

УДК 582.26:581.4

С.И. ГЕНКАЛ<sup>1</sup>, В.Г. ХАРИТОНОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ин-т биологии внутренних вод РАН,  
152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, Россия  
e-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

<sup>2</sup>Ин-т биологических проблем Севера ДВО РАН,  
685000 Магадан, Портовая, 16, Россия  
e-mail: kharitonov@ibpn.ru

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *AULACOSEIRA* THW. (*BACILLARIOPHYTA*)

Электронно-микроскопические исследования образцов *Bacillariophyta* из озера Эльгыгытгын (Чукотка, Россия) и водоемов его бассейна показали, что центрические диатомовые водоросли рода *Aulacoseira* Thw. (*A. distans* var. *septentrionalis* Camb. et Charl. и *A. perglabra* (Östr.) Naw. emend. Genkal et Kharitonov) проявляют значительную изменчивость морфологических признаков (диаметр створки, высота ее загиба, число рядов и ареол в 10 мкм, число шипов в 10 мкм, ареолированность лицевой части створки). Приводится расширенный диагноз *A. perglabra*.

*Ключевые слова:* *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*, *Aulacoseira*, морфология, озеро Эльгыгытгын.

#### Введение

Представители рода *Aulacoseira* широко распространены в водоемах разного типа (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Давыдова, Моисеева, 1992; Генкал, 1999; и др.) и нередко входят в состав доминантов планктонных альгоценозов (Прошкина-Лавренко, 1974; Волга ..., 1978; Фитопланктон ..., 2003; и др.). Поэтому точная идентификация этой группы водорослей имеет большое значение, хотя известны случаи ошибочного определения некоторых видов *Aulacoseira* (Генкал, 1995, 2001; Баринаева, Медведева, 1996; Genkal, 1999; Houk, 2003; Водоросли ..., 2006; и др.). О представителях рода *Aulacoseira* имеется ряд публикаций (Kobayasi, Nozawa, 1981; Генкал, Поповская, 1991; Genkal, Popovskaya, 1991; Krammer, 1991; Babanazarova et al., 1996; Siver, Kling, 1997; Генкал, 1999; Gibson et al., 2003). Вместе с тем некоторые виды имеют ограниченные ареалы, развиваются в водоемах в небольших количествах и данные о их морфологической изменчивости в литературе немногочисленны или вовсе отсутствуют. К таким редким видам относятся *Aulacoseira perglabra* и недавно описанная *A. distans* var. *septentrionalis*, которые отмечены в кислых озерах. Первый вид обнаружен в водоемах Урала и Европейской части России (Генкал, Трифонова, 2002; Генкал, Куликовский, 2006; Yagushina, Genkal, 2006), второй – только в Ладожском озере (неопubl. данные).

© С.И. Генкал, В.Г. Харитонов, 2009

Цель нашего исследования – изучить морфологическую изменчивость количественных и качественных признаков популяций *Aulacoseira distans* var. *septentrionalis* и *A. perglabra* из водоемов бассейна оз. Эльгыгытгын.

### Материалы и методы

Материалом для наших исследований послужили пробы фитопланктона и бентоса, собранные из водоемов (ручьев, озерков, термокарстовых мочажин, больших луж) первой надпойменной террасы оз. Эльгыгытгын (Чукотка), 31.08.94. Освобождение клеток от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-25S.

### Результаты и обсуждение

В наших образцах диаметр створки *A. distans* var. *septentrionalis* варьировал от 8,6 до 12,1 мкм, высота загиба створки – от 1,6 до 3,2 мкм, число прямых или слегка наклонных рядов ареол на загибе створки – от 10 до 12 в 10 мкм, число ареол в ряду – от 1 до 5 (табл. I, 1-4). На лицевой части створки в ее периферической зоне по периметру расположено кольцо крупных ареол, иногда намечается второй ряд (табл. I, 2-4). На границе лицевой части створки и загиба имеется кольцо шипов конической формы (табл. I, 1-4). Согласно литературным данным, диаметр створки изменяется от 6 до 9 мкм, высота загиба створки – от 6 до 7 мкм, число прямых или слегка наклонных рядов ареол 14-16 в 10 мкм (Camburn, Charles, 2000). В диагнозе не указано число ареол в ряду на загибе створки, однако на приведенных световых и электронной микрофотографиях их число варьирует от 2 до 4 (Camburn, Charles, 2000: Pl. 2, figs 23-28; Pl. 35, fig. 1). К сожалению, авторы не указали масштабную линейку или увеличение. Однако, исходя из максимального (9 мкм) и минимального (6 мкм) диаметра створки и значений числа рядов ареол, измерения и расчеты по приведенным иллюстрациям дают несколько иные значения высоты загиба створки – 2-4 мкм, что соответствует нашим данным. Согласно нашим неопубл. данным по Ладожскому озеру, у этой разновидности количественные признаки варьируют в следующих диапазонах: диаметр створки 6,0-6,8 мкм, высота загиба створки 2,0-3,5 мкм, число рядов 14-18 в 10 мкм, число ареол в ряду 2-5. Некоторые исследователи приводили эту разновидность под названием *Aulacoseira tethera* Haw. (Krammer, 1991: figs 77-80), *A. cf. tethera* (Генкал, Трифонова, 2003: Табл. I, 6), *A. tenella* (Nyg.) Simonsen или *Aulacoseira* sp. 2 (Houk, 2003: Tab. XXXVII, Fig. 10-21; XXXIX, Fig. 1-14). *Aulacoseira distans* var. *septentrionalis* имеет определенное сходство с *A. tethera*, однако отличается от него формой шипов (Haworth, 1988, p. 142). Наши исследования показали, что количественные признаки отличаются от приведенных в диагнозе – они имеют большие диапазоны изменчивости, что необходимо учитывать при определении *A. distans* var. *septentrionalis*, и с учетом литературных данных они варьируют у этой разновидности в следующих

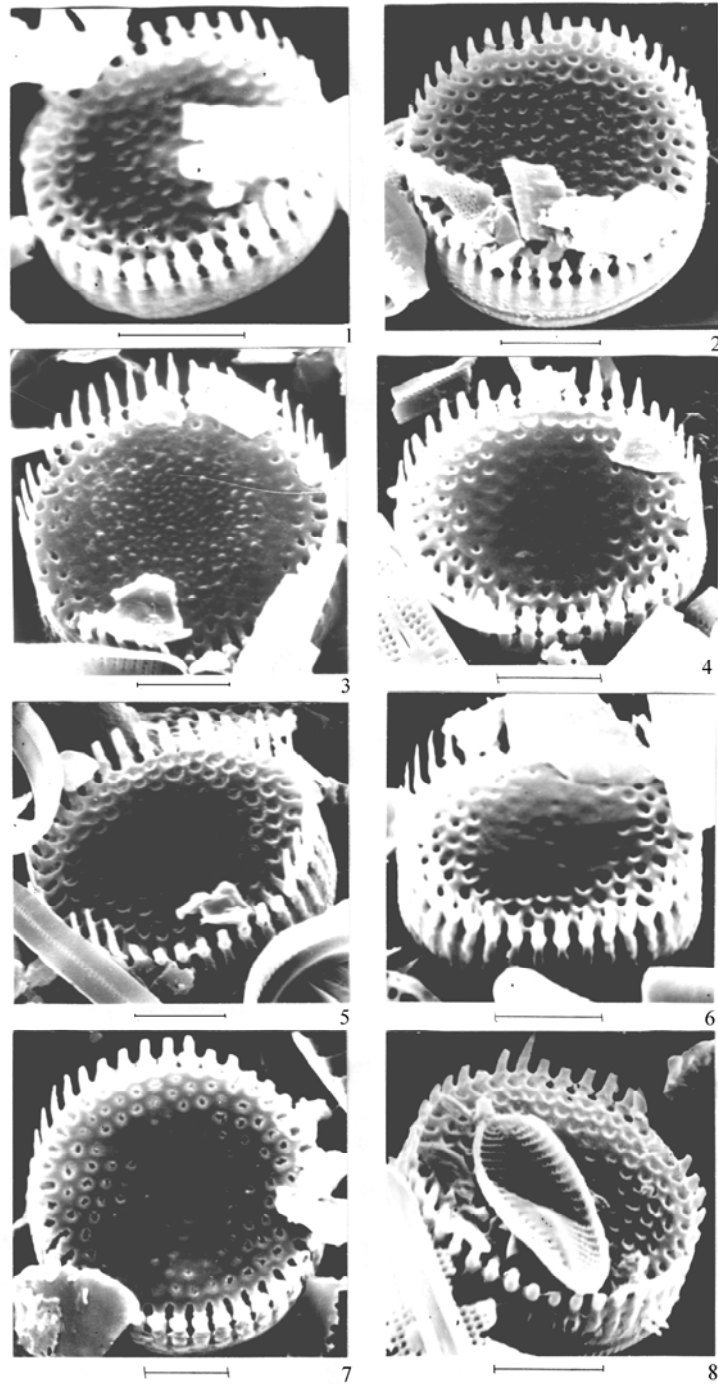


Табл. I. 1-4 – *Aulacoseira distans* var. *septentrionalis* Camb. et Charl.; 5-8 – *A. perglabra* (Östr.) Haw. emend. Genkal et Kharitonov. 1-8 – внешняя поверхность створок (6-8 – вариации ареолированности лицевой части створки). СЭМ. Масштаб 2 мкм

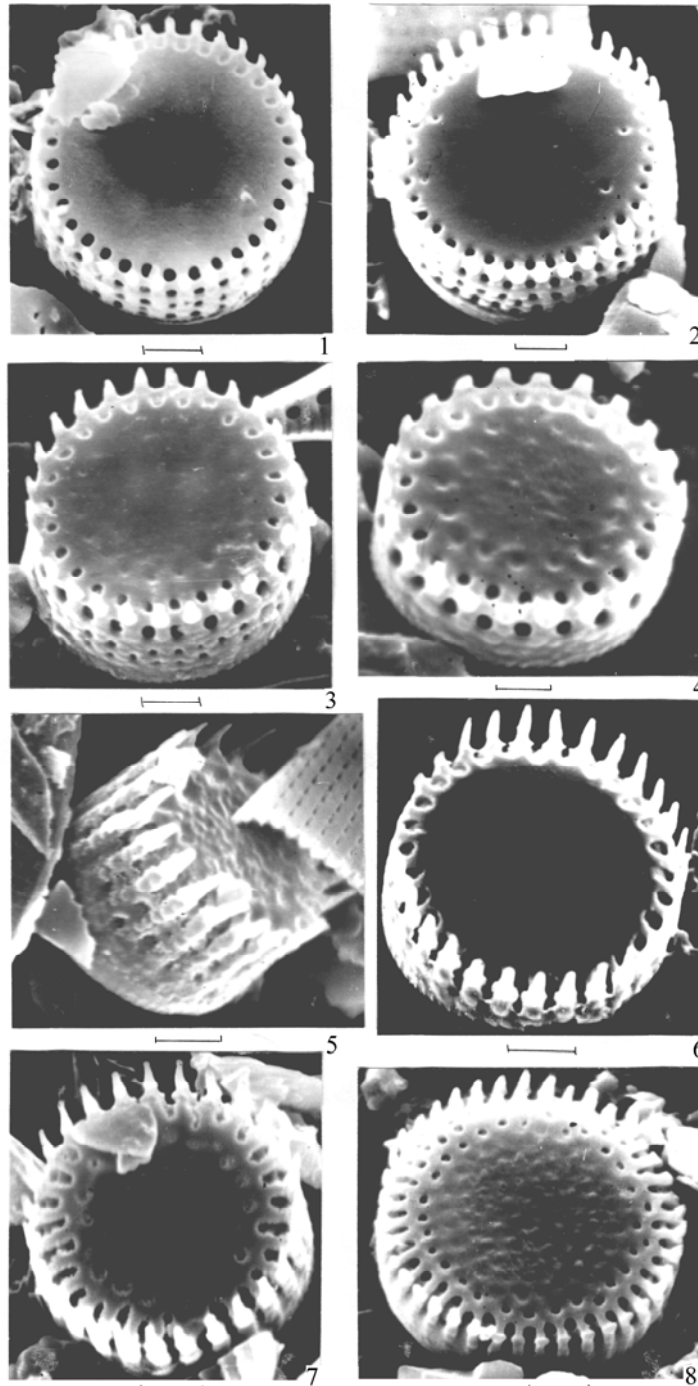


Табл. II. *Aulacoseira perglabra* (Östr.) Naw. emend. Genkal et Kharitonov. (1-8 – внешняя поверхность створок; 6-8 – вариации ареолированности лицевой части створки). СЭМ. Масштаб 5 мкм

диапазонах: диаметр створки от 6 до 12,1 мкм, высота загиба створки от 1,6 до 4,0 мкм, число рядов ареол в 10 мкм от 10 до 18, число ареол в ряду от 1 до 5.

В нашем материале диаметр створки *A. perglabra* варьировал от 7,0 до 17,8 мкм, высота загиба створки составляла 1,0-3,5 мкм, число шипов 9-14 в 10 мкм. На лицевой части створки в ее периферической зоне по периметру расположено от 1 до 4 колец крупных ареол, иногда кольца неполные (табл. I, 5-8; II, 1-8). Первое от края створки кольцо обычно состоит из удлинённых ареол, реже – из круглых (табл. II, 3, 8). На границе лицевой части створки с ее загибом имеется кольцо длинных копьевидных шипов, 9-14 в 10 мкм (табл. I, 5-8; II, 1-8). Согласно зарубежным литературным источникам, диаметр створки у этого вида изменяется от 8 до 18 мкм, высота – от 2 до 4 мкм (Haworth, 1988; Houk, 2003), число рядов ареол (= шипов) в 10 мкм 20-28 (Houk, 2003). По нашим подсчетам, на опубликованных фотографиях их число составляет 10-14 в 10 мкм (Haworth, 1988, figs 39-42; Houk, 2003, Tab. XXXVIII, fig. 1-21). Другие исследователи (Siver, Kling, 1997) при описании *A. perglabra* данные о количественных признаках не приводят, однако наши измерения по приведенным ими иллюстрациям (figs 48, 49, 54, 55, 60-65) показали, что диаметр створки соответствует значениям 12,7-13,7 мкм, высота загиба створки 2-3,3 мкм, шипов 14 в 10 мкм, что совпадает с нашими данными.

Другие исследователи приводят близкие значения этих признаков (диаметр 8-17 мкм, высота загиба створки 2-4 мкм) (Krammer, 1991, figs 55-71; Krammer, Lange-Bertalot, 1991, Taf. 33: figs 12-17), однако на иллюстрациях приведен другой таксон, больше сходный с *A. distans* var. *nivalis* (W. Smith) Haworth. Эти образцы имеют ареолы на загибе створки, что нехарактерно для *A. perglabra*. Кроме того, Краммер (Krammer, 1991) приводит число рядов ареол (= шипов), равное 20-28, что значительно отличается от наших данных и указанных выше литературных данных (9-14). В водоемах России у *A. perglabra* количественные признаки варьируют в следующих диапазонах: диаметр створки 6,7-20 мкм, высота 1,4-5,0 мкм, число шипов 8-14 в 10 мкм (Генкал, Трифонова, 2002, 2006; Yarushina, Genkal, 2006; неопубл. данные по Ладожскому озеру). Из разных форм *A. perglabra* была описана новая разновидность – *A. perglabra* var. *florinae* Camburn (Camburn, Kingston, 1986), которая отличается от типовой наличием на лицевой части створки только одного кольца ареол по краю створки. По диагнозу, диаметр створки у новой разновидности составляет 6,0-14,0 (15,0) мкм, высота загиба створки (5,0) 6,0-7,5 (8,0) мкм, число ареол на краю лицевой части створки (= шипов) (13) 14-15 (16) в 10 мкм, т.е. такие признаки, как диаметр створки и число шипов в 10 мкм совпадают с приведенными выше данными по типовой разновидности. Что касается высоты створки, то здесь наблюдается хороший гиатус между *A. perglabra* var. *perglabra* (1,4-5,0 мкм) и *A. perglabra* var. *florinae* (6,0-7,5 мкм).

Проведенные нами измерения высоты загиба створки по опубликованным световым и электронным фотографиям (Camburn, Kingston, 1986, figs 66-69, 79) показали другие результаты по высоте загиба створки – 3,5-5,0 мкм. Это

свидетельствует о том, что нижний предел диаметра створки у новой разновидности перекрывается с диапазоном изменчивости этого признака у типовой разновидности и по нему между ними нет четкого hiatus, что служит еще одним доказательством того, что нет оснований для выделения новой разновидности. Такой важный признак для этого рода, как расположение двугубого выроста, у типовой разновидности и у var. *florinae* совпадают (Siver, Kling, 1997). Ряд исследователей поддерживает выделение новой разновидности (Camburn, Charles, 2000), другие не видят оснований для этого (Haworth, 1988; Siver, Kling, 1997; Генкал, Трифонова, 2002; Houk, 2003), однако никто до сих пор не показал конспецифичность *A. perglabra* var. *florinae* и *A. perglabra* var. *perglabra*. Наши исследования и литературные данные показывают, что *A. perglabra* проявляет значительную морфологическую изменчивость, что дает нам основания для расширения диагноза и сведения *A. perglabra* var. *florinae* в синонимику к типовой разновидности.

*Aulacoseira perglabra* – *Melosira perglabra* Östr., *M. diatans* var. *perglabra* Jorger., *M. lirata* var. *perglabra* (Östr.) Florin, *M. perglabra* var. *florinae* Camburn.

Панцирь низкоцилиндрический. Створки плоские, диаметром 6,0-20,0 мкм. На лицевой части створки ареолы круглой формы расположены в периферической зоне, образуя 1-4 кольца, иногда по всей поверхности, ареолы у края створки радиально-удлиненные, иногда круглые. Загиб створки высотой 1,4-5,0 (8,0) мкм, ареолы отсутствуют. Кольцевидная диафрагма отсутствует. Шипы длинные, копьевидные. Имеется один двугубый вырост, расположенный приблизительно в средней части загиба створки (табл. I, 5-6; II, 1-8).

### Выводы

Морфологическая изменчивость количественных признаков у редких центральных диатомовых водорослей *Aulacoseira distans* var. *septentrionalis* и *A. perglabra* превышает таковую по литературным данным, что необходимо учитывать при проведении альгологических исследований.

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 06-04-96011).

S.I. Genkal, V.G. Kharitonov

<sup>1</sup> I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, 152742 Settle of Boroc, Nekouzskiy District, Yaroslavl Region, Russia

### MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF SEVERAL SPECIES OF THE GENUS *AULACOSEIRA* THW. (*BACILLARIOPHYTA*)

Electron microscopic studies of material from Lake Elgygytgyn (Chukotka, Russia) and water bodies of its basin have showed that centric diatoms of the genus *Aulacoseira* Thw. (*A. distans* var.

*septentrionalis* Camb. et Charl. and *A. perglabra* (Östr.) Haw. emend. Genkal et Kharitonov) manifest significant variability of morphological features (valve diameter, height of the mantle, number of row and areolae in 10 µm, number of spines in 10 µm, and location of areolae on the valve face). A broadened diagnosis of *A. perglabra* is presented.

*Key words*: Bacillariophyta, Centrophyceae, Aulacoseira, morphology, Lake Elgygytgyn.

- Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 87-89.
- Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.
- Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов северо-запада России. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – 367 с.
- Волга и ее жизнь. – Л., 1978. – 352 с.
- Генкал С.И. О распространении в волжских водохранилищах некоторых представителей диатомовых водорослей рода *Aulacoseira* Thw. // Тез. докл. четвертой всерос. конф. по водным растениям. – Борок, 1995. – С. 86-87.
- Генкал С.И. *Aulacoseira italica*, *A. valida*, *A. subarctica* и *A. volgensis* sp. nov. (Bacillariophyta) в водоемах России // Бот. журн. – 1999. – **84**, № 5. – С. 40-46.
- Генкал С.И. Bacillariophyta в гидробиологических исследованиях: о некоторых проблемах // Тез. докл. VIII съезда Гидробиол. об-ва РАН (Калининград, 16-23 сент. 2001 г.). – Калининград, 2001. – С. 159-160.
- Генкал С.И., Куликовский М.С. Центрические диатомовые водоросли сфагновых болот Приволжской возвышенности (Пензенская обл.) // Бот. журн. – 2006. – **91**, № 10. – С. 1485-1499.
- Генкал С.И., Поповская Г.И. К морфологии и экологии *Aulacoseira baicalensis* (Bacillariophyta) // Там же. – 1991. – **76**, № 2. – С. 292-293.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. Интересные и новые для России представители рода *Aulacoseira* (Bacillariophyta) // Там же. – 2002. – **87**, № 6. – С. 117-122; 174, 175.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. К изучению центрических водорослей (Centrophyceae, Bacillariophyta) Ладожского озера // Альгология. – 2003. – **13**, № 3. – С. 293-304.
- Давыдова Н.Н., Мусеева А.И. Род *Aulacoseira* Thw. // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). – СПб.: Наука, 1992. – Т. II, вып. 2. – С. 76-85.
- Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли современных морей и озер // Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). – Л.: Наука, 1974. – Т. I. – С. 274-352.
- Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовье реки. – СПб.: Наука, 2003. – 232 с.
- Babanazarova O.V., Likhoshway Ye.V., Sherbakov D.Yu. On the morphological variability of *Aulacoseira baicalensis* and *Aulacoseira islandica* (Bacillariophyta) of Lake Baikal, Russia // Phycologia. – 1996. – **35**, N 2. – P. 113-123.
- Camburn K.E., Charles D.E. Diatoms of Low-Alkalinity Lake in the Northeastern United States // The Academy of Natural Sciences of Philadelphia Spec. Publ. 18. – 2000. – 152 p.
- Camburn K.E., Kingston J.C. The genus *Melosira* from soft-water lakes with special reference to northern Michigan, Wisconsin and Minnesota // Diatoms and Lake Acidity. – Dordrecht, 1986. – P. 17-34.

- Genkal S.I. Problems in identifying diatoms for monitoring the water quality of large rivers // Use of algae for monitoring rivers. III. – 1999. – P. 182-187.
- Genkal S.I., Popovskaya G.I. New data on the frustule morphology of *Aulacoseira islandica* (Bacillariophyta) // Diatom Res. – 1991. – 6, N 2. – P. 255-266.
- Gibson C.H., Anderson N.J., Haworth E.Y. *Aulacoseira subarctica*: taxonomy, physiology, ecology and palaeoecology // Eur. J. Phycol. – 2003. – 38. – P. 83-101.
- Haworth E.Y. Distribution of diatom taxa of the old genus *Melosira* (now mainly *Aulacoseira*) in Cumbrian waters // Algae and the Aquatic Environment. – Bristol: Biopress Ltd., 1988. – P. 138-165.
- Houk V. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part I. *Melosiraceae*, *Orthoseiraceae*, *Paraliaceae* and *Aulacoseiraceae* // Czech Phycology Suppl. – 2003. – 1. – P. 3-29.
- Kobayasi H., Nozawa M. Fine structure of the fresh water centric diatom *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim. // Jap. J. Phycol. – 1981. – 29. – P. 121-128.
- Krammer K. Morphology and taxonomy of some taxa in the genus *Aulacoseira* Thw. (Bacillariophyceae). I. *Aulacoseira distans* and similar taxa // Nova Hedw. (Stuttgart). – 1991. – 52, N 1/2. – P. 89-112.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1991. – Bd. 2/3. – P. 1-576.
- Siver P.A., Kling H. Morphological observations of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy // Can. J. Bot. – 1997. – 75. – P. 1807-1835.
- Yarushina M.I., Genkal S.I. A contribution to studies 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. 30-322.

Получена 26.01.08

Рекомендовала к печати А.П. Ольштынская