

## К вопросу о морфологической изменчивости некоторых широко распространенных и редких видов рода *Navicula* (*Bacillariophyta*)

С. И. Генкал

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742, Россия; genkal@ibiw.varoslavl.ru

**Резюме.** Показано, что природные популяции диатомовых водорослей рода *Navicula* (*N. cryptocephala*, *N. exilis*, *N. hanseatica*, *N. margalithii*, *N. menisculus*, *N. meniscus*, *N. radiosa*, *N. reinhardtii*, *N. rhynchocephala*) проявляют значительную изменчивость основных морфологических количественных признаков (длина и ширина створки, число штрихов и линеол в 10 мкм), что необходимо учитывать при проведении систематических, таксономических, флористических и гидробиологических исследований.

**Ключевые слова:** *Bacillariophyta*, *Navicula*, морфологическая изменчивость.

## On morphological variability of some widespread and rare species of the genus *Navicula* (*Bacillariophyta*)

S. I. Genkal

Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Nekouzskiy District, Yaroslavl Region, 152742, Russia; genkal@ibiw.varoslavl.ru

**Abstract.** It is shown that natural populations of diatom algae of the genus *Navicula* (*N. cryptocephala*, *N. exilis*, *N. hanseatica*, *N. margalithii*, *N. menisculus*, *N. meniscus*, *N. radiosa*, *N. reinhardtii*, *N. rhynchocephala*) manifest significant variability of the main morphological quantitative features: length and width of the valve, number of the striae and lineols in 10  $\mu\text{m}$ , that should be considered during systematic, taxonomic, floristic, and hydrobiological studies.

**Keywords:** *Bacillariophyta*, *Navicula*, morphological variability.

Вопрос о морфологической изменчивости диатомовых водорослей важен с точки зрения ее границ, масштабов, направленности и имеет большое значение для систематики диатомей, а в практическом аспекте для точной идентификации видов. Следует отметить, что количественные морфологические признаки проявляют разную степень изменчивости (Krammer, 2002; Edlund *et al.*, 2006; Genkal *et al.*, 2007; Genkal, Kharitonov, 2010а–с, 2012; и др.). Изучению изменчивости отдельных видов пеннатных диатомовых водорослей уделяется недостаточно внимания (Krammer, 2002; Edlund *et al.*, 2006; Genkal *et al.*, 2007; Genkal, Kharitonov, 2008, 2010а–с, 2012), и данная работа в определенной степени восполняет этот пробел.

## Материалы и методы

Материалом для работы послужили пробы фитопланктона и фитобентоса из водоемов разного типа: Камчатка (озера Корьякского нагорья — Вагыт-Гытхын, Илир-Гытхын, Патат-Гытхын), Монголия (оз. Хубсугул), Карелия (бассейн р. Шуя — озера Святозеро, Крошнозеро, Пряжинское), Западная Сибирь (Гыданский п-ов — р. Мессояха, протоки Нижняя Мессояха, Параванга, Няхатапарод), Карелия (бассейн р. Нижний Выг — озера Воицкое, Шавань), Карелия (национальный парк «Паанаярви» — реки Сова, Оланга, Мутка, Сельойки), Западная Сибирь (п-ов Ямал — бассейн р. Харасавэйяха, р. Сормикэцятарка, безымянный ручей в правобережье р. Няваталоваяхи), Восточная Сибирь (оз. Делингдэ, р. Таз, Худосейка), Карелия (реки побережья Белого моря — Унежма, Лекса, Нюхча, Вожма, Урокса, Шоба, Шигеренджа, Сума), Восточная Сибирь (Прибайкалье, Джергинский заповедник — оз. Балан-Тамур), а также наши опубликованные литературные данные (Genkal, 1992; Genkal, Vekhov, 2007; Genkal, Trifonova, 2009; Kulikovskiy *et al.*, 2010; Genkal *et al.*, 2011, 2013).

Освобождение клеток от органической части проводилось методом холодного сжигания (Balonov, 1975). Препараты изучали в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JSM-25S в Центре коллективного пользования Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. Подсчет числа штрихов проводился общепринятым способом — вдоль края в середине створки (Anonymous, 1975).

## Результаты и обсуждение

В качестве объекта были выбраны несколько широко распространенных и редких для России видов (табл. 1, 2; табл. I–IV). Как следует из таблицы 1, для большинства исследованных видов указанные в определителях диапазоны изменчивости признаков практически не меняются. Вместе с тем, для *Navicula exilis*, *N. rhynchocephala* наблюдается пересмотр этих диапазонов по некоторым признакам в сторону или увеличения, или уменьшения (табл. 1), что связано, вероятно, с изменением взглядов исследователей на объемы этих видов. Изучение популяций перечисленных выше видов в исследованных водоемах разного типа и географического положения (табл. 2) показывает значительную вариабельность признаков, их диапазонов и даже гиатус по некоторым признакам среди популяций отдельных видов: *N. radiosa* (ширина створки, число штрихов и ареол в 10 мкм), *N. reinhardtii* (ширина створки, число штрихов и ареол в 10 мкм),

*N. cryptocephala* (число штрихов и ареол в 10 мкм), *N. exilis* (ширина створки, число штрихов в 10 мкм), *N. rhynchocephala* (длина и ширина створки, число штрихов и ареол в 10 мкм). Вышесказанное свидетельствует о значительной межпопуляционной изменчивости, что имеет место и среди других представителей пеннатных диатомовых водорослей, например рода *Cymbella* (Krammer, 2002). Сравнение обобщенных литературных сведений и результатов наших исследований показывает, что, несмотря на обширные данные по разным регионам мира, заложенные в диагнозы, все изученные виды демонстрируют отличия от описаний по отдельным или сразу по ряду признаков (табл. 3).

Таблица 1

**Изменчивость морфологических признаков у представителей рода *Navicula* по литературным данным**  
**Variability of morphological features of *Navicula* species based on published data**

Признаки Features				Источник References
Длина створки, мкм Length of valve, μm	Ширина створки, мкм Width of valve, μm	Число штрихов в 10 мкм Striae in 10 μm	Число линейол в 10 мкм Areolae in 10 μm	
<b><i>N. radiosa</i> Kützing</b>				
40–120	10–19	10–12		Diatomoyve..., 1951
40–120	10–19	10–12		Patrick, Reimer, 1966
40–120	(7.5)10–15(19?)	10–12	около 32	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
40–120	8–12	10–12	28–32	Lange-Bertalot, 2001
40–120	8–12	10–12	28–32	Hofmann <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. reinhardtii</i> Grunow</b>				
35–70	14–20	7–9		Diatomoyve..., 1951
35–70	11–18	7–9		Patrick, Reimer, 1966
35–70	11–18	7–9	около 20	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
35–70	11–18	7–9	20–22	Lange-Bertalot, 2001
35–70	11–18	7–9	20–22	Hofmann <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. cryptocephala</i> Kützing</b>				
20–40	5–8.5	16–18		Diatomoyve..., 1951
20–40	5–7	16–18		Patrick, Reimer, 1966
20–40	5–7	14–17	около 40	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
20–40	5–7	14–18	около 40	Lange-Bertalot, 2001

Окончание табл. 1

Признаки Features				Источник References
Длина створки, мкм Length of valve, $\mu\text{m}$	Ширина створки, мкм Width of valve, $\mu\text{m}$	Число штрихов в 10 мкм Striae in 10 $\mu\text{m}$	Число линейол в 10 мкм Areolae in 10 $\mu\text{m}$	
20–40	5–7	14–18	около 40	Hofmann <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. exilis</i> Kützing</b>				
14–22	4–7.2	18–20		*Diatomovye..., 1951
17–19	4–6	18–20		*Patrick, Reimer, 1966
20–45	6–8	13–15	около 40	Lange-Bertalot, 2001
20–45	6–8	13–15	около 40	Hofmann <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. rhynchocephala</i> Kützing</b>				
35–60	10–13	10–12		Diatomovye..., 1951
35–60	10–13	8		Patrick, Reimer, 1966
35–80	9–14	7–12	20–25	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
40–60	8.5–10	10–12	около 25	Lange-Bertalot, 2001
40–60	8.5–10	10–12	около 25	Hofmann <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. meniscus</i> Schumann</b>				
18–50	8–12	9–11		Diatomovye..., 1951
15–50	7.5–12	8–12	25–30	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
32–50	11–12.5	8.5–9.5	24–25	Lange-Bertalot, 2001
32–50	11–12.5	8.5–9.5	24–25	Hofmann <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. meniscus</i> Schumann</b>				
36–50	8–12	9–11		**Diatomovye..., 1951
35–70	10–20	7–8.5	около 20	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
<b><i>N. margalithii</i> Lange-Bertalot</b>				
30–70	8–10	9–12	около 30	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
30–70	8–10	9–12	около 30	Lange-Bertalot, 2001
<b><i>N. hanseatica</i> Lange-Bertalot subsp. <i>hanseatica</i></b>				
30–70	12–15	8–9	20–21	Lange-Bertalot, 2001

Примечание. \* — как *Navicula cryptocephala* var. *exilis*; \*\* — как *N. meniscus* var. *meniscus*.

Note. \* — as *Navicula cryptocephala* var. *exilis*; \*\* — as *N. meniscus* var. *meniscus*.

Таблица 2

**Изменчивость морфологических признаков у представителей рода *Navicula* (наши данные)**

**Variability of morphological features of *Navicula* species based on original data**

Признаки Features				Водоёмы, источник Waterbodies, references
Длина створки, мкм Length of valve, µm	Ширина створки, мкм Width of valve, µm	Число штрихов в 10 мкм Striae in 10 µm	Число линиол в 10 мкм Areolae in 10 µm	
<b><i>N. radiosa</i></b>				
75.5–127	12.8–18	8–9	25	Камчатка
73.6–93	13.3–16	7–8	25	Оз. Хубсугул
66.7–100	11–14.4	6–9	20–25	Бассейн р. Шуя
55.7–103	7.1–15.5	6–10	25–30	Бассейн р. Мяссояха
77.8–109	12.2–14.4	7–9	25	Бассейн р. Нижний Выг
51.4–114	8.5–14.7	8–10	25–30	Паанаярви
50–95.5	11–15.5	8–11	27–35	Бассейн р. Харасавэйяха
84.4–106.7	13.3–17.1	6–7	25	Бассейн р. Харасовейка (Восточная Сибирь)
82–100	12.6–16.4	7–8	25	Реки побережья Белого моря
58–96.6	10–13.3	8–9		Genkal, 1992
40–84.4	10–15	9–12	25–30	Genkal, Vekhov, 2007
48.9–91.4	10–13.3	8–11	25–35	Genkal, Trifonova, 2009
77–97.8	11.4–15.5	8–11		Genkal <i>et al.</i> , 2011
82.8–84.4	12.2–12.8	8	30	Kharitonov, Genkal, 2012
60–90	11–12	11–12		Genkal <i>et al.</i> , 2013
<b><i>N. reinhardtii</i></b>				
53–80	17.1–22	6–7	18–24	Оз. Хубсугул
40–65.7	15.5–21.6	6–8	16–22	Бассейн р. Мессояха (Полярный Урал)
47.8–84.4	18.5–25.5	5–7	16–18	Восточная Сибирь
50–86.7	18.6–22	6–7	20	Прибайкалье
48–62	17–20	6–7		Genkal, 1992
44.3–61.4	15.7–20	6–9	25	Genkal, Trifonova, 2009
48.8–86.7	18.6–22	6–7		Genkal <i>et al.</i> , 2011
25–71	15–15.5	7–8		Genkal <i>et al.</i> , 2013
<b><i>N. cryptocephala</i></b>				
22.8–31	6.4–7.8	11–13	32–35	Бассейн р. Шуя
25.7–42.2	6.4–8.9	9–13	35–40	Бассейн р. Мессояха
30–45.7	7.2–8.3	9–12	30	Реки Белого моря
17.6–36.4	5–8.2	12–20	27–45	Genkal, Trifonova, 2009

Признаки Features				Водоёмы, источник Waterbodies, references
Длина створки, мкм Length of valve, $\mu\text{m}$	Ширина створки, мкм Width of valve, $\mu\text{m}$	Число штрихов в 10 мкм Striae in 10 $\mu\text{m}$	Число линеек в 10 мкм Areolae in 10 $\mu\text{m}$	
22.8–48.6	6.4–10	9–14	30–35	Genkal <i>et al.</i> , 2011
32.2–34.3	7.7–7.8	12–16	30	Kharitonov, Genkal, 2012
<b><i>N. exilis</i></b>				
29.3–46.6	7–8.9	10–11	30–35	Реки побережья Белого моря
23.6–27	6.8–7.8	12–14	37–40	Бассейн р. Мессояха
25.7–29.3	6.4–7.8	12–14	32–50	Восточная Сибирь
22.8–27.1	5.7–7	12–14	30–45	Genkal, Trifonova, 2009
19.3–28.7	5.3–6.7	16–18		Kulikovskiy <i>et al.</i> , 2010
25–35.5	7.1–8.3	12–15	37–40	Kharitonov, Genkal, 2012
<b><i>N. rhynchocephala</i></b>				
50–64.3	11–13.6	7–8	25	Бассейн р. Мессояха
47–82	8.5–15.5	6–10	22–30	Реки побережья Белого моря
57–73.3	11.4–14.4	6	20–22	Бассейн р. Шуя
54.3–66.6	10–12	6–7	23–25	Бассейн р. Харасавэйяха
27–61.4	6.4–12.8	7–14	20–35	Genkal, Trifonova, 2009
48–56.7	9.3–10.7	9		Kulikovskiy <i>et al.</i> , 2010
64.3–68.6	12–12.8	6–7	22	Genkal <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. menisculus</i></b>				
30–43.3	10.7–13.3	7–9	20–25	Восточная Сибирь
31.4–54.3	11.4–16.4	7–9	20	Бассейн р. Мессояха
28.6–57	12–17	6–9	20–25	Genkal <i>et al.</i> , 2011
<b><i>N. meniscus</i></b>				
44.4–51	14–14.4	6–7	16–18	Камчатка
<b><i>N. margalithii</i></b>				
36.6–44.4	8.9–10	6–8	22–25	Бассейн р. Мессояха
29.3–43.3	8.5–10	7–9	25–27	Бассейн р. Харасавэйяха
<b><i>N. hanseatica</i> subsp. <i>hanseatica</i></b>				
41–62.8	12.7–17	8–9	18–30	Бассейн р. Мясояха
34.4–50	12.2–14.2	8–9	18–20	Genkal, Vekhov, 2007

Таблица 3

**Сравнительные суммарные данные по изменчивости морфологических признаков у представителей рода *Navicula***  
**Comparative generalized data on the variability of morphological features in representatives of the genus *Navicula***

Признаки Features				Источник References
Длина створки, мкм Length of valve, $\mu\text{m}$	Ширина створки, мкм Width of valve, $\mu\text{m}$	Число штрихов в 10 мкм Striae in 10 $\mu\text{m}$	Число линеол в 10 мкм Areolae in 10 $\mu\text{m}$	
<b><i>N. radiosa</i></b>				
40–120	(7.5)8–19	10–12	28–32	Литературные данные (табл. 1)
40–127	7.1–18	6–12	20–35	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. reinhardtii</i></b>				
35–70	11–20	7–9	20–22	Литературные данные (табл. 1)
25–86.7	15–25.5	5–9	16–25	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. cryptocephala</i></b>				
20–40	5–8.5	14–18	около 40	Литературные данные (табл. 1)
17.6–48.6	5–10	9–20	27–45	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. exilis</i></b>				
17–45	4–8	13–20	около 40	Литературные данные (табл. 1)
19.3–46.6	5.3–8.9	10–18	30–50	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. rhynchocephala</i></b>				
35–80	8.5–14	8–12	20–25	Литературные данные (табл. 1)
27–73.3	6.4–15.5	6–10	20–35	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. menisculus</i></b>				
15–50	8–12.5	8–12	24–30	Литературные данные (табл. 1)
28.6–57	10.7–17	6–9	20–25	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. meniscus</i></b>				
35–70	8–20	7–11	около 20	Литературные данные (табл. 1)
44.4–51	14–14.4	6–7	16–18	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. margalithii</i></b>				
30–70	8–10	9–12	Около 30	Литературные данные (табл. 1)
29.3–44.4	8.5–10	6–9	22–27	Наши данные (табл. 2)
<b><i>N. hanseatica</i> subsp. <i>hanseatica</i></b>				
30–70	12–15	8–9	20–21	Литературные данные (табл. 1)
41–62.8	12.2–17	8–9	18–30	Наши данные (табл. 2)

Среди исследованных видов определение некоторых не вызывает трудности (*N. radiosa* — табл. I, 1–4; *N. reinhardtii* — табл. I, 5–7; *N. marginalithii* — табл. III, 7, 8; *N. hanseatica* — табл. IV, 4–6). Однако идентификация ряда других вызывает определенные проблемы, поскольку имеются сходные по морфологии виды, в частности, это группы *N. cryptocephala* / *N. exilis* / *N. rhynchocephala* и *N. menisculus* / *N. meniscus*. Как следует из табл. 3, *N. cryptocephala* и *N. exilis*, согласно литературным и нашим данным, имеют совпадающие диапазоны изменчивости по всем исследованным признакам. Что касается качественных признаков этих видов (форма створки, размер и форма среднего поля), то здесь, согласно диагнозам и иллюстрациям к ним, также наблюдается совпадение и перекрывание (Lange-Bertalot, 2001, ср.: Pl. 17, 1–10; Pl. 18, 9–20 и Pl. 19, 9–20), т. е. наличие сходных по морфологии форм. Результаты наших исследований (Genkal, Trifonova, 2009; Genkal *et al.*, 2011; Kharitonov, Genkal, 2012; и др.) показывают, что часто *N. cryptocephala* и *N. exilis* вегетируют вместе (табл. II, III) и могут встречаться в сходных условиях (Lange-Bertalot, 2001). Следовательно, напрашивается вывод об их конспецифичности, что соответствует объему вида в понимании Krammer, Lange-Bertalot (1986), когда *N. exilis* выступал в качестве синонима *N. cryptocephala*. Наши иллюстрации *N. cryptocephala* и *N. exilis* демонстрируют изменчивость формы створки и центрального поля и подтверждают точку зрения на широкую трактовку *N. cryptocephala* (Krammer, Lange-Bertalot, 1986).

*Navicula rhynchocephala* имеет сходную с *N. cryptocephala* морфологию (Lange-Bertalot, 2001, ср.: Pl. 9, 6–10 и Pl. 17, 1–10; Pl. 18, 9–20; табл. II, 1, 2, 5, 6; табл. III, 1 и табл. II, 3, 4, 8; табл. III, 3–6) и экологию (Lange-Bertalot, 2001). По литературным данным, между этими видами имеется четкий гиатус по ширине створки, числу штрихов и линеол в 10 мкм (табл. 3). Наши данные показывают наличие перекрывания по всем количественным признакам (табл. 3). Кроме того, эти виды нередко встречаются вместе (табл. II, III; Genkal, Trifonova, 2009; Genkal *et al.*, 2011; Kharitonov, Genkal, 2012; и др.), и в таких случаях бывает сложно точно определить переходные формы комплекса *N. rhynchocephala*/*N. cryptocephala* (напр., на табл. III, 5 длина створки 38 мкм, ширина 8 мкм, штрихов 10 в 10 мкм, линеол 30 в 10 мкм).

По литературным и нашим данным между *N. menisculus* и *N. meniscus* имеется гиатус по числу линеол в 10 мкм (табл. 3). Виды имеют сходную форму створки, но отличаются формой и размерами центрального поля (Lange-Bertalot, 2001; ср.: Pl. 12, 1–7 и Pl. 49, 5–9).



Однако в популяциях встречаются переходные формы, которые вызывают определенные проблемы при идентификации. Например, на табл. IV, 3 приведена форма, которую мы отнесли к *N. menisculus* по числу линеол в 10 мкм — 27 (длина створки 40 мкм, ширина 12.2 мкм, штрихов 9 в 10 мкм), однако центральное поле больше, чем у *N. menisculus*, и в то же время несколько отличается по форме от такового *N. meniscus*.

Н. Lange-Bertalot (2001) в составе *N. hanseatica* описал subsp. *circumarctica* Lange-Bertalot, отличающийся большим числом штрихов в 10 мкм (10.5–11.5). Кроме этого, согласно иллюстрациям, приведенным к этим подвидам, они различаются формой центрального поля: у типового подвида оно круглое, у subsp. *circumarctica* — поперечно расширенное (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 47, 1–8). В нашем материале встречались створки, типичные для *N. hanseatica* subsp. *hanseatica* (табл. IV, 6), и с поперечно расширенным центральным полем (табл. IV, 4, 5). Все эти формы имели число штрихов, соответствующее типовому подвиду, поэтому мы отнесли их к *N. hanseatica* subsp. *hanseatica*. В водоемах Русской Арктики *N. hanseatica* subsp. *circumarctica* также имел варьирующую форму центрального поля (Genkal, Vekhov, 2007: табл. 24, рис. 1, 2) и большее число линеол в 10 мкм (25–27) против *N. hanseatica* subsp. *hanseatica* (20–21). В нашем материале (табл. 2) число линеол в 10 мкм изменялось в значительно больших пределах — от 18 до 30, что указывает на сходство *N. hanseatica* subsp. *circumarctica* с типовым подвидом.

### Выводы

Изучение популяций широко распространенных и редких видов рода *Navicula* продемонстрировало более широкую изменчивость морфологических признаков по сравнению с литературными данными. Подобные отклонения отмечены для многих видов *Bacillariophyta* (Genkal, Vekhov, 2007).

### Благодарности

За предоставленные материалы выражаю благодарность своим коллегам: Н. А. Бондаренко, Н. В. Вехову, С. Ф. Комулайнену, М. С. Куликовскому, Е. В. Лепской, Т. М. Михеевой, Г. И. Поповской, И. С. Трифионовой, В. Г. Харитонову, Т. А. Чекрыжевой, М. И. Ярушиной.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 12-04-00078).

## Литература

- Anonymous. 1975. Proposals for a standartization of diatom terminology and diagnoses. *Beih. Nova Hedwigia*. 55: 323–354.
- [Balonov] Балонов И. М. 1975. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии. *Методика изучения биогеоценозов*. М.: 87–89.
- [Diatomovye...] Диатомовые водоросли. 1951. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 4. М.: 619 с.
- Edlund M. B., Levkov Z., Soninkhishig N., Krstic S., Nakov T. 2006. Diatom species flocks in large ancient lakes: the *Navicula reinhardtii* complex from Lakes Hövsgöl (Mongolia) and Prespa (Macedonia). *Proc. 18th Int. Diatom Symp., 2004*. Miedzyzdroje, Poland (A. Witkowski, ed.). Bristol: 61–74.
- [Genkal] Генкал С. И. 1992. *Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги*. СПб.: 128 с.
- [Genkal, Kharitonov] Генкал С. И., Харитонов В. Г. 2008. К морфологии и таксономии *Nannaea arcus* (Bacillariophyta). *Новости сист. низш. раст.* 42: 14–23.
- [Genkal, Kharitonov] Генкал С. И., Харитонов В. Г. 2010a. Интересные находки диатомовых водорослей рода *Naviculadicta* в озере Эльгыгытгын (Чукотка). *Новости сист. низш. раст.* 44: 22–27.
- [Genkal, Kharitonov] Генкал С. И., Харитонов В. Г. 2010b. О морфологической изменчивости *Navicula schmassmannii* Hustedt (Bacillariophyta). *Новости сист. низш. раст.* 44: 32–38.
- [Genkal, Kharitonov] Генкал С. И., Харитонов В. Г. 2010c. О морфологической изменчивости *Tabellaria flocculosa* (Bacillariophyta). *Ботан. журн.* 95: 13–17.
- [Genkal, Kharitonov] Генкал С. И., Харитонов В. Г. 2012. О морфологической изменчивости некоторых видов рода *Achnanthes* s. l. (Bacillariophyta, Pennatophyceae). *Альгология*. 22(1): 3–12.
- [Genkal, Trifonova] Генкал С. И., Трифонова И. С. 2009. *Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна*. Рыбинск: 72 с.
- [Genkal, Vekhov] Генкал С. И., Вехов Н. В. 2007. *Диатомовые водоросли водоемов Русской Арктики: архипелаг Новая Земля и остров Вайгач*. М.: 64 с.
- [Genkal et al.] Генкал С. И., Куликовский М. С., Стенина А. Г. 2007. Изменчивость основных структурных элементов створки некоторых видов рода *Navicula* (Bacillariophyta). *Биол. внутр. вод.* 2: 20–25.
- [Genkal et al.] Генкал С. И., Бондаренко Н. А., Щур Л. А. 2011. *Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири*. Рыбинск: 72 с.
- [Genkal et al.] Генкал С. И., Куликовский М. С., Михеева Т. М., Кузнецова И. В., Лукьянова Е. В. 2013. *Диатомовые водоросли планктона реки Свислочь и ее водохранилищ*. М.: 236 с.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. *Rugell*: 908 S.
- [Kharitonov, Genkal] Харитонов В. Г., Генкал С. И. 2012. *Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка)*. Магадан: 402 с.
- Krammer K. 2002. *Symbella*. *Diatoms of Europe. Vol 3*. Ruggell: 584 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2/1*. Stuttgart; New York: 876 S.

- Kulikovskiy M. S., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N. I., Genkal S. I. 2010. Diatom assemblages from sphagnum bogs of the world I. Nur bog in northern Mongolia. *Biblioth. Diatomol.* 55: 1–326.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. Frustulia. *Diatoms of Europe. Vol. 2.* Ruggell: 526 p.
- Patrick R., Reimer C. W. 1966. The diatoms of the United States. Vol. 1: Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnantheaceae, Naviculaceae. *Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Vol. 13.* Lititz: 688 p.

### References

- Anonymous. 1975. Proposals for a standartization of diatom terminology and diagnoses. *Beih. Nova Hedwigia* 55: 323–354.
- Balonov I. M. 1975. Preparation of diatom and golden algae for electron microscopy. *Methods for the study of biocenoses.* M.: 87–89 (In Russ.).
- Diatomovye vodorosli [Diatoms]. 1951. *Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Vyp. 4* [Key of Freshwater Algae of the USSR. Iss. 4]. Moscow: 619 p.
- Edlund M. B., Levkov Z., Soninkhishig N., Krstic S., Nakov T. 2006. Diatom species flocks in large ancient lakes: the *Navicula reinhardtii* complex from Lakes Hövsgöl (Mongolia) and Prespa (Macedonia). *Proc. 18th Int. Diatom Symp., 2004.* Miedzzydroje, Poland (A. Witkowski, ed.). Bristol: 61–74.
- Genkal S. I. 1992. *Atlas diatomovykh vodorosley planktona reki Volgi* [Atlas of the diatoms of the plankton in the Volga river]. St. Petersburg: 128 p. (In Russ.).
- Genkal S. I., Kharitonov W. G. 2008. On the mophology and taxonomy of *Hannaea arcus* (Bacillariophyta). *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 42: 14–23. (In Russ.).
- Genkal S. I., Kharitonov W. G. 2010a. Interesting findings of diatoms of the genus *Naviculadicta* in the Lake Elgygytgyn (Chukotka). *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 44: 22–27. (In Russ.).
- Genkal S. I., Kharitonov W. G. 2010b. On the morphological variability *Navicula schmassmannii* (Bacillariophyta). *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 44: 32–38. (In Russ.).
- Genkal S. I., Kharitonov W. G. 2010c. On the morphological variability of *Tabellaria flocculosa* (Bacillariophyta). *Bot. Zhurn.* 95: 13–17. (In Russ.).
- Genkal S. I., Kharitonov V. G. 2012. Morphological variability of some species of the genus *Achnanthes* s.l. (Bacillariophyta, Pennatophyceae). *Algologia.* 22: 3–12. (In Russ.).
- Genkal S. I., Trifonova I. S. 2009. *Diatomovye vodorosli planktona Ladozhskogo ozera i vodoemov ego basseyna* [Diatom algae of the plankton of Lake Ladoga and waterbodies of its basin]. Rybinsk: 72 p.(In Russ.).
- Genkal S. I., Vekhov N. V. 2007. *Diatomovye vodorosli vodoemov Russkoy Arktiki: arkipelag Novaya Zemlya i ostrov Vaygach* [Diatom algae of water bodies in the Russian Arctic, Novaya Zemlya Archipelago and Vaigach island]. Moscow: 64 p. (In Russ.).
- Genkal S. I., Kulikovskiy M. S., Stenina A. S. 2007. Variability of main structural elements of a valve of some species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta). *Biol. Vnutrenn. Vod.* 2: 20–25. (In Russ.).
- Genkal S. I., Bondarenko N. A., Shchur L. A. 2011. *Diatomovye vodorosli ozer yuga i severa Vostochnoy Sibiri* [Diatoms of lakes in south and north of the Eastern Siberia]. Rybinsk: 72 p.(In Russ.).

- Genkal S. I., Kulikovskiy M. S., Mikheeva T. M., Kuznetsova I. V., Lukyanova E. V. 2013. *Diatomovye vodorosli planktona reki Svisloch i ee vodokhranilishch* [Diatoms in plankton of the Svisloch River and its reservoirs]. Moscow: 236 p. (In Russ.).
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Rugell: 908 S.
- Kharitonov V. G., Genkal S. I. 2012. *Diatomovye vodorosli ozera El'gygytgyn i ego okrestnostey (Chukotka)* [Diatoms of the Elgygytgyn Lake and its vicinities (Chukotka)]. Magadan: 402 p. (In Russ.).
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. *Diatoms of Europe*. Vol 3. Ruggell: 584 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/1. Stuttgart; New York: 876 S.
- Kulikovskiy M. S., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N. I., Genkal S. I. 2010. Diatom assemblages from sphagnum bogs of the world I. Nur bog in northern Mongolia. *Biblioth. Diatomol.* 55: 1–326.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. Frustulia. *Diatoms of Europe*. Vol. 2. Ruggell: 526 p.
- Patrick R., Reimer C. W. 1966. The diatoms of the United States. Vol. 1: Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae. *Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*. Vol. 13. Lititz: 688 p.

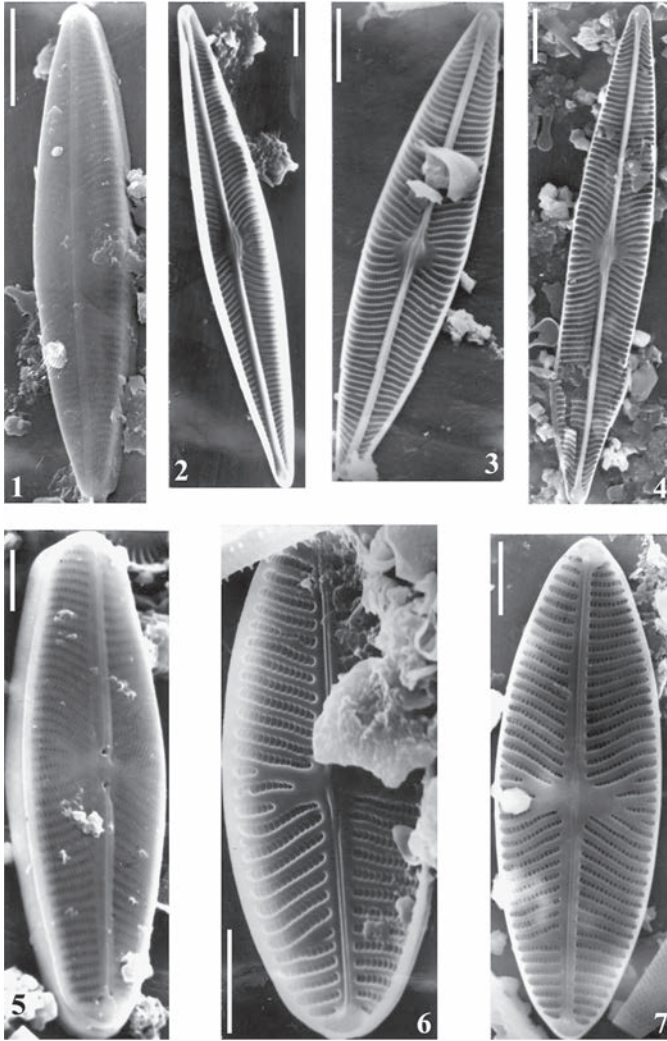


Таблица I. *Navicula radiosa* (1–4), *N. reinhardtii* (5–7).

1, 5 — створка с наружной поверхности; 2–4, 6, 7 — створка с внутренней поверхности. 1 — р. Сормикэцятарка; 2, 5, 6 — р. Таз; 3 — безымянный ручей в правобережье р. Няваталоваяхи; 4 — оз. Глубокое; 7 — протока Нижняя Мессояха. СЭМ. Масштаб: 10 мкм.

1, 5 — external view of valve; 2–4, 6, 7 — internal view of valve. 1 — Sormiketsyatarka River; 2, 5, 6 — Taz River; 3 — anonymous brook in right bank of Nyavatalovayakha River; 4 — Glubokoe Lake; 7 — Nizhnyaya Messoyakha tributary. SEM. Scale bar: 10  $\mu$ m.

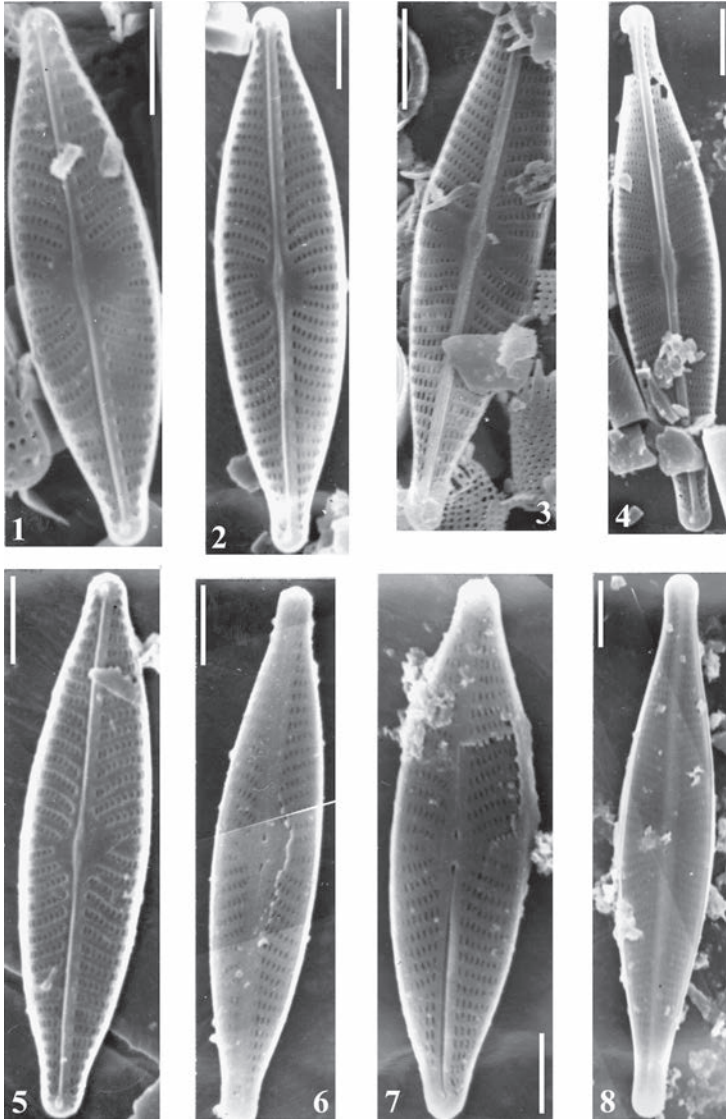


Таблица II. *Navicula cryptocephala* (1, 2, 5–7), *N. rhynchocephala* (3, 4, 8).  
1–5 — створка с внутренней поверхности; 6–8 — створка с наружной поверхности. 1–4 — оз. Крошнозеро; 5–8 — р. Лекса. СЭМ. Масштаб: 1, 2, 5–7 — 5 мкм; 3, 4, 8 — 10 мкм.

1–5 — internal view of valve; 6–8 — external view of valve. 1–4 — Kroshnozzero Lake; 5–8 — Leksa River. SEM. Scale bars: 1, 2, 5–7 — 5  $\mu\text{m}$ ; 3, 4, 8 — 10  $\mu\text{m}$ .



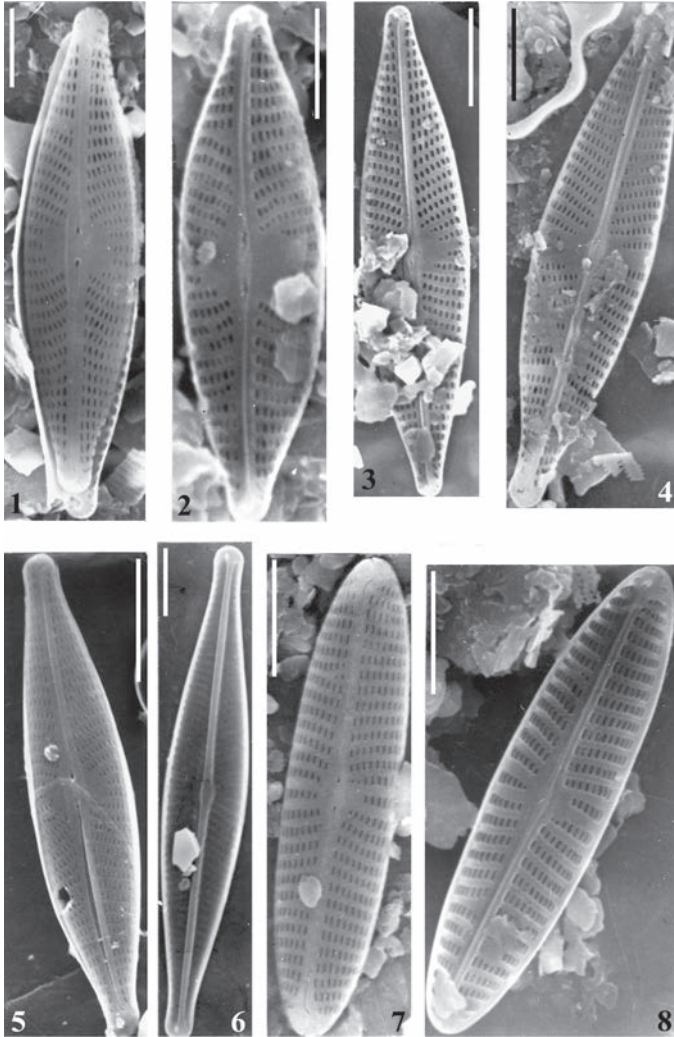


Таблица III. *Navicula cryptocephala* (1), *N. exilis* (2), *N. rhynchocephala* (3–6), *N. margalithii* (7, 8).

1, 5, 7 — створка с наружной поверхности; 2–4, 6, 8 — створка с внутренней поверхности. 1–4 — оз. Глубокое; 5 — р. Худосейка; 6 — р. Шигеренджа; 7 — протока Параванга; 8 — протока Няхагапарод. СЭМ. Масштаб: 1, 2 — 5 мкм; 3–8 — 10 мкм.

1, 5, 7 — external view of valve; 2–4, 6, 8 — internal view of valve. 1–4 — Glubokoe Lake; 5 — Khudoseyka River; 6 — Shigerendzha River; 7 — Paravanga tributary; 8 — Nyakhataparod tributary. SEM. Scale bars: 1, 2 — 5  $\mu\text{m}$ ; 3–8 — 10  $\mu\text{m}$ .

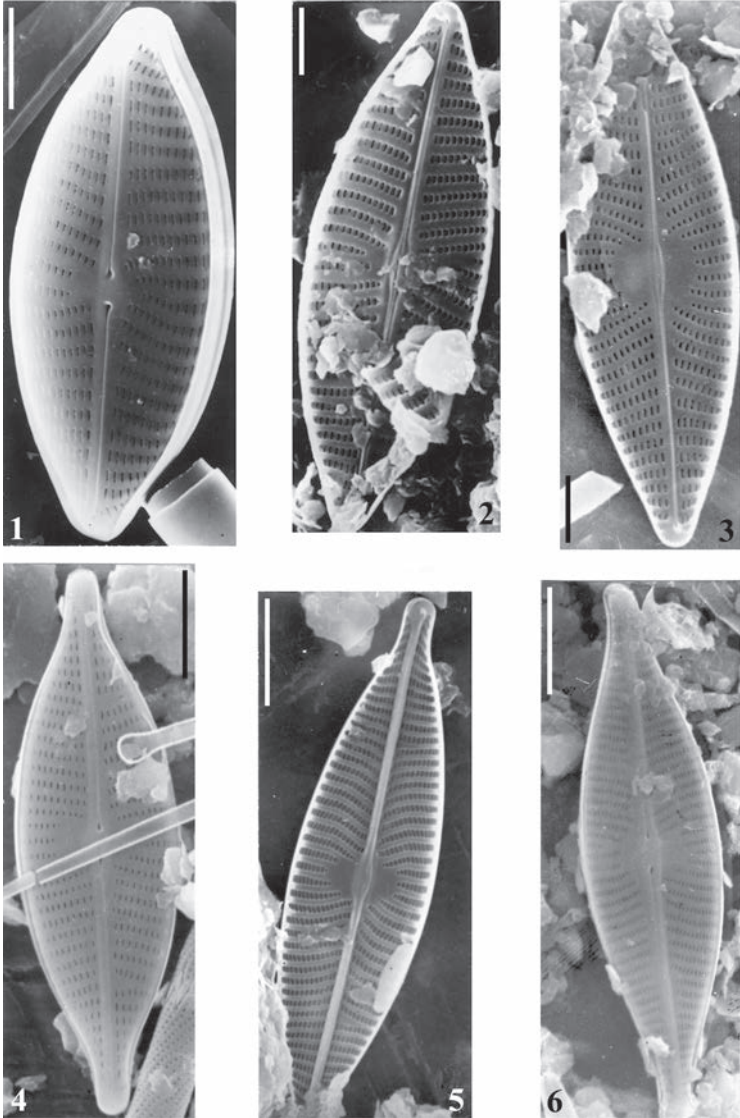


Таблица IV. *Navicula menisculus* (1–3), *N. hanseatica* subsp. *hanseatica* (4–6).  
1, 4, 6 — створка с наружной поверхности; 2, 3, 5 — створка с внутренней поверхности. 1, 2 — р. Таз; 3–6 — протока Нижняя Мессояха. СЭМ. Масштаб: 1–3 — 5 мкм, 4–6 — 10 мкм.

1, 4, 6 — external view of valve; 2, 3, 5 — internal view of valve. 1, 2 — Taz River; 3–6 — Nizhnyaya Messoyakha tributary. SEM. Scale bars: 1–3 — 5  $\mu\text{m}$ , 4–6 — 10  $\mu\text{m}$ .