

УДК 582.26:581.(4+5)+582.261/296+582.26+581.9

## К МОРФОЛОГИИ, ТАКСОНОМИИ, ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЮ *CYCLOTELLA VORTICOSA* (BACILLARIOPHYTA)

С. И. Генкал

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН  
Россия, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок  
E-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

Поступила в редакцию 18.05.10 г.

**К морфологии, таксономии, экологии и распространению *Cyclotella vorticos* (Bacillariophyta).** – Генкал С. И. – На основании изучения фитопланктона из водоёмов Северо-Запада России и Западной Сибири рассматриваются особенности морфологии створки *Cyclotella vorticos*. Показано, что этот вид проявляет широкую изменчивость диагностических признаков (форма створки и ее диаметр, число штрихов в 10 мкм, число и расположение центральных, краевых и двугубого выростов, количество и расположение шипов и гранул), имеет более широкий ареал и развивается в олиготрофных-мезотрофных водоёмах в течение весеннего, летнего и осеннего периодов. Показаны сходство и различие с близкими по морфологии видами и конспексичность *C. vorticos* с *C. schumannii*. На основе собственных и литературных данных приводится расширенный диагноз *C. schumannii* с переводом *C. vorticos* в синонимику к последнему.

**Ключевые слова:** фитопланктон, Bacillariophyta, *Cyclotella vorticos*, *Cyclotella schumannii*, морфология, экология, распространение.

**On the morphology, taxonomy, ecology and distribution of *Cyclotella vorticos* (Bacillariophyta).** – Genkal S. I. – The valve morphology of *Cyclotella vorticos* is considered on the basis of our phytoplankton studies on several reservoirs in the North-Western Russia and Western Siberia. The species is shown to have a wide variability of diagnostic features (valve diameter, the number of stria per 10 µm, the number and location of central and marginal fultoportula and rimoportula, the number and location of spines and granules), a wider habitat, and to develop in oligotrophic–mesotrophic waterbodies during the spring, summer and autumn periods. Similarities and distinctions between morphologically similar species and the conspecificity of *C. vorticos* and *C. schumannii* are shown. On the basis of our own and literature data, an extended diagnosis of *C. schumannii* is presented, and *C. vorticos* is referred to the synonymy of the latter.

**Key words:** phytoplankton, Bacillariophyta, *Cyclotella vorticos*, *Cyclotella schumannii*, morphology, ecology, distribution.

## ВВЕДЕНИЕ

*C. vorticos* A. Berg была описана по результатам изучения шведских озёр, и в соответствии с кратким диагнозом диаметр створки у этого вида варьирует от 16 до 25 мкм, число штрихов в 10 мкм составляет 12 (Cleve-Euler, 1951). Согласно немногочисленным публикациям, в России этот вид встречается в водоёмах и водотоках Северо-Запада России: озёрах Ладожское, Онежское, Красное и р. Лижма (Карелия) (Давыдова 1969; Вишневская и др., 1967; Давыдова, Петрова, 1968; Комулайнен и др., 2006). Недавно *C. vorticos* была обнаружена в оз. Баунт (Восточная Сибирь) (Генкал, Бондаренко, 2011). Ряд работ, посвященных электронно-мик-

роскопическому изучению этого вида, позволил уточнить некоторые морфологические особенности *C. vorticosa* (Козыренко и др., 1992; Генкал, 1994; Генкал, Бондаренко, 2011).

Цель исследования – на основе изучения новых материалов выявить изменчивость морфологических признаков у *C. vorticosa*, расширить представления по экологии и распространению этого вида на основе оригинальных и литературных данных и уточнить его систематическое положение.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для наших исследований послужили сборы фитопланктона из озёр Карелии, расположенных между 61° и 67° с. ш., относящихся к бассейнам Белого (Паанаярви, Кенто, Койвас) и Балтийского (Ведлозеро, Пертозеро, Пряжинское, Сямозеро, Крошнозеро, Святозеро) морей, а также Ладожское и Онежское озёра, озёра Ужин (Новгородская область) и Делингдэ (Западная Сибирь, бассейн р. Енисей), р. Нева и Невская губа. Пробы фитопланктона были отобраны в 1974 – 2005 гг. в течение вегетационного периода. 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

В исследованных выборках встречались как круглые, так и овальные створки, и их диаметр варьировал в значительно большей степени в сторону максимальных значений, чем указывается в описании и литературных источниках (табл. 1, рис. 1 – 3).

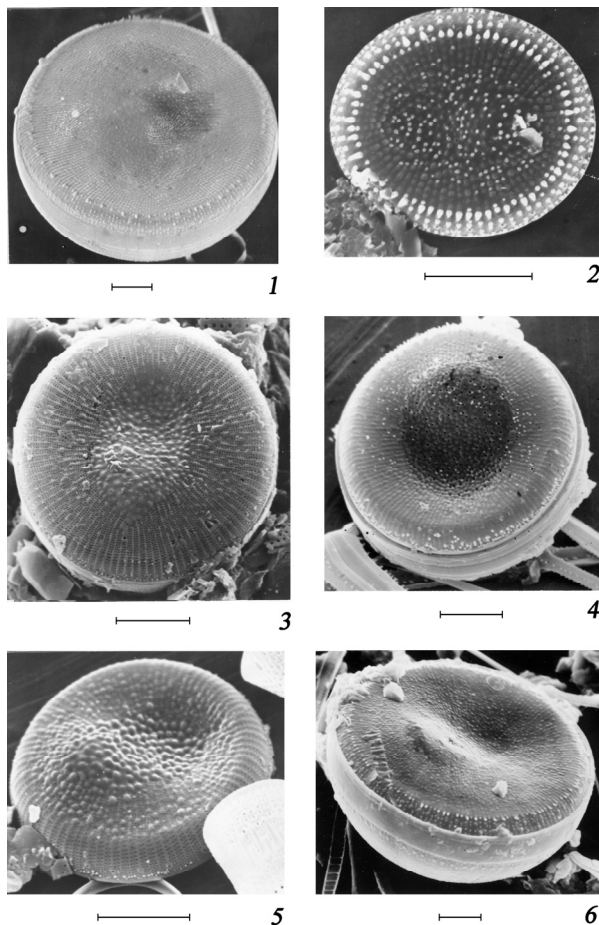
Таблица 1

Изменчивость морфологических признаков у *Cyclotella vorticosa*  
по данным наших исследований

| Водоём          | Диаметр створки, мкм | Ширина краевой зоны, радиуса | Число штрихов в 10 мкм | Число центральных выростов | Расположение краевых выростов на межальвеолярных перегородках | Наличие шипов |
|-----------------|----------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------|
| Ладожское озеро | 21.4–45.7            | 0.45–0.62                    | 12–16                  | 7–9                        | На каждой – третьей                                           | +             |
| Онежское озеро  | 24.4–71              | 0.43–0.65                    | 9–13                   | 5                          | На каждой – третьей                                           | +             |
| Невская губа    | 31.1–68.8            | 0.46–0.64                    | 10–14                  | 6–12                       | На каждой – четвертой                                         | +             |
| Пертозеро       | 13.1–17.7            | 0.52–0.69                    | 11–16                  | 1–6                        | На второй – шестой                                            | +             |
| Паанаярви       | 16.3–35.7            | 0.42–0.48                    | 12–14                  | 2                          | На второй – четвертой                                         | +             |
| Ведлозеро       | 19.2–37.1            | 0.4                          | 12–13                  | 0–4                        | На второй – четвертой                                         | +             |
| Пряжинское      | 19.3–38.5            | 0.38–0.44                    | 11–12                  | 2–7                        | На второй – седьмой                                           | –             |
| Ужин            | 18–42.8              | 0.45–0.76                    | 11–14                  | 1–5                        | На второй – девятой                                           | ±             |
| Делингдэ        | 12.7–37.7            | 0.38–0.55                    | 11–16                  | 0–8                        | На каждой – шестой                                            | ±             |

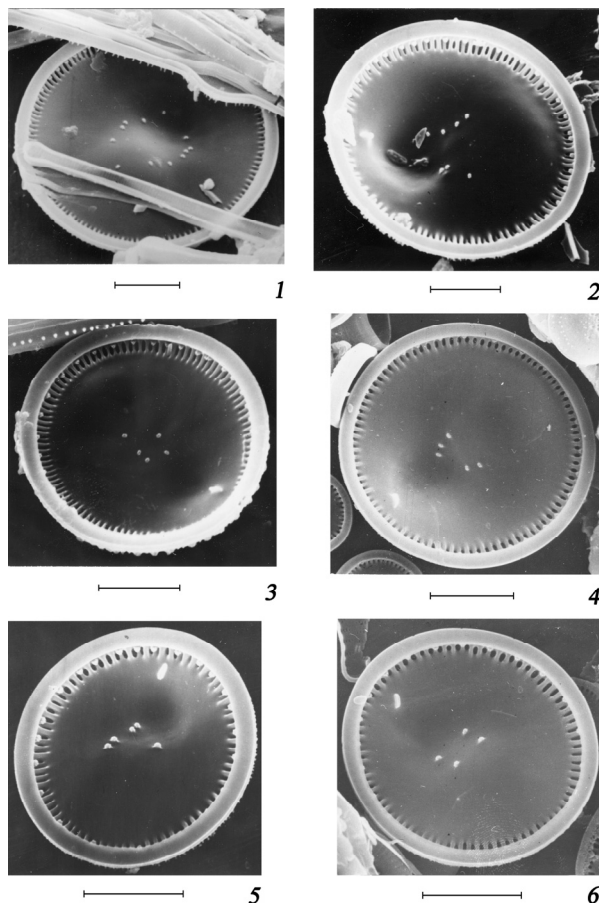
Лицевая часть створки гладкая или бугорчатая (см. рис. 1). Отношение максимального значения диаметра створки (71) к минимальному (12) (см. табл. 1, 2) составляет 5.9 и значительно превышает таковое для многих представителей рода *Cyclotella*, но вместе с тем целый ряд крупноклеточных видов этого рода имеет

близкие значения: *C. baicalensis* Skvortzow, *C. minuta*, *C. meneghiniana* Kützing, *C. striata* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Козыренко и др., 1992). Ширина краевой зоны в нашем материале составляет 0.38 – 0.76 (см. табл. 1) и совпадает с опубликованными данными (см. табл. 2). Минимальные значения числа штрихов в 10 мкм в исследованных выборках отличаются в меньшую сторону от известных значений (см. табл. 1, 2), а максимальные значения этого признака (16, см. табл. 1) меньше приведённых в литературе (20, Козыренко и др., 1992). При этом наблюдается определенная закономерность – с увеличением диаметра створки число штрихов в 10 мкм уменьшается (рис. 4). Аналогичная ситуация имеет место и среди других отдельных представителей рода *Cyclotella*: *C. baicalensis* (Genkal, Popovskaya, 2004), *C. hispanica* Kiss, Hegewald et Acs (Kiss et al., 2002), *C. ocellata* Pantocsek (Kiss et al., 1996, 1999) и характерна для рода в целом (Генкал, 1983). Штрихи в нашем материале на створке состояли из двух – трёх рядов ареол, на загибе створки – из трёх – пяти (рис. 5, 4 – 6), что соответствует литературным данным (Козыренко и др., 1992; Генкал, 1994). Число центральных выростов с двумя опорами в исследованных выборках варьирует в значительно большем диапазоне (см. рис. 2, 3; табл. 1), чем известно из немногочисленных литературных источников (см. табл. 2). При этом наблюдается определенная зависимость – с увеличением диаметра створки увеличивается и число центральных выростов (см. рис. 4). Аналогичная зависимость наблюдается и среди других представителей центрических



**Рис. 1.** Электронные микрофотографии *Cyclotella vorticosa* (СЭМ): 1, 4 – Онежское озеро; 2 – Делингдэ; 3 – Святозеро; 5 – Пряжинское; 6 – Невская губа. 1 – 6 – створки с наружной поверхности (вариации формы, расположения шипов и гранул). Масштаб, мкм: 1 – 6 – 10

диатомовых водорослей (Генкал, 1992; Kiss et al., 1996, 1999, 2002; Smucker et al., 2008). Краевые выросты имеют по 2 опоры, расположенные тангентально, и находятся на каждой – девятой межальвеолярной перегородке (см. рис. 5, 1 – 3; табл. 1). На границе лицевой части створки с ее загибом и на последнем имеются неболь-



**Рис. 2.** Электронные микрофотографии *Cyclotella vorticosa* (СЭМ): 1 – Невская губа; 2, 5 – Пряжинское; 3 – Онежское озеро; 4, 6 – Ужин. 1 – 6 – створки с внутренней поверхности (вариации числа и расположения центральных и краевых выростов, ориентации двугубого выроста). Масштаб, мкм: 1 – 6 – 10

относящихся к мезотрофным – Сямозеро (Современное..., 1998), Делингдэ (Щур, 2006), и вегетирует весной, летом и осенью.

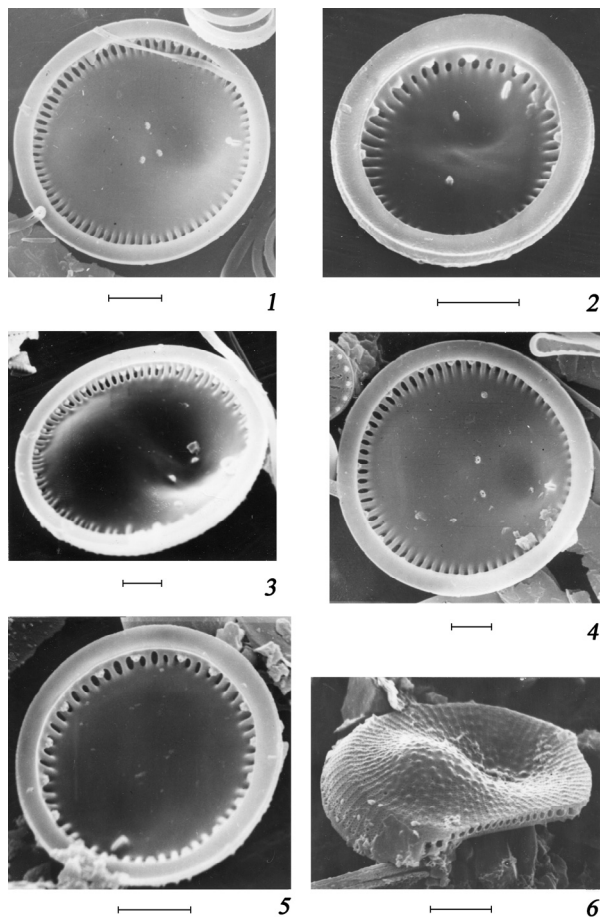
*C. vorticosa* имеет сходство с целым рядом видов рода *Cyclotella* как по общему абрису створки с наружной и внутренней поверхности, так и целому ряду ос-

шие конические шипы и гранулы (см. рис. 1, 1 – 4, 6), редко шипы отсутствуют (см. рис. 1, 5). В прикраевой зоне имеется один двугубый вырост (см. рис. 2, 3; 5, 2, 3), с внутренней поверхности его щель ориентирована радиально (см. рис. 2, 2, 5; 3, 3, 4; 5, 2, 3), реже – под углом (см. рис. 2, 3, 6; 3, 1, 2, 5) или тангентально (см. рис. 2, 4). С наружной поверхности двугубый вырост имеет вид отверстия, расположенного на укороченном штрихе (см. рис. 5, 4).

Согласно литературным данным, ареал *C. vorticosa* ограничен водоёмами Северо-Запада России (Давыдова, 1965; Вишневская и др., 1967; Давыдова, Петрова, 1968; Козыренко и др., 1992; Генкал, 1994; Комулайнен и др., 2002), однако наши исследования показали, что он значительно шире и охватывает Восточную (Генкал, Бондаренко, 2011) и Западную Сибирь (оз. Делингдэ). Вид предпочитает олиготрофные и дистрофные озёра (Козыренко и др., 1992). По нашим данным, вид обильно развивается и в водоёмах,

новых диагностических количественных признаков (табл. 3). Вместе с тем *C. vorticosa* отличается от указанных в табл. 3 видов по отдельным признакам. *C. minuta* имеет утолщенные межальвеолярные перегородки (Поповская и др., 2002, табл. 28). У *C. striata* и *C. bal-tica* двугубый вырост располагается в кольцо краевых выростов (Håkansson, 2002, figs. 365, 378). Створки *C. michiganiana* имеют меньший диаметр и большее число штрихов в 10 мкм (Skvortzow, 1937; Kling, Håkansson, 1988). У *C. strelnikovaе* преобладают створки другой формы – ромбовидно-эллиптические (Генкал, Ярушина, 2004). Наибольшее сходство *C. vorticosa* имеет с *C. schumannii*. По данным H Håkansson (2002), у *C. schumannii* краевые выросты имеют по три опоры и согласно этому признаку мы рассматривали *C. vorticosa* и *C. schumannii* в качестве самостоятельных таксонов. Недавно было показано, что на самом деле у *C. schumannii* эти выросты имеют по две опоры (Houk et al., 2010). В этом случае по количественным признакам, морфологии наружной и внутренней поверхности створки *C. vorticosa* имеют наибольшее сходство с *C. schumannii* (Houk et al., 2010, Tab. 186, Figs. 1 – 7) и конспецифична с последним видом. По данным V. Houk с соавторами (Houk et al., 2010), вид обитает в олиготрофных субарктических озёрах и зафиксирован в Финляндии.

Наши исследования позволили уточнить наши представления по морфологической изменчивости, экологии и распространению *C. vorticosa*, уточнить система-



**Рис. 3.** Электронные микрофотографии *Cyclotella vorticosa* (СЭМ): 1, 4 – Ужин; 2 – Пока-Ярви; 3 – Пряжинское; 5 – Ведлозеро; 6 – Пертозеро. 1 – 5 – створки с внутренней поверхности (вариации числа и расположения центральных, краевых и двугубого выростов); 6 – створка с наружной поверхности (на разломе строение альвеолярных штрихов). Масштаб, мкм: 1 – 6 – 5

тическое положение этого вида и расширить диагноз *C. schumannii* на основе наших и литературных данных.

Таблица 2

Изменчивость морфологических признаков у *Cyclotella vorticosa* по литературным данным

| Диаметр створки | Ширина краевой зоны по отношению к радиусу створки | Число штрихов в 10 мкм | Число центральных выростов | Расположение краевых выростов                   | Источник                 |
|-----------------|----------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| 16 – 25         | –                                                  | 12                     | –                          | –                                               | Cleve Euler, 1951        |
| 16 – 45         | 0.5 – 0.75                                         | 12 – 20                | 3 – 5                      | –                                               | Козыренко и др., 1992    |
| 12 – 44         | 0.3 – 0.7                                          | 11 – 14                | 1 – 5                      | На каждой – восьмой межальвеолярной перегородке | Генкал, 1994             |
| 10 – 48.9       | 0.4 – 0.6                                          | 11 – 18                | 1 – 4                      | На второй – седьмой межальвеолярной перегородке | Генкал, Бондаренко, 2011 |

*Cyclotella schumannii* (Grunow) Håkansson emend. Genkal – *C. schumannii* (Grunow) (Håkansson 1990; p. 267, figs 28 – 31).

Basionym: *Cyclotella kuetzingiana* var. ? *schumannii* Grunow 1878: p. 127.

Synonyms: *Cyclotella vorticosa* A. Berg (Козыренко и др., 1992; Генкал, 1994; Генкал, Бондаренко, 2011; Cleve-Euler, 1951).

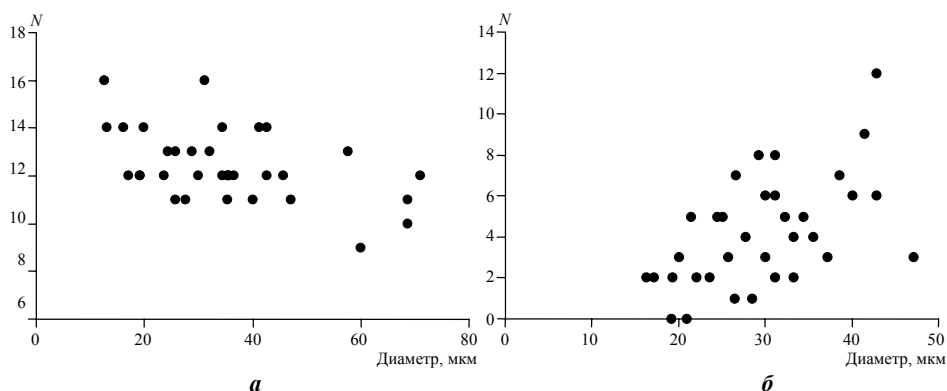


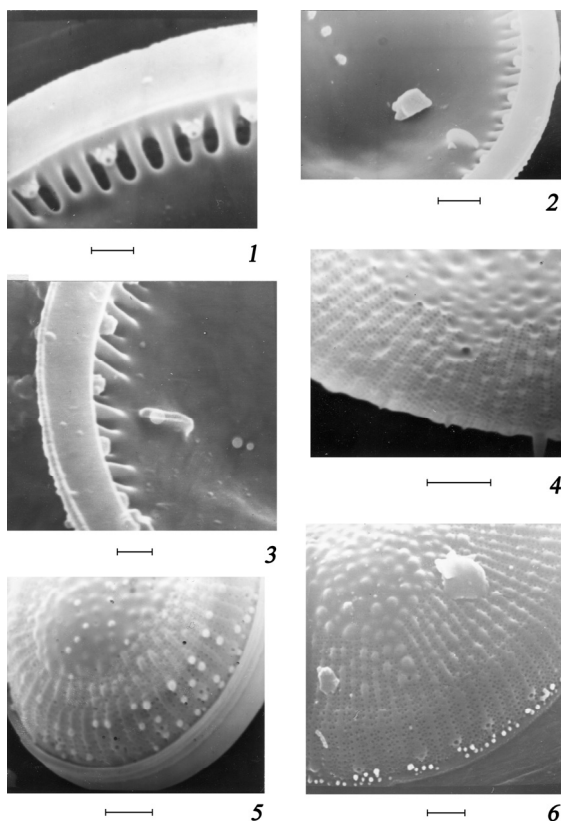
Рис. 4. Зависимость между диаметром створки и числом штрихов в 10 мкм (а) и числом центральных выростов (б)

Пандирь низкоцилиндрический, с вставочными ободками. Створки круглые или эллиптические, с тангентально-волнистой центральной частью, 12 – 71 мкм в диаметре. Лицевая часть створки гладкая или бугорчатая. Периферическая зона шириной 0.30 – 0.76 радиуса створки. Штрихов 9 – 20 в 10 мкм, некоторые из них укорочены и 1 из них заканчивается наружным отверстием двугубого выроста. Штрихи сложные, 2 – 3-рядные: боковые ряды из крупных, равномерно расположенных и противостоящих друг другу пор, средний – из мелких, прерывисто расположенных и часто попарно сближенных пор. На загибе створки штрихи 3 – 5-рядные. Альвеолы простые, узкие, межальвеолярные перегородки различны по высоте. Двугубый вырост располагается в прикраевой зоне, щель ориенти-

рована радиально, реже – под углом или тангентально. Краевые выросты с 2 опорами расположены неравномерно на каждой – девятой межальвеолярной перегородке. Центральная часть створки эллиптическая, с неровным краем. В центре 1–12 центральных выростов с 2 опорами, иногда они отсутствуют. На границе лицевой части створки с ее загибом небольшие конические шипы и гранулы, расположенные неравномерно, иногда гранулы имеются и на самом загибе створки. Аукоспоры имеются (см. рис. 1–3, 5).

Пресноводный планктонный вид, предпочитает олиготрофные-мезотрофные озёра. Развивается в течение всего вегетационного периода.

Распространение в России: озёра Ладожское, Онежское, Красное (Северо-Запад России), Пертозеро, Паанаярви, Кейто, Койвас, Сямозеро, Крошнозеро, Святозеро, Ведлозеро, Пряжинское (Карелия), Ужин (Новгородская область), Делингдэ (Западная Сибирь), Баунт (Восточная Сибирь), р. Нева, Невская губа.



**Рис. 5.** Электронные микрофотографии *Cyclotella vorticosa* (СЭМ): 1 – 3, 6 – Пряжинское; 4 – Ладожское; 5 – Делингдэ. 1 – краевые выросты с внутренней поверхности; 2, 3 – двугубый вырост с внутренней поверхности; 4 – наружная часть двугубого выроста; 5, 6 – штрихи и краевые выросты с наружной поверхности. Масштаб, мкм: 1, 3 – 1; 2, 4 – 6 – 2

**Таблица 3**

Изменчивость морфологических признаков у представителей рода *Cyclotella* сходных с *C. vorticosa*

| Вид                                   | Диаметр створки, мкм | Число штрихов, 10 мкм | Рядность штриха на загибе створки | Число центральных выростов | Расположение краевых выростов на межальвеолярных перегородках | Наличие шипов | Источник              |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|
| 1                                     | 2                    | 3                     | 4                                 | 5                          | 6                                                             | 7             | 8                     |
| <i>C. minuta</i> (Skvortzov) Antipova | 7–60                 | 9–14                  | 3                                 | 1–30                       | На каждой пятой                                               | +             | Поповская и др., 2002 |

Окончание табл. 3

| 1                                               | 2             | 3            | 4     | 5               | 6                                  | 7                | 8                           |
|-------------------------------------------------|---------------|--------------|-------|-----------------|------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| <i>C. striata</i> (Kütz-<br>ing) Grunow         | (20)25–<br>67 | 8–10         | 3 и > | 0               | На третьей –<br>четвертой          | +                | Håkansson,<br>2002          |
| <i>C. striata</i>                               | до 80         | 8–<br>10(12) | 3–4   | Несколько       | На второй – пятой                  | +                | Козыренко и<br>др., 1992    |
| <i>C. baltica</i> (Grunow)<br>Håkansson         | 11–45         | 9–12         | –     | 1–<br>несколько | На второй –<br>четвертой           | Отсутст-<br>вуют | Håkansson,<br>2002          |
| <i>C. michiganiana</i><br>Skvortzow             | 5–20.4        | 15–18        | –     | –               | –                                  | –                | Skvortzow,<br>1937          |
|                                                 | 5–13.5        | –            | –     | 5–14            | На пятой –<br>девятой              | –                | Kling, Håkan-<br>sson, 1988 |
| <i>C. strelnikovae</i> Gen-<br>kal et Yarushina | 14–48         | 12–16        | 3–4   | 0–7             | На второй –<br>восьмой             | +                | Генкал, Яру-<br>шина, 2004  |
| <i>C. schumannii</i> (Gru-<br>now) Håkansson    | 8–40          | 15–18        | –     | 1–5             | На второй –<br>третьей (четвертой) | Отсутст-<br>вуют | Håkansson,<br>2002          |
|                                                 | 8–40          | 14–18        | –     | 1–8(10)         | На второй –<br>третьей (четвертой) | Отсутст-<br>вуют | Houk et al.,<br>2010        |

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение популяций *C. vorticosa* из водоёмов Северо-Запада и Западной Сибири показало, что этот вид имеет более широкие диапазоны изменчивости морфологических диагностических признаков (форма створки и ее диаметр, число штрихов в 10 мкм, число и расположение центральных, краевых, двугубого выростов, количество и расположение шипов и гранул). Изменчивость числа штрихов и центральных выростов подчиняется определенным закономерностям, характерным для других представителей этого рода. *C. vorticosa* имеет более широкий ареал в России и развивается в олиготрофных-мезотрофных водоёмах в течение всего вегетационного периода. По количественным и качественным признакам *C. vorticosa* имеет наибольшее сходство с *C. schumannii*, конспецифична с последним видом и относится к его синониму.

Выражаем благодарность своим коллегам Е. В. Авинской, И. С. Трифоновой, Т. А. Чекрыжевой, Л. А. Щур.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И. М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М. : Наука, 1975. С. 87 – 90.
- Вишневская Е. М., Давыдова Н. Н. История озера Красного (Карельский перешеек) по данным диатомового анализа // История озёр Северо-Запада : материалы I симп. по истории озёр Северо-Запада СССР / Геогр. о-во СССР. Л., 1967. С. 161 – 185.
- Генкал С. И. Закономерности изменчивости основных структурных элементов панциря у диатомовых водорослей рода *Cyclotella* Kütz // Биол. внутр. вод. 1983. № 61. С. 14 – 16.
- Генкал С. И. Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги. СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. 128 с.
- Генкал С. И. Морфологические особенности панциря *Cyclotella vorticosa* (Bacillariophyta) // Биол. внутр. вод. 1994. № 96. С. 7 – 9.
- Генкал С. И., Бондаренко Н. А. Интересная находка *Cyclotella vorticosa* (Bacillariophyta) в Восточной Сибири // Новости систематики низших растений. 2011. Т. 45. С. 27 – 31.

Генкал С. И., Ярушина М. И. Новый вид *Cyclotella* (Bacillariophyta) из озёр Полярного Урала // Бот. журн. 2004. Т. 89, № 9. С. 1497 – 1502.

Давыдова Н.Н. Диатомовый анализ голоценовых отложений Онежского озера // Предварительные результаты работ Комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск : Карелия, 1969. Вып. 4. С. 130 – 134.

Давыдова Н. Н., Петрова Н. А. Эколого-систематическая характеристика водорослей Ладожского озера // Тр. лаборатории озероведения ЛГУ. 1968. Т. 21. С. 175 – 199.

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. II, вып. 2. С. 24 – 47.

Комуляйнен С. Ф., Чекрыжева Т. А., Вислянская И. Г. Альгофлора озёр и рек Карелии. Таксономический состав и экология / Карельск. науч. центр РАН. Петрозаводск, 2006. 81 с.

Поповская Г. И., Генкал С. И., Лихошвай Е. В. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал : атлас-определитель. Новосибирск : Наука. Сиб. отд.-ние, 2002. 168 с.

Современное состояние водных объектов республики Карелия / Карельск. науч. центр РАН. Петрозаводск, 1998. 188 с.

Щур Л. А. Современное состояние фитопланктона и микрофитобентоса северных водоемов Красноярского края // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2006. Т. 8, № 1, вып. 5. С. 163 – 175.

Genkal S. I., Popovskaya G. I. Morphological variability and taxonomy of the Baikal endemics from the genus *Cyclotella* Kütz. (Bacillariophyta) // Intern. J. Algae. 2004. Vol. 6, № 2. P. 101 – 115.

Grunow A. Algen und diatomeen aus dem Kaspischen Meer // Naturwissenschaftliche Beiträge zur Kenntnis der Kaukasusländer. 1878. S. 98 – 132.

Cleve-Euler A. Die diatomeen von Schweden und Finland // Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Stockholm : Almqvist and Wiksell, 1951. Bd 2, № 1. S. 1 – 163.

Håkansson H. A comparison of *Cyclotella krammeri* sp.nov. and *C.schmummannii* Håkansson stat. nov. with similar species // Diatom Research. 1990. Vol. 5, № 2. P. 261 – 271.

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

Houk V., Klee R., Tanaka H. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part III. Stephanodiscaceae A. Cyclotella, Tertiaris, Discostella // Fottea. 2010. Vol. 10, Suppl. P. 1 – 498.

Kiss K. T., Rojo C., Cobelas M. A. Morphological variability of a *Cyclotella ocellata* (Bacillariophyceae) population in the Lake Las Madres (Spain) // Algological Studies. 1996. № 82. P. 37 – 55.

Kiss K. T., Klee R., Hegewald E. Reinvestigation of the original material of *Cyclotella ocellata* Pantocsek (Bacillariophyceae) // Algological Studies. 1999. № 93. P. 39 – 53.

Kiss K. T., Hegewald E., Acs E. *Cyclotella hispanica* a new dimorphic centric diatom species (Bacillariophyceae) // Algological Studies. 2002. № 106. P. 1 – 16.

Kling H., Håkansson H. A light and electron microscope study of *Cyclotella* species (Bacillariophyceae) from central and Northern Canadian Lakes // Diatom Research. 1988. Vol. 3, № 1. P. 55 – 82.

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

Skvortzow B. W. Diatoms from Lake Michigan. 1 // American Midland Naturalist. 1937. № 18. P. 652 – 658.

Smucker N. J., Edlund M. B., Vis M. L. The distribution, morphology, and ecology of a non-native species, *Thalassiosira lacustris* (Bacillariophyceae), from benthic stream habitats in North America // Nova Hedwigia. 2008. Vol. 87, № 1-2. P. 201 – 220.