

## **Нові дані до флори *Centrophyceae* (*Bacillariophyta*) Невської губи (Росія)**

**Генкал С.І.<sup>1</sup>, Трифонова І.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Інститут біології внутрішніх вод ім. І.Д. Папаніна РАН,  
сел. Борок, буд. 109, Некоузський р-н, Ярославська обл. 152742, Росія  
[genkal@ibiw.ru](mailto:genkal@ibiw.ru)

<sup>2</sup> Інститут озерознавства РАН,  
вул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург 196185, Росія  
[itrifonova@mail.ru](mailto:itrifonova@mail.ru)

Надійшла до редакції 27.07.2021. Після доопрацювання 30.08.2021. Підписана до друку 02.09.2021.  
Опублікована 22.12.2021

**Реферат.** Досліджували фітопланктон Невської губи за допомогою скануючої електронної мікроскопії та аналізу зображень стулок з іконотеки С.І. Генкала. Отримано нові дані про центричні діатомові водорості Невської губи. Виявлено нові для флори водойми види: *Aulacoseira scalaris* (Grunow) Houk, Klee et Passauer і *Stephanodiscus lacustris* Klee et Houk. Уточнено систематичне положення і поширення 14 видів і різновидностей *Centrophyceae* з родів *Aulacoseira* Thwaites, *Conticribra* K.Stachura-Suchoples & D.M.Williams, *Cyclostephanos* Round, *Ellerbeckia* R.M.Crawford, *Handmannia* M.Peragallo, *Pantocsekiella* K.T.Kiss & Ács, *Stephanodiscus* Ehrenberg і *Thalassiosira* Cleve. У результаті досліджень розширено видовий список класу *Centrophyceae* Невської губи, який на сьогодні налічує 41 вид і різновидність з 17 родів.

**Ключові слова:** *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*, морфологія, скануюча електронна мікроскопія, *Aulacoseira scalaris*, *Stephanodiscus lacustris*, Невська губа, Росія

### **Вступ**

Флора водоростей Невської губи вивчається з початку ХХ ст. (Kiselev, 1924; Kiseleva, 1949; Nikulina, 1987; Lange, 2006). За результатами досліджень з використанням світлового мікроскопа виявлено 165 таксонів водоростей. Серед них 30 представників *Centrophyceae* з 9 родів (*Aulacoseira* Thwaites – 6, *Cyclotella* (F.T.Kützing) A.Brébisson – 6, *Chaeto-*

© Генкал С.І., Трифонова І.С., 2021

*ceras* Ehrenberg – 2, *Coscinidiscus* Ehrenberg – 2, *Melosira* C.A.Agardh – 2, *Rhizosolenia* T.Brightwell – 3, *Skeletonema* Greville – 1, *Stephanodiscus* Ehrenberg – 5, *Thalassiosira* Cleve – 3). Пізніше в результаті електронно-мікроскопічних досліджень виявлено 30 видів *Centrophyceae*, в т.ч. числі 14 нових для флори Невської губи з 5 родів: *Aulacoseira* – 1, *Cyclotella* – 4, *Stephanodiscus* – 6, *Skeletonema* – 1, *Thalassiosira* – 2 (Genkal, Trifonova, 2011). Уточнено систематичне положення ряду центричних діатомей та описані нові таксони (Houk et al., 2010, 2014, 2017; та ін.). На сьогодні необхідно провести ревізію раніше отриманих даних з урахуванням сучасних таксономічних обробок.

Мета даної роботи – на основі повторного вивчення зразків і аналізу зображень стулок з іконотеки С.І. Генкала отримати нові дані про центричні діатомові водорості Невської губи.

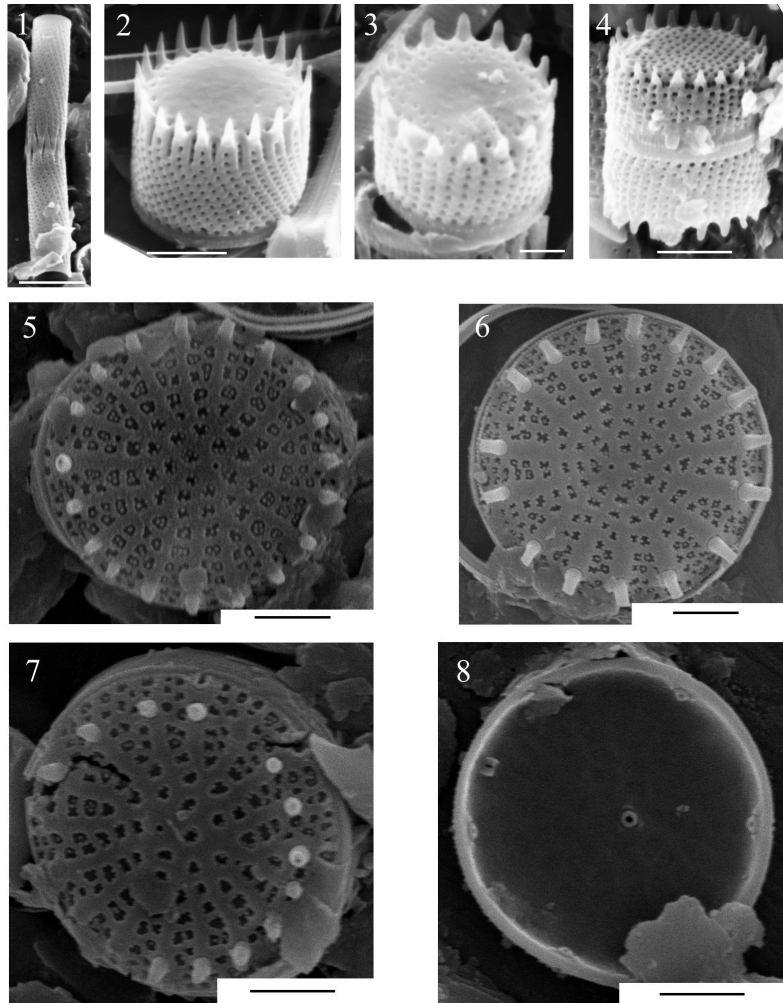
### Матеріали та методи

Матеріалом для даного дослідження слугували проби фітопланктону, зібрані в Невській губі впродовж травня–жовтня 2005 р., а також негативи із зображенням стулок *Bacillariophyta* з іконотеки С.І. Генкала. Звільнення стулок діатомей від органічної речовини проводили методом холодного спалювання (Balonov, 1975). Препарати вивчали в скануючих електронних мікроскопах JSM-25S і JSM6510LV.

### Результати та обговорення

За даними електронної мікроскопії, в Невській губі виявлено 5 видів роду *Aulacoseira*: *A. ambigua*, *A. granulata*, *A. islandica*, *A. subarctica* і *A. tenella* (Genkal, Trifonova, 2011). Denys et al. (2003) описали подібний вид – *A. subborealis*, і ми, поділяючи їхню точку зору, при визначенні представників цього роду до *A. subborealis* відносили форми з невисоким загином стулки, невеликими загостреними або конусовидними з широкою основою або притупленими шипами, поздовжніми спіральними або прямими рядами ареол на загині стулки (Genkal, Kulikovskiy, 2009). Разом з тим була виявлена широка варіабельність і перекривання основних діагностичних ознак *A. subarctica* і *A. subborealis*, а також відсутність гіатусу між цими видами по морфології і екології, що стало підставою для віднесення останнього виду в синоніміку до *A. subarctica* (Genkal, Kulikovskiy, 2009). У Таблиці, 1–4 представлені форми з Невської губи, які раніше відносили до *A. subarctica*. У монографії по центричним діатомовим водоростям на СЕМ ілюстраціях *A. subborealis* видно дуже короткі шипи (Houk et al., 2017, Plate 141, Figs 13–18) порівняно з такими на мікрофотографіях іншого автора (Denys et al., 2003, Figs 16, 18–22, 24). Тому ми, орієнтуючись на публікацію Houk et al. (2017), не змогли ідентифікувати наші деякі низькопанцирні форми (Таблиця, 3, 4), як

наприклад *A. subborealis*. Водночас були опубліковані результати досліджень подібних за морфологією видів, у т.ч. числі *A. scalaris*; ми ці форми віднесли до останнього (Таблиця, 3, 4).



Таблиця. Форми центричних діатомових водоростей Невської губи: 1, 2 – *Aulacoseira subarctica*; 3, 4 – *A. scalaris*; 5–8 – *Stephanodiscus lacustris*. 1–7 – стулки з зовнішньої поверхні, 8 – з внутрішньої. Масштаб: 1 – 10 мкм; 2, 4 – 5 мкм; 5–8 – 1 мкм

Згідно до діагнозу, на стулках є короткі конічні розділові або короткі закруглені зверху з'єднувальні шипи, ареоли на загині стулки розташовані в прямих рядах, на лицьовій частині стулки – хаотично, в центрі іноді відсутні (Houk, Klee, 2007; Houk et al., 2007, 2017). За кількісними ознаками (діаметр стулки 8,6–14,3 мкм, висота загину стулки 4,3–5,7 мкм, число рядів ареол 12–16 в 10 мкм, число ареол в ряду 20–25 в 10 мкм)

*A. scalaris* з Невської губи відповідає опису Houk et al. (2017). Винятком є число рядів ареол в 10 мкм. За діагнозом число рядів ареол становить 18 в 10 мкм і відмінності обумовлені, на нашу думку, міжпопуляційною мінливістю, яка спостерігається серед представників цього роду (Genkal, Trifonova, 2020). Якісні ознаки (розташування ареол на лицьовій частині стулки і її загин, форма шипів) також відповідають діагнозу *A. scalaris* (Таблиця, 3, 4; Houk et al., 2017). Певну плутанину вносять дані Houk et al. (2017). Зокрема, ілюстрації до *A. subborealis* в їхній статті (Plate 141, Figs 13, 15–17) наведені в роботі Houk, Klee (2007, Tab. LXVII, Figs 10, 11, LXVIII, Figs 1, 3) до опису *A. pusilla* (F.Meister) Tuji et Houk, але в першоописі останнього фігурують інші СЕМ мікрофотографії (Tuji, Houki, 2004, Figs 101–105).

За даними електронної мікроскопії, в Невській губі виявлено 9 видів роду *Stephanodiscus*: *S. alpinus*, *S. delicatus*, *S. hantzschii*, *S. invisitatus*, *S. makarovaе*, *S. minutulus*, *S. neoastraea*, *S. triporus* Genkal et Kuzmin, *S. volgensis* (Genkal, Trifonova, 2011). *Stephanodiscus triporus* був досліджений за допомогою світлової і трансмісійної електронної мікроскопії й основною діагностичною ознакою його була наявність центрального виросту з трьома опорами (Genkal, Kuzmin, 1978). Пізніше за результатами вивчення морфології цього виду з використанням скануючої електронної мікроскопії (Genkal, 2013) була вказана ще одна морфологічна особливість даного виду – наявність аркоподібної структури на зовнішній поверхні біля крайових виростів.

На основі вивчення матеріалів з Росії, Угорщини та Франції опубліковано розширений діагноз *S. triporus* Genkal & Kuzmin emend. Genkal, K.T.Kiss & Ács. В якості синонімів були вказані *S. triporus* var. *volgensis* і *S. vestibulis* Håkansson (Kiss et al., 2013). В одній з останніх монографій щодо центричних діатомових водоростей описано три нових для науки види (*S. lacustris* Klee et Houk, *S. hashiensis* H.Tanaka і *S. moraviensis* Houk, Klee et H.Tanaka), що мають центральний виріст з трьома опорами та аркоподібну структуру у крайових виростів (Houk et al., 2014). Форма з Невської губи (Таблиця, 5–8), яка була віднесена до *S. triporus* за кількісними (діаметр стулки 3,8–6,2 мкм, число штрихів 14–20 в 10 мкм, число ареол на кінці штрихів від 1 до 3, крайові вирости на кожному 3–5 ребрі) і якісними ознаками (рельєф стулки, форма шипів, будова ареол) відповідає діагнозу *S. lacustris* (Houk et al., 2014). Є лише відмінності в числі штрихів в 1 мкм. За діагнозом ця ознака варіює від 9,5 до 14,5, що обумовлено, на нашу думку, міжпопуляційною мінливістю, яка також спостерігається в інших представників роду *Stephanodiscus* (Genkal, Korneva, 1992; Genkal, 1993, 2004, 2007, 2010, 2013).

За літературними даними, в Невській губі виявлено 30 таксонів *Centrophyceae* з 9 родів (Kiselev, 1924; Kiseleva, 1949; Nikulina, 1987; Lange,

2006). У результаті наших досліджень виявлено 30 видів центричних діатомових водоростей з 9 родів, в т.ч. нових для флори. На сьогодні багато з них змінили систематичне положення.

Наводимо список *Centrophyceae* Невської губи з урахуванням нових даних їхньої таксономії: *Acanthoceras zachariasii* (Brun) Simonsen, *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen var. *granulata*, *A. granulata* var. *angustissima* (O.Müller) Simonsen, *A. islandica* (O.Müller) Simonsen, *A. scalaris* (Grunow) Houk, Klee et Passauer, *A. subarctica* (O.Müller) Haworth, *Chaetoceras wighamii* Bright., *Chaetoceras* sp., *Conticribra guillardii* (Hasle) K.Stachura-Suchoples et D.M.Williams, *C. weissflogii* (Grunow) K.Stachura-Suchoples et D.M.William, *Coscinodiscus kuetzingii* A.W.F.Schmidt, *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round, *C. invisitatus* (Hohn et Hellerman) Theriot, Stoermer et Håkansson, *Cyclotella atomus* Hustedt var. *atomus*, *C. atomus* var. *gracilis* Genkal et Kiss, *C. meduanae* Germain, *C. meneghiniana* Kützing, *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee, *D. stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee, *Ellerbeckia arenaria* (Moore ex Ralfs) Crawford, *Handmannia comta* (Ehrenberg) Kociolek et Khursevich emend. Genkal, *Melosira varians* C.Agardh, *Pantocsekiella kuetzingiana* (Thwaites) K.T.Kiss & E.Ács, *P. schumannii* (Grunow) K.T.Kiss et Ács, *P. tripartita* (Håkansson) K.T.Kiss et Ács, *Rhizosolenia eriensis* H.L.Smith var. *eriensis*, *Rhizosolenia eriensis* var. *morsa* W. et G.West, *Rh. longiseta* Zacharias, *Skeletonema potamos* (Weber) Hasle, *S. subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge, *Stephanodiscus alpinus* Hustedt, *S. binderanus* (Kützing) Krieger, *S. delicatus* Genkal, *S. hantzschii* Grunow, *S. lacustris* Klee et Houk, *S. makarovae* Genkal, *S. minutulus* (Kützing) Cleve et Möller, *S. neoastraea* Håkansson et Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten, *S. volgensis* Genkal et Korneva, *Thalassiosira baltica* (Grunow) Ostefeld, *T. lacustris* (Grunow) G.R.Hasle (Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Houk et al., 2010, 2014, 2017; Kulikovskiy et al., 2016; Genkal et al., 2020).

Деякі види, наведені в списку Lange (2006), вимагають коментарів. *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen відноситься до викопних видів (Houk et al., 2017) і, за даними електронної мікроскопії, для Росії невідомий (Kulikovskiy et al., 2016; Genkal et al., 2020). Наші дослідження показали, що раніше до цього виду помилково відносили інший подібний за морфологією низькопанцирний вид *A. subarctica* (Genkal, 1999). Другий вид – *A. italica* (Ehrenberg) Simonsen також визначали неточно і до нього відносили подібний за морфологією *A. ambigua* (Genkal, 1999). *Cyclotella glomerata* Bachmann, за даними світлової мікроскопії, має велику схожість з *Discostella stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee та *D. pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee (Houk et al., 2010). Однак *D. glomerata* (Bachmann) Houk et Klee відрізняється від зазначених вище двох видів розташуванням крайових виростів (Houk et al., 2010) і в Росії не виявлений (Kulikovskiy et al., 2016; Genkal et al., 2020).

**Заклучення**

У фітопланктоні Невської губи виявлено 2 нових для флори водойми види *Aulacoseira scalaris* і *Stephanodiscus lacustris*. Уточнено систематичне положення і поширення 14 видів і різновидів *Centrophyceae* з 7 родів і видовий склад цього класу, який на сьогодні налічує 41 вид і різновидність з 17 родів.

*Робота виконана в рамках державних завдань № 121051100099-5 і «Комплексна оцінка динаміки екосистем Ладозького озера і водойм його басейну під впливом природних і антропогенних факторів» (№ ААА-А19-119031890106-5).*

**Список літератури**

- Balonov I.M. 1975. In: *Methods for the study of biocenoses*. Moscow: Nauka. Pp. 87–89.  
[Балонов И.М. 1975. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии. В кн.: *Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов*. М.: Наука. С. 87–89].
- Denys L., Muylaert K., Krammer K., Joosten T., Reid M., Rioual P. 2003. *Aulacoseira subborealis* stat. nov. (*Bacillariophyceae*): a common but neglected plankton diatom. *Nova Hedw.* 77(3–4): 407–427.
- Genkal S.I. 1993. Large-celled undulate species of the genus *Stephanodiscus* Ehr. in USSR reservoirs: morphology, ecology and distribution. *Diatom Res.* 8(1): 45–64.
- Genkal S.I. 2004. Taxonomy of small-sized species of the genus *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). 1. *Stephanodiscus delicatus*. *Bot. J.* 89(11): 1814–1821. [Генкал С.И. 2004. Таксономия мелкоклеточных видов рода *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). 1. *Stephanodiscus delicatus*. *Бот. журн.* 89(11): 1814–1821].
- Genkal S.I. 2007. Morphology, taxonomy, ecology and distribution of small-sized species of the genus *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). 2. *Stephanodiscus makarovae*. *Bot. J.* 92(2): 241–248. [Генкал С.И. 2007. Морфология, таксономия, экология и распространение мелкоразмерных видов *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). 2. *Stephanodiscus makarovae*. *Бот. журн.* 92(2): 241–248].
- Genkal S.I. 2010. Morphology, taxonomy, ecology and distribution of small-sized species of the genus *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*) 3. *Stephanodiscus minutulus*. *Bot. J.* 95(9): 1247–1254. [Генкал С.И. 2010. Морфология, таксономия, экология и распространение мелкоразмерных видов *Stephanodiscus* (*Bacillariophyta*). 3. *Stephanodiscus minutulus*. *Бот. журн.* 95(9): 1247–1254].
- Genkal S.I. 2013. To the taxonomy of *Stephanodiscus triporus* (*Bacillariophyta*). *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 47: 21–27. [Генкал С.И. 2013. К таксономии *Stephanodiscus triporus* (*Bacillariophyta*). *Новости сист. низш. раст.* 47: 21–27].
- Genkal S.I., Kulikovskiy M.S. 2009. On taxonomic position of *Aulacoseira subborealis* (*Bacillariophyta*). *Bot. J.* 94(9): 1359–1370. [Генкал С.И., Куликовский М.С. 2009.

- О систематическом положении *Aulacoseira subborealis* (Bacillariophyta). *Бот. журн.* 94(9): 1359–1370].
- Genkal S.I., Trifonova I.S. 2011. Centric diatoms (*Centrophyceae*, *Bacillariophyta*) in plankton of the Neva Bay of the Gulf of Finland. *Algologia*. 21(1): 106–110. [Генкал С.И., Трифонова И.С. 2011. Центрические диатомовые водоросли (*Centrophyceae*, *Bacillariophyta*) планктона Невской губы Финского залива (Россия). *Альгология*. 21(1): 106–110].
- Genkal S.I., Trifonova I.S. 2020. Morphology and taxonomy of *Aulacoseira muzzanensis* (*Bacillariophyta*). *Novosti Syst. Nizsch. Rast.* 54(2): 355–369. [Генкал С.И., Трифонова И.С. Морфология и таксономия *Aulacoseira muzzanensis* (*Bacillariophyta*). *Новости сист. низш. раст.* 54(2): 355–369.
- Genkal S.I., Kulikovskiy M.S., Kuznetsova I.V. 2020. *The recent freshwater centric diatoms of Russia*. Yaroslavl. 433 p. [Генкал С.И., Куликовский М.С., Кузнецова И.В. 2020. Современные пресноводные центрические *Bacillariophyta* России. Ярославль. 433 p.].
- Houk V., Klee R., Tanaka H. 2010. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Pt III. *Stephanodiscaceae*. A. *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. *Fottea* 10(Suppl.): 1–498.
- Houk V., Klee R., Tanaka H. 2014. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Pt IV. *Stephanodiscaceae*. B. *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos*, *Pliocaenicus*, *Hemistephanos*, *Stephanocostis*, *Mesodictyon* & *Spaticribra*. *Fottea* 14(Suppl.): 1–532.
- Houk V., Klee R., Tanaka H. 2017. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Second emended edition of Part I and II. *Melosiraceae*, *Orthoseraceae*, *Paraliaceae* and *Aulacoseiraceae*. *Fottea*. 17(Suppl.): 1–616.
- Kiselev I.A. 1924. In: *Study of the Neva River and its Basin*. Leningrad: Nauka. Issue 2. Pp. 3–54. [Киселев И.А. 1924. Фитопланктон Невской губы и Финского залива. В кн.: *Изучение реки Невы и ее бассейна*. Вып. 2. Л.: Наука. С. 3–54].
- Kiseleva E.I. 1949. Study of phytoplankton in the southwestern part of the Neva Bay. *Uch. Zap. Leningrad. Univ. Ser. Biol.* 21(126): 142–177. [Киселева Е.И. 1949. Изучение фитопланктона юго-западной части Невской губы. *Уч. зап. Ленинград. ун-та. Сер. Биол.* 21(126): 142–177].
- Kiss K. T., Genkal S. I., Ector L., Molnar L., Duleba M., Biro P. 2013. Morphology, taxonomy and distribution of *Stephanodiscus triporus* (*Bacillariophyceae*) and related taxa. *Eur. J. Phycol.* 48(4): 363–379. <https://doi.org/10.1080/09670262.2013.843204>
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. *Bacillariophyceae* 3. Teil: *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena. 2/3: 1–576.
- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.M., Genkal S.I., Kuznetsova I.V. 2016. *Identification book of diatoms from Russia*. Yaroslavl: Filigran. 804 p. [Куликовский М.С., Глущенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. 2016. *Определитель диатомовых водорослей России*. Ярославль: Филигрань. 804 с.].
- Lange L.K. 2006. In: *Ecological aspects of the impact of hydroelectric construction on the biota of the eastern part of the Gulf of Finland*. Collected scientific works of GosNIORKh. 1(331): Pp.146–177. [Ланге Л.К. 2006. Анализ структурных показателей позднелетнего

- фитопланктона Невской губы за 90-летний период. В кн.: *Экологические аспекты воздействия строительства гидроэлектростанций на биоту акватории восточной части Финского залива*. Тр. ГосНИОРХ. 1(331): 146–177].
- Nikulina V.N. 1987. In: *Nevskaya Guba: hydrobiological research*. Leningrad: Nauka. Pp. 20–29. [Никулина В.Н. 1987. Динамика численности и биомассы фитопланктона. В кн.: *Невская губа: гидробиологические исследования*. Л.: Наука. С. 20–29].
- Tuji A., Houki A. 2004. Taxonomy, Ultrastructure, and Biogeography of the *Aulacoseira subarctica* Species Complex. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo*. Ser. B. 30(2): 35–54.

Підписав до друку С.Ф. Комулайнен

Genkal S.I.<sup>1</sup>, Trifonova I.S.<sup>2</sup> 2021. **New data on the flora of *Centrophyceae* (*Bacillariophyta*) in the Neva Bay of the Gulf of Finland (Russia)**. *Algologia*. 31(4): 382–389

<sup>1</sup>Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS,  
Settle Borok, Nekouz District, Yaroslavl Region 152742, Russia

<sup>2</sup>Institute of Limnology of RAS,  
9 Sevastyanova Str., St.-Petersburg 196185, Russia

This scanning electron microscopy study of phytoplankton from the Neva Bay and analysis of valve images from S.I. Genkal's iconotheka have provided new data on centric diatoms of the Neva Bay. Representatives of the genera *Aulacoseira scalaris* and *Stephanodiscus lacustris*, new to the flora of the Bay, have been identified. The systematic position and distribution of 14 species and varieties of *Centrophyceae* from the genera *Aulacoseira*, *Conticribra*, *Cyclostephanos*, *Ellerbeckia*, *Handmannia*, *Pantocsekiella*, *Stephanodiscus*, *Thalassiosira* have been refined and specified. The species composition of the class *Centrophyceae* of the Neva Bay has been expanded. Now it includes 42 species and varieties from 17 genera.

**Keywords:** Neva Bay of the Gulf of Finland, *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*, morphology, scanning electron microscopy, *Aulacoseira scalaris*, *Stephanodiscus lacustris*