

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С.И. Генкал¹, Т.Б. Голоколенова²

¹ Институт биологии внутренних вод РАН

Россия, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок

² Волгоградское отделение Государственного научно-исследовательского
института озерного и речного рыбного хозяйства

Россия, 400001, Волгоград, Пугачевская, 1

E-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

Поступила в редакцию 19.04.08 г.

Центрические диатомовые водоросли Цимлянского водохранилища. – Генкал С.И., Голоколенова Т.Б. – Исследование фитопланктона Цимлянского водохранилища выявило 23 представителя Centrophyceae, в том числе 16 видов и 1 род новые для флоры этого водоема. Ревизия литературных данных по видовому составу данного класса позволила свести 7 таксонов в синонимику и 8 перевести в новые рода. Показана роль центрических диатомовых водорослей в планктонных альгоценозах водохранилища и высказано предположение о сохранении статуса высокоэвтрофного водоема на основе смещения размерного спектра Centrophyceae в сторону мелкоразмерных видов.

Ключевые слова: Цимлянское водохранилище, фитопланктон, диатомовые водоросли, Centrophyceae, флора.

Centric diatom algae of the Tsimlyansk reservoir. – Genkal S.I. and Golokolenova T.B. – Our phytoplankton study in the Tsimlyansk reservoir has revealed 23 representatives of Centrophyceae, including 16 species and 1 genus new for the flora in this reservoir. Revision of the literature data by specific composition has allowed 7 taxa to be reduced to a synonymy and 8 taxa to be transferred to new genera. The role of centric diatoms in the planktonic algalocenoses of the reservoir is shown. A suggestion is made about retaining the status of this highly eutrophic reservoir on the basis of the shift of the size spectrum of Centrophyceae towards small-sized species.

Key words: Tsimlyansk reservoir, phytoplankton, diatoms algae, Centrophyceae, flora.

ВВЕДЕНИЕ

Цимлянское водохранилище – водоем озерного типа, его особенностью является слабый водообмен (0,9), небольшие глубины (средняя 6 – 8 м), продолжительный вегетационный период (205 – 215 дней) и высокая продуктивность биоценозов (Лапицкий, 1970). Основная роль в общем речном стоке водохранилища принадлежит р. Дон, которая ежегодно вносит 89% воды от общего стока всех рек. В связи с этим видовой состав планктонного альгоценоза водохранилища в целом отражает биопотенциал реки. Диатомовые водоросли в фитопланктоне р. Дон по численности и видовому разнообразию занимали ведущее место и в составе фитопланктона было зарегистрировано 96 видов, разновидностей и форм, в том числе шесть планктонных форм из класса Centrophyceae: *Cyclotella comta* (Ehr.) Kutz., *C. kuetzingiana* Thwait., *C. meneghiniana* Kutz., *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs., *M. italica* (Ehr.) Kutz., *M. varians* Ag. (Аксенова, 1968, 1970). После образования Цимлянского

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

водохранилища (1952 г.) резко возросла роль Centrophyceae в количественных показателях весенних и позднеосенних фитоценозов, при этом представители Bacillariophyta уступили лидерство в таксономическом разнообразии Chlorophyceae. Всего, по литературным данным, в Цимлянском водохранилище зарегистрировано 25 видов, разновидностей и форм центрических диатомовых водорослей (кроме вышеперечисленных): *Attheya zachariasii* Brun., *Coscinodiscus gigas* Ehrenberg, *C. lacustris* Grun., *Cyclotella caspia* (Kützing) Grunow, *C. sibirica* Skabitschevskiy, *C. stelligera* Cl. et Grun., *Detonula subtilissima* Proshkina-Lavrenko, *Melosira distans* (Ehr.) Kutz., *M. granulata* f. *curvata* (Grunow) Hustedt, *M. granulata* var. *angustissima* (O. Müll.) Hust., *M. granulata* var. *angustissima* f. *curvata* O.Müller, *M. islandica* O.Müll., *M. islandica* subsp. *helvetica* O.Müll., *M. italica* var. *tenuissima* (Grunow) O.Müller, *Skeletonema subsalsum* (A.Cleve) Bethge, *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun., *S. binderanus* Kützing, *S. hantzschii* Grun., *S. socialis* Makarova et Proshkina-Lavrenko (Аксенова, 1970; Калинина, 1976).

В последние десятилетия в систематике Bacillariophyta, в том числе и Centrophyceae, произошли серьезные изменения в результате использования для изучения морфологии панциря водорослей более мощных методов электронной микроскопии. Были описаны новые для науки таксоны разного ранга, многие изменили свой статус или были сведены в синонимику, появились новые классификации.

Цель работы – провести ревизию видового состава Centrophyceae фитопланктона Цимлянского водохранилища и оценить их роль в структуре фитоценоза водоема на современном этапе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для наших исследований послужили пробы фитопланктона, собранные на Цимлянском водохранилище в период с апреля по октябрь 2006 г. и апрель, июль, октябрь 2007 г. по 31 основной мониторинговой точке (рис. 1). Пробы отбирали батометром и концентрировали отстойным методом, фиксировали формалином. Численность водорослей подсчитывалась в камере «Нажотта» объемом 0.01 мл, биомасса определялась счетно-объемным методом (Методические рекомендации..., 1981). Для электронно-микроскопического исследования было отобрано 12 смешанных проб по одной с плеса в каждом биологическом сезоне.

Освобождение клеток от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей исследовали в СЭМ (JSM-25S).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате наших исследований было выявлено 23 вида центрических диатомовых водорослей, в том числе 16 новых для Цимлянского водохранилища. Их краткие диагнозы, эколого-географические характеристики (распространение, галобность, отношение к рН, сапробность по Л.Г. Корневой (2000)), комментарии и оригинальные микрофотографии приведены ниже.

* *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen (рис. 2, 1). Створки диам. 6.8 – 8.5 мкм, выс. 12.7 – 14.2 мкм, число рядов 11 – 14 в 10 мкм, ареол в 10 мкм ряда 14 –

* Новые для флоры Цимлянского водохранилища.

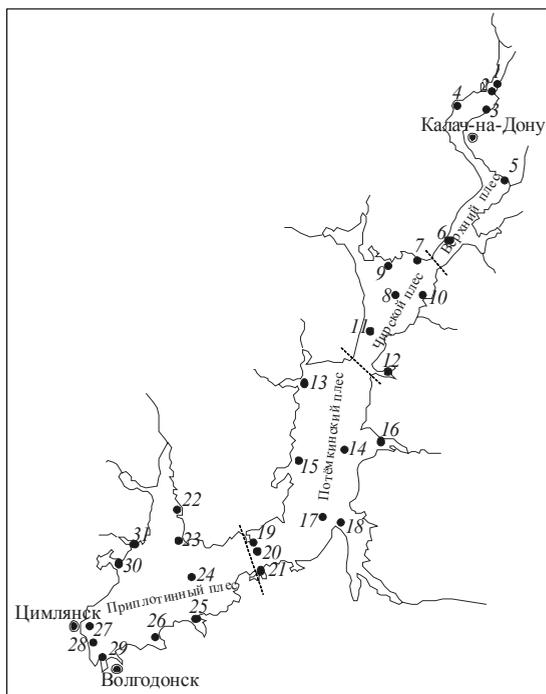


Рис. 1. Карта-схема Цимлянского водохранилища с границами плесов и станциями наблюдения

tissima, то она также была сведена в синонимику к типовой разновидности (Давыдова, Моисеева, 1992).

**Aulacoseira subarctica* (O. Müller) Haworth (рис. 2, 3, 4). Створки диам. 7.2 – 9.2 мкм, выс. 2.0 – 4.3 мкм, число рядов 16 – 20 в 10 мкм, ареол в 10 мкм ряда 20 – 25. Северо-альпийский, индифферент, алкалофил.

К *A. subarctica* мы отнесли форму, которая сначала была описана как разновидность *Melosira italica* var. *subborealis* Nygaard (Nygaard, 1956). Позднее эта разновидность была переведена в ранг формы – *Aulacoseira subarctica* f. *subborealis* (Nygaard) Haworth (Haworth, 1988) на основе морфологического сходства с *A. subarctica* (O. Müller) Haworth f. *subarctica*. Недавно эта форма получила видовой статус – *A. subborealis* (Nygaard) Denys, Muylaert et Krammer на основе отличий от *A. subarctica* по ряду признаков (меньшая длина шипов без ареола в их основании, всегда ареолированная лицевая часть створки, невысокий загиб створки, положение двугубого выроста на внутренней стороне кольцевидной диафрагмы и др.), а также экологических особенностей (Denys et al., 2003). Некоторые исследователи относят *A. subarctica* f. *subborealis* к типовой форме вида (Gibson et al., 2003). Наши исследования 17 популяций, сходных по морфологии и экологии *A. subarctica* и *A. subborealis*, подтвердили эту точку зрения на таксономическую самостоятель-

18. Космополит, индифферент, алкалофил, олиго-β-мезосапроб.

Согласно современным представлениям большинство видов рода *Melosira* были переведены в род *Aulacoseira* (Simonsen, 1979).

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen (рис. 2, 2). Створки диам. 10 – 24.4 мкм, выс. 13 – 21 мкм, число рядов 9 – 12 в 10 мкм, ареол в 10 мкм ряда 10 – 12. Космополит, индифферент, алкалофил, β-мезосапроб.

M. granulata f. *curvata* и *M. granulata* var. *angustissima* f. *curvata* были сведены в синонимику к *Aulacoseira granulata* f. *curvata* (Hustedt) Davudova (Давыдова, Моисеева, 1992) и в то же время *Melosira granulata* var. *curvata* Grunow выделены в пределах вида в качестве морфотипа без придания самостоятельного таксономического ранга (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). Что касается *M. granulata* var. *angus-*

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

ность последнего и, по нашему мнению, *A. subborealis* является синонимом *A. subarctica*. Низкопанцирные формы *A. subarctica* часто ошибочно идентифицируют как *A. distans* (Ehrenberg) Simonson (= *M. distans* (Ehrenberg) Kützing) (Генкал, 1995; Genkal, 1999).

**Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (рис. 2, 6 – 8). Створки диам. 6.4 – 28.9 мкм, штрихов 8 – 10 в 10 мкм. Бореальный, индифферент, алкалофил, β-мезосапроб.

**Cyclotella atomus* Hustedt (рис. 2, 9; рис. 3, 1). Створки диам. 6 – 8.6 мкм, штрихов 10 – 20 в 10 мкм. Космополит, галофил, алкалофил, α-мезосапроб.

**Cyclotella meduanae* Germain (рис. 3, 2). Створки диам. 6.6 – 10.4 мкм.

Cyclotella meneghiniana Kützing (рис. 3, 3, 4). Створки диам. 8.6 – 38.9 мкм, штрихов 5 – 8 в 10 мкм. Космополит, галофил, алкалофил, α-мезосапроб.

C. kuetzingiana сведена в синонимику к *C. meneghiniana* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991).

**Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee (рис. 3, 5, 6). Створки диам. 4.2 – 13.6 мкм, штрихов 16 – 25 в 10 мкм. Космополит, индифферент, β-мезосапроб.

Discostella stelligera (Cleve et Grunow) Houk et Klee (рис. 3, 7). Створки диам. 11.8 – 17 мкм, штрихов 14 – 16 в 10 мкм. Космополит, индифферент, алкалофил, олиго-β-мезосапроб.

Недавно многие виды рода *Cyclotella*, в том числе *C. pseudostelligera* и *C. stelligera*, были переведены в новый род *Discostella* (Houk, Klee, 2004).

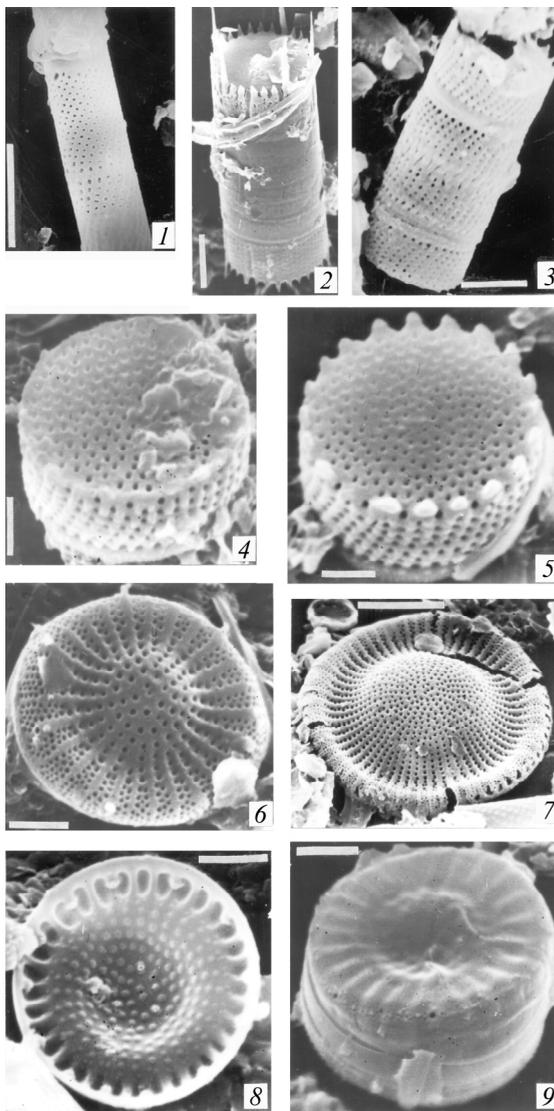


Рис. 2. Электронные микрофотографии створок: 1 – *Aulacoseira ambigua*; *A. granulata*; 2 – 5 – *A. subarctica*; 6 – 8 – *Cyclostephanos dubius*; 9 – *Cyclotella atomus*. 1 – 7, 9 – створки с наружной поверхности; 8 – створки с внутренней поверхности. Масштаб, мкм: 1, 2, 7 – 10; 3 – 5; 4 – 6, 8, 9 –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

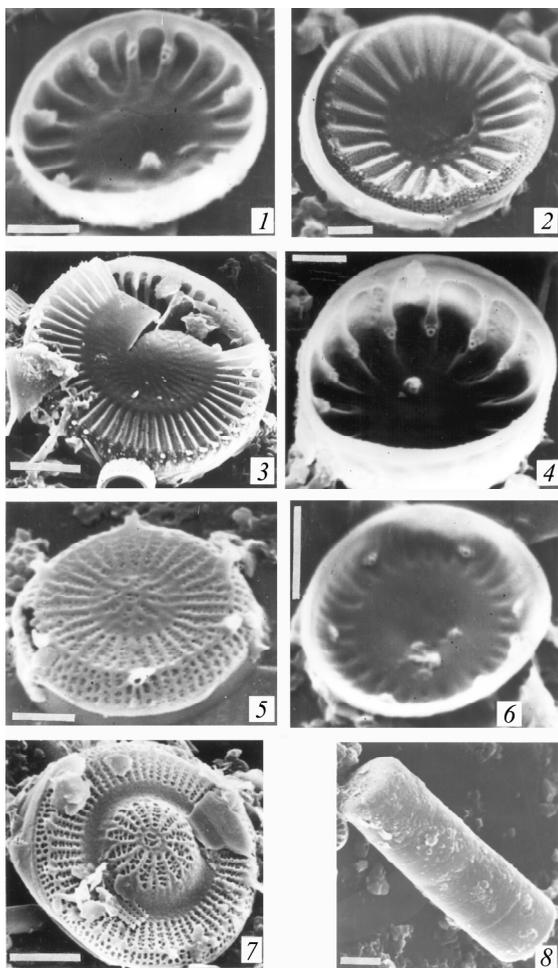


Рис. 3. Электронные микрофотографии створок: 1 – *Cyclotella atomus*; 2 – *C. meduanae*; 3, 4 – *C. meneghiniana*; 5, 6 – *Discostella pseudostelligera*; 7 – *D. stelligera*; 8 – *Melosira varians*. 1, 4, 6 – створки с внутренней поверхности; 2, 3, 5, 7, 8 – створки с наружной поверхности. Масштаб, мкм: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

10 мкм.

**Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve et Möller (рис. 4, 6). Створки диаметром 7.3 – 10.9 мкм, штрихов 11 – 15 в 10 мкм. Бореальный, индифферент, алкалофил, α -мезосапроб.

**Stephanodiscus neoastraea* (Håkansson et Hickel) emend. Casper, Scheffler et

Melosira varians Agardh (рис. 3, 8). Створки диам. 22.2 – 33 мкм, выс. 11 – 15.5 мкм. Космополит, галофил, алкалофил, β -мезосапроб.

**Stephanodiscus delicatus* Genkal (рис. 4, 1). Створки диам. 10 – 15 мкм, штрихов 11 – 14 в 10 мкм. Космополит, индифферент.

Stephanodiscus hantzschii Grunow (рис. 4, 2, 3). Створки диам. 10.9 – 22.8 мкм, штрихов 6 – 9 в 10 мкм. Космополит, индифферент, алкалофил, α -мезосапроб – полисапроб.

Форма, приведенная на рис. 4 (3), возможно, относится к другому очень сходному по морфологии и экологии виду (*S. binderanus* var. *oestrupii* (A. Cleve) A. Cleve), которые отличаются главным образом формой шипов – у последнего они вильчатые или ветвящиеся в отличие от остроконечных у *S. hantzschii* (Генкал, 1997).

**Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellerman (рис. 4, 4). Створки диам. 11.8 – 19.2 мкм, штрихов 9 – 11 в 10 мкм. Космополит, индифферент, алкалофил.

S. socialis был сведен в синонимии к *S. invisitatus* (Генкал, Макарова, 1985).

**Stephanodiscus makarovae* Genkal (рис. 4, 5). Створки диам. 6.4 – 8.8 мкм, штрихов 14 – 20 в

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

Augsten (рис. 4, 7, 8). Створки диам. 12.3 – 31 мкм, штрихов 8 – 10 в 10 мкм, центральных выростов 1 – 2. Космополит, индифферент, алкалифил.

Изучение типового материала *S. astraea* показало, что использование этого названия по отношению к представителю рода *Stephanodiscus* некорректно, и оно приводится в синонимике к *Cyclotella astraea* (Ehrenberg) Kützing (Håkansson, Locker, 1981) и, вероятней всего, именно эту форму мы отнесли к *S. neoastraea*.

**Stephanodiscus triporus* Genkal et Kuzmin (рис. 5, 1). Створки диам. 6.2 – 12.3 мкм, штрихов 12 – 14 в 10 мкм.

**Skeletonema potamos* (Weber) Hasle (рис. 5, 3). Створка диаметром 4 мкм. Космополит, мезогалоб, индифферент, β-мезосапроб.

Skeletonema subsalsum (Cleve-Euler) Bethge (рис. 5, 2). Створки диам. 3.0 – 6.7 мкм, выс. 0.7 – 2.6 мкм. Космополит, галофил.

**Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle (рис. 5, 4). Створки диам. 19.2 – 26.6 мкм, краевых выростов с опорами 8 – 10 в 10 мкм, выросты с опорами на створке расположены по углам (?) треугольника.

**Thalassiosira incerta* Makogovae (рис. 5, 5, 6). Створки диам. 15.4 – 22.8 мкм, краевых выростов с опорами 4 – 5 в 10 мкм, центральных выростов с опорами 3 – 5. Бореальный, олигалоб.

**Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell et Hasle (рис. 5, 7, 8). Створки диам. 23.3 – 26.6 мкм, краевых выростов с опорами 8 – 12 в 10 мкм, центральных выростов с опорами 4 – 9, расположены по кругу группой или полудугой. Галлофил, алкалифил, α-мезосапроб.

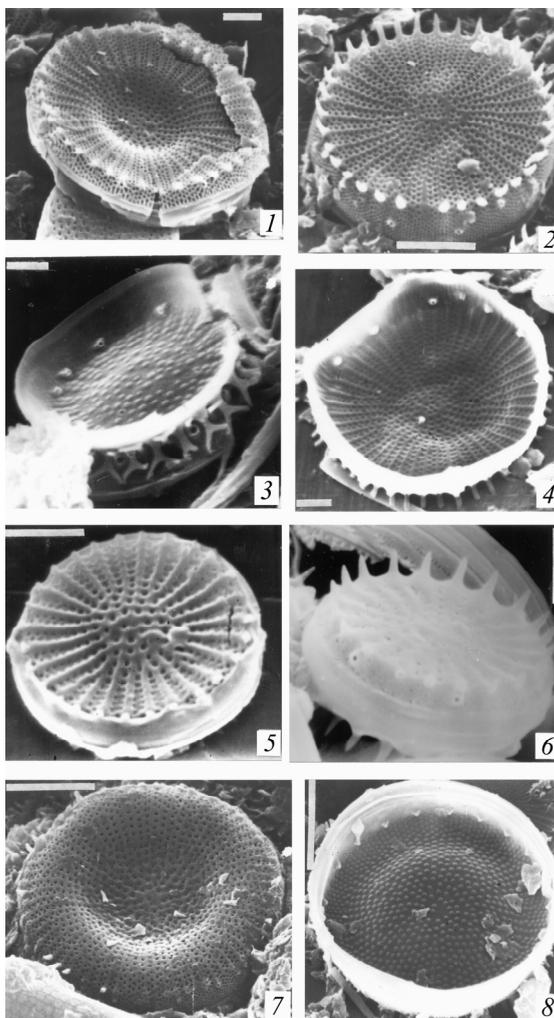


Рис. 4. Электронные микрофотографии створок: 1 – *Aulacoseira ambigua*; *A. granulata*; 2 – 5 – *A. subarctica*; 6 – 8 – *Cyclostephanos dubius*; 9 – *Cyclotella atomus*. 1 – 7, 9 – створки с наружной поверхности; 8 – створки с внутренней поверхности. Масштаб, мкм: 1, 2, 7 – 10; 3 – 5; 4 – 6, 8, 9 –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

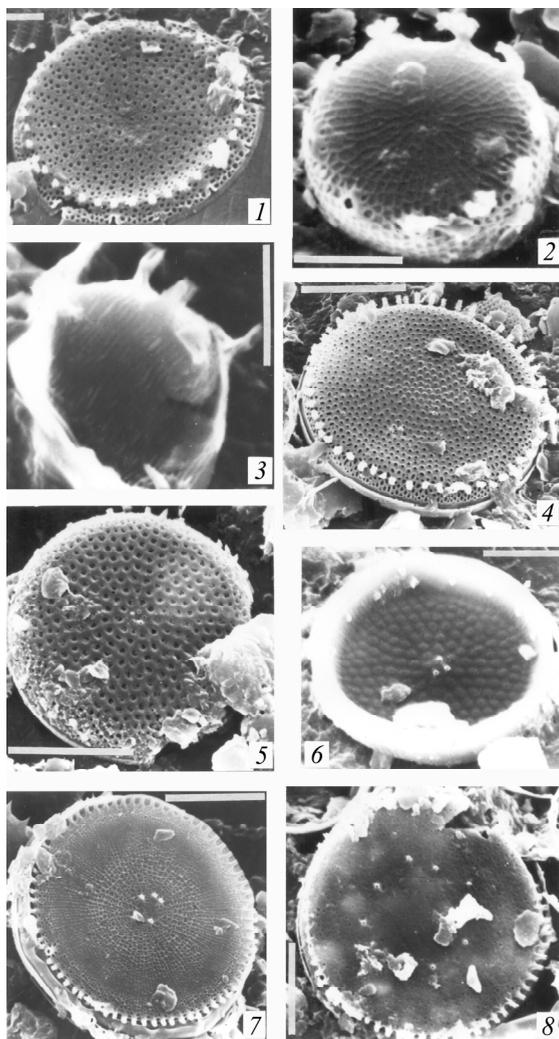


Рис. 5. Электронные микрофотографии створок: 1 – *Cyclotella atomus*; 2 – *C. meduanae*; 3, 4 – *C. meneghiniana*; 5, 6 – *Discostella pseudostelligera*; 7 – *D. stelligera*; 8 – *Melosira varians*. 1, 4, 6 – створки с внутренней поверхности; 2, 3, 5, 7, 8 – створки с наружной поверхности. Масштаб, мкм: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

морфотипы *A. subarctica* – как *A. distans* (Генкал, 1995; Genkal, 1999). Определение некоторых других видов, которые приводятся

для водохранилища (Аксенова, 1970; Калинина, 1976) вызывают сомнения, поскольку первый встречается преимущественно в водоемах Забайкалья, Камчатки и Чукотки (Генкал, 1999), а второй – в ископаемой флоре и согласно нашим многолетним исследованиям водоемов разного типа и географическому положению в России этот вид не зафиксирован. Кроме того, имеет место неточная идентификация: формы, относящиеся к *Aulacoseira ambigua*, определяют как *A. italica*, а по литературным данным в Цимлянском водохранилище зафиксировано 25 таксонов центрических диатомовых водорослей. К настоящему времени 7 из них ушли в синонимику и кроме перечисленных ранее в комментариях к отдельным видам, также *M. islandica* subsp. *helvetica* – к *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen, и *M. italica* var. *tenuissima* – к типовой разновидности (Давыдова, Моисеева, 1992). *C. lacustris* Grunow переведен в другой род и сведен в синонимику к *Thalassiosira bra-maputrae* (Ehrenberg) Håkansson et Locker (Макарова, 1988), а *C. comta* – в *Pucticulata comta* (Ehrenberg) Håkansson (Håkansson, 2002). Находки *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen (= *Melosira italica*) и *Aulacosera distans* (Ehrenberg) Simonsen (= *M. distans*) в водохранилище (Аксенова, 1970; Калинина, 1976) вызывают сомнения, поскольку первый встречается преимущественно в водоемах Забайкалья, Камчатки и Чукотки (Генкал, 1999), а второй – в ископаемой флоре и согласно нашим многолетним исследованиям водоемов разного типа и географическому положению в России этот вид не зафиксирован. Кроме того, имеет место неточная идентификация: формы, относящиеся к *Aulacoseira ambigua*, определяют как *A. italica*, а

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

1970), также вызывает сомнения. Например, *C. caspia*, которая имеет большое сходство с *C. atomus*, а последняя отмечена нами для этого водоема. Другой вид – *C. sibirica* – найден только в р. Тара (Западная Сибирь), имеет сходство со многими мелкоразмерными представителями этого рода и относится к недостаточно изученным видам (Козыренко и др., 1992). *Attheya zachariasii* переведена в род *Acanthoceras* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). *A. zachariasii* (Brun) Simonsen редко встречается в летний период и зафиксирован нами в водохранилище по данным световой микроскопии. С учетом синонимии и перевода ряда таксонов в другие рода опубликованный видовой список *Centrophyceae* (Аксенова, 1970; Калинина, 1976) сокращается до 18 видов (*Acanthoceras* – 1, *Aulacoseira* – 4, *Coscinodiscus* – 1, *Cyclotella* – 3, *Detonula* – 1, *Discostella* – 1, *Melosira* – 1, *Puncticulata* – 1, *Skeletonema* – 1, *Stephanodiscus* – 3, *Thalassiosira* – 1). В современный период в Цимлянском водохранилище обнаружено 23 представителя центрических диатомовых водорослей, около половины из них относятся к мелкоразмерным видам (менее 10 мкм) (*Acanthoceras* – 1, *Aulacoseira* – 3, *Cyclostephanos* – 1, *Cyclotella* – 3, *Discostella* – 2, *Melosira* – 1, *Stephanodiscus* – 7, *Skeletonema* – 2, *Thalassiosira* – 3), причем выявлен новый род (*Cyclostephanos*) и значительно расширен таксономический спектр родов *Stephanodiscus* и *Thalassiosira*. Ранее для водохранилища было отмечено несколько пресноводно-солонатоводных, солонатоводных и морских видов: *C. gigas*, *C. caspia*, *D. subtilissima*, *S. subsalsum*, *C. lacustris*. Нами отмечено всего три пресноводно-солонатоводных или солонатоводных представителя *Centrophyceae*: *S. subsalsum*, *T. incerta*, *T. weissflogii*.

С первых лет существования Цимлянского водохранилища сложились вполне благоприятные условия для интенсивного развития фитопланктона, водоем классифицировался как гиперэвтрофный, позднее, в 80-х гг. XX в., в водохранилище отмечена стабилизация количественных показателей фитопланктона и его продукции, что предполагает окончание сукцессии и переход его экосистемы в стадию климакса (Калинина, 1975, 1987). В водоеме в течение вегетационного периода фитоценозы претерпевают два пика в своем развитии, и весенний максимум обусловлен развитием диатомовых водорослей (рис. 6).

Начало биологической весны в Цимлянском водохранилище приходится на середину апреля и продолжается до перехода к устойчивой среднесуточной температуре воды, равной 20°C (конец мая, начало июня). На фоне повышения температу-

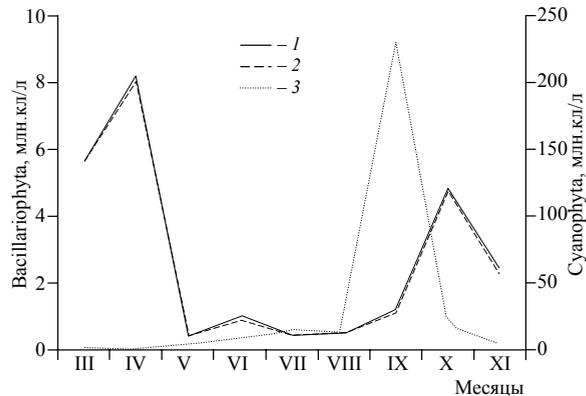


Рис. 2 Динамика численности Bacillariophyta (1), Centrophyceae (2) и Cyanophyta (3) в Потемкинском плесе в 2006 г.

ры и инсоляции отмечается «цветение» фитопланктона в марте подо льдом, в том числе за счет активной вегетации центрических диатомовых водорослей. В период открытой воды весной средневзвешенная численность диатомей составляет около 10 млн.кл/л, с очень широким диапазоном значений по акватории – от 1.316 до 45.441 млн.кл/л, с средневзвешенной биомассой около 6 мг/л (0.25 – 44.2 мг/л). Доля диатомей в общем обилии фитопланктона достигает 50 – 90%. В весеннем планктоценозе доминирует: из *Centrophyceae* – *S. hantzschii*, субдоминант – *S. minutulus*, встречаются: *S. neoastraea*, *S. invisitatus*, *C. meneghiniana*, *A. granulata*.

Биологическое лето в условиях водохранилища устанавливается со второй половины июня по конец сентября, когда температура воды снижается до 16°C. Смена доминирующих комплексов заканчивается развитием синезеленых водорослей, интенсивное «цветение» которых подавляет развитие диатомовых. В периоды активного ветрового перемешивания и облачной погоды диатомеи иногда дают относительно высокие вспьшки в развитии с эдификатором *A. granulata* при участии их в альгоценозе до 50%. Численность диатомовых водорослей летом снижается и в среднем составляет 1 млн.кл/л (с колебаниями 0.07 – 6.76 млн.кл/л), с средневзвешенной биомассой около 1.5 мг/л (0.1 – 7.5 мг/л). На отдельных участках наблюдали олигодоминантные комплексы *A. granulata* + *S. subsalsum*, *A. granulata* + *C. meneghiniana*, *A.* + *C. dubius*, *A. granulata* + *S. neoastraea* и встречались единично из *Centrophyceae*: *S. invisitatus*, *S. minutulus*, *S. hantzschii*, *S. makarovae*, *C. atomus*, *C. meduanae*, *M. varians*, *T. faurii*, *T. incerta*.

Биологическая осень – относительно короткий сезон в условиях водохранилища, начинается в конце сентября при температуре воды 16°C и продолжается до середины ноября, когда она снижается до 8°C. В этот период наступает второй пик в развитии диатомовых, который зависит от метеорологических условий года (Калинина, 1975). Период исследований выделялся постепенным снижением температур на фоне большого числа штилевых дней, способствовавших продолжению активной вегетации синезеленых водорослей (см. рис. 6). Все это обуславливает незначительное повышение в развитии диатомовых в среднем до 1.5 млн.кл/л с очень широким размахом значений по акватории 0.05 – 28.29 млн.кл/л. Биомасса диатомей составила в среднем 2.5 мг/л. Доминировали *A. granulata* и *S. invisitatus*, встречались *S. neoastraea*, *S. makarovae*, *S. minutulus*, *S. hantzschii*, *C. dubius*, *D. pseudostelligera*, *C. meneghiniana*, *C. meduanae*, *S. subsalsum*.

В Верхнем плесе водохранилища сохраняются бытовые условия р. Дон, где регистрируются все описанные виды и только 17 из них отмечены в озеровидной части водоема. Так, в Верхнем плесе весной разнообразие дополнено *A. subarctica*, *C. meduanae*, *C. dubius*, *S. triporus*, *S. makarovae*, к лету к ним присоединяются *S. delicatus*, *D. stelligera*, *T. weissflogii*, *S. potamos*. Причем *S. makarovae*, *C. meduanae*, *C. dubius* в летний период проникали в озеровидную часть водоема, а остальные ниже Чирского плеса не обнаруживались. Однако осенью в Верхнем плесе обеднение состава происходит быстрее, вероятно, из-за температурного режима, и такие виды, как *C. meduanae*, *D. stelligera*, *S. minutulus*, *S. triporus*, *S. potamos*, *T. faurii*, *T. weissflogii*, выпадают из фитоценоза. В отличие от остальной акватории, где продолжают доминировать синезеленые, здесь диатомеи претерпевают

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

вторую вспышку в своем развитии. Максимальная численность диатомовых за предшествующий период наблюдений отмечена в октябре 1957 г. – 23.382 млн.кл/л с биомассой 44.98 мг/л (Потоцкая, 1965). Спустя 50 лет существования водохранилища в октябре 2007 г. была зафиксирована численность диатомей порядка 28.288 млн.кл/л с биомассой 41.783 мг/л, что предполагает стабильность абиотических условий на этом участке водохранилища. В составе доминантов в этот период регистрировались *S. neoastraea*, *S. hantzschii*, а также единично встречались *A. ambigua*, *C. atomus*, *M. varians*, *T. incerta*, которые не были отмечены для лимнической части водохранилища.

Необходимо отметить, что и в открытой части водохранилища в современный период наблюдался максимум численности диатомей – 45.375 млн.кл/л с биомассой 44.01 мг/л. (в апреле 2007 г. на ст. 18 в Потемкинском плесе). Сопоставление современных данных с данными прошлого столетия позволяет сделать вывод о более интенсивном развитии современных диатомей в весенний период при незначительном увеличении их биомассы, что подразумевает изменение размерной фракции (таблица). Размерная структура фитопланктона – важнейший показатель, отражающий связь видового и функционального аспектов разнообразия сообществ, закономерно меняющийся при эвтрофировании водоемов (Михеева, 1992; Охапкин и др., 1997; Reynolds, 1984). Особенно проявляется дифференциация размерной структуры диатомовой компоненты в сезонном аспекте (см. таблицу). В весенний период доля мелкоклеточной фракции максимальна по всей акватории водоема, вероятно, когда высока их конкурентоспособность. В период господства синезеленых летний минимум в развитии диатомей способствует селективному преимуществу их крупноклеточной фракции с колониальной морфологической структурой таллома (в основном *A. granulata*). В реофильном Верхнем плесе и в летний период еще сохраняют преимущество мелкоклеточные формы. Осенью по всей акватории водоема формируются ценозы еще более крупноклеточных диатомовых водорослей. Как отмечено выше, отличается размерность фракции диатомей и в многолетнем аспекте, современные значительно мельче, что, возможно, является косвенным показателем продолжающейся сукцессии фитопланктоценозов в условиях эвтрофного водоема.

Сезонная динамика численности (N), биомассы (B) и среднеценотического объема клеток (V_n) диатомовых водорослей Цимлянского водохранилища

Сезон	1968 – 1971гг. (Калинина, 1975)			2006 – 2007 гг.		
	N , тыс.кл/л	B , мг/л	V_n , мкм ³	N , тыс.кл/л	B , мг/л	V_n , мкм ³
Весна	17 – 2618*	0.1–9.14	3092–5882	5435–9517	4.88–4.97	513–915
Лето	87–2059	0.2–1.49	631–2528	1020–1034	1.01–1.08	990–1041
Осень	241–790	0.3–1.49	1328–2057	531–2255	0.6–3.142	1126–1394

* Пределы колебания средних величин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение современных материалов по фитопланктону Цимлянского водохранилища с помощью методов сканирующей электронной микроскопии позволило выявить 23 представителя центрических диатомовых водорослей, в том числе 16

видов и 1 род новые для флоры этого водоема. На основе современных представлений по систематике Centrophyceae проведена ревизия литературных данных по центрическим диатомовым водорослям Цимлянского водохранилища, при этом 7 таксонов сведено в синонимику и 8 переведено в новые рода. Из вышеперечисленных центрических диатомей 4 вида вегетировали по всей акватории и в течение всех сезонов – *A. granulata*, *C. meneghiniana*, *S. hantzschii*, *S. invisitatus* и 7 видов отмечено только в Верхнем плесе в разные биологические сезоны – *A. subarctica*, *A. ambigua*, *D. stelligera*, *S. delicatus*, *S. triporus*, *S. potamos*, *T. weissflogii*.

Сохраняется важная роль представителей этого класса в весенних и позднее-осенних планктонных альгоценозах водохранилища, численность которых достигает десятков миллионов кл./л. Смещение размерного спектра Centrophyceae в сторону мелкоразмерных видов предполагает продолжение сукцессии фитоценозов в условиях эвтрофного Цимлянского водохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксенова Е.И. Фитопланктон нижнего Дона в условиях зарегулированного стока // Изв. ГосНИОРХ. 1968. Т. 67. С. 289 – 297.
- Аксенова Е.И. Сезонные и годовые изменения фитопланктона нижнего Дона и Приплотинного плеса Цимлянского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. 1969. Т. 65. С. 141 – 158.
- Аксенова Е.И. Фитопланктон нижнего Дона в условиях зарегулированного стока: Дис. ... канд. биол. наук. Л., 1970. Т. 2. С. 46 – 116.
- Аксенова Е.И. Влияние зарегулирования речного стока на фитопланктон Нижнего Дона // Гидробиол. журн. 1972. Т. 8, №3. С. 34 – 38.
- Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 87 – 90.
- 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.
- Генкал С.И. Сравнительный морфологический и экологический анализы двух видов рода *Stephanodiscus* (Bacillariophyta) // Ботан. журн. 1997. Т. 82, № 5. С. 28 – 33.
- Генкал С.И. *Aulacosira italica*, *A. valida*, *A. subarctica* и *A. volgensis* sp. nov. (Bacillariophyta) в водоемах России // Ботан. журн. 1999. Т. 84, № 5. С. 40 – 46.
- Генкал С.И., Макарова И.В. Диатомовые водоросли, новые для планктона Каспийского и Азовского морей // Новости систематики низших растений. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. Т. 22. С. 35 – 37.
- Давыдова Н.Н., Мусеева А.И. Род *Aulacosira* Thw. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). СПб.: Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1992. Т. 2, вып. 2. С. 76 – 85.
- Калинина С.Г. Сезонная динамика фитопланктона в Цимлянском водохранилище // Тр. Волгогр. отд-ния ГосНИОРХ. 1975. Т. 9. С. 3 – 12.
- Калинина С.Г. Состав и распределение альгофлоры в Цимлянском водохранилище // Рыбохозяйственное использование водоемов Волгоградской области: Сб. тр. Волгогр. отд-ния ГосНИОРХ. Волгоград, 1976. Т. 10, вып. 1. С. 18 – 36.
- Калинина С.Г. Структурные и продукционные характеристики фитопланктона Цимлянского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1987. Вып. 265. С. 54 – 62.
- Козыренко Т.Ф., Логинова Л.П., Генкал С.И., Хурсевич Г.К., Шешукова-Порецкая В.С. Род *Cyclotella* Kütz. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). СПб.: Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1992. Т. 2, вып. 2. С. 24 – 47.

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

Корнева Л.Г. Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги. Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2000. 309 с.

Латицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. Волгоград: Нижневож. кн. изд-во, 1970. 280 с.

Макарова И.В. Род *Thalassiosira* Cl. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1988. Т. II, вып. 1. С. 58 – 82.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1981. 32 с.

Михеева Т.М. Связь биомассы и численности фитопланктона // Мониторинг фитопланктона. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. С. 41 – 55.

Оханкин А.Г., Микульчик И.А., Корнева Л.Г., Минеева Н.М. Фитопланктон Горьковского водохранилища / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1997. 224 с.

Потоцкая И.В. Интенсивность развития, распределение и сезонная динамика фитопланктона в Цимлянском водохранилище // Рыбохозяйственное использование Цимлянского водохранилища: Сб. тр. Волгогр. отд-ния ГосНИОРХ. Волгоград, 1965. Т. 1. С. 58 – 74.

Denys L., Muylaert K., Krammer K., Joosten T., Reid M., Rioual P. *Aulacoseira subborealis* stat. nov. (*Bacillariophyceae*): a common but neglected plankton diatom // Nova Hedwigia. 2003. Vol. 77, № 3 – 4. P. 407 – 427.

Genkal S.I. Problems in identifying centric diatoms for monitoring the water quality of large rivers // Use of algae for monitoring rivers III. Douai: Agence de l'Eau Artois-Picardie, 1999. P. 182 – 187.

Gibson C.E., Anderson N.J., Haworth E.Y. *Aulacoseira subarctica*: taxonomy, physiology, ecology and paleoecology // Eur. J. Phycol. 2003. Vol. 38. P. 83 – 101.

Håkansson H. A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclotellus* 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. Vol. 35. P. 117 – 150.

Haworth E.Y. Distribution of diatom taxa of the old genus *Melosira* (now mainly *Aulacoseira*) in Cumbrian waters // Algae and the aquatic environment. Bristol, 1988. P. 138 – 167.

Houk V., Klee R. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützing) brebisson (*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* // Süswasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart; New York, 1991. 576 p.

Nygaard G. The ancient and recent flora of diatoms and Chrysophyceae in Lake Gribso // Flora Limnol. Scand. 1956. Vol. 8. P. 32 – 94, 253 – 262.

Reynolds C.S. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 384 p.

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