

CRATICULA BUDERI (BACILLARIOPHYTA) — РЕДКИЙ ДЛЯ ФЛОРЫ РОССИИ ВИД ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ

С. И. Генкал^{1,*}, К. И. Абрамова²

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

²Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан,
420087 г. Казань, ул. Даурская, 28

Поступила в редакцию 30.01.2026

С помощью сканирующей электронной микроскопии исследована морфология диатомовой водоросли *Craticula buderi* из фитопланктона и фитоперифитона Голубых озер (Среднее Поволжье). Выявлена вариабельность длины и ширины створки, числа штрихов и ареол в 10 мкм. Полученные результаты и анализ литературных данных позволили уточнить описание вида и его распространение.

Ключевые слова: Голубые озера, Среднее Поволжье, фитопланктон, фитоперифитон, Bacillariophyta, *Craticula buderi*, морфология, электронная микроскопия.

DOI: 10.47021/0320-3557-2026-22-26

ВВЕДЕНИЕ

Род *Craticula* описан в 1868 г. [Grunow, 1868], и в настоящее время известно 60 видов [Guiry, Guiry, 2026]. У представителей рода створки ланцетные, с узкими клювовидными или головчатыми концами. Штрихи строго параллельные, однорядные, состоят из небольших круглых или овальных пороидов. Ареолы и разделяющие их гиалиновые участки на наружной стороне створки образуют продольные линии, которые создают видимые в световой микроскоп продольные и поперечные штрихи. Особенностью рода является наличие у некоторых видов “внутреннего скелета”, состоящего из перекладин-кратикул [Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016)]. Для России известно 11 видов и внутривидовых таксона [Определитель..., 1951 (Opredelitel..., 1951); Лосева и др., 2004 (Loseva et al., 2002); Комулайнен и др., 2006 (Komulajnen et al., 2006); Генкал, Трифонова, 2009 (Genkal, Trifonova, 2009); Харитонов, Генкал, 2012 (Kharitonov, Genkal, 2012); Медведева,

Никулина, 2014 (Medvedeva, Nikulina, 2014); Харитонов, 2014 (Kharitonov, 2014); Генкал и др., 2015 (Genkal et al., 2015); Корнева, 2015 (Korneva, 2015); Чудаев, Гололобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016); Габышев, Габышева, 2018 (Gabyshv, Gabyshva, 2018); Генкал, Габышев, 2023 (Genkal, Gabyshv, 2023)]. *C. buderi* относится к редким видам для флоры России. Известны находки в водоемах и водотоках Дальнего Востока [Харитонов, 2014 (Kharitonov, 2014)]. Кроме этого, створка *C. cf. buderi* обнаружена в бассейне р. Яраяха Западной Сибири [Генкал, Ярушина, 2018 (Genkal, Yarushina, 2018)]. По данным Харитонova [2014 (Kharitonov, 2014)], пресноводно-солончатый вид, космополит, альфа-мезосапробионт, алкалофил предпочитает мезотрофно-эвтрофные воды, встречается преимущественно в грунтах и обрастаниях.

Цель исследования — изучение морфологии редкой для флоры России диатомовой водоросли *C. buderi* из Голубых озер.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Среднем Поволжье, недалеко от г. Казань (Республика Татарстан), находится уникальный природный комплекс — Голубые озера. Эти три небольших водоема (Большое Голубое — 2.73 га, Малое Голубое — 0.32 га и Проточное — 0.24 га) представляют собой редкий тип солончатых карстовых озер. Озера располагаются на территории государственного природного заказника регионального значения “Голубые озера”. Схожий химический состав воды всех трех озер указывает на общий источник питания — мощные родники, бьющие с глубины свыше 100 метров из пермских гипсоангидритовых отложений под высоким давлением. Благодаря этому притоку холодных

сульфатных подземных вод озера имеют постоянную низкую температуру (~9°C), не замерзают зимой, отличаются высокой прозрачностью, аквамариновым цветом и интенсивным водообменом (<690 л/сек). Их вода относится к сульфатно-кальциевому классу с минерализацией до 2.5 мг/дм³ и высокой жесткостью (32–35°Ж).

Все три озера находятся близко друг к другу. Большое Голубое, вытянутое и узкое (длина ~1 км, ширина <100 м, средняя глубина 0.7 м), лежит на правом берегу р. Казанка. В его расширенной северной части есть глубокие воронки (пучины) <16 м. Примерно в 2.5 км ниже по течению реки расположено Проточное

озеро, а в 200 м от него — Малое Голубое. Размеры Малого Голубого — ~150 м в длину и <20 м в ширину, с основной глубиной ~1 м и воронками <4 м. Проточное озеро формируется из ручьев родникового происхождения сначала как мелководный проток, который затем превращается в узкий водоем глубиной ~1.5 м и заканчивается тремя небольшими воронками (глубиной <3 м) [Уникальные..., 2001 (Unikal'ny'e..., 2001)].

Основой исследования стали данные натуральных наблюдений на Голубых озерах (Большое, Малое и Проточное), выполненных в период 2023–2025 гг. Пробы отбирали по стандартной альгологической методике [Методика..., 1975 (Metodika..., 1975)]. Отбор

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем материале створки имели эллиптически-ланцетную форму с короткими вытянутыми концами. Осевое поле узкое, линейное. Центральное поле слабо выражено, немного расширенное. Шов нитевидный, прямой, проксимальные концы с наружной поверхности слабо расширенные, дистальные загнуты в одном направлении. С внутренней поверхности дистальные концы шва заканчиваются хеликтогlossой. Штрихи параллельные или слабо радиальные в средней части створки, конвергентные у концов, ареолы овальные. Перечисленные

Диапазоны изменчивости количественных морфологических признаков *Craticula buderi* по литературным данным
Variability ranges of quantitative morphological features of *Craticula buderi* according to literature data

Длина створки, мкм Length of valve, μm	Ширина створки, мкм Width of valve, μm	Число штрихов в 10 мкм Number of valve, μm	Число линеол в 10 мкм Number of lineolae, μm	Источник References
10–40	5–8	(17)19–24	(28)34–52	Lange-Bertalot, 2001
24–52	6.7–9.4	18–19		Bahls, Kociolek, 2012
15.2–27.7	4.9–6.6	16–22	46–55	Cichoń, 2016
10–40	5–8	17–24		Lange-Bertalot et al., 2017

Литературные и наши данные показывают широкую изменчивость количественных морфологических признаков, что позволяет уточнить описание этого вида.

Craticula buderi (Hustedt) Lange-Bertalot (рис. 1).

Basionym: *Navicula buderi* Hustedt 1954.

Synonyms: *Navicula pseudohalophila* Cholnoky 1960; *Navicula adsidua* R.E.M. Archibald 1971.

Створки эллиптические, эллиптически-ланцетные, ланцетные или линейно-ланцетные. Концы от широко закругленных до вытянутых, клювовидные или слабо головчатые, длиной 10–52 мкм, шириной 4.9–9.4 мкм. Осевая область очень узкая. Центральная область лишь

проводили из поверхностного слоя воды, из зарослей харовых (*Chara contraria*) и нитчатых (*Cladophora glomerata*, *Vaucheria* sp., *Ulothrix* sp., *Spirogyra* sp.) водорослей, а также из мха *Calliergon giganteum*. Фитопланктон концентрировали планктонной сетью Апштейна (размер ячеек 22 мкм) методом горизонтального трапеза с последующей фильтрацией через мембранные фильтры “Владипор” №9. Перифитон собирали методом смыва с растительных субстратов с дальнейшим центрифугированием.

Створки диатомей освобождали от органических веществ методом холодного сжигания [Балонов, 1975 (Balonov, 1975)]. Препараты водорослей исследовали в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JSM-6510 LV.

выше качественные признаки соответствуют литературным данным [Lange-Bertalot, 2001; Куликовский и др., 2016 (Kulikovskiy et al., 2016); Lange-Bertalot et al., 2017)]. В исследованном материале длина створки варьировала от 20 до 39.4 мкм, ширина — от 5 до 8 мкм, число штрихов в 10 мкм — от 17 до 24, число ареол в 10 мкм — от 40 до 50. Приведенные выше диапазоны изменчивости количественных признаков совпали с литературными данными (см. таблицу).

немного шире осевой и имеет эллиптическую или круглую форму. Шов нитевидный, прямой, проксимальные концы с наружной поверхности слабо расширенные, дистальные загнуты в одном направлении. С внутренней поверхности дистальные концы шва заканчиваются хеликтогlossой. Штрихи параллельные или слабо радиальные в средней части створки, конвергентные у концов, ареолы овальные, 16–24 в 10 мкм, ареол 34–55 в 10 мкм.

Распространение в России: водоемы и водотоки Европейской части и Дальнего Востока.

Экология: пресноводно-солонатоводный вид, альфа-мезосапробионт, алкалофил, предпочитает мезотрофно-эвтрофные воды, встречается преимущественно в грунтах и обрастаниях.

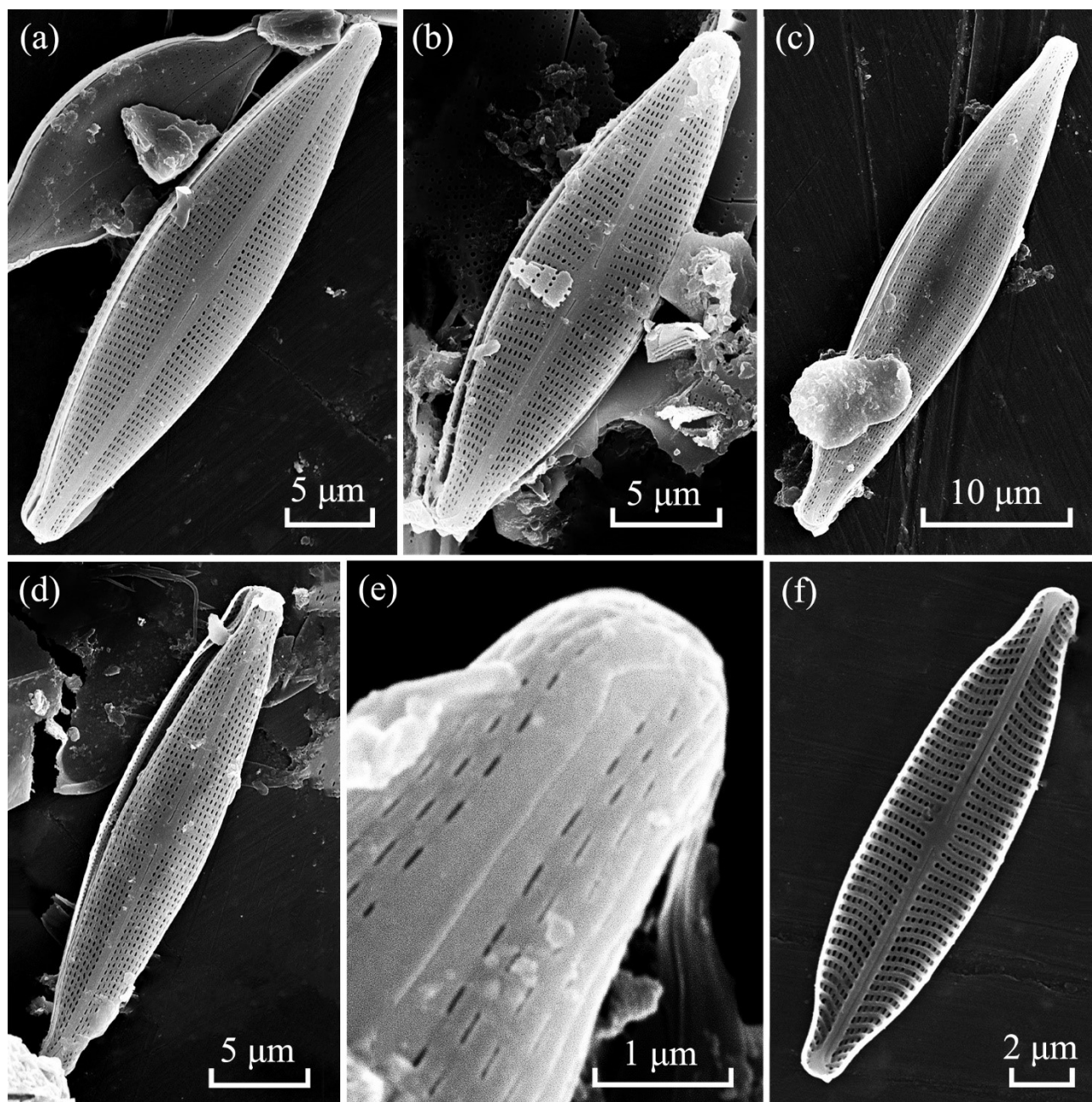


Рисунок. Электронные микрофотографии створок *Craticula buderi* (СЭМ). а–е — створки с наружной поверхности, f — створки с внутренней поверхности.

Figure. Valves electron micrographs *Craticula buderi* (SEM). a–e — external view of the valve, f — internal view of the valve.

В бассейне р. Яраяха (Западная Сибирь) обнаружена форма, которая по форме створки, размерным признакам (длина 31 мкм, ширина 7.8 мкм) и числу ареол в 10 мкм (27) была отнесена к *C. cf. buderi* [Генкал, Ярушина, 2018, (Genkal, Yarushina, 2018)]. Однако, учитывая

форму створки и сходные количественные признаки, за исключением числа штрихов в 10 мкм (15–20), зафиксированная *C. cf. buderi* ближе к *C. halophila* (Grunow) D.G. Mann (Lange-Bertalot, 2001).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученные морфологические особенности *Craticula buderi* и анализ литературных данных показали широкую изменчивость

количественных признаков, что позволило уточнить описание этого вида, что необходимо учитывать при его идентификации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 124032100076-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 87–89.
- Габышев В.А., Габышева О.И. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири. Новосибирск: АНС “СибАК”, 2018. 414 с.
- Генкал С.И., Габышев В.А. Каталог диатомовых водорослей водоемов Усть-Ленского заповедника и сопредельных территорий. Новосибирск: Наука, 2023. 128 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.
- Комулайнен С.Ф., Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г. Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. 78 с.
- Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. Кострома: Костромской печатный двор, 2015. 284 с.
- Куликовский М.С., Глушенко А.Н., Генкал С.И., Кузнецова И.В. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: “Филигрань”, 2016. 804 с.
- Лосева Э.И., Стенина А. С., Марченко-Вагапова Т.И. Кадастр ископаемых и современных диатомовых водорослей европейского северо-востока. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 154 с.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 271 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. 619 с.
- Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. Казань: Изд-во Казанского университета, 2001. 256 с.
- Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли Колымы. Магадан: Кордис, 2014. 496 с.
- Харитонов В.Г., Генкал С.И. Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2012. 402 с.
- Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Диатомовые водоросли озера Глубокое (Московская область). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 447 с.
- Bahls L., Kociolek P. *Craticula buderi*. Diatoms of North America, 2012. Available at: https://diatoms.org/species/48873/craticula_buderi (accessed 01.01.2026).
- Chichoń S. *Craticula buderi* (Bacillariophyceae) in Poland // Pol. Bot. J. 2016. Vol. 61, № 2. P. 301–305. DOI: 10.1515/pbj-2016-0024.
- Grunow A. Algae // Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859 unter den Befehlen des Commodore B. von Wüllerstorff-Urbair. Botanischer Theil. Erster Band. Sporenpflanzen. Wien: Aus der Kaiserlich Königlich Hof- und Staatsdruckerei, 1868. P. 1–104.
- Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2018. URL: algaebase.org (дата обращения: 01.01.2026).
- Lange-Bertalot H. *Navicula Sensu Stricto, 10 Genera Separated from Navicula Sensu Lato, Frustulia* // Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2001. Vol. 2. 526 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmittgen Oberreifenberg: Koeltz Botanical Books, 2017. 942 p.

REFERENCES

- Balonov I.M. Podgotovka vodoroslei k elektronnoi mikroskopii [Preparation of algae for electron microscopy]. *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov*. Moscow, Nauka, 1975, pp. 87–89. (In Russian).
- Chichoń S. *Craticula buderi* (Bacillariophyceae) in Poland. *Pol. Bot. J.*, 2016, vol. 61, no. 2, pp. 301–305. doi: 10.1515/pbj-2016-0024.
- Chudaev D.A., Gololobova M.A. Diatomovye vodorosli ozera Glubokogo (Moskovskaya oblast') [Diatoms of Lake Glubokoe (Moscow Region)]. Moscow, KMK Scientific Press, 2016. 447 p. (In Russian).
- Gabyshev V.A., Gabysheva O.I. Fitoplankton krupnykh rek Yakutii i sopredel'nykh territorii Vostochnoi Sibiri [Phytoplankton of large rivers of Yakutia and adjacent territories of Eastern Siberia]. Novosibirsk, SibAK Publ., 2018. 414 p. (In Russian).
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A., Komulainen S.F. Diatomovye vodorosli vodoemov i vodotokov Karelii [Diatoms of water bodies and watercourses of Karelia]. Moscow, Nauchnyi mir, 2015. 202 p. (In Russian).
- Genkal S.I., Gabyshev V.A. Katalog diatomovykh vodoroslei vodoemov Ust'-Lenskogo zapovednika i sopredel'nykh territorii [Catalogue of diatoms of water bodies of the Ust-Lensky Nature Reserve and adjacent territories]. Novosibirsk, Nauka, 2023. 128 p. (In Russian).
- Genkal S.I., Trifonova I.S. Diatomovye vodorosli planktona Ladozhskogo ozera i vodoemov ego basseina [Diatoms of the plankton of Lake Ladoga and water bodies of its basin]. Rybinsk, Rybinskii dom pechati, 2009. 72 p. (In Russian).

- Genkal S.I., Yarushina M.I. Diatomovye vodorosli slaboiuchennykh vodnykh ekosistem Krainego Severa Zapadnoi Sibiri [Diatoms of poorly studied aquatic ecosystems of the Far North of Western Siberia]. Moscow, Nauchnyi mir, 2018. 212 p. (In Russian).
- Grunow A. Algae. *Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859 unter den Befehlen des Commodore B. von Wüllerstorff-Urbair. Botanischer Theil. Erster Band. Sporenpflanzen.* Wien, Aus der Kaiserlich Königlich Hof- und Staatsdruckerei, 1868, pp. 1–104.
- Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2018. Available at: algaebase.org (accessed January 01, 2026).
- Kharitonov V.G. Diatomovye vodorosli Kolymy [Diatoms of the Kolyma]. Magadan, Kordis, 2014. 496 p. (In Russian).
- Kharitonov V.G., Genkal S.I. Diatomovye vodorosli ozera El'gytgyn i ego okrestnostoni (Chukotka) [Diatoms of Lake El'gytgyn and its surroundings (Chukotka)]. Magadan, SVNTS DVO RAN, 2012. 402 p. (In Russian).
- Komulainen S.F., Chekryzheva T.A., Vislyanskaya I.G. Algoflora ozer i rek Karelii. Taksonomicheskii sostav i ekologiya [Algal flora of lakes and rivers of Karelia. Taxonomic composition and ecology]. Petrozavodsk, Karelian Research Centre RAS, 2006. 78 p. (In Russian).
- Korneva L.G. Fitoplankton vodokhranilishch basseina Volgi [Phytoplankton of reservoirs of the Volga River basin]. Kostroma, Kostromskoi pechatnyi dvor, 2015. 284 p. (In Russian).
- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.N., Genkal S.I., Kuznetsova I.V. Opredelitel' diatomovykh vodoroslei Rossii [Key to diatoms of Russia]. Yaroslavl, Filigran, 2016. 804 p. (In Russian).
- Lange-Bertalot H. Navicula Sensu Stricto, 10 Genera Separated from Navicula Sensu Lato, Frustulia. *Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats.* Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, 2001, vol. 2. 526 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmittens Oberreifenberg, Koeltz Botanical Books, 2017. 942 p.
- Loseva E.I., Stenina A.S., Marchenko-Vagapova T.I. Kadastr iskopaemykh i sovremennykh diatomovykh vodoroslei evropeiskogo severo-vostoka [Cadastre of fossil and modern diatoms of the European North-East]. Syktyvkar, Geoprint, 2004. 154 p. (In Russian).
- Medvedeva L.A., Nikulina T.V. Katalog presnovodnykh vodoroslei yuga Dal'nego Vostoka Rossii [Catalogue of freshwater algae of the southern Russian Far East]. Vladivostok, Dalnauka, 2014. 271 p. (In Russian).
- Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov [Methods for studying biogeocenoses of inland waters]. Moscow, Nauka, 1975. 240 p. (In Russian).
- Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Vyp. 4. Diatomovye vodorosli [Key to freshwater algae of the USSR. Iss. 4. Diatoms]. Moscow, Sovetskaya nauka, 1951. 619 p. (In Russian).
- Unikal'nye ekosistemy solonovatovodnykh karstovykh ozer Srednego Povolzh'ya [Unique ecosystems of brackish-water karst lakes of the Middle Volga Region]. Kazan, Kazan State University, 2001. 256 p. (In Russian).

CRATICULA BUDERI (BACILLARIOPHYTA) — A DIATOM ALGA RARE IN THE FLORA OF RUSSIA

S. I. Genkal^{1, *}, K. I. Abramova²

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

²*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of the Tatarstan Academy of Sciences, 420087 Kazan, Daurskaya str., 28*

Revised 30.01.2026

The morphology of the diatom *Craticula buderi* from the phytoplankton and phytoperiphyton of lakes Golubye (the Middle Volga region) was studied using scanning electron microscopy. The variability of the length and width of the valve, the number of striae and areolae in 10 µm was revealed. The results obtained and analysis of the literature data made it possible to clarify the description of the species and its distribution.

Keywords: lakes Golubye, Middle Volga region, phytoplankton, periphyton, Bacillariophyta, *Craticula buderi*, morphology, electron microscopy