

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (BACILLARIOPHYTA) РЕК, ВПАДАЮЩИХ В ОЗЕРО ЭЛЬТОН

© 2021 г. С. И. Генкал^{1,*}, О. Г. Горохова^{2,**}

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742, Россия

² Институт экологии Волжского бассейна, филиал Самарского научного центра РАН
ул. Комзина, 10, Тольятти, Самарская обл., 445003, Россия

*e-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

**e-mail: o.gorokhova@yandex.ru

Поступила в редакцию 27.11.2020 г.

После доработки 10.12.2020 г.

Принята к публикации 22.12.2020 г.

Изучение фитопланктона притоков (Большая Саморода, Ланцуг, Солянка, Чернавка, Хара) гипергалинного озера Эльтон (Волгоградская область) с помощью сканирующей электронной микроскопии выявило 93 вида, разновидностей и форм диатомовых водорослей из 40 родов. Из них 45 оказались новыми для исследованных рек, в том числе 3 новых для флоры России (*Amphora hassiaca*, *Halamphora* cf. *luciae*, *Nitzschia frustulum* var. *bulnheimiana*) и 10 форм определены только до рода. Наибольшее видовое богатство отмечено в родах *Halamphora* и *Nitzschia* (по 6) и *Navicula* (16 таксонов). Максимальное число видов и разновидностей обнаружено в устьях рек Хара (40) и Б. Саморода (68). Наиболее широкое распространение в исследованных водотоках имеют *Achnanthes longipes*, *Conticribra weissflogii*, *Fallacia pygmaea*, *Navicula capitatoradiata*, *N. lanceolata*, *N. salinarum*, *N. trivialis*, *Nitzschia frustulum*, *Tryblionella hungarica*. Уточнено систематическое положение 30 таксонов из опубликованного ранее видового состава, что с учетом наших данных позволило в значительной степени расширить состав Bacillariophyta исследованных рек на видовом (с 124 до 168 таксонов) и родовом (с 33 до 53) уровнях.

Ключевые слова: Bacillariophyta, фитопланктон, озеро Эльтон, притоки, электронная микроскопия, ревизия

DOI: 10.31857/S0006813621040037

Исследования альгофлоры высокоминерализованных рек бассейна гипергалинного озера Эльтон (Волгоградская область) проводились при оценке биоразнообразия и выявления особенностей организации планктонных и донных сообществ аридного региона Приэльтонья (Yatsenko-Stepanova et al., 2015; Gorokhova, Zinchenko, 2016). Bacillariophyta формируют 47–51% таксономического состава альгофлоры рек Приэльтонья. Биомасса диатомовых в планктоне рек достигает 9.18–30.88 мг/л, в фитобентосе – 0.5–10.3 г/м². Сведения о таксономическом составе диатомовых водорослей соленых рек немногочисленны. В 1998 и 2001 гг. сотрудниками Волгоградского отделения ГосНИОРХ указано на преобладание в альгофлоре рек Bacillariophyta. Для реки Хара указано наличие 79 видов и внутривидовых таксонов Bacillariophyta из 2 классов, 5 порядков, 5 семейств и 25 родов (Burkova, 2012). В устьевых участках 7 рек Приэльтонья (Хара, Ланцуг, Солянка, Чернавка, Карантинка, Большая Саморо-

да, Малая Саморода) зарегистрирован 101 вид Bacillariophyta из 35 родов (Yatsenko-Stepanova et al., 2015). По данным многолетних исследований в 2008–2018 гг. в составе Bacillariophyta планктонных и бентосных сообществ этих 7 рек отмечено 60 и 73 вида и внутривидовых таксона соответственно (Gorokhova, Zinchenko, 2016). Согласно литературным сведениям для 5 притоков озера Эльтон (Большая Саморода, Ланцуг, Солянка, Чернавка, Хара) по данным световой микроскопии зарегистрировано 124 вида и разновидности диатомовых из 33 родов, включая 10 форм, определенных только до рода (Yatsenko-Stepanova et al., 2015; Gorokhova, Zinchenko, 2016).

Цель работы – изучение диатомовых водорослей притоков гипергалинного озера Эльтон с использованием методов электронной микроскопии и проведение ревизии видового состава.

Таблица 1. Гидролого-географические и физико-химические характеристики рек бассейна оз. Эльтон
Table 1. Hydrological-geographical and physico-chemical characteristics of the rivers of the Elton Lake basin

Показатель Index	Река/River				
	Хара Khara	Лансуг Lantsug	Чернавка Chernavka	Солянка Solyanka	Б. Саморода B. Samoroda
Координаты (устьевой участок) Coordinates (river mouth)	49°12'N 46°39'E	49°12'N 46°38'E	49°12'N 46°40'E	49°10'N 46°35'E	49°07'N 46°47'E
Уклон, % Slope, %	0.91	2.06	5.38	5.52	1.77
Длина, км Length, km	46.4	19.9	5.2	6.7	24.3
Ширина, м Width, m	2.0–59.0	1.5–45.0	1.0–8.0	1.0–5.0	3.5–35.0
Площадь водосбора, км ² Water catchment area, km ²	177.0	126.0	18.4	17.8	130.0
Скорость течения, м/с Current, m/s	0.01–1.1	0.04–0.23	0.05–0.4	0.02–0.4	0.03–0.25
Глубина, м Depth, m	0.05–3.0	0.05–1.6	0.05–0.8	0.05–0.8	0.05–1.0
pH	6.8–10.0	6.9–8.9	6.5–8.4	6.9–8.4	7.4–8.8
O ₂ , мг/л O ₂ , mg/l	3.4–31.3	1.8–46.0	2.9–33.8	2.9–35.0	6.2–31.0
Температура воды, °C Water temperature, °C	12.0–33.0	14.9–33.1	12.5–33.1	15.1–30.2	12.3–31.1
Общая минерализация, г/л Total mineralization, g/l	6.6–41.4	4.6–30.0	17.2–31.7	25.1–29.0	4.0–26.3

Примечание. Приведены пределы колебаний и расчетные величины параметров.

Note. Fluctuation limits and calculated values of the parameters are given.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Соленое самосадочное озеро Эльтон на севере Прикаспийской низменности и семь впадающих в него рек с естественно высоким уровнем минерализации, являются уникальным природно-территориальным комплексом аридного региона в бассейне Нижней Волги. Территория имеет большое природоохранное значение и входит в состав природного парка “Эльтонский”. Гидролого-гидрографические особенности и химический состав воды рек определяются геологическим строением водосборного бассейна с преобладанием соленосных и карбонатных отложений, наряду с другими факторами (климат, рельеф) при ярко выраженных сезонных колебаниях уровня воды, обуславливающих изменение минерализации (табл. 1).

Питание рек осуществляется за счет атмосферных осадков и подземных вод (Vodno-bolotnue..., 2005). По величине минерализации воды реки относятся к солоноватым или мезогалинным с минерализацией <25 г/л и водам с морской соленостью или полигалинным с минерализаци-

ей >25 г/л (Alekin, 1970). По соотношению главных ионов воды рек — хлоридно-сульфатные, натриевой, натрий-магниевой и магниевой групп с характерным сезонным изменением величин их содержания (Zinchenko et al., 2011, 2017). Концентрация общего фосфора и азота в воде всех рек соответствует эвтрофному состоянию (Nomokonova et al., 2013).

Отбор проб фитопланктона проводился на участках среднего течения и в устьях пяти рек разного уровня минерализации (табл. 1). Пробы собраны в мае 2012, 2014, 2015, 2019 и августе 2008, 2012, 2013, 2018 гг. Отбор проведен батометром в горизонте 0–0.5 м, а на станциях с глубиной до 0.5 м зачерпыванием; пробы фиксировали 40% раствором формальдегида, концентрировали фильтрацией через мембранные фильтры с диаметром пор 1 мкм с применением вакуумного насоса. Освобождение створок диатомей от органических веществ проводили методом холодного сжигания (Balonov, 1975). Препараты водорослей исследовали в сканирующем электронном микроскопе JSM–25S.

При определении водорослей использовали современные определители и систематические сводки (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; Krammer, 1997a, b, 2000, 2002, 2003; Reichardt, 1999; Lange-Bertalot, 2001; Levkov, 2009; Levkov et al., 2013, 2016; Kulikovskiy et al., 2016; Lange-Bertalot et al., 2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследованных реках по данным электронной микроскопии выявлено 93 таксона диатомовых водорослей (цифрами обозначены номера рек: 1 — Хара, 2 — Ланцуг, 3 — Чернавка, 4 — Солянка, 5 — Большая Саморода, * — новые для флоры рек): *Achnanthes brevipes* C. Agardh var. *brevipes* — 1, 2, 3, 4, 5; *A. brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) Cleve — 5; *A. longipes* C. Agardh — 1, 2, 3, 4, 5; **Achnantidium biasolettianum* (Grunow) Lange-Bert. — 3; *A. sp.* — 5; *Amphipleura sp.* — 5; **Anomoeoneis sphaerophora* f. *costata* (Kütz.) Schmid — 5; **A. sphaerophora* f. *scupta* (Ehrenb.) Krammer — 5; *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen — 1; *Campylodiscus clypeus* Ehrenb. — 5; *Cocconeis pediculus* Ehrenb. — 1, 2; *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow — 1, 5; *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenb.) van Heuck — 1, 4, 5; *Conticribra weissflogii* (Grunow) Stachura-Suchoples et D.M. Williams — 1, 2, 3, 5; **Craticula halophila* (Grunow) D.G. Mann — 2; *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kütz.) D.M. Williams et Round — 5; *Cyclotella distunguenda* Hust. — 5; *C. meneghiniana* Kütz. — 1, 2, 5; **C. meduanae* H. Germ. — 5; **Cymbella cymbiformis* C. Agardh — 2, 5; *C. lanceolata* (C. Agardh) C. Agardh — 1, 2; *C. tumida* (Bréb.) van Heurck — 1; *Diadesmis sp.* — 2; **Encyonema cespitosum* Kütz. — 5; **E. lange-bertalotii* Krammer — 3; **E. cf. persilesiacum* Krammer — 5; *E. sp.* — 5; *Entomoneis palidosa* var. *subsalina* (Cleve) Krammer — 5; *Fallacia pygmaea* (Kütz.) Stickle et D.G. Mann — 1, 2, 4, 5; **Fragilaria capucina* Desm. — 1, 5; **F. famelica* (Kütz.) Lange-Bert. — 1, 2, 5; **F. vaucheriae* (Kütz.) J.B. Petersen — 1; **Frustulia saxonica* Rabenh. — 2; **Gomphonema micropus* Kütz. — 1, 2, 5; *G. olivaceum* (Hornem.) Bréb. — 4; *G. sp. 1* — 5; *G. sp. 2* — 5; *G. sp. 3* — 5; **G. utae* Lange-Bert. et Reichardt — 2, 5; **Gyrosigma peiconis* (Grunow) Hust. — 1, 2; **G. spencerii* (Quekett) Griffith et Henfr. — 1; **Halamphora aponina* (Kütz.) Levkov — 5; **H. hassiaca* (Krammer et Strecker) Lange-Bert. — 4, 5; *H. hybrida* (Grunow) Levkov — 3, 5; **H. cf. lineata* (W. Greg.) Levkov — 1; **H. cf. luciae* (Cholnoky) Levkov — 5; *H. sp. 1* — 1; *H. sp. 2* — 5; **Hantzschia spectabilis* (Ehrenb.) Hust. — 5; *Hippodonta hungarica* (Grunow) Lange-Bert., Metzeltin et A. Witkowski — 1, 2, 5; *Luticola mutica* (Kütz.) D.G. Mann — 1; *Navicula capitatoradiata* H. Germ. — 1, 2, 3, 5; *N. cincta* Ehrenb. — 2; **N. exilis* Kütz. — 1, 5; **N. lanceolata* (C. Agardh) Ehrehb. — 1, 2, 3, 5; **N. cf. libonensis* Schoemann — 4, 5; **N. margalithii* Lange-Bert. — 5; **N. meniscus* Schum. — 3, 5; **N. op-*

pugnata Hust. — 2; *N. radiosa* Kütz. — 2, 5; **N. reinhardtii* (Grunow) Grunow — 5; *N. rhyncephala* Kütz. — 1; *N. salinarum* Grunow — 1, 2, 3, 5; *N. sp.* — 5; **N. trivialis* Lange-Bert. — 1, 2, 3, 4, 5; *N. veneta* Kütz. — 2; **Nitzschia amphibia* Grunow — 1, 2; *N. fonticola* Grunow — 5; *N. frustulum* (Kütz.) Grunow — 1, 3, 4, 5; **N. frustulum* var. *bulnheimiana* (Rabenh.) Grunow — 4, 5; **N. hantzschiana* Rabenh. — 5; **N. perminuta* (Grunow) Perag. — 1; *Opephora olsenii* M. Möller — 5; *Planothidium delicatulum* (Kütz.) Round et Bukht. — 1, 5; *Pleurosigma elongatum* W. Sm. — 5; *Prestauroneis crucicula* (W. Sm.) Genkal et Yarusshina — 2, 5; **P. protracta* (Grunow) Kulikovskiy et Glushchenko — 5; *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert. — 5; **Staurosira elliptica* (Schum.) D.M. Williams et Round — 5; **Staurosirella pinnata* (Ehrenb.) D.M. Williams et Round — 5; **Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellerman — 1; **S. minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller — 5; **Surirella cf. amphioxys* W. Sm. — 3; *S. brebissonii* Krammer et Lange-Bert. — 5; **S. brigtwelii* var. *baltica* (Schum.) Krammer — 5; *S. ovalis* Bréb. — 5; **S. robusta* Ehrenb. — 1, 5; **S. subsalsa* W. Sm. — 5; *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Round — 1, 2, 5; **Thalassiosira pseudonana* Hasle et Heimdal — 1, 2, 5; **Tryblionella acuminata* W. Sm. — 1, 4, 5; *T. constricta* (Kütz.) Poulin — 1, 5; *T. hungarica* (Grunow) Freng. — 1, 2, 4, 5; *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compere — 2. Из них 8 таксонов (преимущественно солоноватоводные) — редкие и новые для флоры России и 10 форм — определенные только до рода. Ниже приведены их краткие диагнозы, синонимика, экологические особенности, распространение, оригинальные микрофотографии.

Achnantidium sp. (рис. 1, 1). Створка 94 мкм дл., 17 мкм шир., штрихов 8 в 10 мкм.

Amphipleura sp. (рис. 1, 2). Створка 80 мкм дл., 12 мкм шир., штрихов 9 в 10 мкм.

Halamphora hassiaca (Krammer et Strecker) Lange-Bert. (рис. 1, 3). Створки 13.6–23.6 мкм дл., 3.4–5 мкм шир., штрихов 28–33 в 10 мкм.

Германия, воды с высокой минерализацией (Krammer, 1997 b).

Новый для флоры России.

Anomoeoneis sphaerophora f. *costata* (Kütz.) Schmid (рис. 1, 4). (*Navicula costata* Kütz., *Anomoeoneis costata* (Kütz.) Hust., *Anomoeoneis polygamma* (Ehrenb.) Cleve). Створка 228 мкм дл., 50 мкм шир.

Европа, космополит, воды с высокой минерализацией (Krammer, Lange-Bertalot, 1986).

Редкий для флоры России.

Diadesmis sp. (рис. 1, 5). Створка 21.4 мкм дл., 7 мкм шир., штрихов 22 в 10 мкм.

Encyonema sp. (рис. 1, 6). Створка 22.8 мкм дл., 7.8 мкм шир., штрихов 10 в 10 мкм.

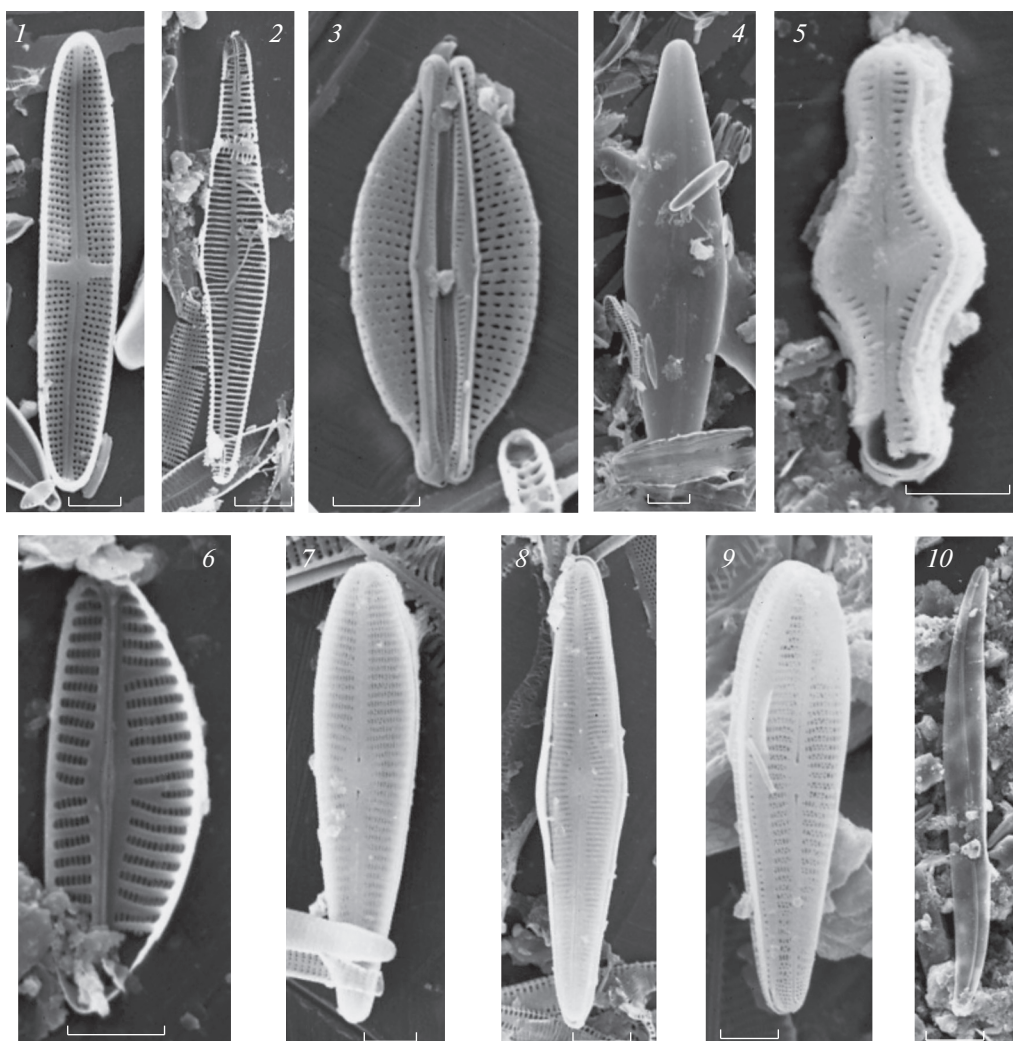


Рис. 1. 1 – *Achnantheidium* sp., 2 – *Amphipleura* sp., 3 – *Amphora hassiaca*, 4 – *Anomoeoneis sphaerophora* f. *costata*, 5 – *Diadesmis* sp., 6 – *Encyonema* sp., 7 – *Gomphonema* species 1, 8 – *Gomphonema* species 2, 9 – *Gomphonema* species 3, 10 – *Gyrosigma peiconis*. 1, 2, 6, 10 – створки с внутренней поверхности; 3–5, 7–9 – створки с наружной поверхности. СЭМ. Масштаб: 1, 2, 8 – 10 мкм; 3, 5, 6, 7, 9 – 5 мкм; 4, 10 – 20 мкм.

Fig. 1. 1 – *Achnantheidium* sp., 2 – *Amphipleura* sp., 3 – *Amphora hassiaca*, 4 – *Anomoeoneis sphaerophora* f. *costata*, 5 – *Diadesmis* sp., 6 – *Encyonema* sp., 7 – *Gomphonema* species 1, 8 – *Gomphonema* species 2, 9 – *Gomphonema* species 3, 10 – *Gyrosigma peiconis*. 1, 2, 6, 10 – internal view of valve; 3–5, 7–9 – external view of valve. SEM. Scale bars: 1, 2, 8 – 10 μm ; 3, 5, 6, 7, 9 – 5 μm ; 4, 10 – 20 μm .

Gomphonema sp. 1 (рис. 1, 7). Створка 38.9 мкм дл., 8.9 мкм шир., штрихов 12 в 10 мкм.

Gomphonema sp. 2 (рис. 1, 8). Створка 47 мкм дл., 7.9 мкм шир., штрихов 10 в 10 мкм.

Gomphonema sp. 3 (рис. 1, 9). Створка 80 мкм дл., 13.3 мкм шир., штрихов 11 в 10 мкм.

Gyrosigma peiconis (Grunow) Hust. (рис. 1, 10). (*Pleurosigma peiconis* Grunow, *Gyrosigma wansbeckii* var. *peiconis* (Grunow) Cleve). Створки 141–154 мкм дл., 14.5–16.4 мкм шир., штрихов 17 в 10 мкм, ареол 22–24 в 10 мкм.

Европа, воды с высокой минерализацией Krammer, Lange-Bertalot, 1986), солоноватоводно-пресноводный вид (Opredelitel', 1951).

Редкий для флоры России.

Halamphora aponina (Kütz.) Levkov (рис. 2, 1). (*Amphora aponina* Kütz., *Amphora coffeaeformis* var. *aponina* (Kütz.) P.A. Archibald et Schoeman). Створка 22 мкм дл., 5 мкм шир., штрихов 26 в 10 мкм.

Солоноватоводно-морской, широко распространенный вид (Levkov, 2009).

Редкий для флоры России.

Halamphora cf. *lineata* (W. Greg.) Levkov (рис. 2, 2). (*Amphora lineata* W. Greg.) Створки 47.8–48.6 мкм дл., 7.8–8.3 мкм шир., штрихов 19–20 в 10 мкм.

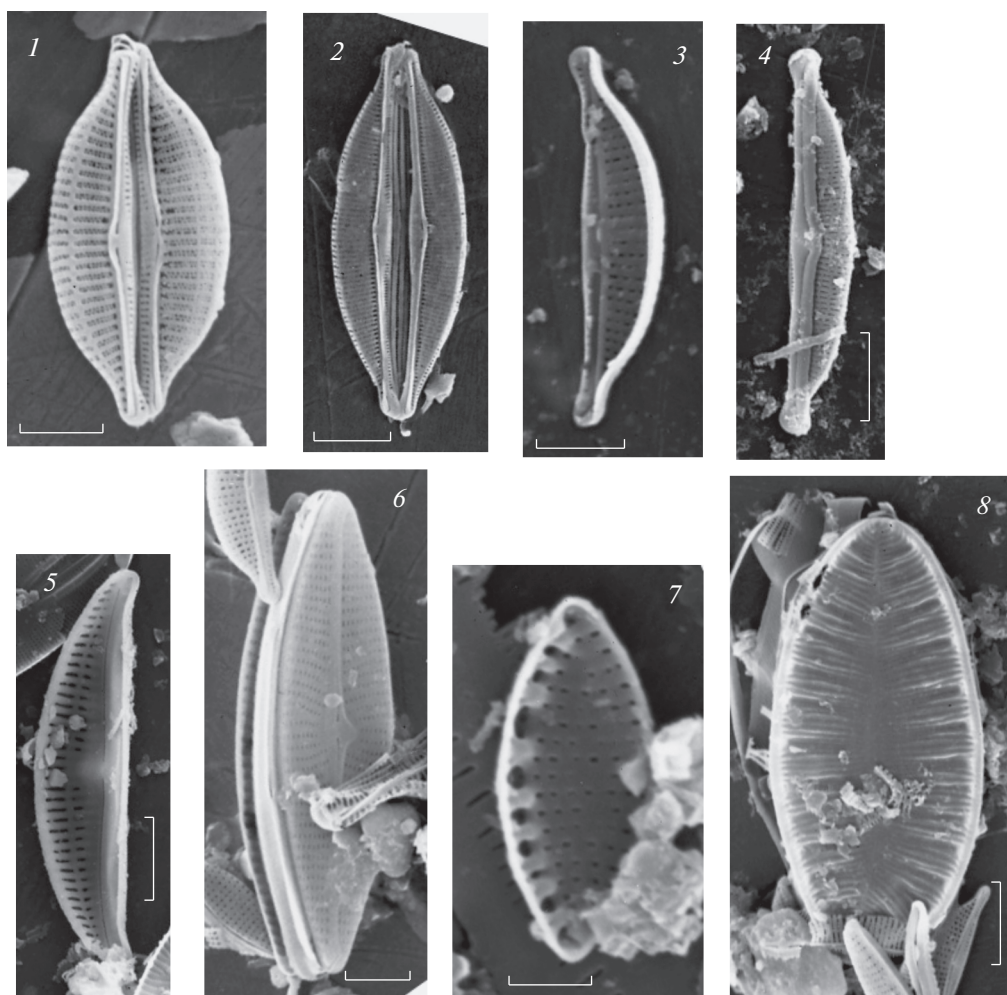


Рис. 2. 1 – *Halamphora aponin*, 2 – *Halamphora* cf. *lineata*, 3 – *Halamphora* cf. *luciae*, 4 – *Halamphora* species 1, 5 – *Halamphora* species 2, 6 – *Navicula* sp., 7 – *Nitzschia frustulum* var. *bulnheimiana*, 8 – *Surirella subsalsa*. 1, 2, 4, 6 – створки с наружной поверхности; 3, 5, 7, 8 – створки с внутренней поверхности. СЭМ. Масштаб: 1, 3, 6, 7 – 5 мкм; 2, 4, 5, 8 – 10 мкм.
Fig. 2. 1 – *Halamphora aponin*, 2 – *Halamphora* cf. *lineata*, 3 – *Halamphora* cf. *luciae*, 4 – *Halamphora* species 1, 5 – *Halamphora* species 2, 6 – *Navicula* sp., 7 – *Nitzschia frustulum* var. *bulnheimiana*, 8 – *Surirella subsalsa*. 1, 2, 4, 6 – external view of valve; 3, 5, 7, 8 – internal view of valve. SEM. Scale bars: 1, 3, 6, 7 – 5 μ m; 2, 4, 5, 8 – 10 μ m.

Морской, вероятно широко распространенный вид (Levkov, 2009).

Редкий для флоры России.

Halamphora cf. *luciae* (Cholnoky) Levkov (рис. 2, 3). (*Amphora luciae* Cholnoky). Створка 20.7 мкм дл., 4.3 мкм шир., штрихов 18 в 10 мкм.

Европа, пресноводный вид с неясным распространением (Levkov, 2009).

Новый для флоры России.

Halamphora sp. 1 (рис. 2, 4). Створка 42.8 мкм дл., 7.1 мкм шир., штрихов 20 в 10 мкм.

Halamphora sp. 2 (рис. 2, 5). Створка 48.6 мкм дл., 11.4 мкм шир., штрихов 8 в 10 мкм.

Navicula sp. (рис. 2, 6). Створка 40 мкм дл., 10 мкм шир., штрихов 12 в 10 мкм, линейол 35 в 10 мкм.

Nitzschia frustulum var. *bulnheimiana* (Rabenh.) Grunow (рис. 2, 7). Створки 6–12.3 мкм дл., 2.9–4.4 мкм шир., фибул 10–14, штрихов 20–24 в 10 мкм.

Европа (Krammer, Lange-Bertalot, 1988).

Новый для флоры России.

Surirella subsalsa W. Sm. (рис. 2, 8). Створка 50 мкм дл., 24.3 мкм шир., ребер 4 в 10 мкм.

Европа, солоноватоводный вид (Krammer, Lange-Bertalot, 1988).

Редкий для флоры России.

ОБСУЖДЕНИЕ

Максимальное число таксонов обнаружено в устьях рек Хара (40) и Б. Саморода (68), что совпадает с литературными данными (Yatsenko-Ste-

panova et al., 2015; Gorokhova, Zinchenko, 2016). Наиболее насыщенными в таксономическом плане в нашем материале оказались роды *Halamphora* и *Nitzschia* — по 6 и *Navicula* — 16 таксонов, что также соответствует данным световой микроскопии (Yatsenko-Stepanova et al., 2015; Gorokhova, Zinchenko, 2016). Наиболее широкое распространение в этих водотоках имеют *Conticribra weissflogii*, *Fallacia pygmaea*, *Navicula capitatoradiata*, *N. lanceolata*, *N. salinarum*, *N. trivialis*, *Nitzschia frustulum*, *Tryblionella hungarica*. По литературным данным в исследованных реках зафиксировано 124 вида и разновидности диатомовых водорослей из 33 родов, включая 10 форм, определенных только до рода (Yatsenko-Stepanova et al., 2015; Gorokhova, Zinchenko, 2016). Из 93 видов и разновидностей, относящихся к 40 родам, обнаруженных нами в исследованных реках, 45 оказались новыми для флоры этих водотоков и 3 — для флоры России. При этом, 17 родов (*Achnanthydium*, *Amphipleura*, *Conticribra*, *Craticula*, *Ctenophora*, *Diaedsmis*, *Encyonema*, *Fallacia*, *Frustulia*, *Halamphora*, *Hippodonta*, *Luticola*, *Planothidium*, *Prestauroneis*, *Staurosira*, *Tabularia*, *Ulnaria*) оказались новыми для этих водотоков.

Следует учесть, что в последние годы изменилось систематическое положение или таксономический ранг у многих водорослей, поэтому опубликованные данные по видовому составу требуют корректирования. Ряд представителей рода *Amphora* переведен в род *Halamphora* и, соответственно, в опубликованные списки нужно вносить изменения: *Amphora coffeaeformis* (C. Agardh) Kütz. — *Halamphora coffeaeformis* (C. Agardh) Levkov, *A. coffeaeformis* var. *acutiuscula* (Kütz.) Hust. — *H. acutiuscula* (Kütz.) Levkov, *A. coffeaeformis* var. *angularis* (Grunow) Cleve — *H. angularis* (Grunow) Levkov, *A. holsatica* Hust. — *H. holsatica* (Hust.) Levkov (Levkov, 2009). *Cyclotella distinguenda* var. *unipunctata* (Hust.) Håk. et Carter приводится в качестве синонима к *C. costei* Druat et Straub (Houk et al., 2010). Представители этого вида относятся к мелко размерным (4–17 мкм) и его находка требует подтверждения с помощью методов электронной микроскопии. Вид *C. stelligera* Cleve et Grunow переведен в род *Discostella* — *D. stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee (Houk et al., 2010), *Cymbella cistula* (Ehrenb.) Kirchn. сведен в синонимику к *C. neocistula* Krammer (Krammer, 2002), другие представители этого рода переведены в род *Encyonema*: *Cymbella elginensis* Krammer — *E. elginensis* (Krammer) D.G. Mann, *C. prostrata* (Berk.) Cleve — *E. prostrata* (Berk.) Kütz., *C. silesiaca* Bleisch — *E. silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann (Krammer, 1997a), *C. pusilla* Grunow в настоящее время рассматривается как *Navicymbula pusilla* (Grunow) Krammer (Kulikovskiy et al., 2016; Krammer, 2003). В списке приводится *Diatoma vulgaris* Vory и два морфотипа этого вида — *ovalis* и *producta* (Yatsen-

ko-Stepanova et al., 2015), которые не имеют таксономического ранга, поэтому в списке необходимо оставить только *D. vulgaris*. В список внесено несколько видов рода *Fragilaria*, которые также были переведены в другие роды и изменили свой таксономический ранг: *Fragilaria construens* f. *venter* (Ehrenb.) Hust. — *Staurosira venter* (Ehrenb.) Grunow, *F. fasciculata* (C. Agardh) Lange-Bert. — *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Round, *F. pulchella* (Ralfs ex Kützing) Lange-Bertalot — *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kütz.) D.M. Williams et Round, *F. ulna* var. *ulna* (Nitzsch) Lange-Bert. — *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, *F. ulna* var. *acus* (Kütz.) Lange-Bert. — *Ulnaria acus* (Kütz.) Aboal (Kulikovskiy et al., 2016; Lange-Bertalot et al., 2017). Аналогичная ситуация имеет место и среди представителей рода *Navicula*: *N. capitata* var. *hungarica* (Grunow) Ross — *Hippodonta hungarica* (Grunow) Lange-Bert., Metzeltin et A. Witkowski, *N. crucicula* (W. Sm.) Donkin — *Prestauroneis crucicula* (W. Sm.) Genkal et Yarushina, *N. mutica* Kütz. — *Luticola mutica* (Kütz.) D.G. Mann, *N. pygmaea* Kütz. — *Fallacia pygmaea* (Kütz.) Stickle et D.G. Mann, *N. spicula* (Hickie) Cleve — *Haslea spicula* (Hickie) Lange-Bert. (Lange-Bertalot, 2001; Levkov et al., 2013; Kulikovskiy et al., 2016; Genkal, Yarushina, 2017; Lange-Bertalot et al., 2017). Некоторые представители рода *Nitzschia* также поменяли свою родовую принадлежность: *Nitzschia constricta* (Kütz.) Ralfs — *Tryblionella constricta* (Kütz.) Poulin, *N. compressa* (Bailey) Boyer — *T. compressa* (Bailey) Poulin, *N. hungarica* Grunow — *T. hungarica* (Grunow) Freng., *N. tryblionella* Hantzsch in Rabenhorst — *T. tryblionella* (Hantzsch in Rabenhorst) Cantonati et Lange-Bert. (Poulin et al., 1990; Lange-Bertalot et al., 2017). Центрическая диатомовая водоросль *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell et Hasle переведена в род *Conticribra* (*C. weissflogii* (Grunow) Stachura-Suchoples et D.M. Williams (Stachura-Suchoples, Williams, 2009). В списке приводится вид *Stephanodiscus rotula* (Kütz.) Hendey (Yatsenko-Stepanova et al., 2015), находка которого требует подтверждения. Этот вид имеет большое сходство с *S. neoastraea* Håk. et Hickel, и именно последний имеет широкое распространение в водоемах и водотоках России (Genkal, 2009; Houk et al., 2014; Kulikovskiy et al., 2016). Кроме этого, *S. rotula* относится к ископаемым видам (Houk et al., 2014). В списке в качестве массового вида приводится *Chaetoceros mulleri* Lemmerm. (Yatsenko-Stepanova et al., 2015; Gorokhova, Zinchenko, 2016), представители которого относятся к нежесткоструктурным водорослям и, вероятно, по этой причине при подготовке препаратов для электронной микроскопии панцири разрушились. По мнению специалиста по этому роду Р.М. Гогорева по данным световой микроскопии это именно *C. mulleri*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследованных реках выявлено 93 таксона Bacillariophyta из 40 родов, в том числе 3 новых для флоры России. Проведенная ревизия опубликованного видового списка и наши данные в значительной степени расширили таксономический состав Bacillariophyta исследованных рек на видовом (со 124 до 168 таксонов) и родовом (с 33 до 53) уровнях. Максимальное число видов и разновидностей обнаружено в устьях рек Хара (40) и Б. Саморода (68). Самыми богатыми в таксономическом плане оказались роды *Halamphora*, *Nitzschia* и *Navicula*. Наиболее широкое распространение в исследованных водотоках имеют виды *Conticribra weissflogii*, *Fallacia pygmaea*, *Navicula capitatoradiata*, *N. lanceolata*, *N. salinarum*, *N. trivialis*, *Nitzschia frustulum*, *Tryblionella hungarica*.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания по темам “Оценка современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их природной и антропогенной трансформации” (АААА–А17–117112040040–3) и “Систематика, разнообразие и филогения водных автотрофных организмов России и других регионов мира” (№ АААА–А18–118012690095–4) при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-04-00135). Выражаем свою признательность Р.М. Гогореву за помощь в определении видов рода *Chaetoceros*. Авторы выражают благодарность д.б.н., проф., Зинченко Татьяне Дмитриевне, заведующей лабораторией экологии малых рек ИЭВБ РАН за организацию и проведение экспедиционных и исследовательских работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Alekin] Алекин О.А. Основы гидрохимии. 1970. Л. 444 с.
- [Balonov] Балонов И.М. 1975. Подготовка водорослей к электронной микроскопии. – В кн.: Методика изучения биогеоценозов. М. С. 87–89.
- [Burkova] Буркова Т.Н. 2012. Таксономический состав альгофлоры планктона высокоминерализованной реки Хара. – Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 21 (3): 25–35.
- Genkal S.I., Yarushina M.I. 2017. On the morphology and taxonomy of *Parlibellus crucicula* (Bacillariophyta). – Inland Water Biology. 10 (4): 355–359. <https://doi.org/10.1134/S1995082917040058>
- [Gorokhova, Zinchenko] Горохова О.Г., Зинченко Т.Д. 2016. Особенности альгоценозов соленых рек юга России. – Вода: химия и экология. 11: 58–65.
- Houk V., Klee R., Tanaka H. 2010. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 3. Stephanodiscaceae. A. *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. – Fottea. 10 (Supplement): 1–498.
- Krammer K. 1997a. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. *Allgemeines und Encyonema* part. – Bibliotheca Diatomologica. 36: 1–382.
- Krammer K. 1997b. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* und *Cymbellopsis*. – Bibliotheca Diatomologica. 7: 1–469.
- Krammer K. 2000. *Pinnularia*. – In: Diatoms of Europe. Vol. 1. P. 1–703.
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. – In: Diatoms of Europe. Vol. 3. P. 1–584.
- Krammer K. 2003. *Cymboppleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. – In: Diatoms of Europe. Vol. 4. P. 1–530.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae. – In: Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2/1. Stuttgart. S. 1–876.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2. Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. Bd. 2/2. – In: Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart. S. 1–536.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Bd. 2/4. – In: Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart. S. 1–437.
- [Kulikovskiy et al.] Куликовский М.С., Глушенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. 2016. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль. 804 с.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato Frustulia. – In: Diatoms of Europe. Vol. 2. P. 1–526.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. 2017. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmitten-Oberreifenberg. 942 p.
- Levkov Z. 2009. *Amphora* sensu lato. – In: Diatoms of Europe. Vol. 5. P. 1–916.
- Levkov Z., Danijela Mitić-Kopanja, Erwin Reichardt. 2016. The diatom genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia. – In: Diatoms of Europe. Vol. 8. P. 1–552.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. 2013. *Luticola*, *Luticolopsis*. – In: Diatoms of Europe. Vol. 7. P. 1–697.
- [Nomokonova et al.] Номоконова В.И., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В. 2013. Трофическое состояние соленых рек бассейна озера Эльтон. – Известия Самарского научного центра РАН. 3 (1): 476–483.
- [Opredelitel’...] Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. 1951. М. 619 с.
- Poulin M., Bérard-Therriault L., Cardinal A., Hamilton P.B. 1990. Les diatomées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 9. Bacillariaceae. – Le Naturaliste Canadien. 117 (2): 73–101.
- Reichardt E. 1999. Zur revision der gattung *Gomphonema*. – Iconographia Diatomologica. 8: 1–203.
- Stachura-Suchoples K., Williams D.M. 2009. Description of *Conticribra tricircularis*, new genus and species of Thalassiosirales, with a discussion on its relationship to other continuous cribra species of *Thalassiosira* Cleve

- (Bacillariophyta) and its freshwater origin. – Eur. J. Phycol. 44 (4): 477–486.
<https://doi.org/10.1080/09670260903225431>
- [Vodno-bolotnye...] Водно-болотные угодья Приэльто-
 нья. 2005. Волгоград. 27 с.
- Yatsenko-Stepanova T.N., Ignatenko M.E., Nemtseva N.V.,
 Gorokhova O.G. 2015. Autotrophic Microorganisms in
 River Outfalls of Lake Elton. – Arid Ecosystems. 5 (2):
 83–87.
<https://doi.org/10.1134/S2079096115020109>
- Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V., Abrosimova E.V., Pop-
 chenko T.V. 2017. Macrozoobenthos in Saline Rivers
 in the Lake Elton Basin: Spatial and Temporal Dy-
 namics. – Inland Water Biology. 10 (4): 384–398.
<https://doi.org/10.1134/S1995082917040125>
- Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V., Vykhrstjuk L.A., Shi-
 tikov V.K. 2011. Diversity and Structure of Macrozoo-
 benthic Communities in the Highly Mineralized Khara
 River (Territory adjacent to Lake Elton). – Biology
 Bulletin. 38 (10): 1056–1066.
<https://doi.org/10.1134/S106235901100190>

DIATOM ALGAE (BACILLARIOPHYTA) OF THE RIVERS FLOWING INTO LAKE ELTON

S. I. Genkal^{a,#} and O. G. Gorokhova^{b,##}

^a Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences
 Borok, Yaroslavl Region, 152742, Russia

^b Institute of Ecology of the Volga River Basin of the Russian Academy of Sciences –
 Branch of the Federal State Budgetary Institution of Sciences Samara Federal Research Scientific Center
 of Russian Academy of Sciences

Komzina Str., 10, Tolyatti, Samara Region, 445003, Russia

[#]e-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.rue-mail

^{##}e-mail: o.gorokhova@yandex.ru

This electron microscopy study of phytoplankton from the rivers (Bolshaya Smoroda, Lantsug, Solyanka, Chernavka and Khara) flowing into a hyperhalinic lake Elton (Volograd Region) has revealed 93 species, varieties and forms of diatom algae from 40 genera. Forty five of them proved to be new for the studied rivers, including 3 new taxa for the flora of Russia (*Amphora hassiaca*, *Halamphora* cf. *luciae*, *Nitzschia frustulum* var. *bulnheimiana*), and 10 forms were identified to the genus only. The genera *Halamphora* and *Nitzschia* (6 taxa in each genus) and *Navicula* (16) have the highest species richness. The greatest number of species and varieties is recorded in the mouth of the Khara (40) and Bolshaya Smoroda rivers (68). The following species are the most widespread in the watercourses under study: *Conticribra weissflogii*, *Fallacia pygmaea*, *Navicula capitatoradiata*, *N. lanceolata*, *N. salinarum*, *N. trivialis*, *Nitzschia frustulum*, *Tryblionella hungarica*. The taxonomic position of 30 taxa from the earlier published species lists has been specified. Summarizing the published and our data, the composition of Bacillariophyta in the studied rivers has significantly increased at the level of species (from 124 to 168 taxa) and genera (from 33 to 53 ones).

Keywords: Bacillariophyta, phytoplankton, Lake Elton, tributaries, electron microscopy, revision

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was carried out within the state assignment (themes “Assessment of modern biodiversity and prognosis of its change in the Volga basin ecosystems under their natural and anthropogenic transformation”, No. AAAA-A17-117112040040-3, and “Systematics, diversity and phylogeny of aquatic autotrophic organisms in Russia and other parts of the world”, No. AAAA-A18-118012690095-4), and supported in part by Russian Foundation for Basic Research (project No. 17-04-00135). We thank R.M. Gogorev for his help with identification of the species of the genus *Chaetoceros*. The authors are also grateful to Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Laboratory of Minor Rivers Ecology of IEVB RAS, Tatiana Dmitrievna Zinchenko for organizing expeditions and conducting research work.

REFERENCES

- Alekin O.A. 1970. Osnovy gidrokhimii [Basics of hydro-chemistry]. Leningrad. 444 p. (In Russ.).
- Balonov I.M. 1975. Podgotovka vodorosley k elektronnoy mikroskopii [Preparation of algae for electron microscopy]. – In: Methods for the study of biocenoses. Moscow. P. 87–89 (In Russ.).
- Burkova T.N. 2012. Taxonomic structure algaeflora plankton river Hara with high-mineral waters. – Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii. 21 (3): 25–35 (In Russ.).
- Genkal S.I., Yarushina M.I. 2017. On the morphology and taxonomy of *Paralibellus crucicula* (Bacillariophyta). – Inland Water Biology. 10 (4): 355–359.
<https://doi.org/10.1134/S1995082917040058>
- Gorokhova O.G., Zinchenko T.D. 2016. The diversity and community structure of phytoplankton of highly min-

- eralized rivers of Elton lake Basin. — Voda: khimiya i ekologiya. 11: 58–65 (In Russ.).
- Houk V., Klee R., Tanaka H. 2010. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 3. Stephanodiscaceae. A. *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. — Fottea. 10 (Supplement): 1–498.
- Krammer K. 1997a. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. *Allgemeines* und *Encyonema* part. — Bibliotheca Diatomologica. 36: 1–382.
- Krammer K. 1997b. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* und *Cymbellopsis*. — Bibliotheca Diatomologica. 7: 1–469.
- Krammer K. 2000. *Pinnularia*. — In: Diatoms of Europe. Vol. 1. P. 1–703.
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. — In: Diatoms of Europe. Vol. 3. P. 1–584.
- Krammer K. 2003. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. — In: Diatoms of Europe. Vol. 4. P. 1–530.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae. — In: Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2/1. Stuttgart. S. 1–876.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2. Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. Bd. 2/2. — In: Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart. S. 1–536.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. Bacillariophyceae. Teil. 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Bd. 2/4. — In: Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart. P. 1–437.
- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.M., Genkal S.I., Kuznetsova I.V. 2016. Identification book of diatoms from Russia. Yaroslavl. 804 p. (In Russ.).
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato Frustulia. — In: Diatoms of Europe. Vol. 2. P. 1–526.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. 2017. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmitten-Oberreifenberg. 942 p.
- Levkov Z. 2009. *Amphora* sensu lato. — In: Diatoms of Europe. Vol. 5. P. 1–916.
- Levkov Z., Danijela Mitić-Kopanja, Erwin Reichardt. 2016. The diatom genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia. — In: Diatoms of Europe. Vol. 8. P. 1–552.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. 2013. *Luticola*, *Luticolopsis*. — In: Diatoms of Europe. Vol. 7. P. 1–697.
- Nomokonova V.I., Zinchenko T.D., Popchenko T.V. 2013. Trophic state of saline rivers of the lake Elton basin. — Izvestia Samarskogo Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 3: 476–483 (In Russ.).
- Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Vyp.4. Diatomovye vodorosli [Key to freshwater algae of the USSR. Iss. 4. Diatom algae]. 1951. Moscow. 619 p. (In Russ.).
- Poulin M., Bérard-Therriault L., Cardinal A., Hamilton P.B. 1990. Les diatomées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 9. Bacillariaceae. — Le Naturaliste Canadien. 117 (2): 73–101.
- Reichardt E. 1999. Zur revision der gattung *Gomphonema*. — Iconographia Diatomologica. 8: 1–203.
- Stachura-Suchoples K., Williams D.M. 2009. Description of *Conticribra tricircularis*, new genus and species of Thalassiosirales, with a discussion on its relationship to other continuous cribra species of *Thalassiosira* Cleve (Bacillariophyta) and its freshwater origin. — Eur. J. Phycol. 44 (4): 477–486.
<https://doi.org/10.1080/09670260903225431>
- Vodno-bolotnye ugodya Prieltonya. 2005. [Wetlands of the Elton Region]. Volgograd. 27 p. (In Russ.).
- Yatsenko-Stepanova T.N., Ignatenko M.E., Nemtseva N.V., Gorokhova O.G. 2015. Autotrophic Microorganisms in River Outfalls of Lake Elton. — Arid Ecosystems. 5 (2): 83–87.
<https://doi.org/10.1134/S2079096115020109>
- Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V., Abrosimova E.V., Popchenko T.V. 2017. Macrozoobenthos in Saline Rivers in the Lake Elton Basin: Spatial and Temporal Dynamics. — Inland Water Biology. 10 (4): 384–398.
<https://doi.org/10.1134/S1995082917040125>
- Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V., Vykhristjuk L.A., Shitikov V.K. 2011. Diversity and Structure of Macrozoobenthic Communities in the Highly Mineralized Khara River (Territory adjacent to Lake Elton). — Biology Bulletin. 38 (10): 1056–1066.
<https://doi.org/10.1134/S1062359011100190>