

**Морфологическая изменчивость некоторых видов
рода *Navicula* (*Bacillariophyta*) из водоемов и водотоков
полуострова Ямал**

С. И. Генкал¹, М. И. Ярушина²

¹Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок,
Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742, Россия; genkal@ibiw.yaroslavl.ru

²Институт экологии растений и животных УрО РАН, ул. 8-го Марта, д. 202,
Екатеринбург, 620144, Россия

Резюме. Показано, что природные популяции 7 видов рода *Navicula* (*N. hanseatica*, *N. salinarum*, *N. frigidicola*, *N. slesvicensis*, *N. iserentantii*, *N. viridulacalcis* и *N. vaneei*) из водоемов и водотоков п-ова Ямал проявляют значительную изменчивость следующих морфологических признаков: длины и ширины створки, числа штрихов и линеол в 10 мкм, формы створки и среднего поля, что необходимо учитывать при проведении альгологических исследований.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, *Navicula*, морфологическая изменчивость, фитопланктон, водоемы и водотоки, полуостров Ямал.

**On the morphological variability of some species of the genus
Navicula (*Bacillariophyta*) from waterbodies and watercourses
of the Yamal Peninsula**

S. I. Genkal¹, M. I. Jarushina²

¹Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Yaroslavl Region, 152742, Russia

²Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of RAS, 8 Marta Str., 202,
Yekaterinburg, 620144, Russia

Abstract. Natural populations of 7 species of the genus *Navicula* (*N. hanseatica*, *N. salinarum*, *N. frigidicola*, *N. slesvicensis*, *N. iserentantii*, *N. viridulacalcis* and *N. vaneei*) are shown to demonstrate a significant variability of valve length and width, number of striae and lineolae in 10 µm, shape of valve and central area, that should be considered during systematic, taxonomic, floristic, and hydrobiological studies.

Keywords: *Bacillariophyta*, *Navicula*, morphological variability, phytoplankton, waterbodies, watercourses, Yamal Peninsula.

Знания диапазонов морфологической изменчивости количественных и качественных признаков у диатомовых водорослей, в частности у представителей рода *Navicula* Вору, имеют большое значение в таксономии этой группы и для практических целей альгологии и гидробиологии. В монографии по роду *Navicula* (Lange-Bertalot, 2001) на основе изучения обширных, преимущественно европейских материалов показана широкая изменчивость многих его представителей с соответствующими иллюстрациями. Однако изучение новых ма-

териалов из водоемов и водотоков, разных по экологии и географическому положению, показывает, что эта изменчивость может быть более широкой, в отношении как количественных, так и качественных признаков (Genkal, 2014). Это вполне соответствует результатам изучения размерного диапазона у диатомовых при половом размножении — максимальная длина створки в 2 раза больше минимальной (Davidovich, 2000). Данная работа посвящена изучению морфологической изменчивости некоторых широко известных и недавно описанных видов рода *Navicula*.

Материал и методы

Материалом послужили пробы фитопланктона из водоемов бассейна реки Яраяха (п-ов Ямал) (табл. 1), собранные в течение 2005–2009 гг. (Институт биологии внутренних вод РАН, иконотека, препараты СЭМ С. И. Генкала по р. Яраяха).

Таблица 1

Географические координаты исследованных водоемов
Geographical coordinates of the waterbodies under study

Станции Stations	N	E
Р. Яраяха Yarayahka River	69°16'50.14"	68°6'6.12"
Р. Хурейхотарка Khureykhotarka River	69°17'0.22"	68°9'57.46"
Водоем «Верхний» «Upper» waterbody	69°17'49.4"	68°04'35.9"
Водоем «Нижний» «Lower» waterbody	69°16'57"	68°5'28.95"
Безымянное озеро выше озера у «Компрессорной станции» A nameless lake near «Compression Station»	69°18'33.4"	68°06'24"
Безымянный ручей, вытекающий из озера у «Компрессорной станции» A nameless stream flowing out of the lake near «Compression Station»	69°17'30.3"	68°06'35.2"

Река Яраяха — небольшой водоток с равнинным характером течения длиной 43 км, берущий начало в системе озер, расположенных в 30 км от побережья Байдарацкой губы Карского моря, в подзоне северных гипоарктических тундр. Устье реки находится южнее мыса Мутный. Наиболее крупными притоками являются реки Нявтарка, Хурейхотарка, Мунгтарка, Харейтосё, Сяклядаяха. Река Яраяха протекает по однотипной местности, расположенной на низком приморском участке в подобласти верхнеплейстоценово-голоценовой

прибрежно-морской и лайдовой аккумуляции, с перепадом высот от истоков до устья около 19 м (Lazulov, 1975). Наличие многолетней мерзлоты обуславливает сильную заболоченность и заозеренность бассейна реки, тундровый водосбор, а также широкое распространение элементов криогенной морфоскульптуры бугров пучения, полигональных грунтов, термокарстовых западин (Lazukov, 1975). В устьевой зоне ее правобережного притока р. Нявтарка располагаются два безымянных мелководных эстуарных водоема, условно названных нами «Верхний» и «Нижний». Их наполнение происходит за счет приливно-отливных и сгонно-нагонных течений.

Освобождение створок диатомей от органических веществ проводили методом холодного сжигания (Balonov, 1975). Препараты водорослей (коллекция препаратов СЭМ С. И. Генкала, Институт биологии внутренних вод РАН) исследовали в сканирующем электронном микроскопе JSM-25S в ЦКП электронной микроскопии Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН.

Подсчет числа штрихов проводился общепринятым способом — вдоль края в середине створки (Anonymous, 1975). Подсчет числа линеол в 10 мкм штриха выполняли в 2 мкм с последующим умножением на 5, чтобы можно было сопоставить данные по всем видам. В этом случае получаются менее точные результаты по сравнению с подсчетом в 5 или 10 мкм, но ширина створок отдельных исследованных видов не позволила провести подсчет линеол в 5 или 10 мкм штриха.

Результаты и обсуждение

В качестве объектов были выбраны *N. hanseatica* Lange-Bert., *N. salinarum* Grunow, *N. frigidicola* Metzeltin, Lange-Bert. et Nergui, *N. slesvicensis* Grunow, *N. iserentantii* Lange-Bert. et Witkowski, *N. viridulacalcis* Lange-Bert. и *N. vaneei* Lange-Bert., большинство из которых встречались в препаратах в значительном количестве и имели сходную морфологию.

Наши данные по количественным признакам у *N. hanseatica* совпадают с литературными, за исключением несколько больших значений максимальных длины и ширины створки и минимальных значений числа штрихов в 10 мкм (табл. 2). Кроме типового подвида описан *N. hanseatica* subsp. *circumarctica* Lange-Bert., который отличается большим числом штрихов в 10 мкм (10.5–11.5) и у которого вокруг среднего поля круглой формы по иллюстрациям наблюдается большее число укороченных штрихов (5–7) против 3–5 у subsp. *hanseatica* (ср. Lange-Bertalot, 2001: Pl. 47, figs 5–8 и figs 1–4), а также иногда очень короткие штрихи (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 47, fig. 5).

Таблица 2

Изменчивость морфологических признаков у представителей рода *Navicula* по литературным и нашим данным

Variability of morphological features of *Navicula* species according to published and original data

Длина створки, мкм Valve length, μm	Признаки Features			Источники References
	Ширина створки, мкм Valve width, μm	Число штрихов в 10 мкм Striae in 10 μm	Число линейол в 10 мкм Lineolae in 10 μm	
30–70	12–15	8–9	20–21	Witkowski <i>et al.</i> , 1998, 2000; Lange-Bertalot, 2001
34.4–50	12.2–14.2	8–9	18–20	Genkal, Vekhov, 2007
28.6	12.1	9	22	Genkal <i>et al.</i> , 2011
41–62.8	12.7–17	8–9	18–30	Genkal, 2014
40–73	13.3–18.9	6–9	20–25	данные авторов / original data
<i>N. hanseatica</i>				
23–41	8–12	14–16		<i>N. salinarum</i>
20–40	8–12	13–17	~40	Opredelitel..., 1951
18–42	7–11			Krammer, Lange-Bertalot, 1986
25–26.3	8–12.2	12–18	42–48	Snoeijs, Vilbaste, 1994
18–50	6.5–12	12.5–17	~40	Genkal, Vekhov, 2007
22.8–37	8.6–13.3	12–18	35–40	Witkowski <i>et al.</i> , 2000; Lange-Bertalot, 2001; Hoffmann <i>et al.</i> , 2011
<i>N. witkowskii</i>				
20–45	9–12	10–12	~33	данные авторов / original data
<i>N. frigidicola</i>				
28.7–30*	9.3–10*	13–14*		Lange-Bertalot, Genkal, 1999
29–38	9.5–11	11–12	~35	Metzeltin <i>et al.</i> , 2009
42–48.6	14.3–14.4	9–11	30	данные авторов / original data

Окончание табл. 2

Признаки Features		Источники References	
		Длина створки, мкм Valve length, μm	Ширина створки, мкм Valve width, μm
<i>N. slesvicensis</i>			
30–50	9–11	8–9	Opredelitel..., 1951
25–50	8–11	8–9	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
30–47	8.5–12	8–9	Genkal, Vekhov, 2007
25–50	9–11	8–9	Hoffmann <i>et al.</i> , 2011
30.7–53.3	10–10.7	9–10	Genkal <i>et al.</i> , 2013
33–60	11.4–15.5	6–7	данные авторов / original data
31–50	10–13	6–9	Р. Сормикэятарка (бассейн р. Харасавэйяха, п-ов Ямал, наши неопубликованные данные) / Sormiketsyatarka River (Kharasaveiyakha River Basin, Yamal Peninsula, original unpubl. data)
<i>N. iserentantii</i>			
60–71	14–16	5.5–7	Witkowski <i>et al.</i> , 2000; Lange-Bertalot, 2001
54.3–78	14.3–17	6–7	данные авторов / original data
<i>N. viridulacalcis</i>			
30–65	8–12	9–11	Lange-Bertalot, 2001
47–71	12.8–15.5	6–7	данные авторов / original data
<i>N. neomundana</i>			
54–72	10–12	8–9	Van de Vijver, Lange-Bertalot, 2009
<i>N. vaneei</i>			
40–80	11–13	8–10	Witkowski <i>et al.</i> , 1998, 2000
40–80	11–13	8	Lange-Bertalot, 2001
75–84	16–16.6	5–6	данные авторов / original data

Примечание. * — согласно измерениям по микрофотограммам створок *N. witkowskii*.

Note. * — according to measurements of *N. witkowskii* microphotographs.

Для *N. hanseatica* subsp. *hanseatica* характерна другая форма среднего поля — поперечно расширенное (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 47, figs 1–4). В нашем материале встречались створки преимущественно с круглым полем (табл. I, 2–5), реже с поперечно расширенным (табл. I, 1), при этом иногда на таких створках наблюдали большее число укороченных штрихов, характерное для subsp. *circumartica* (табл. I, 4). Аналогичная картина изменчивости среднего поля отмечена и в других материалах (Genkal, 2014), что не позволяет использовать этот признак в качестве дифференциального между типовым подвидом и subsp. *circumartica*. Что касается меньшего числа штрихов в 10 мкм у subsp. *hanseatica* по сравнению с subsp. *circumartica*, то вполне вероятно, что эта разница обусловлена межпопуляционной изменчивостью, поскольку такие гиатусы по этому признаку имеют место и у других видов этого рода (Genkal, 2014).

Большое сходство с *N. hanseatica* имеет *N. salinarum* (ср. Lange-Bertalot, 2001: Pl. 45, figs 1–14 и Pl. 47, figs 1–8). Наши данные по количественным признакам *N. salinarum* совпадают с литературными, за исключением несколько больших значений максимальной ширины створки и минимальных значений числа линеол в 10 мкм (табл. 2). Эти два вида близки по морфологии (ср. табл. I, 1–5 и табл. I, 6; II, 1–5) и имеют перекрывающиеся диапазоны длины створки, однако по расположению штрихов вокруг среднего поля, числу штрихов и линеол в 10 мкм между этими видами имеется хороший гиатус (табл. 2). У *N. hanseatica*, согласно описанию (Lange-Bertalot, 2001), створки минимальной длины имеют клиновидные концы, которые также встречены в нашем материале у *N. salinarum* (табл. II, 1–5). Вместе с тем у *N. hanseatica* отмечены створки с почти тупыми концами (табл. I, 6), которые сходны по форме с таковыми *N. menisculus* Schumann (Krammer, Lange-Bertalot, 1986: Fig. 32: 20) и могут быть определены ошибочно как *N. menisculus* (ср. Genkal *et al.*, 2011, табл. XXVIII, 4).

Другой сходный с *N. salinarum* вид — *N. witkowskii* Lange-Bert., Iserentant et Metzeltin (табл. 2; ср. Lange-Bertalot, 2001: Pl. 45, figs 1–6, 12, 13 и Pl. 50, figs 10–12; Hofmann *et al.*, 2011: Taf. 36, figs 1–3 и figs 4–18). В диагнозе последнего (Hofmann *et al.*, 2011) отмечается, что этот вид имеет большое сходство с *N. salinarum*, но для последнего характерно большее число штрихов в 10 мкм (табл. 2). В первоописании *N. witkowskii* (Witkowski *et al.*, 1998: Figs 7–11) приводятся 5 световых микрофотографий, и на 4 из них изображены створки с вытянутыми клювообразными концами, сходными по форме с таковыми *N. salinarum*. Позднее к этим 5 микрофотографиям *N. witkowskii* было добавлено еще 2 (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 50, figs 11, 12). На первых

трех из этих 7 микрофотографий изображены створки, отличающиеся от остальных формой концов — менее вытянутые и более тупо закругленные (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 50, figs 6–8), и если сравнивать эти две крайние формы приведенного ряда (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 50, fig. 6 и figs 11, 12), то их вполне можно отнести к разным видам.

Еще один сходный по форме и количественным признакам с *N. salinarum* вид — *N. frigidicola* (табл. 2, табл. II, 6; ср. Metzeltin *et al.*, 2009: Pl. 36, figs 7–10 и Lange-Bertalot, 2001: Pl. 45, figs 5, 6, 12, 13). В диагнозе вида отмечается, что створки *N. frigidicola* отличаются от таковых *N. wolkowskii* формой концов — вытянутые, клиновидные, головчатые. По этому же признаку *N. frigidicola* отличается и от *N. salinarum*. В диагнозе *N. frigidicola* в качестве синонима приводится ссылка на *N. wolkowskii* sensu Lange-Bertalot, Genkal (1999: fig. 11, 4–7), и указанные в этой работе формы отличаются от описания числом штрихов в 10 мкм (табл. 2). В нашем материале по сравнению с литературными данными длина и ширина створки у *N. frigidicola* были значительно больше, а число линеол в 10 мкм меньше (табл. 2). Эти различия, по нашему мнению, обусловлены межпопуляционной изменчивостью и имеют место и у других представителей рода *Navicula* (Genkal, 2014). В водохранилище на р. Сормикэцятарка (бассейн р. Харасавэйяха, Западный Ямал) мы зафиксировали форму с длиной створки 46.6 мкм, шириной 12 мкм, числом штрихов 11 в 10 мкм и числом линеол 26 в 10 мкм, которую отнесли к *N. salinarum* var. *rostrata* (Hustedt) Lange-Bert. (табл. II, 3; Genkal, Yarushina, 2014). По форме концов (головчатые) и количественным признакам (в нашем материале, табл. 2) она принадлежит к кругу морфотипов *N. frigidicola*.

Таблица 3

Встречаемость *Navicula slesvicensis* и морфологически близких видов в исследованных водоемах

Occurrence of *Navicula slesvicensis* and morphologically close species in the waterbodies under study

Вид Species	Р. Хурейхотарка Khureykhotarka River	Р. Яраяха Yarayakha River	Безымянный ручей, вытекающий из озера у «Компрессорной станции» A nameless brook flowing out of the lake near «Compression Station»	Безымянное озеро выше озера у «Компрессорной станции» A nameless lake near «Compression Station»
<i>N. slesvicensis</i>	+	+		
<i>N. iserentantii</i>	+	+		+
<i>N. viridulacalcis</i>		+	+	
<i>N. vaneei</i>	+			
<i>N. viridula</i>				+

В нашем материале мы зафиксировали *N. slesvicensis* и целый ряд других сходных видов, причем нередко они встречались в одной пробе (табл. 3). Диапазоны изменчивости количественных признаков у *N. slesvicensis* в значительной степени отличаются от литературных, особенно ширина створки, число штрихов и линеол в 10 мкм (табл. 2). Мы наблюдали формы, типичные для *N. slesvicensis*, с короткими и ширококлиновидными, тупо закругленными концами (табл. III, 1; IV, 3), переходные (табл. IV, 1, 2) и со слабо оттянутыми закругленными концами (табл. III, 3). Интересная форма с разными очертаниями концов представлена на таблице III, 2. Форма на таблице III, 3 имеет большое сходство с *N. menisculus*.

Очень сходный с *N. slesvicensis* вид — *N. iserentantii* (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 50, figs 1–5), но с более вытянутыми тонкими концами. По литературным данным, створки этого вида имеют большую ширину и меньшее число штрихов в 10 мкм (табл. 2). В нашем материале диапазоны изменчивости длины створки и числа линеол в 10 мкм больше, чем приводится в литературных источниках (табл. 2). Мы отнесли к этому виду створки, изображенные на таблицах III, 4–8; IV, 4. Ближе всего к *N. iserentantii* формы, приведенные на таблицах III, 4 и IV, 4. Остальные (табл. III, 5–8) имеют менее вытянутые концы и очень сходны с *N. slesvicensis* (ср. с табл. III, 1, 2), при этом все представленные на табл. III формы принадлежат к выборке из одного водотока, и вполне возможно, что здесь мы наблюдаем изменчивость только одного вида — *N. slesvicensis*. Интересно отметить тот факт, что в данной выборке *N. iserentantii* наблюдается изменчивость и формы среднего поля — от поперечно расширенного, характерного для этого вида (табл. III, 4, 5, IV, 4), до круглого (табл. III, 6–8). Очень близки к *N. iserentantii* по форме и диапазонам изменчивости количественных признаков *N. kohlmaieri* Lange-Bert. (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 31, figs 1–5) и *N. vaneei* (ср. Lange-Bertalot, 2001: Pl. 31, figs 1–5 и Pl. 48, figs 5–9). В нашем материале обнаружены створки последнего вида (табл. IV, 5), и по нашим данным диапазоны изменчивости длины и ширины створки, числа штрихов в 10 мкм в значительной степени отличаются от литературных (табл. 2).

В этой же выборке из р. Ярая зафиксировали еще один сходный по морфологии с *N. slesvicensis* вид — *N. viridulacalcis*¹ (Lange-Bertalot: 2001, Pl. 36, figs 4–7; табл. 2). Эти два вида различаются формой центрального поля (ср. табл. III, 1; IV, 1 и табл. IV, 6). Кроме типо-

¹ Встречены створки как с хорошо выраженным асимметричным узелком, так и без него, в связи с чем мы не придаем большое таксономическое значение этому признаку.

вого подвида был описан еще один — *N. viridulacalcis* subsp. *neomundana* Lange-Bert. et Rumrich на основе большей ширины и более резко суженных концов створки и без указания диапазонов количественных признаков (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 36, figs 8–9), который позднее был переведен в ранг вида — *N. neomundana* (Lange-Bert. et Rumrich) Lange-Bert., Jarlman et Van de Vijver (Van de Vijver, Lange-Bertalot, 2009) с уточнением размаха длины и ширины створки и числа штрихов и линеол в 10 мкм (табл. 2). Как следует из табл. 2, количественные признаки практически перекрываются с таковыми диагноза *N. viridulacalcis* и нашими данными, а небольшие различия обусловлены межпопуляционной изменчивостью. Что касается формы концов створки у этих очень сходных видов, то здесь не наблюдается резких отличий (ср. Lange-Bertalot, 2001: Pl. 36, figs 4–7 и figs 8, 9). В этой связи, по нашему мнению, нет оснований для выделения у *N. viridulacalcis* новой разновидности и соответственно последующего перевода ее в ранг вида. По нашим данным значения ширины створки имеют большее значение, а число штрихов в 10 мкм значительно меньше, чем указано в литературе (табл. 2), что обусловлено, по нашему мнению, межпопуляционной изменчивостью.

Выводы

Изучение популяций широко известных представителей рода *Navicula* (*N. salinarum*, *N. slesvicensis*) и недавно описанных видов (*N. hanseatica*, *N. frigidicola*, *N. iserentantii*, *N. viridulacalcis* и *N. vaneei*) с помощью сканирующей электронной микроскопии 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.

В группах сходных по форме створки видов (*N. hanseatica* — *N. salinarum* — *N. menisculus*; *N. salinarum* — *N. witkowskii* — *N. frigidicola*; *N. slesvicensis* — *N. iserentantii* — *N. kohlmaerii* — *N. vaneei*; *N. slesvicensis* — *N. viridulacalcis*) имеет место значительное перекрывание диапазонов изменчивости количественных признаков.

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

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-04-00254).

Литература

- Anonymous. 1975. Proposals for a standartization of diatom terminology and diagnoses. *Beih. Nova Hedwigia*. 55: 323–354.
- [Balonov] Балонов И. М. 1975. Подготовка водорослей к электронной микроскопии. *Методика изучения биогеоценозов*. М.: 87–89.
- Davidovich N. A. 2001. Species-specific sizes and size range of sexual reproduction in diatoms. 16th International Diatom symposium, 25 Aug. — 1 Sept. 2000, University of Athens, Greece. *Athens & Aegean Islands Proc.* Athens: 191–196.
- [Genkal] Генкал С. И. 2014. К вопросу о морфологической изменчивости некоторых широко распространенных и редких видов рода *Navicula* (Bacillariophyta). *Новости сист. низш. раст.* 48: 38–49.
- [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, Vekhov] Генкал С. И., Вехов Н. В. 2007. *Диатомовые водоросли водоемов Русской Арктики: архипелаг Новая Земля и остров Вайгач*. М.: 64 с.
- [Genkal, Yarushina] Генкал С. И., Ярушина М. И. 2014. Bacillariophyta водных экосистем арктических тундр западного Ямала (бассейн р. Харасавэйха, Россия). *Альгология*. 24(2): 195–208.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Ruggell: 908 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2/1*. Stuttgart; New York: 876 S.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. *Frustulia. Diatoms of Europe. Vol. 2*. Ruggell: 526 p.
- [Lazukov] Лазуков Г. И. 1975. Геоморфологическое районирование севера Западно-Сибирской равнины. *Природные условия Западной Сибири*. Вып. 5. М.: 20–37.
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Nergui S. 2009. Diatoms in Mongolia. *Iconographia Diatomologica*. 20: 1–684.
- [Opredelitel...] *Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли*. 1951. М.: 619 с.
- Snoeijs P., Vilbaste S. 1994. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 2*. Uppsala: 124 p.
- Van de Vijver B., Lange-Bertalot H. 2009. New and interesting *Navicula* taxa from Western and Northern Europe. *Diatom Res.* 24(2): 415–429.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin A. 2000. Diatom flora of Marine Coasts I. *Iconogr. Diatomol.* 7: 925 p.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Stachura K. 1998. New and confused species in the genus *Navicula* (Bacillariophyceae) and the consequences of restrictive generic circumscription. *Cryptogamie. Algol.* 19(1–2): 83–108.

References

- Anonymous. 1975. Proposals for a standartization of diatom terminology and diagnoses. *Beih. Nova Hedwigia*. 55: 323–354.

- Balonov I. M. 1975. [Preparation of algae for electron microscopy]. *Metodika izucheniya biogeotsenozov* [Methods for the study of biocenoses]. Moscow: 87–89. (In Russ.).
- Davidovich N. A. 2001. Species-specific sizes and size range of sexual reproduction in diatoms. 16th International Diatom symposium, 25 Aug. — 1 Sept. 2000, University of Athens, Greece. *Athens & Aegean Islands Proc.* Athens: 191–196.
- Genkal S. I. 2014. On morphological variability of some widespread and rare species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta). *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 48: 38–49. (In Russ.).
- Genkal S. I., Bondarenko N. A., Shchur L. A. 2011. *Diatomovye vodorosli ozer yuga i severa Vostochnoy Sibiri* [Diatoms of lakes in southern and northern Eastern Siberia]. Rybinsk: 72 p. (In Russ.).
- Genkal S. I., Vekhov N. V. 2007. *Diatomovye vodorosli vodoemov Russkoy Arkiki: arhipelag Novaya Zemlya i ostrov Vaygach* [Diatom algae of waterbodies in the Russian Arctic: Novaya Zemlya Archipelago and Vaigach Island]. Moscow: 64 p. (In Russ.).
- Genkal S. I., Yarushina M. I. 2014. Bacillariophyta in aquatic ecosystems of arctic tundras of western Yamal (Kharasaveiyakha River basin, Russia). *Algologia*. 24(2): 195–208. (In Russ.).
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Ruggell: 908 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2/1*. Stuttgart; New York: 876 S.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. *Frustulia. Diatoms of Europe. Vol. 2*. Ruggell: 526 p.
- Lazukov G. I. 1975. Geomorphological mapping of the north of the West Siberian Plane. *Prirodnye usloviya Zapadnoy Sibiri. Vyp. 5* [Natural conditions of Western Siberia. Iss. 5]. Moscow: 20–37. (In Russ.).
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Nergui S. 2009. Diatoms in Mongolia. *Iconogr. Diatomol.* 20: 1–684.
- Opredelitel presnovodnykh vodorosley SSSR. Vyp. 4. Diatomovye vodorosli* [Identification book of freshwater algae of the USSR. Iss. 4. Diatom algae]. 1951. Moscow: 619 p. (In Russ.).
- Snoeijs P., Vilbaste S. 1994. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 2*. Uppsala: 124 p.
- Van de Vijver B., Lange-Bertalot H. 2009. New and interesting *Navicula* taxa from Western and Northern Europe. *Diatom Res.* 24(2): 415–429.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin A. 2000. Diatom flora of Marine Coasts I. *Iconogr. Diatomol.* 7: 925 p.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Stachura K. 1998. New and confused species in the genus *Navicula* (Bacillariophyceae) and the consequences of restrictive generic circumscription. *Cryptogamie. Algol.* 19(1–2): 83–108.

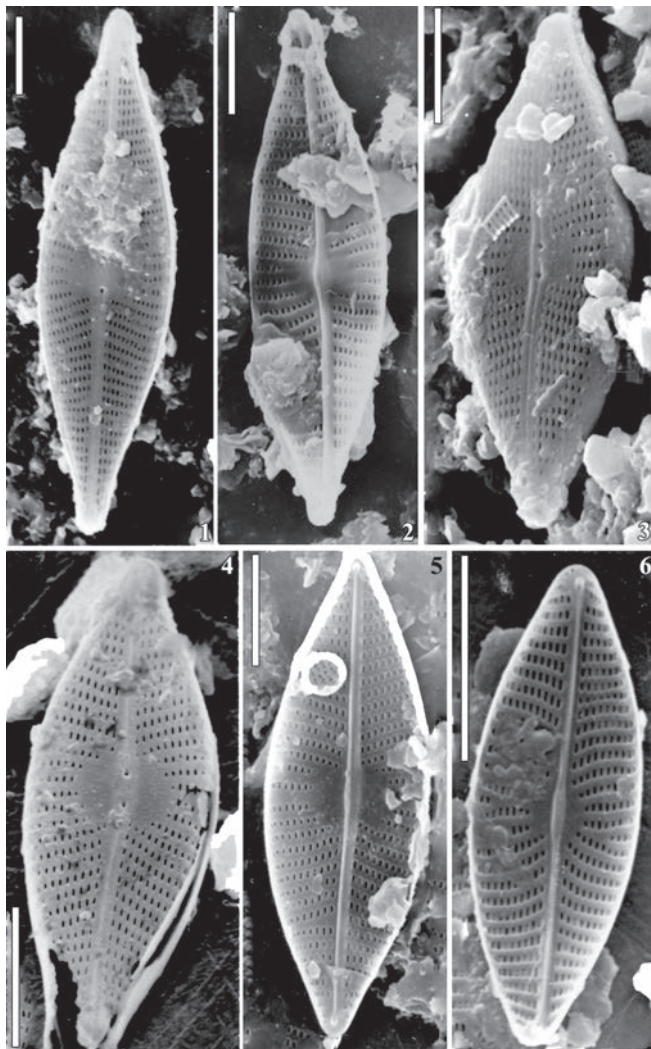


Таблица I. *Navicula hanseatica* (1–5), *N. salinarum* (6).

1, 3, 4 — створка с наружной поверхности; 2, 5, 6 — створка с внутренней поверхности. 1, 5, 6 — р. Хурейхотарка; 2 — безымянный ручей в устье р. Яраяха; 3 — водоем «Верхний»; 4 — безымянный ручей, вытекающий из озера у «Компрессорной станции». СЭМ. Масштабная линейка: 10 мкм.

1, 3, 4 — external view of valve; 2, 5, 6 — internal view of valve. 1, 5, 6 — Khureykhotarka River; 2 — a nameless brook in the Yarayakha River mouth; 3 — «Upper» waterbody; 4 — a nameless brook flowing out of the lake at «Compressor Station». SEM. Scale bar: 10 μ m.

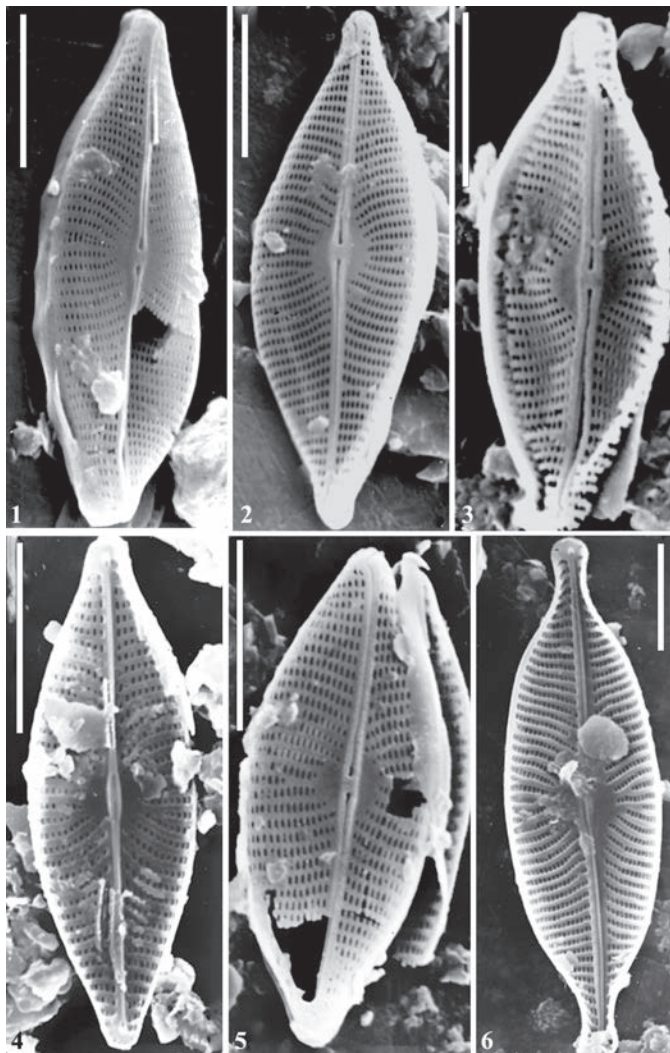


Таблица II. *Navicula salinarum* (1–5), *N. frigidicola* (6).

1–3, 5 — створка с наружной поверхности; 4, 6 — створка с внутренней поверхности. 1 — водоем «Нижний»; 2 — водоем «Верхний»; 3, 5, 6 — р. Хурейхотарка; 4 — р. Яраяха. СЭМ. Масштабная линейка: 10 мкм.

1–3, 5 — external view of valve; 4, 6 — internal view of valve. 1 — «Lower» waterbody; 2 — «Upper» waterbody; 3, 5, 6 — Khureykhotarka River; 4 — Yarayakha River. SEM. Scale bar: 10 μm .

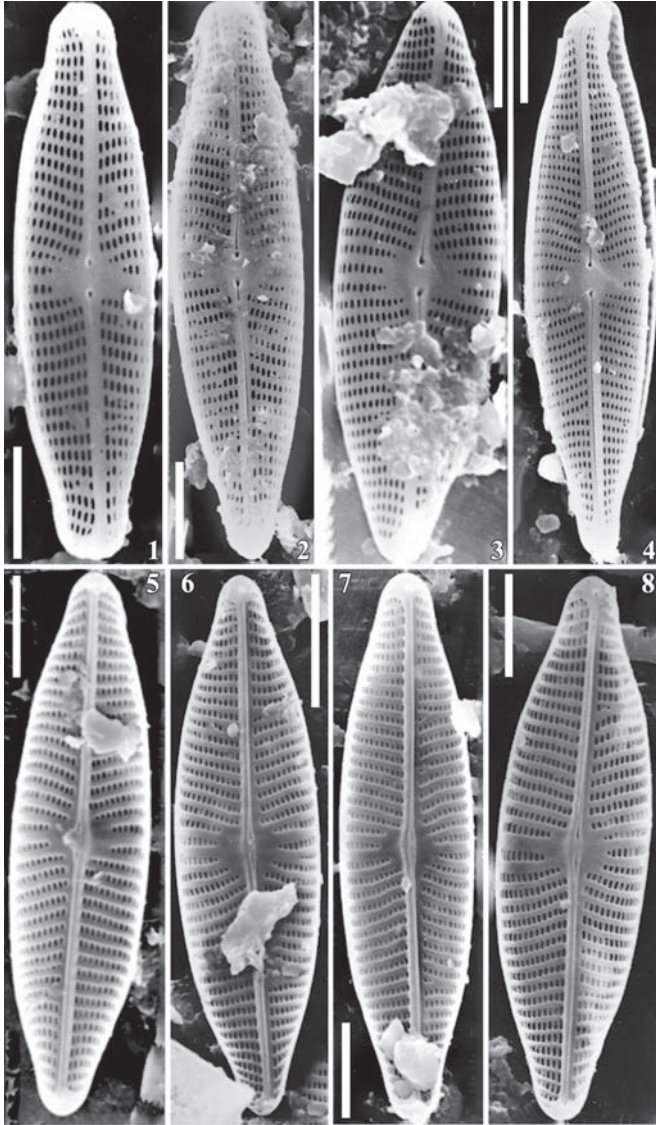


Таблица III. *Navicula slesvicensis* (1–3), *N. iserentantii* (4–8).
1–4 — створка с наружной поверхности; 5–8 — створка с внутренней поверхности. 1–8 — р. Хурейхотарка. СЭМ. Масштабная линейка: 10 мкм.
1–4 — external view of valve; 5–8 — internal view of valve. 1–8 — Khureykhotarka River. SEM. Scale bar: 10 μm .

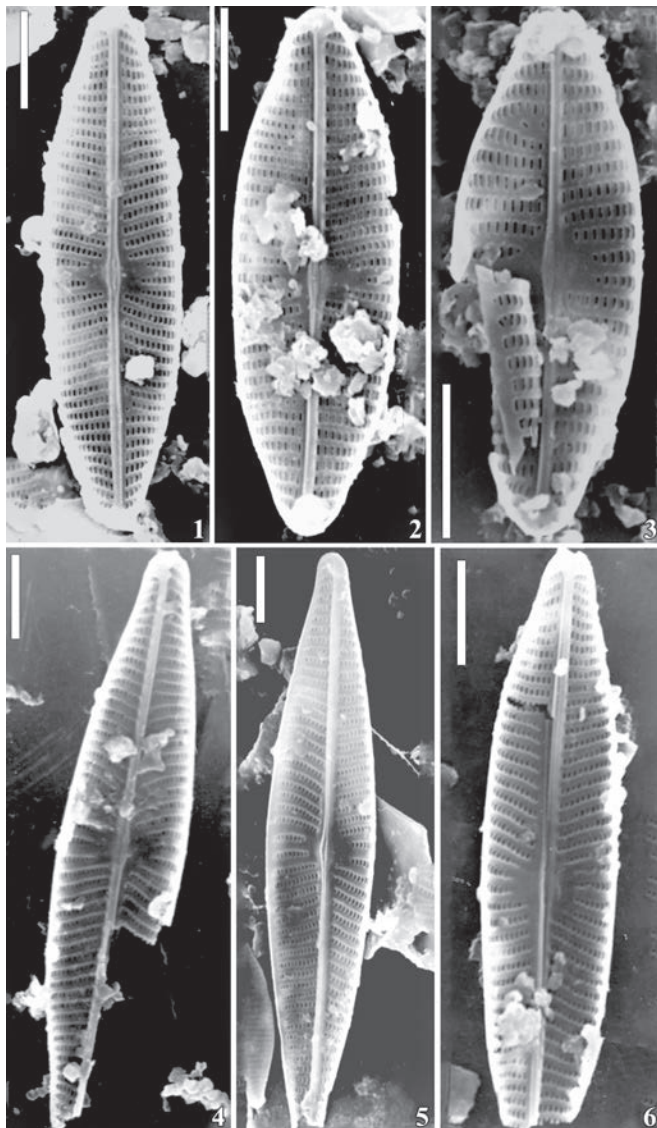


Таблица IV. *Navicula slesvicensis* (1–3), *N. iserentantii* (4), *N. vaneei* (5), *N. viridulacalcis* (6).

1–6 — створка с внутренней поверхности. 1–4 — р. Яряяха; 5, 6 — р. Хурейхотарка. СЭМ. Масштабная линейка: 10 мкм.

1–6 — internal view of valve. 1–4 — Yaryakha River; 5, 6 — Khureykhotarka River. SEM. Scale bar: 10 μm .