

О МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛИ *KARAYEVIA SUCHLANDTII* (BACILLARIOPHYTA)

С. И. Генкал^{1,*}, С. Ф. Комулайнен²

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, e-mail: *genkal47@mail.ru

² Институт биологии Карельского научного центра РАН,
185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

Поступила в редакцию 20.12.2023

С помощью сканирующей электронной микроскопии проведено изучение морфологических особенностей панциря диатомовой водоросли *Karayevia suchlandtii*. Использован материал из притоков р. Свирь (бассейн Ладожского озера): Ивина, Янега, Усланка, Важинка, Оять, Паша. Исследованы количественные (длина и ширина створки, число штрихов в 10 мкм) и качественные (форма створки и осевого поля, расположение штрихов) признаки. В изученных популяциях *K. suchlandtii* минимальные значения размеров створки отличались от первоописания и литературных данных в меньшую сторону, что позволило расширить диагноз вида.

Ключевые слова: *Karayevia suchlandtii*, фитобентос, диатомовые водоросли, морфология, электронная микроскопия, притоки р. Свирь, бассейн Ладожского озера.

DOI: 10.47021/0320-3557-2024-24-28

ВВЕДЕНИЕ

Achnanthes suchlandtii Hustedt описан в начале 20-го столетия [Hustedt, 1933] и по данным автора длина створки варьировала от 8 до 11 мкм, ширина – от 3.5 до 4.5 мкм, число штрихов – 22 в 10 мкм. В одной из первых отечественных систематических сводок по диатомовым водорослям *A. suchlandtii* относится к очень редким альпийским видам и на территории СССР был отмечен в Телецком озере [Определитель..., 1951 (Opredelitel'..., 1951)]. По данным этого источника количественные признаки вида соответствовали первоописанию. Позднее этот вид перевели в другой род – *Karayevia suchlandtii* (Hustedt) [Bukhtiyarova, 1999]. В последующие годы он был зафиксирован в водоемах и водотоках

Центральной части [Чудаев, Гололобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016)] и Северо-Запада России [Генкал, Трифонова, 2009; Генкал и др., 2015 (Genkal, Trifonova, 2009; Genkal et al., 2015)], Западной и Восточной Сибири [Генкал и др., 2011; Генкал, Ярушина, 2018 (Genkal et al., 2011; Genkal, Yarushina, 2018)], Дальнем Востоке [Харитонов, 2014; Genkal, Lepskaya, 2023 (Kharitonov, 2014)]. Перечисленные публикации позволили уточнить не только распространение этого вида, но и диапазоны изменчивости количественных признаков. В современном определителе по Bacillariophyta России *K. suchlandtii* относится уже к широко распространенным видам [Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом послужили пробы фитоперифитона из трех правых (Ивина, Усланка, Важинка) и трех левых (Янега, Оять, Паша) притоков р. Свирь (бассейн Ладожского озера) (табл. 1). Свирь – это река-протока, соединяющую Онежское и Ладожское озера. Река вытекает из Свирской бухты Онежского озера (61°00'32" с.ш. 35 29'30" в.д.) и впадает в Свирскую губу Ладожского озера (60 30'33" с.ш. 32 47'55" в.д.). Длина реки 224 км., а ширина изменяется от 100 м до 10–12 км. Большая часть бассейна Свири принадлежит бассейну Онежского озера (74%) и расположена в пределах Карелии остальная – частному водосбору реки. Частный бассейн реки асимметричен и левые притоки доминируют над правыми. Он беден озерами, только в бассейне реки Усланки озерность приближается к 10%. В тоже время

в питании рек постоянно принимают участие болотные воды. Поэтому значения pH характерны для слабокислых и нейтральных вод и только в реках Оять и Паша отмечено ее незначительное подщелачивание.

Воды правых притоков Свири по минерализации относятся к ультрапресным (<100 мг/л), а левые маломинерализованным (100–200 мг/л). Отмечено низкое содержание азота и фосфора, что характеризует исследованные реки как олиготрофные.

Освобождение створок диатомей от органического вещества проводили методом холодного сжигания [Балонов, 1975 (Balonov, 1975)]. Суспензию очищенных створок наносили на столик и высушивали при комнатной температуре, напыление проводили золотом в ионной напылительной установке Eiko IB 3.

Таблица 1. Основные морфометрические, гидрологические и гидрохимические характеристики исследованных рек**Table 1.** Main morphometric, hydrological and hydrochemical characteristics of the studied rivers

Водоток Watercourse	Паша Pasha	Оять Oyatj	Янега Yanega	Усланка Uslanka	Важинка Vazhinka	Ивина Ivina
Длина, км / Length, km	266	242	33	13	123	82
Расход воды, м ³ с ⁻¹ Discharge m ³ s ⁻¹	5220	285	263	2.2	32.5	29
Площадь водосбора км ² Catchment area, km ²	6650	5220	285	263	2292	2672
Минерализация, мг л ⁻¹ Mineralization, mg L ⁻¹	178	209	203	86	70	65
pH	7.6	7.7	6.9	7.3	6.9	6.8
Цветность Colour (°Pt-Co)	90	30	23	120	110	98
P _{общ} мкгР, л ⁻¹ Total P, µg L ⁻¹	43	33	49	60	63	65
N _{общ} , мг/л ⁻¹ Total N, mg L ⁻¹	0.33	0.49	0.12	1.33	1.6	1.21

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованном материале створки имели преимущественно эллиптическую форму (см. рисунок а–h), иногда линейно-эллиптическую (см. рисунок i). В первоописании приводится только эллиптическая форма, однако позднее добавили и линейно-эллиптическую (табл. 2). Шовная створка имеет узколанцетное осевое поле (см. рисунок а–е) и такая форма отмечена в диагнозах этого вида и другими исследователями [Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Куликовский и др., 2016; (Kulikovskiy et al., 2016); Potapova, 2023]. Вместе с тем, некоторые авторы приводят и другую форму – узколинейную [Krammer, Lange-Bertalot, 1991]. Шов прямой, с наружной поверхности проксимальные и дистальные окончания шва слегка расширены (см. рисунок а–b). На бесшовной створке наблюдали такое же узколанцетное осевое поле (см. рисунок d–i). В первоописании указано, что осевая область очень узкая, вокруг центрального узла незаметно расширена [Hustedt, 1933], а некоторые исследователи приводят линейное осевое поле [Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy., 2016); Potapova, 2023]. По данным Krammer, Lange-Bertalot [1991] это поле на бесшовной створке варьирует от линейной до ланцетной. Штрихи на шовной и бесшовной створках в средней части створки параллельные, у концов слабо радиальные (см. рисунок а–с). На бесшовной створке штрихи прерываются гиалиновыми полосками с каждой стороны створки, они слегка расходятся или почти параллельны в центре створки и сходятся к концам (см. ри-

сунк d–i). Длина створки варьировала от 5.3 мкм до 16.3 мкм и минимальное значение отличается от первоописания и литературных данных (табл. 2). Аналогичная ситуация имеет место и с шириной створки, которая изменялась от 3.3 до 5.2 мкм. Число штрихов в 10 мкм составляло 18–20 и отличается от первоописания в меньшую сторону, но при этом совпадает с таковыми других исследователей (табл. 2). Штрихи однорядные или ближе к краю створки двухрядные (см. рисунок e, g, h), что соответствует литературным данным [Potapova, 2023].

Наши и литературные данные показали более широкую морфологическую изменчивость *K. suchlandtii* по сравнению с первоописанием, что позволило расширить диагноз вида.

Karayevia suchlandtii (Hustedt) Bukhtiyarova emend. Genkal et Komulaynen (см. рисунок).

Basionym: *Achnanthes suchlandtii* Hustedt 1933, Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz: 406, fig. 859 B 33–576.

Synonyms: *Achnanthes suchlandtii* Hustedt 1933, Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz: 406, fig. 859 B 33–576; *Achnanthes lewisiana* R.M.Patrick 1945, Farlowia 2(2): 168, pl. 1, fig. 2–3; *Cocconeis utermoehlii* Hustedt 1954, Archiv für Hydrobiologie 48(4): 466, figs 10, 11 (as 'utermöhl'); *Achnanthes suchlandtii* var. *robusta* Hustedt 1959, Veröffentlichungen des Institut für Meeresforschung in Bremenhaven 6: 40, figs 24–25; *Kolbesia suchlandtii* (Hustedt) J.C. Kingston 2000, Diatom Research 15(2): 410.

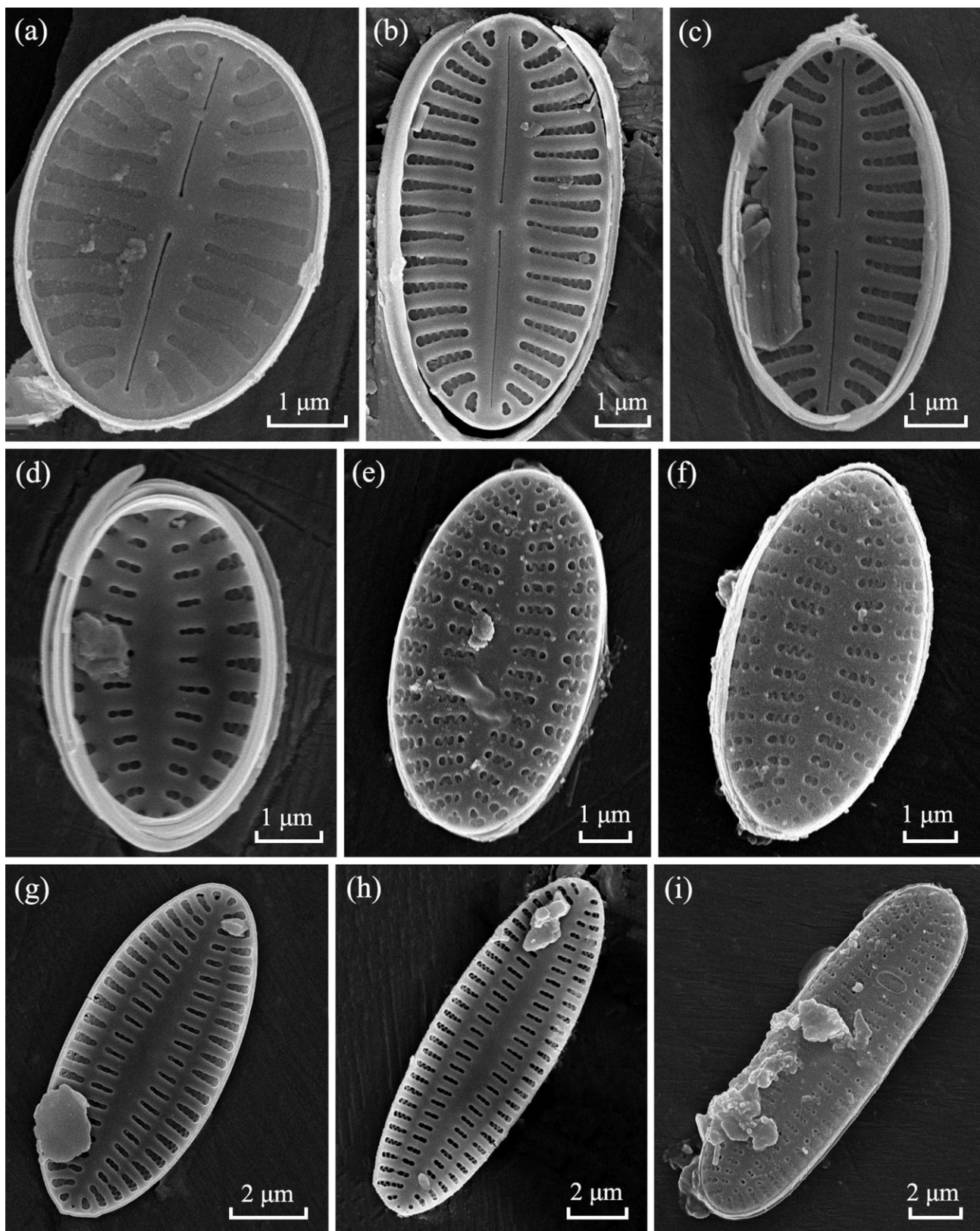


Рисунок. Электронные микрофотографии створок *Karayevia suchlandtii* (СЭМ). а, b, e, f, i – створка с наружной поверхности; c, d, g, h – створка с внутренней поверхности.

Figure. Electronic micrographs of the valves of *Karayevia suchlandtii* (SEM). a, b, e, f, i – external view of the valve; c, d, g, h – internal view of the valve.

Таблица 2. Диапазоны изменчивости количественных морфологических признаков *Karayevia suchlandtii* по литературным данным**Table 2.** Ranges of variability of quantitative morphological features of *Karayevia suchlandtii* according to literature data

Форма створки Valve shape	Длина створки, мкм Length of valve, μm	Ширина створки, мкм Width of valve, μm	Число штрихов в 10 мкм Number of striae in 10 μm	Источник References
Эллиптическая Elliptical	8–11	3.5–4.5	22	Hustedt, 1933
	8–11	3.5–4.5	22	Определитель..., 1951 Opredelitel'..., 1951
Эллиптическая- линейно- эллиптическая Elliptical-linear- elliptical	7–15(19)	3.5–5.5	15–22	Krammer, Lange-Bertalot, 1991
	9–15	4.1–5.9	18–20	Генкал, Трифонова, 2009 (Genkal, Trifonova, 2009)
	7.3	4.2	18	Генкал и др. 2011 (Genkal et al., 2011)
	8.8–20	4.7–7.8	14–16	Генкал и др., 2015 (Genkal et al., 2015)
	7–15.7	4.3–5.6	17–20	Чудаев, Гололобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016)
	7–15	3.5–5	18–20	Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)
	16.4–18.6	5.9–6.4	14–15	Генкал, Ярушина, 2018 (Genkal, Yarusheva, 2018)
	7–15	3.6–5.3	18–20	Potapova, 2023
	7–20	3.5–7.8	14–22	Суммарные данные Summary data

Створки от эллиптических до линейно-эллиптических. Длина 5.3–20 мкм, ширина 3.3–7.8 мкм. Шовная и бесшовные створки имеют узколанцетное или узколинейное осевое поле. Шов прямой, с наружной поверхности проксимальные и дистальные окончания шва слегка расширены. Штрихи на шовной и бесшовной створках в средней части створки

параллельные, у концов слабо радиальные, однорядные или ближе к краю створки двухрядные, 14–22 в 10 мкм. На бесшовной створке штрихи прерываются гиалиновыми полосками с каждой стороны створки, они слегка расходятся или почти параллельны в центре створки и сходятся к концам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследованных популяциях *Karayevia suchlandtii* длина и ширина створки отличаются

от первоописания и литературных данных, что позволило расширить его диагноз.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания по темам № 124032100076-2 и 122031700452-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 87–89.
- Генкал С.И., Бондаренко Н.А., Щур Л.А. Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири. Рыбинск: Рыбинский Дом печати. 2011. 72 с.
- 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. Диатомовые водоросли слабоизученных водных экосистем Крайнего Севера Западной Сибири. М.: Научный мир, 2018. 212 с.
- Куликовский М.С., Глушенко А.Н., Генкал С.И., Кузнецова И.В. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: Филигрань, 2016. 804 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Диатомовые водоросли. 1951. М.: 619 с.
- Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Диатомовые водоросли озера Глубокого (Московская область). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 447 с.
- Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли Колымы. 2014. Магадан: Кордис. 496 с.

- Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine. M.G. Kholodny Institute of Botany, Kyiv, Ukraine. 1999. 133 p.
- Genkal S.I., Lepskaya E.V. Diatoms (Bacillariophyta) of the Tolmachev reservoir (Kamchatka, Russia) // *Botanica Pacifica*. 2023. Vol. 12. Issue 1. P. 133–139. DOI: 10.17581/bp.2023.12101.
- Hustedt F. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete // *Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h. Leipzig. 1933. Vol. 7. Part 2. P. 321–432.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*, in *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer, 1991, vol. 2/4, 437 p.
- Potapova, M. *Karayevia suchlandtii*. In *Diatoms of North America*. 2010. Retrieved January 17, 2024, from https://diatoms.org/species/karayevia_suchlandtii

REFERENCES

- Balonov I.M. Podgotovka vodoroslej k elektronnoj mikroskopii. [Preparation of algae for electron microscopy]. *Metody izucheniya biogeocenozev vnutrennikh vodoemov*. Moscow, Nauka, 1975, pp. 87–89. (In Russian)
- Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine. Inland waters. 1999. Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine. M.G. Kholodny Institute of Botany, Kyiv, Ukraine. 133 p.
- Genkal S.I., Bondarenko N.A., Shchur L.A. Diatoms of Lakes in the South and North of Eastern Siberia. Rybinsk, “Rybinsk Printing House”, 2011. 72 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Chekryzheva S.A., Komulaynen S.F. Diatom algae in waterbodies and watercourses of Karelia. Moscow, Scientific World, 2015. 202 p. (In Russian)
- Chudaev D.A., Gololobova M.A. Diatom algae in Glubokoe Lake (Moscow region). Moscow, Association of Scientific Publications KMK, 2016, 447 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Lepskaya E.V. Diatoms (Bacillariophyta) of the Tolmachev reservoir (Kamchatka, Russia). *Botanica Pacifica*. 2023, vol. 12. issue 1, pp. 133–139. doi:10.17581/bp.2023.12101.
- Genkal S.I., Trifonova I.S. Plankton diatoms of Lake Ladoga and water bodies of its basin]. Rybinsk, “Rybinsk Printing House”, 2009. 72 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Yarushina M.I. Diatom algae of poorly studied aquatic ecosystem in the Far North of Western Siberia. Moscow, Scientific world, 2018. 212 p. (In Russian)
- Hustedt F. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. *Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h. Leipzig. 1933. vol. 7. Pt. 2. pp. 321–432.
- Kharitonov V.G. Diatoms of Kolyma. Magadan: Kordis. 2014. 496 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*, in *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer, 1991, vol. 2/4, 437 p.
- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.N., Genkal S. I. Kuznetsova I.V. Identification book of diatoms from Russia. Yaroslavl, Filigran, 2016. 804 p. (In Russian)
- Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Diatomovye vodorosli [Key to freshwater algae of the USSR. Diatom algae]. Moscow, Soviet Science, 1951, issue. 4. 619 p. (In Russian)
- Potapova M. *Karayevia suchlandtii*. In *Diatoms of North America*. 2010. Retrieved January 17, 2024, from https://diatoms.org/species/karayevia_suchlandtii.

ON THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF THE DIATOM *KARAYEVIA SUCHLANDTII* (BACILLARIOPHYTA)

S. I. Genkal^{1,*}, S. F. Komulaynen²

¹ *Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences
152742 Borok, Russia, e-mail: *genkal@ibiw.ru*

² *Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
185910 Petrozavodsk, Russia*

Received 20.12.2023

This scanning electron microscopy study investigates morphological features of the frustule of the diatom algae *Karayevia suchlandtii*. The study is based on material collected from the Svir River tributaries (Lake Ladoga basin): Ivina, Yanega, Uslanka, Vazhinka, Oyat, Pasha. Quantitative (the valve length and width, the number of striae in 10 µm) and qualitative (the valve shape and the shape of axial areas, the striae arrangement) characteristics are analyzed. In the surveyed populations of *K. suchlandtii*, the minimum values of the valve size are smaller than those given in the original description and the literary, that makes it possible to extend the diagnosis of the species.

Keywords: *Karayevia suchlandtii*, phytobentos, diatoms, morphology, electron microscopy, Svir River tributaries, Lake Ladoga basin