2; 2, 3, 7 – 10

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

Stephanodiscus hantzschii Grunow, 1880 (рис. 3, 3, 4). Створки диам. 14.5 – 31 мкм, штрихов 5 – 8 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Stephanodiscus invisitatus** Hohn et Hellermann, 1963 (рис. 3, 5, 7). Створки диам. 10 – 17 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Stephanodiscus makarovae** Genkal, 1978 (рис. 3, 8). Створки диам. 7.3 – 10.4 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Stephanodiscus minutulus** (Kützing) Cleve et Möller, 1878 (рис. 4, 1). Створки диам. 8 – 10 мкм, штрихов 10 – 11 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Stephanodiscus neoastreae** Håkansson et Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten, 1992 (рис. 4, 2 – 4). Створки диам. 16.4 – 37 мкм, штрихов 7 – 9 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Thalassiosira brampatrae** (Ehrenberg) Håkansson et Locker, 1981 (рис. 4, 5, 6). Створки диам. 24.4 – 53.3 мкм, краевых выростов с опорами 5 – 6 в 10 мкм.

Нижнекамское, Воткинское водохранилища.

*Thalassiosira guillardii**
Hasle, 1978 (рис. 4, 7). Створки диам. 12.7 – 15 мкм, краевых выростов с опорами 10 в 10 мкм.

Нижнекамское водохранилище.

*Thalassiosira pseudonana**
Hasle et Heimdal, 1970 (рис. 4, 8). Створки диам. 4.4 – 4.7 мкм.

Нижнекамское водохранилище.

Систематика многих центрических диатомовых водорослей в последние годы претерпела существенные изменения, и литературные данные по видовому составу исследованных водохранилищ требуют существенной корректировки, которая учтена в приведенном нами списке. В первую очередь это касается представителей рода *Melosira* Agardh, которые переведены в другой род *Aulacoseira* Thwaites, за исключением двух видов – *Melosira varians* Agardh, 1827 и *M. undulata* (Ehrenberg) Kützing, 1844 (Simonsen, 1979). *M. granulata* var. *angustissima* O. Müller, 1899, *M. islandica* subsp. *helvetica* и *M. italica* var. *teniusissima* сведены в синонимику к типовым формам – *Aulacoseira granulata*, *A. islandica*, *A. italica* (Ehrenberg) Simonsen, 1979 (Давыдова, Моисеева, 1992). *M. italica* susp. *subarctica* переведена в ранг вида – *Aulacoseira subarctica* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991),

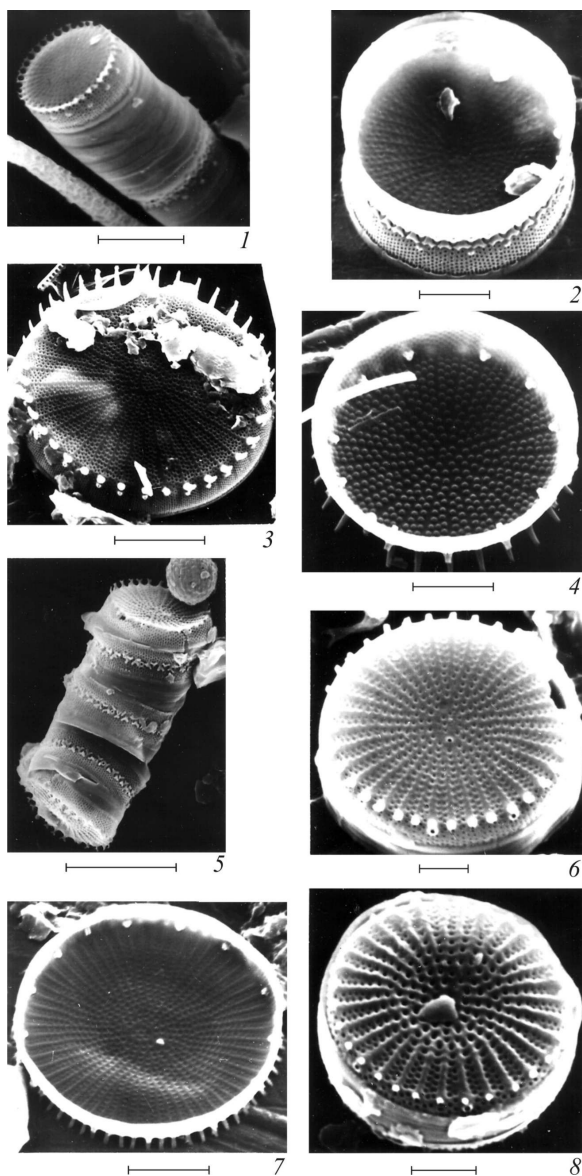


Рис. 3. Электронные микрофотографии створок (СЭМ): 1, 2 – *Stephanodiscus binderanus*; 3, 4 – *S. hantzschii*; 5 – 7 – *S. invisitatus*; 8 – *S. makarovae*. 1, 5 – колония; 1, 4, 7 – створки с внутренней поверхности; 3, 6, 8 – створки с наружной поверхности. Масштаб, мкм: 1, 3, 5 – 10; 2, 4, 7 – 5; 6, 8 – 2

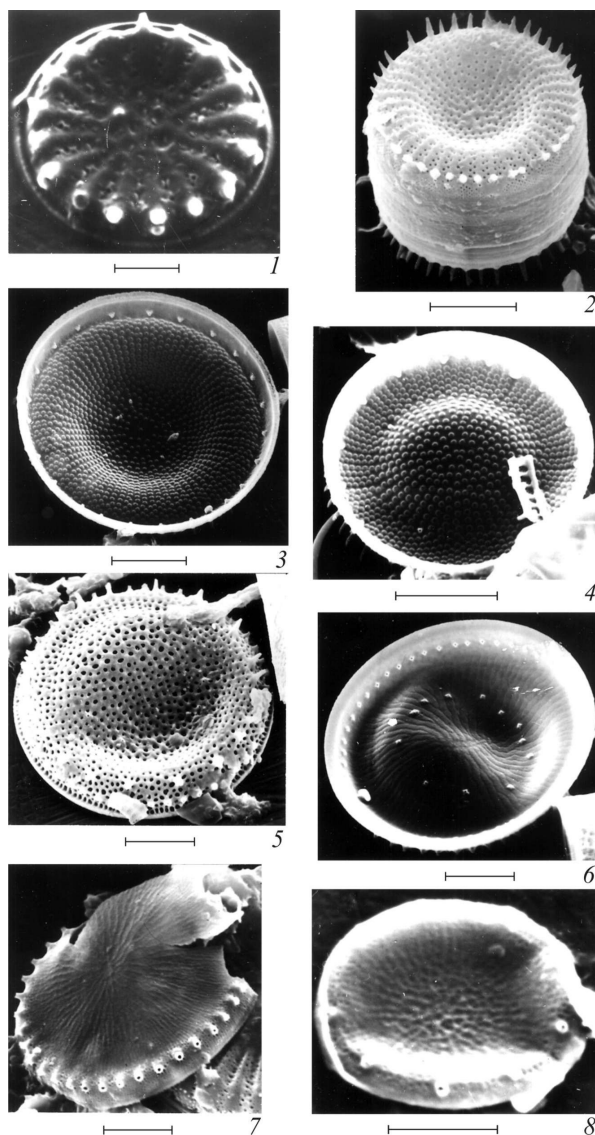


Рис. 4. Электронные микрофотографии створок (СЭМ): 1 – *Stephanodiscus minutulus*; 2 – 4 – *S. neoastreae*; 5, 6 – *Thalassiosira bramaputrae*; 7 – *T. guillardii*; 8 – *T. pseudonana*. 1, 2, 5, 7, 8 – створки с наружной поверхности; 3, 4, 6 – створки с внутренней поверхности. Масштаб, мкм: 1, 7, 8 – 2; 2 – 6 – 10

а *Cyclotella kuetzingiana* сведена в синонимику к *C. meneghiniana* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). Ряд других представителей рода *Cyclotella* (Kützing) переведены в другие таксоны этого ранга – *C. comta* и *C. bodanica* в *Puncticulata* Håkansson (P. comta (Ehrenberg) Håkansson, 2002, P. bodanica (Grunow) Håkansson, 2002) (Håkansson, 2002), а *Cyclotella stelligera* в *Discostella* (D. stelligera) (Houk, Klee, 2004). Для Воткинского водохранилища приводится *Stephanodiscus astraea*. Изучение типового материала *S. astraea* показало, что использование этого эпитета к представителю рода *Stephanodiscus* Ehrenberg некорректно, оно приводится в синонимике к *Cyclotella astraea* (Ehrenberg) Kützing, 1849 (Håkansson, Locker, 1981) и, вероятней всего, именно эту форму мы отнесли к *S. neoastreae*. В списке Воткинского водохранилища фигурируют *Melosira distans*, *M. italica* с максимальным обилием (от 1 до 6 млн кл. / л), *M. undulata* и *Cyclotella bodanica* (Биология..., 1988). Возможно, к *Melosira distans* отнесли низкопанцирные формы *Aulacoseira subarctica*, а к *Melosira italica* – формы *Aulacosiera ambigua*, которая по нашим данным также доминирует в исследованных водохранилищах вместе с *A. granulata*. Аналогичные ситуации в

плане неточного определения описаны в литературе (Генкал, 1995; Genkal, 1999). Находка *Melosira undulata* вызывает сомнения, поскольку относится к редким бентосным видам, обитающим в литорали стоячих водоемов (Глезер, Давыдова, 1992), и, по крайней мере, в волжских водохранилищах, несмотря на многолетние исследования этих водоемов, данный вид отсутствует (Корнева, Генкал, 2000). *Cyclotella bodanica* относится к северо-альпийским видам, характерным для олиготрофных озер, и, вероятней всего, к этому виду отнесли формы *C. comta*, которые сходны по морфологии с *C. bodanica*. Для нижнего течения р. Камы приводится *Coscinodiscus lacustris*, который позднее был переведен в род *Thalassiosira* Cleve – *T. bramaputrae* (Макарова, 1988). С учетом вышеизложенных комментариев опубликованный список центрических водорослей Воткинского водохранилища (Биология., 1988) следует сократить с 20 до 10 (*Aulacoseira granulata*, *A. islandica*, *A. subarctica*, *Cyclotella meneghiniana*, *Discostella stelligera*, *Melosira varians*, *Puncticulata comta*, *Skeletonema subsalsum*, *Stephanodiscus binderanus*, *S. hantzschii*), а с учетом наших данных расширить этот список до 19 за счет новых таксонов видового и родового ранга для флоры Воткинского водохранилища (*Aulacoseira ambigua*, *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella atomus*, *Discostella pseudostelligera*, *Stephanodiscus invisitatus*, *S. makarova*, *S. minutulus*, *S. neoastrea*, *Thalassiosira bramaputrae*, *T. guillardii*, *T. pseudonana*). Состав центрических диатомовых водорослей Нижнекамского водохранилища по нашим данным (20 видов) близок к таковому Воткинского, но отличается большим видовым разнообразием родов *Cyclotella* и *Thalassiosira* за счет *Cyclotella atomus* var. *gracilis* и *Thalassiosira guillardii*, *T. pseudonana*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение материалов по Нижнекамскому и Воткинскому водохранилищам с помощью современных методов электронной микроскопии и использование современной систематической литературы позволило получить первые полные данные по видовому составу доминирующего в фитопланктоне класса *Centrophyceae* Нижнекамского водохранилища и провести ревизию центрических диатомовых водорослей Воткинского водохранилища. В Нижнекамском обнаружено 20 видов и разновидностей из 8-ми родов: *Aulacoseira* – 4, *Cyclostephanos* – 1, *Cyclotella* – 3, *Discostella* – 2, *Melosira* – 1, *Skeletonema* – 1, *Stephanodiscus* – 6, *Thalassiosira* – 3. В Воткинском водохранилище отмечен сходный таксономический спектр и с учетом литературных данных зафиксировано 19 видов *Centrophyceae* из 9-ти родов: *Aulacoseira* – 4, *Cyclostephanos* – 1, *Cyclotella* – 2, *Discostella* – 1, *Melosira* – 1, *Puncticulata* – 1, *Skeletonema* – 1, *Stephanodiscus* – 6, *Thalassiosira* – 1. При этом для Воткинского водохранилища уточнено систематическое положение отдельных таксонов и впервые отмечены представители новых родов – *Cyclostephanos* и *Thalassiosira*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 87 – 90.
Беляева П.Г. Перифитон и планктон мелководной зоны Воткинского водохранилища // Современные проблемы исследований водохранилищ: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2005. С. 187 – 188.

Биология Воткинского водохранилища / Под ред. М.С. Алексеевниной. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1988. 184 с.

Генкал С.И. О распространении в волжских водохранилищах некоторых представителей диатомовых водорослей рода *Aulacosira* Thw. // Тез. докл. 4-й Всерос. конф. по водным растениям / Ин-т биологии внутренних вод РАН. Борок, 1995. С. 86 – 87.

Глезер З.И., Давыдова Н.Н. Род *Melosira* Ag. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). СПб.: Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1992. Т. II, вып. 2. С. 69 – 73.

Давыдова Н.Н., Моисеева А.И. Род *Aulacosira* Thw. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). СПб.: Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1992. Т. II, вып. 2. С. 76 – 85.

Корнева Л.Г., Генкал С.И. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика фитопланктона волжских водохранилищ // Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги. Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2000. С. 5 – 112.

Кузьмин Г.В., Охапкин А.Г. Фитопланктон р. Камы в летнюю межень 1975 г. // Биол. внутр. вод: Информ. бюл. Ин-та биологии внутренних вод АН СССР. 1977. № 36. С. 45 – 49.

Макарова И.В. Диатомовые водоросли морей СССР. Род *Thalassiosira* Cl. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1988. 117 с.

Охапкин А.Г. Характеристика фитопланктона Нижнекамского водохранилища в первый год его существования // Круговорот веществ и энергии в водоемах. Вып. I. Элементы биотического круговорота. Иркутск, 1981. С. 105 – 106.

Охапкин А.Г. Фитопланктон Нижнекамского водохранилища летом 1980 г. // Биологические основы повышения продуктивности и охраны растительных сообществ Поволжья. Горький: Изд-во Горьк. гос. ун-та, 1986. С. 70 – 74.

Охапкин А.Г., Ребяткина М.В. Фитопланктон Нижне-Камского водохранилища в августе 1980 и 1981 гг. // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование: Тез. докл. 2 регион. совещ. гидробиологов Урала. Пермь, 1983. Ч. I. С. 52 – 53.

Третьякова С.А. Фитопланктон Камских водохранилищ // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала: Сб. науч. тр. / УрО АН СССР. Свердловск, 1989. С. 58 – 70.

Уломский С.Н. О развитии фитопланктона в озерах и водохранилищах Урала и Приуралья // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. Т. 13. С. 126 – 145.

Шкундина Ф.Б., Насырова М.Р. Фитопланктон водохранилищ бассейна реки Белой // Сиб. экол. журн. 2004. Т. 11, № 6. С. 843 – 849.

Шляпина Е.В. О фитопланктоне р. Камы // Работы Волжской биологической станции. Саратов, 1927. Т. 9, вып. 3. С. 131 – 160.

Штина Э.А. Сезонные изменения фитопланктона р. Камы у г. Оханска по наблюдениям 1939 и 1940 гг. // Изв. Биол. науч.-исслед. ин-та. Пермь, 1941. Т. 12, вып. 2. С. 35 – 51.

Genkal S.I. Problems in identifying centric diatom for monitoring the water quality of large rivers // Use of algae for monitoring rivers III / Eds. J. Prygiel, B.A. Whitton, J. Bukowska. Douai: Agence de l'Eau Art-Picardie, 1999. P. 182 – 187.

Håkansson H. A compilation and evolution of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclotella* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae // Diatom Research. 2002. Vol. 17, № 1. P. 1 – 139.

Håkansson H., Locker S. *Stephanodiscus* Ehrenberg 1846, a revision of the species described by Ehrenberg // Nova Hedwigia. 1981. Bd. 35. S. 117 – 150.

Houk V., Klee R. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützinger) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* gen. nov. // Diatom Research. 2004. Vol. 19, № 2. P. 203 – 228.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. 576 s.

Simonsen R. The Diatom system: ideas on phylogeny // Bacillaria. 1979. Vol. 2. P. 9 – 71.