

УДК 582.26+581.9

С.Ф. КОМУЛАЙНЕН¹, С.И. ГЕНКАЛ²,¹Ин-т биологии КНЦ РАН,
185610 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, Россия²Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, Россия**МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ *BACILLARIOPHYTA* ПРИГРАНИЧНОЙ
РЕКИ ПАСВИК (ПАТСОЙКИ, МУРМАНСКАЯ ОБЛ., РОССИЯ).****1. *CENTROPHYCEAE***

В результате альгологических исследований фитопланктона самой большой реки Северной Фенноскандии – р. Пасвик выявлено 17 видов и разновидностей *Bacillariophyta* (*Centrophyceae*). Из них по таксономическому разнообразию доминируют представители рода *Aulacoseira*. Обнаружены редкие для флоры России виды – *Aulacoseira distans* (Ehr.) Simonsen var. *nivaloides* (Cambum) Siver et Kling, *A. lacustris* (Grunow) Krammer и новый вид *Brevisira arentii* (Kolbe) Krammer. Видовой список центральных диатомовых водорослей бассейна Белого моря расширен с 35 до 43.

Ключевые слова: Фенноскандия, р. Пасвик (Патсойки), *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*.

Введение

Река Пасвик (р. Патсойки), берущая начало из финского оз. Инари, – самая большая река Северной Фенноскандии (см. рисунок, 69°N, 30°E, дл. 130 км, шир. до 70 м). Водосбор реки находится на приграничной территории между Россией, Норвегией и Финляндией. Относительный перепад отметок от оз. Инари до г. Киркенес (Норвегия) составляет 70 м. Площадь водосбора – 20890 км², 69,8 % ее приходится на территорию Финляндии, 25,2 % – России, 5 % – Норвегии (Holtan, Brettum, 1976). Водосбор включает в себя, главным образом, оз. Инари (Финляндия), на российской стороне – оз. Куэтсьярви с его главным притоком р. Шуонийоки, текущей с юго-востока.

Река представляет собой границу между Россией и Норвегией от Грензефос (Норвегия, верховья реки) до Борисоглебска (Россия, низовья реки). Влияние приливов распространяется до Борисоглебска (примерно 4 км от Баренцева моря). Средний расход реки равен 196 м³·с⁻¹. Относительная прозрачность воды в р. Пасвик уменьшается с 6 до 3,5 м по мере приближения к устью. Химический состав вод исследованных рек формируется в условиях трудно-растворимых коренных пород Балтийского кристаллического щита, хорошо промытых четвертичных отложений и высокой заболоченности территории. По уровню минерализации воды рек относятся к ультрапресным (электропроводность 21,4–36,1 мкS·см⁻¹). Для р. Пасвик характерно преобладание среди анионов ионов HCO³⁻. pH близка к нейтральной и изменяется от 6,70 до 7,02.

© С.Ф. Комулайнен, С.И. Генкал, 2009

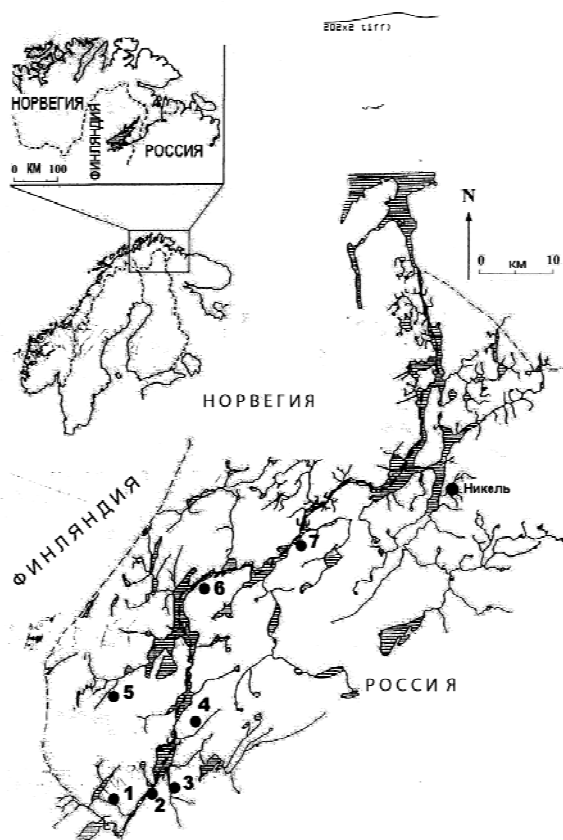


Рисунок. Станции отбора проб на р. Пасвик

По своим природным показателям поверхностные воды исследованной территории можно отнести к олиготрофным. Содержание всех форм азотистых соединений в водах исследованных рек незначительное ($150-250 \mu\text{gN}\cdot\text{L}^{-1}$), содержание фосфатов варьирует от 4 до $18 \mu\text{gP}\cdot\text{L}^{-1}$. Содержание общего железа изменяется от 0,01 до $3,40 \text{mgFe}\cdot\text{L}^{-1}$, цветность – от 15 до $20 \text{ }^\circ\text{Pt}$. Аналогично цветности меняется и величина перманганатной окисляемости – $3,1-4,8 \text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$.

Река Пасвик испытывает воздействие сточных вод комбината «Печенганикель», которые по р. Колосйоки поступают в оз. Куэтсьярви и далее через пролив в р. Пасвик. В составе стоков содержатся минеральные соли, взвеси и тяжелые металлы. Озеро Куэтсьярви испытывает годовую нагрузку с водосбора – приблизительно 55 т никеля, 4 т меди, 24000 т сульфатов. Перенос в р. Пасвик из озера составляет примерно 36 т никеля, 3 т меди, 7 т фосфора и 3700 т азота (Moiseenko et al., 1994). Кроме того в р. Пасвик поступают хозяйственно-бытовые и сельскохозяйственные стоки, вследствие чего происходит загрязнение водосбора органическими и биогенными веществами, вызывающими процесс

эвтрофирования. Река Пасвик зарегулирована – в течение 1951-1978 гг. было построено семь гидроэлектростанций.

В фитопланктоне водоемов бассейна р. Пасвик зарегистрировано 54 таксона водорослей. Из них *Bacillariophyta* – 33, в т. ч. 9 представителей *Centrophyceae* (Nóst et al., 1997). В оз. Рюссянъярв, которое соединяется с р. Пасвик рекой Рюссянйоки, согласно материалам мониторинговых исследований 1995-1996 гг., отмечено всего 9 таксонов диатомовых водорослей, в т.ч. *Aulacoseira distans*, *A. irata*, *Cyclotella* sp., *C. comta* (Nóst et al., 1997). Альгологические исследования на р. Пасвик до настоящего времени не проводились.

Цель работы – исследование видового состава доминирующих по таксономическому разнообразию диатомовых водорослей р. Пасвик.

Материалы и методы

Пробы (фитопланктона) (соскобы с камней) отбирали в период летней межени: август 2003 г., на порожистых участках в верхнем течении реки. Всего было отобрано более 20 проб (по три на каждой из 7 станций, см. рисунок). Сбор проб выполняли по общепринятым стандартным методам (Комулайнен и др., 1989; Комулайнен, 2003). Очистка панцирей водорослей от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты исследовали в сканирующем электронном микроскопе JSM-25S.

Результаты и обсуждение

В р. Пасвик мы выявили 17 видов и разновидностей центрических диатомовых водорослей.

Aulacoseira alpigena (Grunow) Krammer (табл. I, 1). Створки диам. 5,8-7,0 мкм, выс. 4,4-6,7 мкм, 15-20 рядов ареол в 10 мкм, 17-25 ареол в 10 мкм ряда.

Найден в водоемах Дальнего Востока, Восточной Сибири, Урала, Европейской части России (Генкал, Трифонова, 2002, 2006; Генкал, Куликовский, 2006; Yagushina, Genkal, 2006).

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen (табл. I, 2, 3). Створки диам. 10-17,7 мкм, выс. 10,4-11,6 мкм, 11-12 рядов ареол в 10 мкм, 12-13 ареол в 10 мкм ряда. По числу рядов ареол и ареол в 10 мкм ряда отличается от диапазонов (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Давыдова, Моисеева, 1992).

Космополит (Давыдова, Моисеева, 1992).

Aulacoseira distans (Ehr.) Simonsen var. *nivaloides* (Camburn) Siver et Kling (табл. I, 4). Створки диам. 10,4-15 мкм, выс. 5-6,8 мкм, 20-25 рядов ареол в 10 мкм, 22-30 ареол в 10 мкм ряда.

По данным P. Siver, H. Kling (1997), число рядов ареол в 10 мкм варьирует от 12 до 16. С.И. Генкал и И.С. Трифонова (2002, 2003) приводят диапазоны изменчивости для этого признака 10-20.

В России известны находки только в Ладожском озере и его бассейне (Генкал, Трифонова, 2002, 2003).

Aulacoseira lacustris (Grunow) Krammer (табл. I, 5-7). Створки диам. 18,9-40 мкм, выс. 4,3-12,8 мкм, 7-16 рядов ареол в 10 мкм, 10-25 ареол в 10 мкм ряда.

По литературным данным, диаметр створки у этого вида варьирует от 7,3 до 28 мкм, высота от 3,2 до 11 мкм, 13-26 рядов ареол в 10 мкм (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Генкал, Трифонова, 2002). Данные о числе ареол в 10 мкм ряда отсутствуют.

В России известны находки только в бассейне Ладожского озера (Генкал, Трифонова, 2002).

Aulacoseira lirata (Ehr.) Ross (табл. I, 8). Створки диам. 17,1-24,4 мкм, выс. 5,7-10 мкм, 7-10 рядов ареол в 10 мкм, 6-8 ареол в 10 мкм ряда.

Водоемы Дальнего Востока, Восточной Сибири, Урала, Северо-Запада России (Генкал, Бондаренко, 2001; Генкал, Трифонова, 2002, 2003, 2006; Yarushina, Genkal, 2006).

Aulacoseira perglabra (Øestrup) Haworth (табл. I, 9; II, 1, 2). Створки диам. 7,2-15 мкм, выс. 1,4-2,8 мкм, 12-14 рядов ареол в 10 мкм. На лицевой части створки ареолы в периферической зоне образуют 2 кольца.

Водоемы Урала, Северо-Запада России (Генкал, Трифонова, 2001, 2002, 2006; Yarushina, Genkal, 2006).

Aulacoseira pfaffiana (Reinsch) Krammer (табл. II, 3-5). Створки диам. 9,5-17,1 мкм, выс. 3,2-5,0 мкм, 10-14 рядов ареол в 10 мкм, 3 ареолы в ряду на загибе створки.

Водоемы Урала, Европейская часть России (Генкал, Трифонова, 2002; Генкал, Куликовский, 2006; Yarushina, Genkal, 2006).

Aulacoseira sp. 1 (табл. II, 6-8; III, 1). Створки диам. 11-17,8 мкм, 9,6-13,9 мкм, 9-15 рядов ареол в 10 мкм, 10-16 ареол в 10 мкм.

Н. Lange-Bertalot и D. Metzeltin (1996) приводят сходную по морфологии форму из оз. Julma Ölkky (Финляндия) под названием *Aulacoseira* (? nov.) sp. Nr. 2 “pseudoislandica”.

Aulacoseira sp. 2 (табл. III, 2). Створка диам. 13,6 мкм, выс. 5 мкм, 12 рядов ареол в 10 мкм, 2-4 ареолы в ряду на загибе створки.

Aulacoseira sp. 3 (табл. III, 3). Створка диам. 18,9 мкм, выс. 9,4 мкм, 11 рядов ареол в 10 мкм, 14 ареол в 10 мкм ряда.

Aulacoseira sp. 4 (табл. III, 4). Створка диам. 33,3 мкм, выс. 7,8 мкм, 7 рядов ареол в 10 мкм, 8 ареол в 10 мкм.

Brevisira arentii (Kolbe) Krammer (табл. III, 6, 7) (= *Cyclotella arentii* Kolbe, *Coscinodiscus arentii* (Kolbe) Cleve-Euler, *Melosira arentii* (Kolbe) Nagumo et H. Kobayasi). Створки диам. 17-24,3 мкм, выс. 1,8-4,3 мкм, 14-18 шипов в 10 мкм, 20 штрихов на краю створки в 10 мкм.

Вероятно, космополит. В планктоне дистрофно-мезотрофных водоемов Европы (Швеция, Ирландия, Шотландия), Японии (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Krammer, 2001; Kobayasi et al., 2007), Южная Америка (Metzeltin, Lange-Bertalot, 2007).

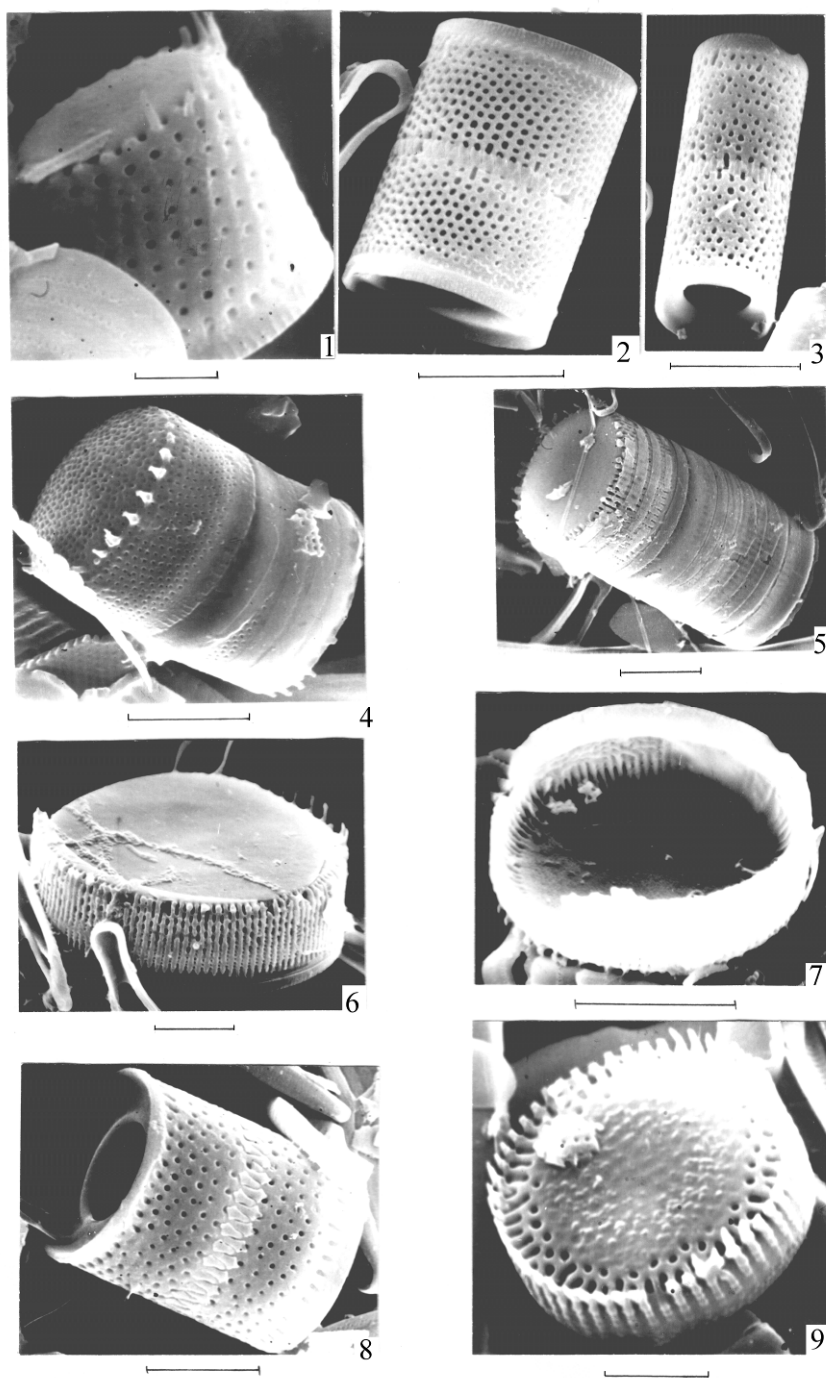


Табл. I. Bacillariohyta р. Пасвик. 1 – *Aulacoseira alpigena*; 2, 3 – *A. ambigua*; 4 – *A. distans* var. *nivaloides*; 5-7 – *A. lacustris*; 8 – *A. lirata*; 9 – *A. perglabra*. 1-6, 8, 9 – створки с наружной поверхности; 7 – створка с внутренней поверхности. СЭМ. Масштаб: 1 – 2 мкм; 2-8 – 10 мкм; 9 – 5 мкм

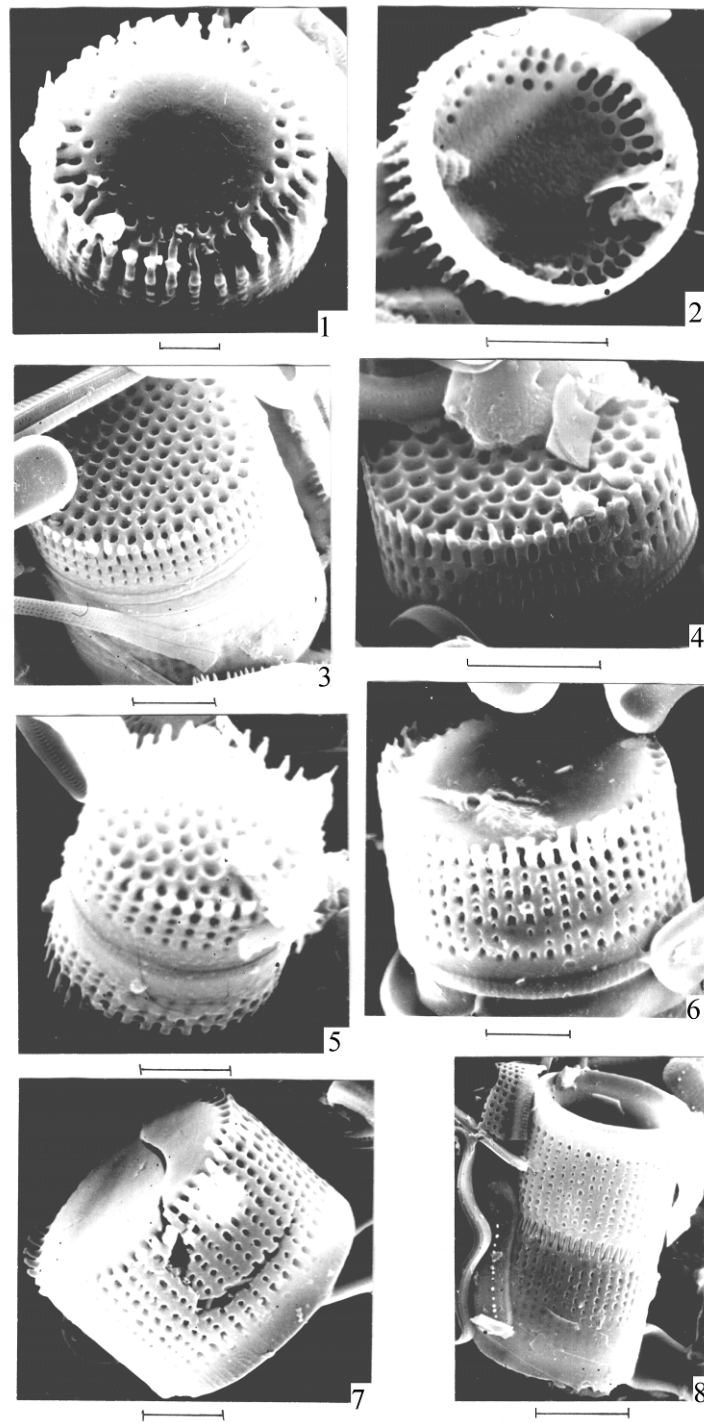


Табл. II. *Bacillariophyta* р. Пасвик. 1, 2 – *Aulacoseira perglabra*; 3-5 – *A. pfaffiana*; 6-8 – *Aulacoseira* sp. 1.
1, 3-8 – створки с наружной поверхности; 2 – створка с внутренней поверхности. СЭМ.
Масштаб: 1, 2 – 2 мкм; 3-7 – 5 мкм; 8 – 10 мкм

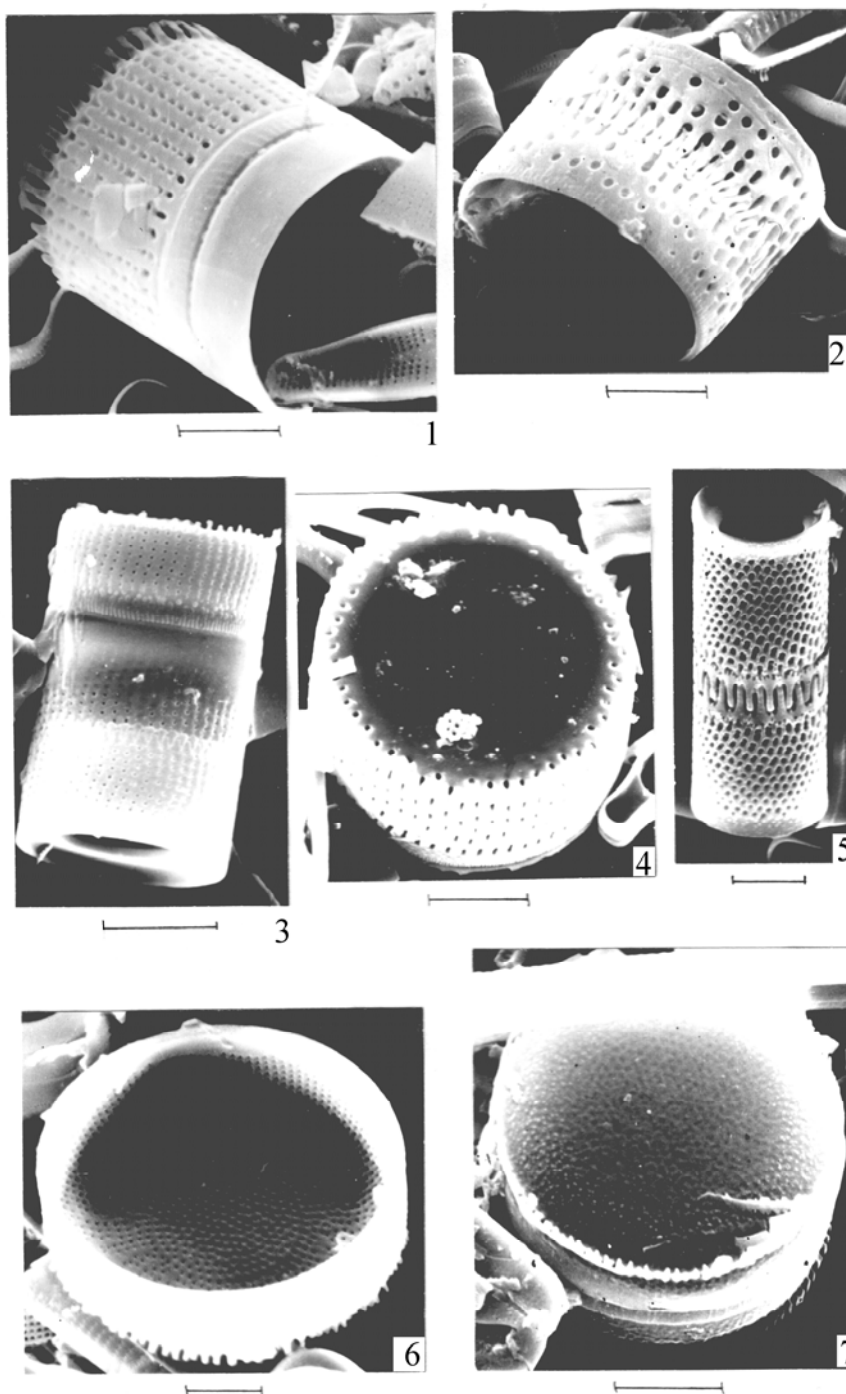


Табл. III. Bacillariophyta р. Пасвик. 1 – *Aulacoseira* sp. 1; 2 – *Aulacoseira* sp. 2; 3 – *Aulacoseira* sp. 3; 4 – *Aulacoseira* sp. 4; 5 – *A. lirata*; 6, 7 – *Brevisira arentii*. 1-5, 7 – створки с наружной поверхности; 6 – створка с внутренней поверхности. СЭМ. Масштаб: 1, 2, 5-7 – 5 мкм; 3, 4 – 10 мкм

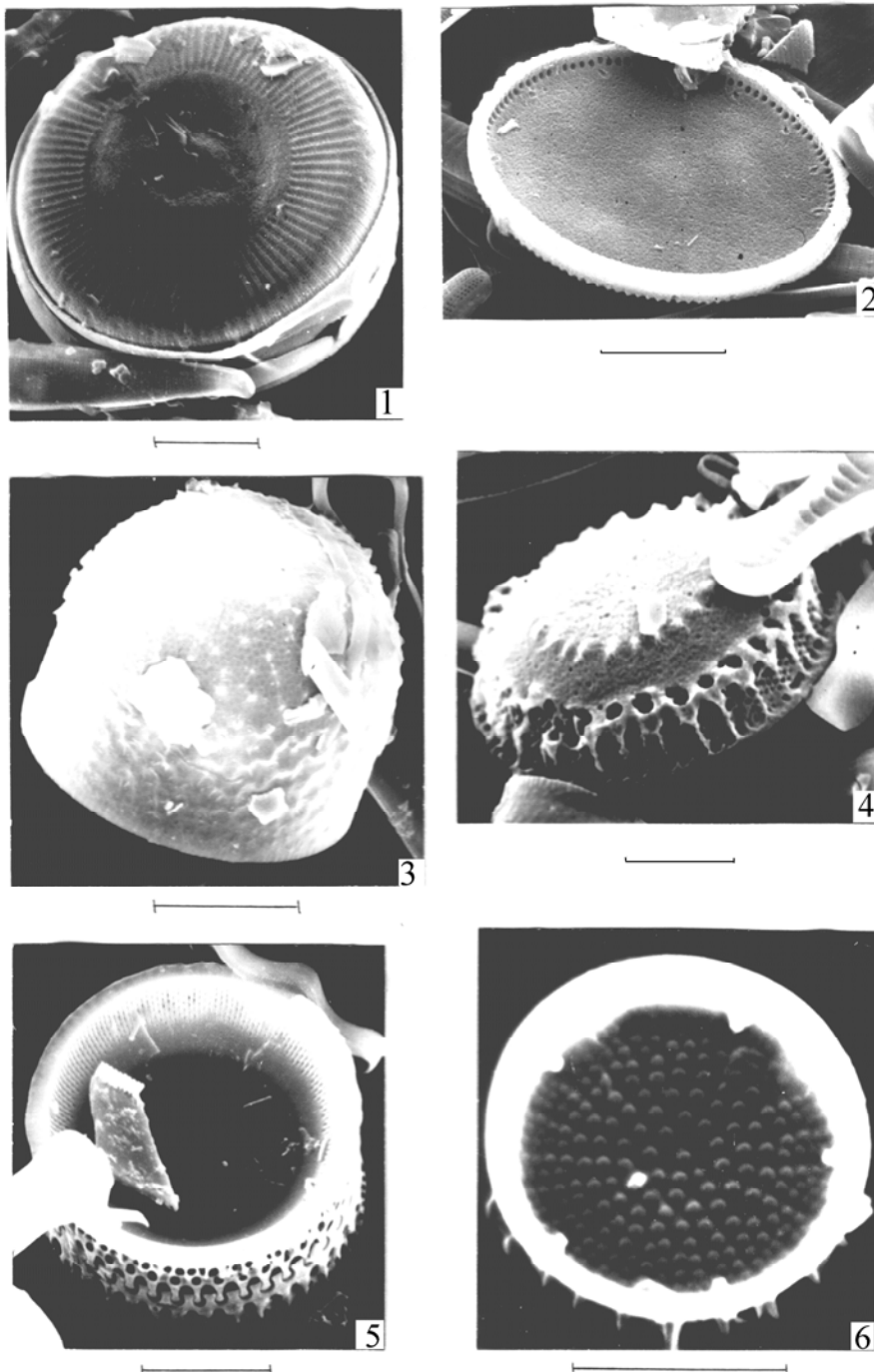


Табл. IV. *Bacillariophyta* р. Пасвик. 1 – *Cyclotella* sp. 1; 2 – *Cyclotella* sp. 2; 3 – *Melosira* sp.; 4, 5 – *Paralia sulcata*; 6 – *Stephanodiscus minutulus*. 1, 3, 4 – створки с наружной поверхности; 2, 5, 6 – створки с внутренней поверхности. СЭМ. Масштаб: 1-3, 5 – 10 мкм; 4, 6 – 5 мкм

Новый род и вид для флоры России.

По литературным данным, диаметр створки у этого вида варьирует от 9 до 18 мкм, высота загиба створки 3-5,5 мкм, 12-16 шипов в 10 мкм, 21-2 штриха (Kobayasi et al., 2007; Metzeltin, Lange-Bertalot, 2007).

Cyclotella sp. 1 (табл. IV, 1). Створка диам. 33,4 мкм, 12 штрихов в 10 мкм.

Cyclotella sp. 2 (табл. IV, 2). Створка диам. 28,9 мкм, 15 штрихов в 10 мкм.

По общему абрису створки имеет сходство с эндемичным видом из оз. Охрид (Македония) *C. fottii* Hustedt (ср.: Levkov et al., 2007, Pl. 8, fig. 4, 5). По данным К. Krammer и Н. Lange-Bertalot (1991), диаметр створки *C. fottii* варьирует от 40 до 90 мкм, число штрихов в 10 мкм равно 8. Z. Levkov et al. (2007) считают, что сходный по морфологии вид *C. hustedtii* Jurilj, который отличается от первого только размерами створки (20-30 мкм), конспецифичен с *C. fottii* и *C. hustedtii* следует рассматривать в качестве синонима *C. fottii*. Z. Levkov et al. (2007) приводят в качестве иллюстраций к последнему виду серию световых микрофотографий (Pl. 7, figs 1-11).

Наши измерения, проведенные по этим фотографиям, показали, что минимальный размер диаметра этих створок соответствует 18 мкм, а число штрихов на них варьирует от 11 до 14. Если исходить из этих данных, то наша форма (табл. IV, 2) по количественным признакам также соответствует *C. fottii*. Единственное отличие заключается в частоте расположения двугубых выростов в периферической зоне лицевой части створки. У нашей формы, в отличие от *C. fottii*, эти выросты располагаются чаще и равномерно. Возможно, *Cyclotella* sp. 1 (табл. IV, 1) конспецифична с *Cyclotella* sp. 2 (табл. IV, 2).

Melosira sp. (табл. IV, 3). Створка диам. 23,6 мкм, выс. 18,6 мкм, диам. лицевой части 15,7 мкм.

Вероятно, относится к морским формам этого рода.

Paralia sulcata (Ehr.) Cleve (табл. IV, 4, 5). Створки диам. 15,7-57,8 мкм.

На внутренней поверхности загиба створки 22-26 ребер в 10 мкм.

По литературным данным, число ребер на внутренней поверхности загиба створки не превышает 14 (Глезер, 1992).

Морской вид, повсеместно в морских бассейнах России (Глезер, 1992).

Исследованные участки расположены вне приливной зоны, более 80 км от устья. Но в верховьях и среднем течении рек бассейна Баренцева моря наблюдалось увеличение концентрации ионов Cl вследствие обогащения морскими солями за счет атмосферных осадков (Ресурсы ..., 1970). Очевидно, с атмосферными осадками происходит перенос и створок морских форм (*Melosira* sp., *Paralia sulcata*).

Stephanodiscus minutulus (Kütz.) Cleve et Möller (табл. IV, 6). Створка диам. 8,8 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

Космополит (Krammer, Lange-Bertalot, 1991).

Выводы

Первые альгологические исследования, проведенные на р. Пасвик, выявили богатое видовое разнообразие *Bacillariophyta* (*Centrophyceae*) с доминированием представителей рода *Aulacoseira* в видовом (11 таксонов) и количественном аспекте, что совпадает с литературными данными (Комулайнен и др., 2006). Обнаружен новый вид для альгофлоры России – *Brevisira arentii*. Выявлено два морских представителя (*Melosira* sp., *Paralia sulcata*), занесенных, очевидно, с атмосферными осадками. Список видов центрических диатомовых водорослей бассейна Белого моря расширен с 35 до 43.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 06-04-48173).

S.F. Komulainen¹, S.I. Genkal²

¹Institute of Biology, Karelia Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, 11 Pushkinskaya St., 185610 Petrozavodsk, Russia

²I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, 152742 Settle of Boroc, Nekouzskiy District, Yaroslavl Region, Russia

MATERIALS TO THE FLORA OF *BACILLARIOPHYTA* IN THE PASVIK RIVER (PATSOIKI, MURMAN REGION, RUSSIA). 1. *CENTROPHYCEAE*

The first algological studies of phytoplankton from the largest river of the North Fennoscandia has revealed 17 species and varieties of *Bacillariophyta* (*Centrophyceae*); among which representatives of the genus *Aulacoseira* dominate taxonomical diversity. Rare for the flora of the Russia species *Aulacoseira distans* (Ehr.) Simonsen var. *nivaloides* (Camburn) Siver et Kling, *A. lacustris* (Grunow) Krammer, and a new genus and species *Brevisira arentii* (Kolbe) Krammer have been investigated. A list of centric diatom species from the White Sea basin has been broadened from 35 to 43 taxa.

Key words: North Fennoscandia, Pasvik River, *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*.

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., Бондаренко Н.А. Материалы к флоре водорослей (*Centrophyceae*, *Bacillariophyta*) некоторых озер Прибайкалья и Забайкалья // Биол. внутр. вод. – 2001. – № 1. – С. 3-10.

Генкал С.И., Куликовский М.С. Центрические диатомовые водоросли сфагновых болот Приволжской возвышенности (Пензенская область) // Бот. журн. – 2006. – 91, № 10. – С. 1485-1499.

Генкал С.И., Трифонова И.С. Некоторые новые и редкие виды центрических диатомовых водорослей водоемов северо-запада России и Прибалтики // Биол. внутр. вод. – 2001. – № 3. – С. 11-19.

Генкал С.И., Трифонова И.С. Интересные и новые для России представители рода *Aulacosira* (*Bacillariophyta*) // Бот. журн. – 2002. – 87, № 6. – С. 117-122; 174, 175.

- Генкал С.И., Трифонова И.С. К изучению центральных водорослей (*Centrophyceae*, *Bacillariohyta*) Ладожского озера // Альгология. – 2003. – **13**, № 3. – С. 293-304.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. *Bacillariohyta* малых притоков Ладожского озера. 1. *Centrophyceae* // Бот. журн. – 2006. – **91**, № 4. – С. 533-538.
- Глезер З.И. Род *Paralia* Heib. emend. Gies. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). – СПб.: Наука. – 1992. – Т. 2, вып. 2. – С. 50-55.
- Давыдова Н.Н., Мусеева А.И. Род *Aulacoseira* Thw. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). – СПб.: Наука. – 1992. – Т. 2, вып. 2. – С. 76-85.
- Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Широков В.А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. – Петрозаводск, 1989. – 41 с.
- Комулайнен С.Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. – 43 с.
- Комулайнен С.Ф., Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г. Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. – КНЦ РАН, 2006. – 81 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 1. Кольский полуостров, 1970. – 315 с.
- Holtan H., Bretum P. *Pasvikelva*. En orienterende undersøkelse 1975. Norsk institutt for vannforskning. – NIVA rapport, 1976. – P. 68-75.
- Kobayasi H., Idei M., Mayama S., Nagumo T., Osada K.H. Kobayasi's atlas of Japanese diatoms based on electron microscopy. – 2007. – 1. – 531 p.
- Krammer K. Taxonomic und morphologie von *Brebisira arentii* (Kolbe) Krammer gen. nov., comb. nov. // Lange-Bertalot-Festschrift. Studies on diatoms. – Ruggel: Gantner Verlag, 2001. – P. 9-20.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. 3. Teil: *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae* // Süswasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart; New York, 1991. – 576 p.
- Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen // Icon. Diatom. (Ruggell). – 1996. – **2**. – 390 p.
- Levkov Z., Krstic S., Metzeltin D., Nakov T. Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid // Icon. Diatom. (Ruggell). – 2007. – **16**. – 613 p.
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H. Tropical diatoms of South America. II // Icon. Diatom. (Ruggell). – 2007. – 877 p.
- Moiseenko T., Mjedle M., Brandrud T.E. et al. Pasvik River watercourse, Barents Region: Pollution impacts and ecological responses. Oslo and Apatity. Investigations in 1993. – INEP-NIVA report, 1994. – 87 p.
- Nøst, T., Lukin A., Schartau A.K.L. et al. Impacts of pollution on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. III. Results of the 1990-96 monitoring programme. – NINA Fagrapport 29, 1997. – P. 1-37.
- Siver P.A., Kling H. Morphological observations of *Aulacosira* using scanning electron microscopy // Can. J. Bot. – 1997. – **75**. – P. 1807-1835.
- Yarushina M.I., Genkal S.I. A contribution of the flora of centric diatoms (*Centrophyceae*) in reservoirs of the eastern mountainside of the Polar Urals (Russia) // Intern. J. Algae. – 2006. – **8**, N 4. – P. 308-322.

Получена 10.01.08

Рекомендовал к печати П.М. Царенко