

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2017, 27(4): 361–370

doi: 10.15407/alg27.04.361

УДК 582.26:581.4

ГЕНКАЛ С.И.¹, ЯРУШИНА М.И.²

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

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

К ТАКСОНОМИИ, МОРФОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЮ РЕДКОГО ВИДА *NAVICULA SCHMASSMANNII* HUST. (*BACILLARIOPHYTA*)

В фитопланктоне водоемов и водотоков Крайнего Севера Западной Сибири (п-ова Ямал и Тазовский) с помощью сканирующей электронной микроскопии впервые обнаружен редкий вид – *Humidophila schmassmannii*. Изучение его морфологии показало значительную изменчивость основных диагностических признаков вида (длина и ширина створки, число штрихов в 10 мкм, форма створки) и послужило основанием для расширения диагноза *H. schmassmannii*. Выявленные закономерности изменчивости числа штрихов в 10 мкм и соотношения ширина/длина створки известны и у других представителей *Bacillariophyta*.

Ключевые слова: фитопланктон, Крайний Север Западной Сибири, *Bacillariophyta*, морфология, электронная микроскопия, *Humidophila schmassmannii*

Введение

Navicula schmassmannii Hust. описан по образцам из высокогорных альпийских озер Швейцарии (Hustedt, 1943) и относится к редким видам (Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Fallu et al., 2000; Werum, Lange-Bertalot, 2004; Antoniadis et al., 2008). Позднее этот вид перенесли в род *Naviculadicta* Lange-Bert. – *N. schmassmannii* (Hust.) M. Werum & Lange-Bert. (Werum, Lange-Bertalot, 2004), а недавно его перевели в род *Humidophila* – *Humidophila schmassmannii* (Hust.) Buczkó et Woital (Buczkó et al., 2015). В водоемах и водотоках России известны его находки на Европейском Северо-Востоке и Дальнем Востоке (Лосева и др., 2004; Генкал, Харитонов, 2010, Харитонов, Генкал, 2012; Генкал и др., 2015). Для определения морфологической изменчивости *N. schmassmannii* было изучено большое количество проб из глубокого ультраолиготрофного оз. Эльгыгытгын (Генкал, Харитонов, 2010). В результате этих исследований выявлено несколько морфотипов и расширено диагноз вида.

© Генкал С.И., Ярушина М.И., 2017

Позднее другие ученые также провели исследования морфологической изменчивости этого вида из голоценовых осадков небольшого оз. Брэзи (Brazi) ледникового происхождения, расположенного в высокогорном массиве Ретезет (Южные Карпаты), и уточнили его диагноз (Buczko et al., 2015). *Navicula schmassmannii* отнесен к североальпийским видам, предпочитающим олиготрофные, слабоминерализованные водоемы (Харитонов, Генкал, 2012; Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Fallu et al., 2000; Werum, Lange-Bertalot, 2004; Antoniadis et al., 2008).

Цель данной работы – на основе изучения новых образцов уточнить морфологическую изменчивость *Humidophila schmassmannii* и распространение этого вида в России.

Материалы и методы

Материалом для наших исследований послужили пробы фитопланктона из водных экосистем Крайнего Севера Западной Сибири (п-ва Ямал и Тазовский), собранные в течение 2004–2006 гг. (табл. 1). Створки диатомей освобождали от органического вещества методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Приготовленные препараты исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-25S.

Таблица 1

Некоторые морфометрические и гидрологические характеристики изученных водотоков

Дата	Название водоема	Координаты	Параметры: (длина, ширина, глубина), км, м	Температура воды, °С	Прозрачность, м
п-ов Ямал, бассейн р. Мордыяхи					
07.08.2005	Протока б/н между двух озер, расположенных на левом берегу р. Ханголовахи	N 70°21'37" E 68°31'17"	дл. 1 км, шир. 5–7 м, гл. 1,5 м	12	0,5
п-ов Тазовский					
01.09. 2006	р. Собетьяха, лев. приток р. Пойловыха	N 68°05'68" E 75°38'48"	дл. 58 км, шир. 6–9 м, гл. 2 м	11	1,9
06.07.2004	р. Нёлико-пойловыха перед слиянием с р. Нгарка-пойловыха	N 67°56'52" E 76°05'01"	дл. 89 км, шир. 6,5 м, гл. 1,5 м	9	1,2

06.07.2004	Протока р. Монгоюрибей в р-не трубы	N 67°51'21" E 77°11'27"	дл. 2 км, шир. 15–20 м, гл. 2 м	10	1,0
02.09.2006	р. Елигояха, верховье	N 68°03'452" E 76°04'666"	дл. 19 км, шир. 3 м, гл. 1,5 м	7	1,0

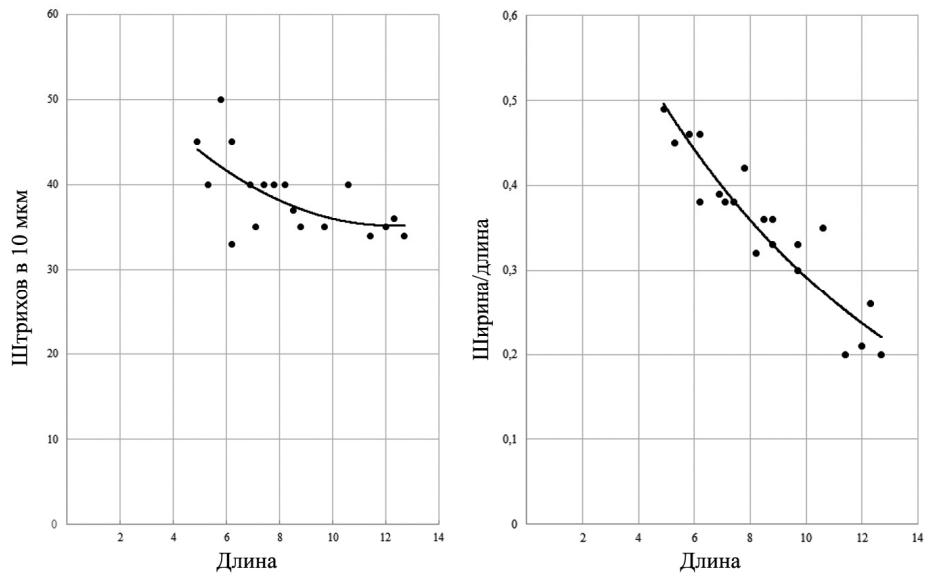
Результаты и обсуждение

В исследованных пробах диапазоны изменчивости количественных диагностических признаков *N. schmassmannii* не отличались от приведенных в литературе (табл. 2). Наибольшая вариабельность количественных признаков отмечена в р. Собетьяха. Очертания створки изменялись в значительной степени (табл. I, II). Согласно описаниям, форма створки варьирует от эллиптической до линейно-эллиптической с головчатыми резко отшнурованными концами (Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Buczkó et al., 2015). Створки похожей формы приводят также другие исследователи (Antoniades et al., 2008). В наших образцах створки с такой формой отсутствовали, но наблюдали линейно-эллиптические и эллиптические формы с вытянутыми концами без ясно выраженной головчатости (табл. I), эллиптические (табл. II, 1–5) и тератологические эллиптической формы с одним зауженным концом (табл. II, 6, 7).

Иллюстрации створок *N. schmassmannii* эллиптической формы с вытянутыми концами без ясно выраженной головчатости приводят Werum, Lange-Bertalot (2004). В оз. Брэзи встречались створки, имеющие форму из типового материала и эллиптическую с вытянутыми концами без ясно выраженной головчатости (Buczkó et al., 2015). Наибольшая изменчивость формы створки, включая наличие типовой, отмечена в оз. Эльгыгытгын. Предложено выделять три ее типа (Генкал, Харитонов, 2010). В этом озере и водоемах его бассейна было отобрано 8 образцов. Исследователи наблюдали в них разный состав этих морфотипов (Генкал, Харитонов, 2010). Была выявлена определенная закономерность — с уменьшением длины створки увеличивается отношение ширина/длина створки и именно такие створки небольшой длины имеют эллиптическую форму (Генкал, Харитонов, 2010).

В наших образцах мы наблюдали аналогичную закономерность (см. рисунок). Согласно диагнозу, осевое поле узкое, среднее поле варьирует от ланцетно-вытянутого до резко расширенного (Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Buczkó et al., 2015). Аналогичная изменчивость формы среднего поля отмечена в наших пробах (табл. I, II) и образцах из оз. Брэзи (Buczkó et al., 2015). В оз. Эльгыгытгын наблюдали створки с почти отсутствующим средним полем (Генкал, Харитонов, 2010). Штрихи представляют собой простые щелевидные альвеолы, но в наших образцах они иногда разделены узкими перемычками (табл. I, I, 3). Обычно штрихи расположены параллельно в средней части створки и радиально ближе к ее концам, реже — параллельно на всей створке

(Werum, Lange-Bertalot, 2004; Генкал, Харитонов, 2010; Buczkó et al., 2015). Мы отмечаем это и в наших образцах (табл. I, II). При этом наблюдали определенную закономерность – с увеличением длины створки уменьшалось число штрихов в 10 мкм (см. рисунок).



Зависимость между длиной створки и числом штрихов в 10 мкм (а) и отношением ширина/длина створки (б)

Таблица 2

Изменчивость морфологических признаков *Humidophila schmassmannii*

Длина створки, мкм	Ширина створки, мкм	Число штрихов в 10 мкм	Литературные данные
6–10	2,5–3,0	30	Krammer, Lange-Bertalot, 1986*
11–13	3–4	20–24	Antoniades et al., 2008*
3,1–13,6	2–4,5	20–50	Генкал, Харитонов, 2010*
5,7–13,6	2,9–4,0	23–50	Генкал и др., 2015**
4,6–13,4	2,1–3,8	36–46	Buczko et al., 2015; оз. Брэзи
8,8–10,4	2,6–3,2		Buczkó et al., 2015; типовой материал
Наши данные			
6,2–8,8	2,4–2,9	33–35	Протока б/н между двух озер
6,2–10,6	2,9–3,7	37–45	р. Елигояха
4,9–12,3	2,3–3,2	34–45	р. Собетьяха

* Приводится как *Navicula schmassmannii*, ** – как *Naviculadicta schmassmannii*.

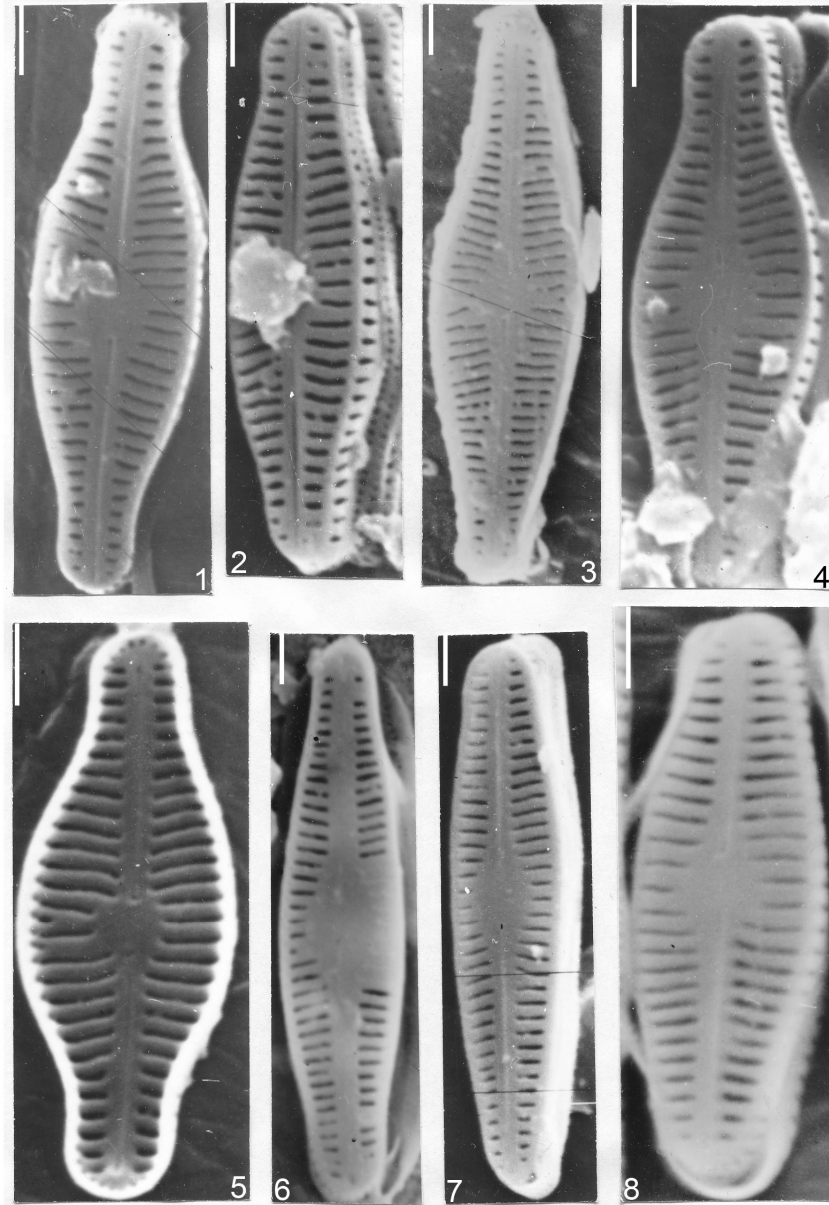


Табл. I. Электронные микрофотографии створок *Humidophila schmassmannii* (СЭМ). Створки с наружной (1-4, 6-8) и внутренней (5) поверхности. Масштаб 1 мкм

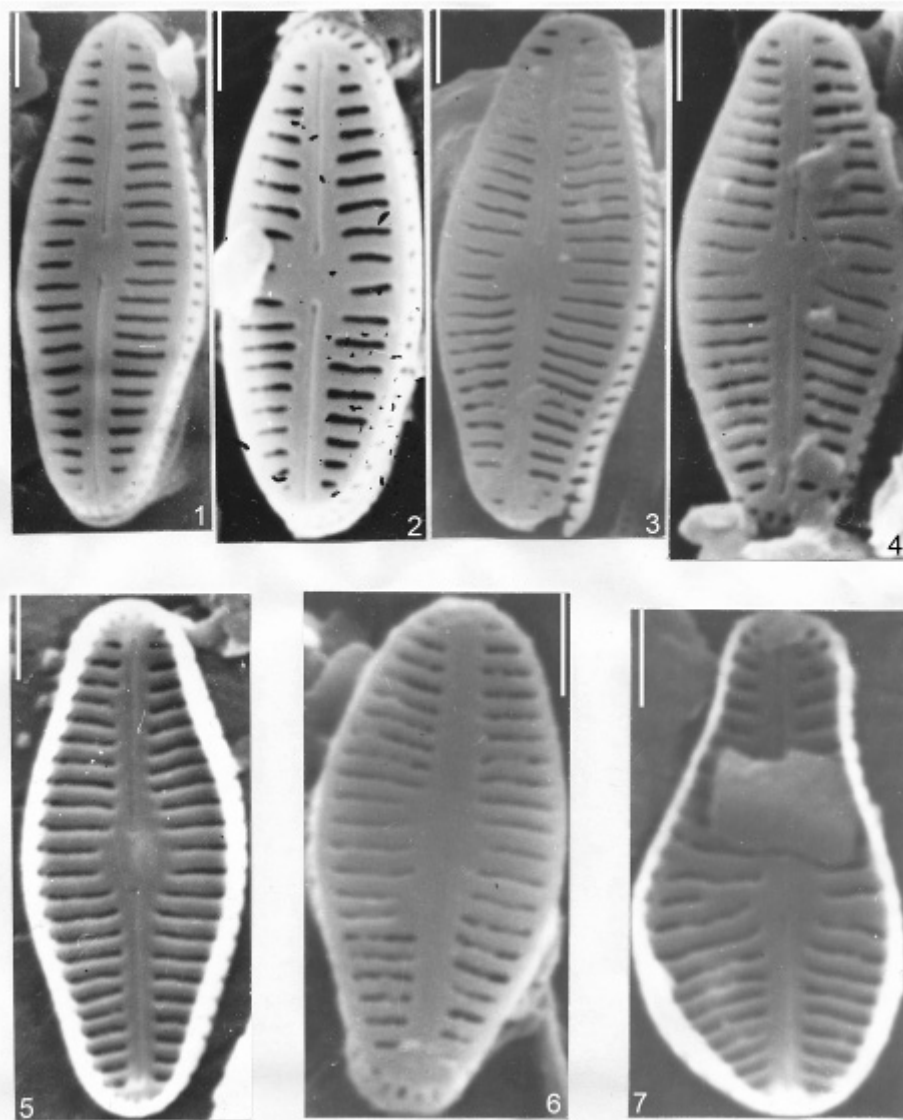


Табл. II. Электронные микрофотографии створок *Humidophila schmassmannii* (СЭМ). Створки с наружной (1-4, 6) и внутренней (5, 7) поверхности. Масштаб 1 мкм

Такая же закономерность наблюдалась у представителей классов *Centrophyceae* и *Pennatophyceae*. Это связано с обменом клеток в окружающей среде (Генкал, 1983, 1984; Генкал и др., 2007).

Предыдущие исследования на Крайней Севере не выявили *Humidophila schmassmannii* в водоемах и водотоках этого региона (Генкал, Вехов, 2007; Lange-Bertalot, Genkal, 1999; Genkal, Yarushina, 2014a, b, 2016). Наши находки являются первыми.

Наши настоящие и предыдущие исследования (Харитонов, Генкал, 2012; Генкал и др., 2015), показали значительную морфологическую изменчивость основных диагностических признаков *H. schmassmannii* по сравнению с литературными данными (табл. 2), что дает нам основания для расширения диагноза.

Humidophila schmassmannii (Hust.) Buczkó et Wojtal emend. Genkal.

Basionym: *H. schmassmannii* (Hust.) Buczkó et Wojtal (Buczkó et al., 2015: 46 (1). p. 31, Figs 1–37).

Диагноз. Створки эллиптические и линейно-эллиптические с головчатыми, резко отшнурованными концами или вытянутыми клювовидными концами, либо эллиптические, 3,1–13,6 мкм длины, 2–4,5 мкм ширины. Лицевая часть створки отделена от загиба створки гиалиновой областью. Шов нитевидный с удаленными центральными порами. С внутренней поверхности концы шва заканчиваются небольшими геликтогоссами. Среднее поле варьирует от ланцетно-вытянутого до резко расширенного, иногда оно ассиметричное, редко такое расширение отсутствует. Штрихи параллельные или слегка радиальные, состоят из щелевидных альвеол, 20–50 в 10 мкм. На загибе створки расположены короткие штрихи, их число совпадает с таковым на лицевой части створки. Имеются неперфорированные вставочные ободки.

Распространение: Европа, Крайний Север Западной Сибири, Дальний Восток, Канада.

Северо-альпийский вид, в олиготрофных слабоминерализованных водоемах.

Выводы

В фитопланктоне водоемов и водотоков бассейна полуостровов Ямал и Тазовский впервые отмечена находка редкого вида *Humidophila schmassmannii*, который имеет широкую морфологическую вариабельность количественных признаков (длина и ширина створки, число штрихов в 10 мкм) и формы створки. Такие выявленные закономерности изменчивости ряда признаков отмечаются и у других представителей *Bacillariophyta*. Наши исследования и данные, имеющиеся в литературе, позволили расширить диагноз *Humidophila schmassmannii* и уточнить его ареал.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии. В кн.: *Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов*. М.: Наука, 1975. С. 87–89.
- Генкал С.И. Закономерности изменчивости основных структурных элементов панциря у диатомовых водорослей рода *Cyclotella* Kütz. *Биол. внутр. вод.* 1983. 61: 14–16.
- Генкал С.И. О морфологической изменчивости основных элементов створки у видов рода *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). *Бот. журн.* 1984. 69(3): 403–408.
- 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., Куликовский М.С., Стенина А.С. Изменчивость основных структурных элементов створки некоторых видов рода *Navicula* (*Bacillariophyta*). *Биол. внутр. вод.* 2007. 2: 20–25.
- Генкал С.И., Харитонов В.Г. О морфологической изменчивости *Navicula schmassmannii* Hustedt (*Bacillariophyta*). *Новости системат. низш. раст.* 2010. 44: 32–38.
- Генкал С.И., Чекрыжева Т.А., Комулайнен С.Ф. Диатомовые водоросли водоемов и водотоков Карелии. М.: Науч. мир, 2015. 202 с.
- Лосева Э.И., Стенина А.С., Марченко-Вагапова Т.И. *Кадастр ископаемых и современных диатомовых водорослей Европейского Северо-Востока*. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 160 с.
- Харитонов В.Г., Генкал С.И. *Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка)*. Магадан, 2012. 402 с.
- Antoniades D., Hamilton P.B., Douglas M.S.V., Smol J.P. Diatoms of North America: The freshwater flora of Prince Patrick, Ellef Ringnes and northern Ellesmere Islands from the Canadian Arctic Archipelago. *Iconograph. Diatomol.* 2008. 17: 1–694.
- Buczko K., Wojtal A.Z., Beszteri B., Magyari E.K. Morphology and distribution of *Navicula schmassmannii* and its transfer to genus *Humidophila*. *Stud. Bot. Hung.* 2015. 46(1): 25–41.
- Fallu M.A., Allaire N., Pienitz R. *Freshwater diatom from northern Quebec and Labrador (Canada). Species-environment relationships in lake of boreal forest, forest-tundra and tundra region*. Berlin; Stuttgart: Cramer, 2000. 200 p. (*Biblioth. Diatomol.* Bd 45).
- Genkal S.I., Yarushina M.I. A study of *Bacillariophyta* flora in water bodies and water courses of the Messoyakha River (Gydansky Peninsula). *Contemp. Probl. Ecol.* 2014. 7(5): 551–557.
- Genkal S.I., Yarushina M.I. *Bacillariophyta* in aquatic ecosystems of Arctic Tundra of Western Yamal (Kharasaveiyakha River Basin, Russia). *Int. J. Algae.* 2014. 16(3): 237–249.
- Genkal S.I., Yarushina M.I. Materials on the flora of *Bacillariophyta* in aquatic ecosystems of the Yaraykha River basin (Yamal Peninsula). *Contemp. Probl. Ecol.* 2016. 9(3): 306–317.
- Hustedt F. Die Diatomeenflora einiger Hochgebirgsseen der Landschaft Davos in den schweizer Alpen. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol. und Hydrograph.* 1943. 43: 124–197, 225–280.

- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: *Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986. Bd 2/1. 876 S.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. Diatoms from Siberia I. *Iconograph. Diatomol.* 1999. 6: 7–265.
- Werum M., Lange-Bertalot H. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impact. *Iconograph. Diatomol.* 2004. 13: 3–417.

Поступила 26 декабря 2016 г.
Подписал в печать С.Ф. Комулайнен

REFERENCES

- Antoniades D., Hamilton P.B., Douglas M.S.V., Smol J.P. *Iconograph. Diatomol.* 2008. 17: 1–694.
- Balonov I.M. *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* [Technique of studying of biogeocenoses of internal reservoirs]. Moscow: Nauka Press, 1975. P. 87–89.
- Buczko K., Wojtal A.Z., Beszteri B., Magyari E.K. *Stud. Bot. Hung.* 2015. 46(1): 25–41.
- Fallu M.A., Allaire N., Pienitz R. *Freshwater diatom from northern Quebec and Labrador (Canada). Species-environment relationships in lake of boreal forest, forest-tundra and tundra region*. Berlin; Stuttgart: Cramer, 2000. 200 p. (Bibliot. Diatomol. Bd. 45).
- Genkal S.I. *Biol. Vnutr. Vod.* 1983. 61: 14–16.
- Genkal S.I. *Bot. J.* 1984. 69(3): 403–408.
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A., Komulainen C.F. *Diatomovye vodorosli vodoemov i vodotokov Karelii* [Diatom algae in waterbodies and watercourses of Karelia]. Moscow: Sci. World, 2015. 202 p.
- Genkal S.I., Kharitonov V.G. *Nov. Sistemat. Nizsh. Rast.* 2010. 44: 32–38.
- Genkal S.I., Kulikovskiy M.C., Stenina A.C. *Biol. Vnutr. Vod.* 2007. 2: 20–25.
- Genkal S.I., Vekhov N.V. *Diatomovye vodorosli vodoemov Russkoy Arktiki: arhipelag Novaya Zemlya i ostrov Vaygach* [Diatom algae of water bodies in the Russian Arctic, Novaya Zemlya Archipelago and Vaigach island]. Moscow: Nauka Press, 2007. 64 p.
- Genkal S.I., Yarushina M.I. *Contemp. Probl. Ecol.* 2014. 7(5): 551–557.
- Genkal S.I., Yarushina M.I. *Int. J. on Algae.* 2014. 16(3): 237–249.
- Genkal S.I., Yarushina M.I. *Contemp. Probl. Ecol.* 2016. 9(3): 306–317.
- Hustedt F. *Inter. Rev. Ges. Hydrobiol. und Hydrograph.* 1943. 43: 124–197, 225–280
- Kharitonov V.G., Genkal S.I. *Diatomovye vodorosli ozera Elgygytgyn i ego okrestnostei (Chukotka)* [Diatoms of the Elgygytgyn Lake and its Vicinities (Chukotka)]. Magadan, 2012. 402 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986. Bd 2/1. 876 S.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. *Iconograph. Diatomol.* 1999. 6: 7–265.
- Loseva E.I., Stenina A.C., Marchenko-Vagapova T.I. *Kadastr iskopaemykh i sovremennykh diatomovykh vodorosley Evropeyskogo Severo-Vostoka* [Cadastre of the fossil and recent diatoms from Northeastern Europe]. Syktyvkar: Geoprint Press, 2004. 160 p.
- Werum M., Lange-Bertalot H. *Iconograph. Diatomol.* 2004. 13: 3–417.

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2017, 27(4): 361–370

doi: 10.15407/alg27.04.361

Genkal S.I.¹, Yarushina M.I.²

¹Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS,
Settl. Borok, Nekouz District, 152742 Yaroslavl Region, Russia

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

TAXONOMY, MORPHOLOGY AND DISTRIBUTION OF A RARE SPECIES
NAVICULA SCHMASSMANNII HUST. (*BACILLARIOPHYTA*)

As a result of SEM study, a rare species, *Humidophila schmassmannii* has been discovered for the first time in phytoplankton of waterbodies and water courses in the far north of Western Siberia (the Yamal and Tuzovsky peninsulas). The study of this species morphology has shown a considerable variability of its main diagnostic characteristics (valve length and width, number of striae in 10 µm, valve shape) and justified extension of *H. schmassmannii* diagnosis. The revealed patterns of variability of the number of striae in 10 µm and valve width-to-length ration are known in other representatives of *Bacillariophyta*.

Key words: phytoplankton, far north of Western Siberia, *Bacillariophyta*, morphology, electron microscopy, *Humidophila schmassmannii*