

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ШИРОКО РАСПРОСТРАНЕННЫХ И РЕДКИХ ВИДОВ РОДА *NAVICULA* (BACILLARIOPHYTA) ИЗ РЕКИ КИЛЬМЕЗЬ (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

С. И. Генкал<sup>1, \*</sup>, С. М. Госькова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук  
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н; e-mail: \*genkal47@mail.ru

<sup>2</sup>Удмуртский государственный университет, 426034 г. Ижевск, Республика Удмуртия, Россия  
Поступила в редакцию 16.06.2025

С помощью сканирующей электронной микроскопии исследована морфология ряда представителей диатомовых водорослей рода *Navicula* (*N. amphiceropsis*, *N. capitatoradiata*, *N. gregaria*) из фитобентоса реки Кильмезь. Отдельные изученные количественные (ширина створки, число штрихов и линеол в 10 мкм) признаки и анализ литературных данных показали их более широкую изменчивость, что необходимо учитывать при проведении альгологических исследований.

**Ключевые слова:** р. Кильмезь (Удмуртия), фитобентос, Bacillariophyta, *Navicula*, морфология, электронная микроскопия.

DOI: 10.47021/0320-3557-2026-13-19

### ВВЕДЕНИЕ

Род *Navicula* Вору описан в 1822 г., его представители имеют очень широкое распространение и обитают во всех типах экосистем [Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)]. Для флоры России известно более 150 видов и разновидностей этого рода [Ярушина и др., 2004 (Yarushina et al., 2004); Генкал, Вехов, 2007 (Genkal, Vekhov, 2007); Генкал, Трифонова, 2009 (Genkal, Trifonova, 2009); Генкал и др., 2011, 2015 (Genkal et al., 2011, 2015); Медведева, Никулина, 2014 (Medvedeva, Nikulina, 2014); Генкал, Харитонов, 2012 (Kharitonov, Genkal, 2012); Харитонов, 2014 (Kharitonov, 2014); Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016); Чудаев, Голлобова, 2016 (Chudaev Gololobova, 2016); Генкал, Ярушина, 2018 (Genkal, Yarushina, 2018); Генкал, Габышев, 2023 (Genkal, Gabyshev, 2023); Цеплик, Чудаев, 2023 (Tseplik, Chudaev, 2023)]. Изучение изменчивости диатомовых водорослей, ее направленность и границы чрезвычайно важны для систематики этой группы [Диатомовые..., 1974 (Diatomovye..., 1974)]. Исследование вариативности количественных признаков у представителей рода *Navicula* (длина и ширина створки, число штрихов и ареол в 10 мкм) показало, что размеры более изменчивы и имеют меньшую таксономическую ценность по сравнению с числом штрихов и ареол [Генкал и др., 2007 (Genkal et al., 2007)]. Ряд публикаций посвящен изучению морфологической изменчивости створок в отдельных популяциях

представителей рода *Navicula*: *Navicula cryptocephala*, *N. exilis*, *N. hanseatica*, *N. margalithii*, *N. menisculus*, *N. meniscus*, *N. radiosa*, *N. reinhardtii*, *N. rhynchocephala* [Генкал, 2014 (Genkal, 2014)]; *N. salinarum*, *N. slesvicensis*, *N. hanseatica*, *N. frigidicola*, *N. iserentantii*, *N. viridulacalcis*, *N. vaneei* [Генкал, Ярушина, 2016 (Genkal, Yarushina, 2016)]; *N. phyllepta*, *N. phylleptosoma* [Генкал, Габышев, 2023 (Genkal, Gabyshev, 2023)]; *N. cryptocephala*, *N. metareichardtiana* и *N. upsaliensis* [Генкал, Комулайнен, 2024 (Genkal, Komulaunen, 2024)]. Изучение популяций этих широко известных и редких видов рода выявило более широкую изменчивость количественных (длина и ширина створки, число штрихов и линеол в 10 мкм) и качественных (форма створки и среднего поля) морфологических признаков по сравнению с литературными данными, а также значительное перекрытие диапазонов изменчивости количественных признаков у сходных видов. Виды *N. capitatoradiata* Germain и *N. gregaria* Donkin относятся к широко распространенным видам [Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)], а *N. amphiceropsis* Lange-Bertalot et Rumrich имеет ограниченный ареал [Чудаев и др., 2015 (Chudaev et al., 2015); Chudaev, Jüttner, 2020].

Цель исследования — изучение морфологической изменчивости широко распространенных и редких диатомовых водорослей рода *Navicula*, обнаруженных в р. Кильмезь (Удмуртия).

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Река Кильмезь относится к средним рекам (ее длина составляет 270 км), протекает по западной части территории Удмуртии в юго-

западном направлении и впадает в р. Вятку. Глубина реки колеблется от 0.2 до 2.5 м, скорость течения в межень не превышает 1 м/с,

характерны песчаные косы [(Удмуртская..., 2000) Udmurtskaya..., 2000]. Вода реки, по нашим данным, относится к первому гидрокарбонатно-магниево-кальциевому классу (по классификации О.А. Алекиной): минерализация ~200 мг/л, средняя жесткость — 3.5 ммоль/л, рН — 7.8, среднее содержание хлоридов — 17 мг/л, сульфатов — 17 мг/л, кремния — 5.5 мг/л, гидрокарбонатов — 345 мг/л, кальция — 47 мг/л, магния — 57 мг/л, нитратов — 0.8 мг/л, фосфатов —

0.06 мг/л, общего железа — 0.5 мг/л. Пробы воды для определения гидрохимических параметров и альгологические сборы бентоса брали в среднем течении реки 27 сентября 2024 г.

Створки диатомей освобождали от органических веществ методом холодного сжигания [Балонов, 1975 (Balonov, 1975)]. Препараты водорослей исследовали в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JSM-6510 LV.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*N. amphiceropsis* (см. рисунок a–d).

В нашем материале встречались створки от линейно-ланцетных до линейно-эллиптических, концы оттянутые, клювовидные, что соответствует литературным данным [Rumrich et al., 2000; Lange-Bertalot, 2001; Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016) и др.]. Длина створки варьировала от 28 до 37 мкм, ширина — от 7.7 до 8.6 мкм, что соответствует литературным данным (см. таблицу). Шов нитевидный, осевое поле узкое, центральное поле округлое или ассиметричное, ограниченное 3–4 укороченными штрихами, что соответствует диагнозу [Rumrich et al., 2000; Lange-Bertalot, 2001]. Штрихи радиальные, у концов слабо конвергентные, 10–13 в 10 мкм, линеол 35–40 в 10 мкм. В диагнозе вида указано число линеол около 27 в 10 мкм [Rumrich et al., 2000; Lange-Bertalot, 2001]. Таким образом, в исследованной популяции максимальное число штрихов и число линеол в 10 мкм имели большее значение по сравнению с литературными источниками (см. таблицу). В диагнозе вида отмечается, что шов прямой и на приведенных световых фотографиях это четко прослеживается [Lange-Bertalot, 2001, Pl. 34, Figs 8–14]. Однако на электронной фотографии (СЭМ) *N. amphiceropsis* шов слегка искривлен [Lange-Bertalot, 2001, Pl.34, Fig. 15], число укороченных штрихов на ней составляет 6–8 и изображение створки больше соответствует диагнозу, световым и электронным иллюстрациям на этой же плате другого вида — *N. riediana* Lange-Bertalot [Lange-Bertalot, 2001, Pl. 34, Figs 1–7].

*N. capitatoradiata* (см. рисунок e–i).

Створки от ланцетных до эллиптически-ланцетных, концы клювовидные, оттянутые, что соответствует литературным данным [Lange-Bertalot, 2001; Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016) и др.]. Длина створки варьировала от 30 до 35.7 мкм, ширина — от 6.4 до 8.3 мкм, что соответствует литературным данным, за исключением минимального значения ширины (см. таблицу). Шов нитевидный, осевое поле узкое, центральное поле небольшое, округлое, с укороченными штрихами

разной длины, что соответствует литературным данным [Lange-Bertalot, 2001; Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)]. Штрихи радиальные, у концов конвергентные, 10–16 в 10 мкм, линеол 40–45 в 10 мкм. В исследованной популяции максимальное число штрихов и число линеол в 10 мкм имели большие значения по сравнению с литературными источниками (см. таблицу).

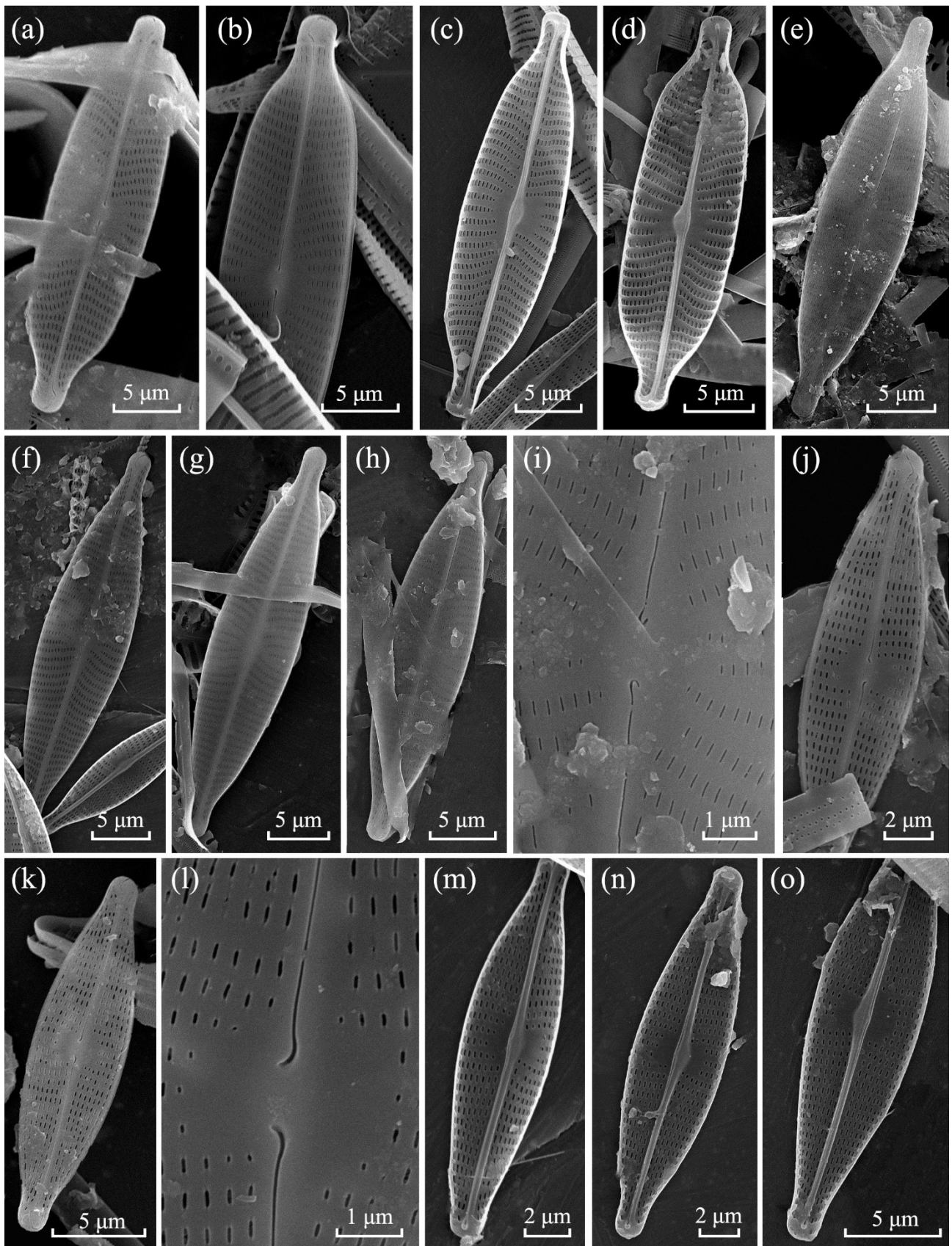
*N. gregaria* (см. рисунок j–o).

Створки от ланцетных до эллиптически-ланцетных, концы оттянутые, клювовидные, иногда субголовчатые, что соответствует литературным данным [Lange-Bertalot, 2001; Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016) и др.]. Длина створки варьировала от 14.5 до 26.7 мкм, ширина — от 4.4 до 6.6 мкм, что соответствует литературным данным за исключением минимального значения ширины (см. таблицу). Шов нитевидный, осевое поле узкое, линейное. Центральное поле варьирует в размерах, обычно широко поперечное и заметно ассиметричное, что соответствует литературным данным [Lange-Bertalot, 2001; Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)]. Штрихи слабо радиальные, у концов конвергентные, 18–20 в 10 мкм, линеол 35–45 в 10 мкм. В нашем материале максимальное значение числа линеол в 10 мкм имело большее значение по сравнению с литературными данными (см. таблицу).

Наши и литературные данные показали более широкую изменчивость количественных и качественных признаков у исследованных видов, что необходимо учитывать при проведении альгологических исследований. Ниже приводятся уточненные описания видов.

*Navicula amphiceropsis* Lange-Bertalot et Rumrich (см. рисунок a–d).

Valves linear-lanceolate to linear-elliptic. The ends are elongated, beak-shaped. Valves length 28–45 µm, width 7.5–10 µm. Raphe filiform, axial field narrow, central area rounded or asymmetrical, bounded by 3–4 shortened striae. Striae radial, slightly convergent at the ends, 10–13 in 10 µm, lineolae 27–40 in 10 µm.



**Рисунок.** Электронные микрофотографии створок видов рода *Navicula* (СЭМ). a–d — *N. amphiceropsis*, e–i — *N. capitatoradiata*, j–o — *N. gregaria*. a, b, e–i — створка с наружной поверхности; c, d, m–o — створка с внутренней поверхности.

**Figure.** Electronic micrographs of the valves of species of the genus *Navicula* (SEM). a, b, e–i — external view of the valve; c, d, m–o — internal view of the valve.

Диапазоны изменчивости количественных морфологических признаков видов рода *Navicula* по литературным и оригинальным данным

Variability ranges of quantitative morphological features of species of the genus *Navicula* according to the literature and original data

Длина створки, мкм Length of valve, µm	Ширина створки, мкм Width of valve, µm	Число штрихов в 10 мкм Number of valve in 10 µm	Число линеол в 10 мкм Number of lineolae in 10 µm	Источник References
<i>N. amphiceropsis</i>				
28–45	7.5–10	10–12	27	Rumrich et al., 2000
28–45	7.5–10	10–12	27	Lange-Bertalot, 2001
28–45	7.5–10	10–12		Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)
28–45	7.5–10	10–12		Lange-Bertalot et al., 2017
32.7	8.4	13.5	28	Чудаев и др., 2015 (Chudaev et al., 2015)
29.4–37	8.5–9	10.9–11.6	29–31	Chudaev, Jüttner, 2020
28–37	7.7–8.6	10–13	35–40	Наши данные (Our data)
<i>N. capitatoradiata</i>				
25–45	7–10	11–14		Krammer, Lange-Bertalot, 1986
25–45	7–10	11–14	35	Lange-Bertalot, 2001
35	10	12	32	Генкал, Вехов, 2007 (Genkal, Vekhov, 2007)
37–44.4	7.8–9.4	13–14		Генкал, Трифонова, 2009 (Genkal, Trifonova, 2009)
34.4–47.7	7.8–10	12–13	30–35	Генкал и др., 2015 (Genkal et al., 2015)
28.3–36.5	7.3–8.4	13.5–17	38–42	Чудаев и др., 2015 (Chudaev et al., 2015)
25–45	7–10	11–14	35	Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)
25–45	7–10	11–14	35	Lange-Bertalot et al., 2017
29.8–37.4	7.1–8.2	12.3–14.5	33–36	Chudaev, Jüttner, 2020
32.1–38.3	7.1–8.2	13–14		Цеплик, Чудаев, 2023 (Tseplik, Chudaev, 2023)
30–35.7	6.4–8.3	13–16	40–45	Наши данные (Our data)
<i>N. gregaria</i>				
15–35	5–9	18–22		Определитель..., 1951 (Opredelitel'..., 1951)
13–42	5–10	13–22	26–37	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
13–44	5–10	(13)15–18(20)	25–33	Lange-Bertalot, 2001
15.7–26.5	5–7	17–20	30–40	Генкал, Вехов, 2007 (Genkal, Vekhov, 2007)
20.4–30	5–9.2	14–18	22–35	Генкал, Трифонова, 2009 (Genkal, Trifonova, 2009)
22.7–25	5.4–7.1	15–18	30–40	Генкал и др., 2011 (Genkal et al., 2011)
28.9–37.8	7.2–8.9	12–16	25–35	Генкал и др., 2015
24.6–26	6.3–6.5	18–19	28.4–30.9	(Genkal et al., 2015)
				Чудаев и др., 2015
13–42	5–10	13–20	25–33	(Chudaev et al., 2015)
				Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)
13–30	5–7.5	13–20	25–33	Lange-Bertalot et al., 2017
22–38	5.3–10	12–16	25–35	Генкал, Ярушина, 2018 (Genkal, Yarushina, 2018)
16.2–26.3	4.9–6.5	16.4–19.6	27–34	Chudaev, Jüttner, 2020
14.5–26.7	4.4–6.6	18–20	35–45	Наши данные (Our data)

*Navicula capitatoradiata* Germain  
(см. рисунок e–i).

Synonyms: *Navicula cryptocephala* var. *intermedia* Grunow 1880, *Navicula salinarum* var. *intermedia* (Grunow) Cleve 1895.

Valves lanceolate to elliptic-lanceolate, the ends are beak-shaped, Valve length 25–47.7 µm, width 6.4–10 µm. Raphe filiform, axial field narrow and linear. Central area small, irregular and sometimes symmetrical. Striae radial, straight or slightly curved, 11–17 in 10 µm, lineolae *Navicula gregaria* Donkin 30–45 in 10 µm.

*Navicula gregaria* Donkin (см. рисунок j–o).  
Synonyms: *Schizonema gregarium* (Donkin) Kuntze 1898, *Navicula gregaria* var. *genuina* A.Cleve 1952, *Navicula gregalis* Cholnoky 1963.

Valves broadly lanceolate, the ends wedge-shaped or slightly retracted. Valve length 14–47 µm, width 6.5–13.3 µm. Raphe filiform, axial field narrow, linear. Central area relatively large, transversely elongated. Striae slightly radial and slightly convergent at the ends, 8–14 in 10 µm, lineolae 25–35 in 10 µm.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение морфологических признаков в популяциях *Navicula amphiceropsis*, *N. capitatoradiata* и *N. gregaria* и анализ литературных данных показали широкую изменчивость количественных признаков у исследованных

видов. Выявленную у исследованных представителей рода *Navicula* морфологическую изменчивость необходимо учитывать при их идентификации.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 124032100076-2.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов. М.: Наука, 1975. С. 87–89.
- Генкал С.И. К вопросу о морфологической изменчивости некоторых широко распространенных и редких видов рода *Navicula* (Bacillariophyta) // Новости систематики низших растений. 2014. Т. 38. С. 38–49. DOI: 10.31111/nsnr/2014.48.38.
- Генкал С.И., Бондаренко Н.А., Щур Л.А. Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири. Рыбинск: Изд-во “Рыбинский Дом печати”. 2011. 72 с.
- Генкал С.И., Вехов Н.В. Диатомовые водоросли водоемов Русской Арктики: архипелаг Новая Земля и остров Вайгач. М.: Наука, 2007. 64 с.
- Генкал С.И., Габышев В.А. Морфология, таксономия и экология *Navicula phyllepta* (Bacillariophyta) // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2023. Вып. 102(105). С. 18–24. DOI: 10.47021/0320-3557-2023-17-24.
- Генкал С.И., Комулайнен С.Ф. Морфологическая изменчивость интересных для флоры России видов рода *Navicula* (Bacillariophyta) // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2024. Вып. 105(108). С. 16–23. DOI: 10.47021/0320-3557-2024-16-23.
- Генкал С.И., Куликовский М.С., Стенина А.С. Изменчивость основных структурных элементов створки некоторых видов рода *Navicula* (Bacillariophyta) // Биология внутренних вод. 2007. №2. С. 20–25.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна. Рыбинск: ОАО “Рыбинский дом печати”, 2009. 72 с.
- Генкал С.И., Чекрыжева Т.А., Комулайнен С.Ф. Диатомовые водоросли водоемов и водотоков Карелии. М.: Научный мир, 2015. 202 с.
- Генкал С.И., Ярушина М.И. Морфологическая изменчивость некоторых видов рода *Navicula* (Bacillariophyta) из водоемов и водотоков полуострова Ямал // Новости систематики низших растений. 2016. Т. 50. С. 23–33. DOI: 10.31111/nsnr/2016.50.23.
- Генкал С.И., Ярушина М.И. Диатомовые водоросли слабоизученных водных экосистем Крайнего Севера Западной Сибири. М.: Научный мир. 2018. 212 с.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука. 1974. Т.1. 403 с.
- Куликовский М.С., Глушенко А.Н., Генкал С.И., Кузнецова И.В. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: Филигрань, 2016. 804 с.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 271 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. 619 с.
- Удмуртская Республика. Энциклопедия. Ижевск: Издательство “Удмуртия”, 2000. 800 с.
- Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли Колымы. Магадан: Кордис, 2014. 496 с.
- Харитонов В.Г., Генкал С.И. Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2012. 402 с.
- Цеплик Н.Д., Чудаев Д.А. Материалы к флоре шовных диатомовых водорослей Звенигородской биологической станции МГУ. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2023. 168 с.

- Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Диатомовые водоросли озера Глубокого (Московская область). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 447 с
- Чудаев Д.А., Купреева М.Д., Гололобова М.А. Исследование видов рода *Navicula* Bory sensu stricto (Diatomophyceae) реки Москвы // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 16. Биология. 2015. №2. С. 45–50.
- Ярушина М.И., Танаева Г.В., Еремкина Т.В. Флора водорослей водоемов Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 308 с.
- Chudaev D.A., Jüttner I. Diatoms of the genus *Navicula* from waterbodies of the Voronezh Region, Russia // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. 2020. Vol. 54(2). P. 337–353. DOI: 10.31111/nsnr/2020.54.2.337.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Teil 1. Naviculaceae, in *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer, 1986. Vol. 2/1. 876 p.
- Lange-Bertalot H. *Navicula* Sensu Stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* Sensu Lato, Frustulia // *Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. Ruggell: A.R.G. Ganter, 2001. Vol. 2. 526 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmittener-Oberreifenberg: Koeltz Botanical Books, 2017. 942 p.
- Rumrich U.H., Lange-Bertalot H., Rumrich M. Diatomeen der Anden: von Venezuela bis Patagonien/Feuerland // *Iconographia Diatomologica*. Königstein: A.R.G. Gantner Verlag, Koeltz Scientific Books, 2000. Vol. 9. 672 p.

## REFERENCES

- Balonov I.M. Podgotovka vodoroslej k elektronnoj mikroskopii [Preparation of algae for electron microscopy]. *Metody izuchenia biogeocенозов vnutrennikh vodoemov*. Moscow, Nauka, 1975, pp. 87–89. (In Russian)
- Чудаев Д.А., Купреев М.Д., Гололобова М.А. Исследование видов рода *Navicula* Bory sensu stricto (Bacillariophyceae) реки Москвы [Investigation of diversity of the genus *Navicula* Bory sensu stricto (Bacillariophyceae) in the River Moscow]. *Vestn. Moscow. Univ. Ser. 16. Biology*, 2015, no. 2, pp. 45–50. (In Russian)
- Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Diatom algae in Glubokoe Lake (Moscow region). Moscow, Association of Scientific Publications KMK, 2016. 447 p. (In Russian)
- Чудаев Д.А., Jüttner I. Diatoms of the genus *Navicula* from waterbodies of the Voronezh Region, Russia. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*, 2020, vol. 54(2), pp. 337–353. doi: 10.31111/nsnr/2020.54.2.337.
- Diatomovye vodorosli SSSR (iskopaemue i sovremennue) [Diatoms of the USSR (fossil and modern)]. L., Nauka, 1974, vol. 1. 403 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Bondarenko N.A., Shchur L.A. Diatomovye vodorosli ozer yuga i severa Vostochnoj Sibiri [Diatoms of lakes in the south and north of Eastern Siberia]. Rybinsk, “Rybinsk Printing House”, 2011, 72 p. (In Russian)
- Genkal S.I. K voprosu o morfologicheskoj izmenchivosti nekotorykh shiroko rasprostranennykh i redkikh vidov roda *Navicula* (Bacillariophyta) [On morphological variability of some widespread and rare species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta)]. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*, 2014, iss. 48, pp. 38–49. doi: 10.31111/nsnr/2014.48.38. (In Russian)
- Genkal S.I., Chekryzheva S.A., Komulaynen S.F. Diatomovye vodorosli vodoemov i vodotokov Karelii [Diatom algae in waterbodies and watercourses of Karelia]. Moscow, Scientific World, 2015. 202 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Gabyshev V.A. Morfologiya, taksonomiya i ekologiya *Navicula phyllepta* (Bacillariophyta). [Morphology, taxonomy and ecology of *Navicula phyllepta* (Bacillariophyta)]. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2023, iss. 102(105), pp. 18–24. doi: 10.47021/0320-3557-2023-17-24. (In Russian)
- Genkal S.I., Komulaynen S.F. Morfologicheskaya izmenchivost interesnykh dlya flory Rossii vidov roda *Navicula* (Bacillariophyta) [Morphological variability of species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta) interesting for the flora Russia]. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2024, iss. 105(108), pp. 16–23. doi: 10.47021/0320-3557-2024-16-23. (In Russian)
- Genkal S.I., Kulikovskiy M.S., Stenina A.S. Izmenchivost' osnovnykh strukturnykh elementov stvorki nekotorykh vidov roda *Navicula* (Bacillariophyta) [Variability of main structural elements of a valve of some species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta)]. *Biologiya vnutrennikh vod*, 2007, no. 2, pp. 20–25. (In Russian)
- Genkal S.I., Trifonova I.S. Diatomovye vodorosli planktona Ladozhskogo ozera i vodoemov ego bassejna [Plankton diatoms of Lake Ladoga and water bodies of its basin]. Rybinsk. “Rybinsk Printing House”, 2009. 72 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Vekhov N.V. Diatomovye vodorosli vodoemov Russkoi Arktiki: arhipelag Novaya Zemlya i ostrov Vaigach [Diatoms of reservoirs of the Russian Arctic: Novaya Zemlya Archipelago and Vaigach Island]. Moscow, Nauka, 2007. 64 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Yarushina M.I. Diatomovye vodorosli slaboizuchennykh vodnykh ekosistem Krajnego Severa Zapadnoj Sibiri [Diatom algae of poorly studied aquatic ecosystem in the Far North of Western Siberia]. Moscow, Scientific world, 2018. 212 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Yarushina M.I. Morfologicheskaya izmenchivost' nekotorykh vidov roda *Navicula* (Bacillariophyta) iz vodoemov i vodotokov poluostrova Yamal [On the morphological variability of some species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta) from waterbodies and watercourses of the Yamal Peninsula]. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*, 2016, vol. 5, pp. 23–33. doi: 10.31111/nsnr/2016.50.23. (In Russian)
- Kharitonov V.G. Diatomovye vodorosli Kolymy [Kolyma diatoms]. Magadan, Kordis, 2014. 496 p. (In Russian)
- Kharitonov V.G., Genkal S.I. Diatomovye vodorosli ozera El'gygytyn i ego okrestnostej (Chukotka) [Diatoms of the Elgygytyn Lake and its vicinities (Chukotka)]. Magadan, SVNTs FEB RAS, 2012. 402 p. (In Russian)

- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.N., Genkal S.I. Kuznetsova I.V. *Opredelitel' diatomovykh vodoroslej Rossii* [Identification book of diatoms from Russia]. Yaroslavl, Filigran, 2016. 804 p. (In Russian)
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Teil 1. Naviculaceae, in *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Gustav Fischer, 1986, vol. 2/1. 876 p.
- Lange-Bertalot H. *Navicula* Sensu Stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* Sensu Lato, Frustulia. *Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. Ruggell, A.R.G. Ganter, 2001, vol. 2. 526 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmittener-Oberreifenberg, Koeltz Botanical Books, 2017. 942 p.
- Medvedeva L.A., Nikulina T.V. Katalog presnovodnykh vodoroslei yuga Dalnego Vostoka Rossii [Catalogue of freshwater algae of the Southern Part of the Russian Far East]. Vladivostok, Dalnauka, 2014. 271 p. (In Russian)
- Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Diatomovye vodorosli [Key to freshwater algae of the USSR. Diatom algae]. Moscow, Soviet Science, 1951, vol. 4. 619 p. (In Russian)
- Rumrich U.H., Lange-Bertalot H., Rumrich M. Diatomeen der Anden: von Venezuela bis Patagonien/Feuerland. *Iconographia Diatomologica*. Königstein, A.R.G. Gantner Verlag, Koeltz Scientific Books, 2000, vol. 9. 672 p.
- Tseplik N.D., Chudaev D.A. Materialy k flore shovnykh diatomovykh vodoroslej Zvenigorodskoj biologicheskoy stancii MGU [Materials for the flora of suture diatoms of the Zvenigorod Biological Station of Moscow State University]. Moscow, Association of Scientific Publications KMK, 2023. 168 p. (In Russian)
- Udmurtskaya Respublika. Entsiklopedia [The Udmurt Republic. Encyclopedia]. Izhevsk, Udmurtia Publishing House, 2000. 800 p. (In Russian).
- Yarushina M.I., Tanaeva G.V., Eremkina T.V. Flora vodoroslei vodoemov Chelyabinskoi oblasti [Flora of algae in reservoirs of the Chelyabinsk region]. Ekaterinburg, UrO RAN, 2004. 308 p. (In Russian)

## MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF SOME WIDESPREAD AND RARE SPECIES OF THE GENUS *NAVICULA* (BACILLARIOPHYTA)

S. I. Genkal<sup>1, \*</sup>, S. M. Goskova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences  
152742 Borok, Russia; e-mail: \*genkal47@mail.ru*

<sup>2</sup>*Udmurt State University, 426034 Izhevsk, Universitetskaya 1, Russia*

Revised 16.06.2025

This scanning electron microscopy study was conducted to examine the morphological characteristics of a number of representatives of diatom algae of the genus *Navicula* (*N. amphiceropsis*, *N. capitatoradiata*, *N. gregaria*) from the phytobenthos of the Kilmez River. Some of the quantitative characteristics studied (valve width, number of striae and lineolae in 10 µm) and the analysis of literature data showed their greater variability, what needs to be considered when conducting algal research.

*Keywords:* Kilmez River (Udmurtia), phytobenthos, Bacillariophyta, *Navicula*, morphology, electron microscopy