Диатомовые водоросли рода *Navicula* Телецкого озера (Алтай) и некоторых рек его бассейна

Д. А. Чудаев

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия
chudaev@list.ru

Резюме. В результате изучения 18 проб, отобранных в оз. Телецком и впадающих в него реках в 1992–1995 гг., было выявлено 34 вида диатомовых водорослей, принадлежащих к роду *Navicula* Bory. Из них 21 таксон является новым для флоры исследуемой территории, 7 видов (*Navicula arkona*, *N. hangaica*, *N.* cf. *pseudoreinhardtii*, *N. ricardae, N. scaniae, N. schweigeri, N. suecicarum*) отмечены впервые для России. Один вид (*N. pseudoharmoniae*) описан как новый для науки. Проведено его сравнение с *N. harmoniae* и *N. digitoconvergens*.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, *Navicula*, новые находки, новые виды, озеро Телецкое, Алтай, Сибирь, Россия.

Diatoms of the genus *Navicula* of Lake Teletskoye (Altai) and some rivers of its basin

D. A. Chudaev

M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
chudaev@list.ru

Abstract. As a result of study of 18 samples, collected in Lake Teletskoye and inflowing rivers in 1992–1995, 34 diatom species of the genus *Navicula* Bory were found. Among them 21 taxa are new for the studied region, 7 species (*Navicula arkona*, *N. hangaica*, *N.* cf. *pseudoreinhardtii*, *N. ricardae, N. scaniae, N. schweigeri, N. suecicarum*) are recorded for the first time in Russia. One new species (*N. pseudoharmoniae* sp. nov.) is described. It is compared with *N. harmoniae* and *N. digitoconvergens*.

Keywords: diatoms, *Navicula*, new records, new species, Altai, Lake Teletskoye, Russia, Siberia.

Первые данные о диатомовых Телецкого озера приводятся в работе Skvortzov (1930) и касаются водорослей фитопланктона. Затем обширные исследования диатомей озера и связанных с ним рек были проведены Poretzky, Sheshukova (1953). Ими было выявлено 325 видов и разновидностей диатомовых, в том числе ряд таксонов был описан как новые для науки. Новые для озера находки диатомовых водорослей (27 таксонов) приведены в работе Genkal, Mitrofanova (1995). Позднее водоросли, в том числе диатомовые, Телецкого озера и стоячих водоемов его бассейна изучались Anisimova, Belyakova (1997); в их работе приводится список из 239 таксонов видового и внутривидового рангов. Обобщающий характер носят публикации Anisimova (1998) и Mitrofanova *et al.* (2007): в первой из них дается обзор истории изучения альгофлоры Телецкого озера, а во второй — сводный список диатомовых водорослей озера, составленный по литературным и оригинальным данным и насчитывающий 551 вид, разновидность и форму. Более поздние флористические работы описывают разнообразие центрических диатомовых в фитопланктоне озера Телецкого (Mitrofanova, 2011) и находки отдельных редких видов (Mitrofanova, Genkal, 2013). Отдельного упоминания заслуживает публикация Chudaev (2019), в которой из озера Телецкого описывается новый для науки вид рода *Navicula* Bory, разнообразию которого посвящена настоящая статья. По обобщенным литературным данным (Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al.*, 2007; Chudaev, 2019) данный род представлен в озере Телецком и водоемах его бассейна 28 таксонами видового и внутривидового рангов (табл. 1, имеются в виду только таксоны, относимые к роду в его современном узком понимании).

Таблица 1

Список таксонов рода *Navicula* s. str., отмеченных в оз. Телецком и водоемах его бассейна по данным литературы / List of taxa of the genus *Navicula* s. str. recorded in Lake Teletskoye and waterbodies of its basin according to the published data

Таксоны Taxa	Ссылка Reference
Navicula angusta Grunow [≡ *N. cari* var. *angusta* (Grunow) Grunow]	Poretzky, Sheshukova, 1953
Navicula capitatoradiata H. Germ. ex Gasse (=*N. cryptocephala* var. *intermedia* Grunow)	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula cincta (Ehrenb.) Ralfs [= *N. heufleri* Grunow, *N. cincta* var. *heufleri* (Grunow) Grunow]	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula cryptocephala Kütz.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula cryptocephala var. *lata* V. S. Poretzky et Anissimova	Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula cryptotenella Lange-Bert. [= *N. radiosa* var. *tenella* (Bréb. ex Kütz.) Van Heurck]	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula elongata V. S. Poretzky	Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula exilis Kütz. (= *N. cryptocephala* var. *exilis* Grunow)	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula gottlandica Grunow	Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula karelica A. Cleve	Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula kefvingensis (Ehrenb.) Kütz. [≡ *N. peregrina* var. *kefvingensis* (Ehrenb.) Cleve]	Mitrofanova *et al.*, 2007
Navicula lanceolata (C. Agardh) Ehrenb.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997

Окончание таблицы 1

Navicula menisculus Schum.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula meniscus Schum.	Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula oblonga (Kütz.) Kütz.	Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula peregrina (Ehrenb.) Kütz.	Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula pseudolanceolata Lange-Bert.	Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula radiosa Kütz.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula reinhardtii (Grunow) Grunow	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula rhynchocephala Kütz.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula rostellata Kütz. [≡ *N. viridula* var. *rostellata* (Kütz.) Cleve]	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula salinarum f. *capitata* Schulz	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula teletskoyensis Chudaev	Chudaev, 2019
Navicula tripunctata (O. F. Müll.) Bory (= *N. gracilis* Ehrenb.)	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula veneta Kütz. [≡ *N. cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Rabenh.]	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula viridula (Kütz.) Ehrenb.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula viridula var. *abbreviata* Grunow ex Cleve	Anisimova, Belyakova, 1997; Mitrofanova *et al*., 2007
Navicula vulpina Kütz.	Poretzky, Sheshukova, 1953; Mitrofanova *et al*., 2007

Примечание. Авторы названий таксонов приведены в соответствии с современной номенклатурой.

Note. Authors of the taxa names are listed according to the modern nomenclature.

Материал и методы

Телецкое озеро (51°31'45"N, 87°42'53"E) располагается в Алтайских горах на юге Западной Сибири, с его краткой физико-географической характеристикой можно ознакомиться в целом ряде работ (например, Mitrofanova, 2011; Mitrofanova, Genkal, 2013). Гидрохимические показатели водоема кратко обобщены в работе Kim (2011), более подробные сведения о концентрации биогенов и тяжелых металлов в воде озера можно найти в публикации Mitrofanova, Tretyakova (2013). Материалом для нашей работы послужили 18 проб (преимущественно перифитона), отобранных О. В. Анисимовой (биологический факультет МГУ) в Телецком озере и реках его бассейна в летний период 1992–1995 гг (табл. 2). Очистку материала от органического вещества проводили нагреванием в концентрированной перекиси водорода с последующим добавлением соляной кислоты и отмывкой дистиллированной водой путем центрифугирования (Kelly *et al.*, 2001). Для приготовления постоянных препаратов использовали анилино-формальдегидную смолу Эльяшева (Elyashev, 1957). Изучение препаратов проводили в СМ Leica DM2500, оснащенном иммерсионным 100-кратным планапохроматическим объективом с нумерической апертурой 1.40 с контрастированием по методу дифференциального интерференционного контраста. Для микрофотосъемки использовали цифровую камеру Leica DFC 495. Обработку полученных цифровых фотографий проводили в компьютерных программах ImageJ 1.45s и Adobe Photoshop 7.0. Определение размеров створок и частоты структурных элементов проводили по цифровым микрофотографиям в программе ImageJ 1.45s. Частоту штрихов подсчитывали на первичной стороне створки вдоль ветви шва, измеряя длину отрезка, содержащего 10 штрихов, с последующим перерасчетом. Все использованные в работе материалы хранятся в коллекции диатомовых водорослей кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ, изотип *Navicula pseudoharmoniae* передан в коллекцию лаборатории альгологии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE).

Таблица 2

Список использованных в работе образцов / List of samples used in this work

Номер пробы* Sample number*	Место сбора Place of collection	Характер пробы Type of sample	Дата сбора Date of collection
679	Телецкое оз., Камгинский залив Lake Teletskoye, Kamginskiy Bay	Перифитон Periphyton	25 VIII 1992
680	Р. Тошаг, среднее течение, заводь Toshag River, middle stream, backwater	Перифитон Periphyton	21 VII 1993
681	Р. Межелик, устье Mezhelik River, mouth	Перифитон Periphyton	7 VIII 1993
682	Р. Кангир, левый приток Kangir River, left tributary	Перифитон Periphyton	7 VIII 1993
683	Р. Чулышман, 5 км выше пос. Коо Chulyshman River, 5 km upstream Koo	Перифитон Periphyton	8 VIII 1993
684	Телецкое оз., пос. Яйлю Lake Teletskoye, Yajlu	Перифитон Periphyton	14 VIII 1993

Окончание таблицы 2

685	Р. Ок-порог Ok-porog River	Перифитон Periphyton	14 VIII 1993
686	Р. Малый Мионок, устье Malyj Mionok River, mouth	Перифитон Periphyton	17 VIII 1993
687	Телецкое оз., залив Кобухта Lake Teletskoye, Kobukhta Bay	Планктон Plankton	7 VII 1994
688	Телецкое оз., Кыгинский залив Lake Teletskoye, Kyginskiy Bay	Перифитон Periphyton	16 VII 1994
689	Телецкое оз., Кыгинский залив, кордон Чири Lake Teletskoye, Kyginskiy Bay, Chiri cordon	Перифитон Periphyton	5 VIII 1994
690	Телецкое оз., Кыгинский залив, кордон Чири Lake Teletskoye, Kyginskiy Bay, Chiri cordon	Перифитон Periphyton	5 VIII 1994
691	Телецкое оз., Кыгинский залив, кордон Чири Lake Teletskoye, Kyginskiy bay, Chiri cordon	Перифитон Periphyton	6 VIII 1994
692	Телецкое оз., урочище Карагай Lake Teletskoye, Karagaj hole	Перифитон Periphyton	6 VIII 1994
693	Телецкое оз., мыс Аранак Lake Teletskoye, Aranak Cape	Перифитон Periphyton	6 VIII 1994
694	Телецкое оз., мыс Аранак Lake Teletskoye, Aranak Cape	Донные отложения, глубина 150 м Bottom sediments, 150 m depth	12 VIII 1994
697	Телецкое оз., разрез Яйлю-Кобухта Lake Teletskoye, transsection Yajlu-Kobukhta	Планктон Plankton	30 VI 1995
698	Телецкое оз., Кыгинский залив, кордон Чири Lake Teletskoye, Kyginskiy Bay, Chiri cordon	Перифитон, глубина 30 м Periphyton, 30 m depth	5 VII 1995

Примечание.* — Номер пробы соответствует номеру, под которым образец хранится в диатомовой коллекции кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Note.* — Sample number corresponds to access number in diatom collection of Department of Mycology and Algology, M. V. Lomonosov Moscow State University.

Результаты

В результате наших исследований в оз. Телецком и реках его бассейна было обнаружено 34 вида рода *Navicula* s. str., из которых 3 остались неидентифицированными.

Ниже мы приводим аннотированный список встреченных таксонов и диапазоны значений метрических признаков. Значком «*» отмечены виды, новые для оз. Телецкого и водоемов его бассейна; «**» — новые для России. Все находки подтверждены микрофотографиями, выполненными при помощи светового микроскопа (СМ) (Plates I–X).

***Navicula** cf. **antonii** Lange-Bert. — Plate I, *1–6*.

Створки 15.4–24.3 мкм дл., 6.2–7.0 мкм шир., штрихов 11.2–13.5/10 мкм, ареол 31.1–33.3/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 681, 687, 689, 690, 692, 693.

Согласно данным Lange-Bertalot (2001) вид характеризуется неоттянутыми или изредка лишь слегка оттянутыми концами створок, в нашем материале концы створок почти всегда слегка оттянуты.

***N. arctotenelloides** Lange-Bert. et Metzeltin — Plate I, *7–12*.

Створки 13.2–21.2 мкм дл., 3.8–4.6 мкм шир., штрихов 14.3–16.1/10 мкм, ареолы различимы у отдельных створок, 32.6–36.4/10 мкм.

Отмечен в пробах 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 691, 692, 693, 694, 698.

****N. arkona** Lange-Bert. et Witkowski — Plate I, *13–19*.

Створки 43.8–58.1 мкм дл., 8.7–10.2 мкм шир., штрихов 10.8-13.5/10 мкм, ареол 33.1–36.7/10 мкм.

Отмечен в пробах 681, 682, 683, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 697, 698.

***Navicula** cf. **broetzii** Lange-Bert. et E. Reichardt — Plate II, *1–6*.

Створки 24.3–45.0 мкм дл., 6.4–7.4 мкм шир., штрихов 12.3–13.7/10 мкм, ареол 31.8–35.4/10 мкм.

Отмечен в пробах 685, 686.

Наши образцы наиболее сходны с экземпляром из типового материала вида, приведенным в работе Lange-Bertalot (2001: fig. 7: 4). Последний заметно отличается от остальных образцов из типовой популяции и, возможно, конспецифичен с неидентифицированными экземплярами из того же озера, приведенными в той же работе (fig. 7: 12–13). Необходимы более тщательные исследования типового материала вида, с целью прояснения вопроса, не содержит ли он два независимых таксона.

***N. ceciliae** Van de Vijver, Jarlman et Lange-Bert. — Plate II, *7–13*.

Створки 21.8–29.0 мкм дл., 6.0–6.9 мкм шир., штрихов 15.1–16.5/10 мкм, ареолы различимы у отдельных створок, 35.4–39.6/10 мкм.

Отмечен в пробах 681, 682, 683, 687, 691, 698.

N. cryptocephala Kütz. — Plate II, *14–17*.

Створки 25.6–30.6 мкм дл., 5.7–6.2 мкм шир., штрихов 14.5–15.5/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 681.

N. cryptotenella Lange-Bert. — Plate II, *18–28*.

Створки 20.5–35.3 мкм дл., 5.2–6.2 мкм шир., штрихов 13.3–15.1/10 мкм.

Отмечен в пробах 681, 682, 683, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 698.

***N. gregaria** Donkin — Plate I, *20–23*.

Створки 26.6–27.3 мкм дл., 6.0–6.4 мкм шир., штрихов 16.0–17.7/10 мкм, ареол 27.4–29.6/10 мкм.

Отмечен в пробах 685, 687, 698.

****N. hangaica** Vishnjakov, Kulikovskiy, Genkal et Dorofeyk — Plate III, *1–7*.

Створки 22.6–33.6 мкм дл., 9.0–10.2 мкм шир., штрихов 10.1–11.5/10 мкм, ареол 25.2–30.3/10 мкм.

Отмечен в пробах 687, 692.

***N. libonensis** Schoeman — Plate III, *8–12*.

Створки 23.5–38.5 мкм дл., 5.5–7.0 мкм шир., штрихов 11.4–12.2/10 мкм, ареол 27.5–30.1/10 мкм.

Отмечен в пробах 680, 684, 691, 692, 698.

***Navicula** cf. **lundii** E. Reichardt — Plate III, *13–18*.

Створки 15.8–31.7 мкм дл., 5.0–6.0 мкм шир., штрихов 14.1–16.1/10 мкм.

Отмечен в пробах 680, 682.

N. lundii отличается от наших образцов местообитанием (периодически увлажняемые места) и несколько меньшим средним полем (Lange-Bertalot, 2001).

***N. moskalii** Metzeltin, Witkowski et Lange-Bert. — Plate III, *19–27*.

Створки 20.4–26.2 мкм дл., 6.8–7.6 мкм шир., штрихов 13.2–13.8/10 мкм, ареол 31.5–34.8/10 мкм.

Отмечен в пробах 684, 685, 686, 698.

***N. oppugnata** Hust. — Plate IV, *1–6*.

Створки 33.9–44.3 мкм дл., 8.5–9.7 мкм шир., штрихов 9.2–10.2/10 мкм, ареол 23.4–25.3/10 мкм.

Отмечен в пробе 692.

***N. peroblonga** Metzeltin, Lange-Bert. et Nergui — Plate IV, *7*.

Створка 78.1 мкм дл., 13.3 мкм шир., штрихов 7.4/10 мкм, ареол 36.9/10 мкм.

Отмечен в пробе 680.

Navicula pseudoharmoniae Chudaev, sp. nov. — Plate V, *1–14*.

Valves linear-lanceolate with broadly rounded, non-protracted apices, length 41.0–59.7 µm, width 7.9–8.9 µm. Axial area narrowly lanceolate, gradually widening towards valve centre; central area rhombic to rhombic-elliptic, not distinctly separated from axial one, occupying ¼–⅓ of valve width, with smooth margins. Striae radiate at valve centre, becoming convergent near the ends, 13.3–13.9/10 µm; short and long striae alternate at valve centre. Areolae barely distinguishable in light microscope, 33.6–35.7/10 µm. Raphe narrowly lateral; terminal fissures curved to the secondary valve side; central pores straight, drop-like; proximal part of external raphe slit is distinctly sinuous.

Diagnosis. *N. harmoniae* Bahls differs from *N. pseudoharmoniae* by parallel, not convergent striae near valve apices; striae density in valve centre is lower (9–13/10 µm); axial area is somewhat wider, raphe is not so distinctly sinuose in proximal parts. *N. digitoconvergens* Lange-Bert. has linear-elliptic, not linear-lanceolate valves, sparser striae (10–11/10 μm), proximal parts of raphe in this taxon are not sinuos.

Holotype: specimen depicted in pl. V, *8* from slide 683s1, diatom collection of the Department of Mycology and Algology, Faculty of Biology, M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow.

Isotype: slide LE 683s2, V. L. Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg.

Type locality: Russia, Altai Republic, River Chulyshman, 5 km upstream Koo, 50°55'36"N, 88°11'22"E, periphyton, 8 VIII 1993, *O. V. Anissimova*.

Distribution. The species recorded from samples 681, 683, 692, 694.

Etymology: The name is given due to similarity with *Navicula harmoniae* Bahls.

Створки линейно-ланцетные с широко закругленными, неоттянутыми концами, дл. 41.0–59.7 мкм, шир. 7.9–8.9 мкм. Осевое поле узко ланцетное, постепенно расширяющееся к центру створки; среднее поле ромбическое до ромбически-эллиптического, не отграниченное явно от осевого, занимающее ¼–⅓ ширины створки, с ровными краями. Штрихи радиально-симметричные в центре створки, становящиеся конвергентными у концов, 13.3–13.9/10 мкм; короткие и длинные штрихи чередуются в центре створки. Ареолы плохо различимы в СМ, 33.6–35.7/10 мкм. Шов узко расширенный; конечные щели загнуты на вторичную сторону створки; центральные поры прямые, каплевидные; проксимальная часть наружной щели шва отчетливо волнистая.

Дифференциальный диагноз. *N. harmoniae* Bahls отличается от *N. pseudoharmoniae* параллельными, а не конвергентными штрихами у концов створок; частота штрихов в центре створки ниже (9–13/10 мкм); осевое поле несколько шире, шов не отчетливо волнистый в проксимальных частях. *N. digitoconvergens* Lange-Bert. имеет линейно-эллиптические, а не линейно-ланцетные створки, более редкие штрихи (10–11/10 мкм), проксимальные части шва у данного таксона не волнистые.

Голотип: экземпляр, приведенный на Plate V, *8* из препарата 683s1, диатомовая коллекция кафедры микологии и альгологии, биологический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва.

Изотип: препарат LE 683s2, Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург.

Типовое местонахождение: Россия, Республика Алтай, р. Чулышман, 5 км выше пос. Коо, 50°55'36"N, 88°11'22"E, перифитон, 8 VIII 1993, *О. В. Анисимова*.

Распространение. Вид отмечен в пробах 681, 683, 692, 694.

Этимология: Название дано из-за сходства с *Navicula harmoniae* Bahls.

N. pseudolanceolata Lange-Bert. — Plate IV, *8–13*.

Створки 33.2–56.4 мкм дл., 7.6–8.3 мкм шир., штрихов 10.1–11.3/10 мкм, ареол 24.0–27.9/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 681, 683, 685, 686, 692, 698.

****N.** cf. **pseudoreinhardtii** R. M. Patrick — Plate VI, *1–8*.

(=? *N. supleeorum* Bahls)

Створки 26.6–31.8 мкм дл., 6.4–7.0 мкм шир., штрихов 12.5–12.8/10 мкм, ареол 27.6–29.7 мкм.

Отмечен в пробах 683, 692.

N. pseudoreinhardtii незначительно отличается от наших образцов слегка оттянутыми концами створок и слабо конвергентными штрихами у концов. Название *N. supleeorum*, по всей видимости, должно рассматриваться как синоним *N. pseudoreinhardtii*. Описания этих двух видов незначительно различаются лишь по частоте ареол — 30–32/10 мкм у *N. supleeorum* (Bahls, 2013) и 28–30/10 мкм у *N. pseudoreinhardtii* (Potapova, 2013).

N. radiosa Kütz. — Plate VI, *11–13*.

Створки 62.5–91.2 мкм дл., 9.7–12.1 мкм шир., штрихов 9.0–10.7/10 мкм, ареол 31.8–33.3 мкм.

Отмечен в пробах 679, 680, 681, 683, 685, 687, 689, 690, 691, 692, 693, 697, 698.

N. reinhardtii (Grunow) Grunow — Plate VI, *9–10*.

Створки 36.7–54.8 мкм дл., 13.6–15.5 мкм шир., штрихов 7.0–7.8/10 мкм, ареол 21.6–22.8/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 687, 688, 689, 690, 692, 693, 698.

N. rhynchocephala Kütz. — Plate VII, *1–2*.

Створки 47.4–50.7 мкм дл., 8.7–9.9 мкм шир., штрихов 10.4–10.8/10 мкм, ареол 25.3–25.6/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 685.

****N. ricardae** Lange-Bert. — Plate VII, *3–6*.

Створки 34.8–39.1 мкм дл., 7.5–7.7 мкм шир., штрихов 10.8–11.7/10 мкм, ареол 26.7–27.8/10 мкм.

Отмечен в пробе 692.

****N. scaniae** Van de Vijver, Jarlman et Lange-Bert. — Plate VII, *7–12*.

Створки 29.4–48.1 мкм дл., 5.0–6.6 мкм шир., штрихов 10.2–12.1/10 мкм, ареол 31.3–35.3/10 мкм.

Отмечен в пробах 681, 683, 685, 688, 692, 693, 694, 698.

****N. schweigeri** Bahls — Plate VIII, *1–9*.

Створки 31.5–50.5 мкм дл., 7.1–8.2 мкм шир., штрихов 12.3–13.5/10 мкм, ареол 31.5–34.4/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 692.

***N. striolata** (Grunow) Lange-Bert. — Plate VII, *13–14*.

Створки 58.5–80.9 мкм дл., 11.5–13.2 мкм шир., штрихов 8.2–8.6/10 мкм, ареол 22.0–27.2/10 мкм.

Отмечен в пробах 683, 687, 694.

****N. suecicarum** Van de Vijver, Jarlman et Lange-Bert. — Plate VIII, *10–17*.

Створки 37.4–56.1 мкм дл., 7.5–8.5 мкм шир., штрихов 9.8–10.6/10 мкм, ареол 29.0–31.4/10 мкм.

Отмечен в пробах 688, 692, 698.

N. teletskoyensis Chudaev — Plate IX, *1–4*.

Створки 36.2–64.1 мкм дл., 9.4–11.2 мкм шир., штрихов 8.7–10.0/10 мкм, ареол 20.3–21.7/10 мкм.

Отмечен в пробах 687, 688, 692.

N. tripunctata (O. F. Müll.) Bory — Plate IX, *5–7*.

Створки 46.3–70.2 мкм дл., 8.3–10.0 мкм шир., штрихов 11.3–12.5/10 мкм, ареол 30.0–32.6/10 мкм.

Отмечен в пробах 681, 682, 683, 685, 686, 687, 692, 694, 698.

***N. upsaliensis** (Grunow) Perag. — Plate IX, *8–10*.

Створки 24.0–32.4 мкм дл., 8.8–9.9 мкм шир., штрихов 9.7–11.2/10 мкм, ареол 29.2–31.3/10 мкм.

Отмечен в пробах 689, 692, 698.

N. veneta Kütz. — Plate IX, *11–17*.

Створки 18.6–23.7 мкм дл., 4.4–5.5 мкм шир., штрихов 14.5–15.3/10 мкм.

Отмечен в пробе 680.

***N. viridulacalcis** Lange-Bert. — Plate X, *1–3*.

Створки 50.5–57.2 мкм дл., 10.3–11.2 мкм шир., штрихов 9.3–9.8/10 мкм, ареол 30.0–32.3/10 мкм.

Отмечен в пробах 679,682, 683, 688, 692, 694.

N. vulpina Kütz. — Plate X, *4–5*.

Створки 83.1–107.0 мкм дл., 14.9–16.6 мкм шир., штрихов 8.4–9.4/10 мкм, ареол 23.7–24.5/10 мкм.

Отмечен в пробах 687, 688, 689, 691, 693, 697.

Navicula sp. 1 — Plate X, *6–9*.

Створки 27.3–35.2 мкм дл., 7.5–8.6 мкм шир., штрихов 14.3–14.9/10 мкм, ареол 27.2-28.8/10 мкм.

Отмечен в пробах 679, 692.

Navicula sp. 2 — Plate I, *24–30*.

(*Navicula* spec. aff. *wiesneri* Lange-Bert. sensu Metzeltin *et al.* 2009, fig. 43: 23–27)

Створки 14.6–25.9 мкм дл., 4.3–5.0 мкм шир., штрихов 11.3–12.7/10 мкм.

Отмечен в пробах 680, 692.

Navicula sp. 3 — Plate X, *10–12*.

Створки 17.9–25.8 мкм дл., 5.6–6.5 мкм шир., штрихов 18.1–19.5/10 мкм.

Отмечен в пробах 687, 693.

Обсуждение

Наши исследования существенно расширяют представления не только о региональной диатомовой флоре, но и о флоре России и разнообразии диатомовых водорослей в целом. Один вид (*N. pseudoharmoniae*) оказался новым для науки, 7 видов являются новыми для территории России, 21 вид приводится впервые для Телецкого озера и его бассейна.

Рассмотрим подробнее сведения о распространении видов, которые обнаружены в России впервые.

Вид *Navicula arkona* был описан из пресноводных отложений Балтийского моря (Lange-Bertalot, 2001) и в современных европейских материалах пока не обнаружен. Тем не менее, в Азии он отмечен нами в современном состоянии (и ранее предположительно был указан для Монголии (Metzeltin *et al.*, 2009) как *N.* cf. *arkona*).

Navicula hangaica представляет собой вид, недавно описанный из озер Монголии (Vishnyakov *et al.*, 2015), и его находка в азиатской части России не представляется удивительной. Очень интересной представляется находка *Navicula* cf. *pseudoreinhardtii* — вида, до настоящего времени известного только из Северной Америки (Patrick, 1959; Potapova, 2013). Предположительно синонимичная ей *N. supleeorum* также известна только с этого континента (Bahls, 2013).

Navicula ricardae в Европе известна из типового местообитания в одном из австрийских озер, а также из постгляциальных осадков Балтийского моря (Lange-Bertalot, 2001). Kulikovskiy *et al.* (2016) сообщают о находке этого вида в Монголии.

Navicula scaniae была описана из рек Швеции (Van de Vijver *et al.*, 2010) и, аналогично предыдущему виду отмечалась в Монголии (Kulikovskiy *et al.*, 2016), из-за чего предполагалось, что вид должен быть отмечен и в России.

Еще один таксон до настоящего времени известный только из Северной Америки — это *N. schweigeri* (Bahls, 2012). Его находка в азиатской части России существенно расширяет представления об ареале этого вида.

Navicula suecicarum была известна только из типового местообитания в Швеции (Van de Vijver, Lange-Bertalot, 2009), нами вид отмечен в Азии впервые.

В заключение стоит отметить, что большинство новых для флоры России находок представлены видами, описанными сравнительно недавно. Поэтому неудивительно, что данные об их географическом распространении подвергаются уточнению в результате новых исследований.

Благодарности

Автор выражает признательность О. В. Анисимовой (биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова) за предоставленный материал из оз. Телецкого. Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг альгофлоры отдельных регионов России как вклад в рациональное природопользование» (№ АААА-А16-116021660085-8).

Литература

[Anisimova] Анисимова О. В. 1998. История изучения альгофлоры Телецкого озера (Алтайский государственный заповедник). *Ботанический журнал* 83(8): 56–58.

[Anisimova, Belyakova] Анисимова О. В., Белякова Г. А. 1997. Альгофлора Телецкого озера и стоячих водоемов его бассейна на территории Алтайского заповедника. *Труды Центрально-черноземного государственного заповедника* 15: 191–203.

Bahls L. 2012. Seven new species in *Navicula* sensu stricto from the Northern Great Plains and Northern Rocky Mountains. *Nova Hedwigia. Beiheft* 141: 19–38.

Bahls L. 2013. New diatoms (Bacillariophyta) from western North America. *Phytotaxa* 82(1): 7–28. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.82.1.2

Chudaev D. A. 2019. New species of the genus *Navicula* Bory (Bacillariophyceae, Naviculaceae) from Lake Teletskoye. *Phytotaxa* 404(4): 163–169. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.404.4.5

[Elyashev] Эльяшев А. А. 1957. О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа. *Труды НИИ геологии Арктики* 4: 74–75.

[Genkal, Mitrofanova] Генкал С. И., Митрофанова Е. Ю. 1995. Материалы к флоре Bacillariophyta Телецкого озера (Алтайский край, Россия). *Альгология* 5(4): 375–377.

Kelly M. G., Adams C., Graves A. C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E. B., Murray-Bligh J., Prichard S., Wilkins C. 2001. *The Trophic Diatom Index*: *a user's manual*. *Revised edition*. Bristol: 135 p.

Kim G. V. 2011. Algae of periphyton of Lake Teletskoye. *Contemporary Problems of Ecology* 4(1): 21–27. https://doi.org/10.1134/S1995425511010048

[Kulikovskiy *et al.*] Куликовский М. С., Глущенко А. М., Генкал С. И., Кузнецова И. В. 2016. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: 804 с.

Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. *Diatoms of Europe*: *Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. *Vol. 2*. Ruggell: 1–526.

Merzeltin D., Lange-Bertalot H., Nergui S. 2009. Diatoms in Mongolia. *Iconographia Diatomologica* 20: 1–686.

Mitrofanova E. Yu. 2011. Diversity of centric diatoms in the phytoplankton of a deep oligotrophic lake as a factor and indicator of the stability of its ecosystem: the example of Lake Teletskoye, Altai Mountains, Russia. *Russian Journal of Ecology* 42(3): 256–259. https://doi.org/10.1134/S1067413611030118

Mitrofanova E. Yu., Genkal S. I. 2013. A noteworthy finding of the rare species Nupela neogracillima (Bacillariophyceae) in Lake Teletskoye (Russian Altai). *Algological Studies* 143: 43–49. https://doi.org/10.1127/1864-1318/2013/0174

[Mitrofanova *et al.*] Митрофанова Е. Ю., Скабичевская Н. А., Ким Г. В., Романов Р. Е. 2007. Флора диатомовых водорослей Телецкого озера (Алтай, Россия). *Новости систематики низших растений* 41: 41–59.

[Mitrofanova, Tretyakova] Митрофанова Е. Ю., Третьякова Е. И. 2013. Тератологические формы диатомовых водорослей в альгофлоре Телецкого озера (Русский Алтай). *Вода*: *химия и экология* 10: 112–119.

Patrick R. 1959. New Species and Nomenclatural Changes in the Genus *Navicula* (Bacillariophyceae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 111: 91–108.

[Poretzky, Sheshukova] Порецкий В. С., Шешукова В. С. 1953. Диатомовые Телецкого озера и связанных с ним рек. *Диатомовый сборник*. Л.: 107–172.

Potapova M. 2013. The types of 22 *Navicula* (Bacillariophyta) species described by Ruth Patrick. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 162: 1–23. https://doi.org/10.1635/053.162.0101

[Skvortzov] Скворцов Б. В. 1930. Материалы по флоре водорослей Азиатской части СССР. I. О фитопланктоне оз. Телецкого. *Журнал русского ботанического общества* 15(1–2): 91–92.

Van de Vijver B., Jarlman A., Lange-Bertalot H. 2010. Four new *Navicula* (Bacillariophyta) species from Swedish rivers. *Cryptogamie, Algologie* 31(3): 355–367.

Van de Vijver B., Lange-Bertalot H. 2009. New and interesting *Navicula* taxa from western and northern Europe. *Diatom Research* 24(2): 415–429.

[Vishnyakov *et al.*] Вишняков В. С., Куликовский М. С., Генкал С. И., Дорофеюк Н. И. 2015. Два новых вида рода *Navicula* (Bacillariophyceae) из Монголии. Ботанический журнал 100(10): 1100–1105.

References

Anisimova O. V. 1998. The history of algoflora study in Teletsky Lake (Altai State Reserve). *Botanicheskii zhurnal* 83(8): 56–58. (In Russ. with Engl. abstract).

Anisimova O. V., Belyakova G. A. 1997. Algoflora of Lake Teletskoye and standing waters of its basin at the territory of Altai Reserve. *Trudy Tsentralno-chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika* 15: 191–203. (In Russ.).

Bahls L. 2012. Seven new species in *Navicula* sensu stricto from the Northern Great Plains and Northern Rocky Mountains. *Nova Hedwigia. Beiheft* 141: 19–38.

Bahls L. 2013. New diatoms (Bacillariophyta) from western North America. *Phytotaxa* 82(1): 7–28. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.82.1.2

Chudaev D. A. 2019. New species of the genus *Navicula* Bory (Bacillariophyceae, Naviculaceae) from Lake Teletskoye. *Phytotaxa* 404(4): 163–169. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.404.4.5

Elyashev A. A. 1957. On a simple method for preparing high-refractive medium for diatom analysis. *Trudy NII geologii Arktiki* 4: 74–75. (In Russ.).

Genkal S. I., Mitrofanova E. Yu. 1995. Materials to flora of Bacillariophyta of the Teletsky Lake (Altay Region, Russia). *Algologia* 5(4): 375–377. (In Russ. with Engl. abstract).

Kelly M. G., Adams C., Graves A. C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E. B., Murray-Bligh J., Prichard S., Wilkins C. 2001. *The Trophic Diatom Index: a user's manual. Revised edition*. Bristol: 135 p.

Kim G. V. 2011. Algae of periphyton of Lake Teletskoye. *Contemporary Problems of Ecology* 4(1): 21–27. https://doi.org/10.1134/S1995425511010048

Kulikovskiy M. S., Glushchenko A. M., Genkal S. I., Kuznetsova I. V. 2016. *Opredelitel diatomovykh vodoroslej Rossii* [Identification book of diatoms from Russia]. Yaroslavl: 804 p. (In Russ.).

Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. *Diatoms of Europe: Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Vol. 2*. Ruggell: 1–526.

Merzeltin D., Lange-Bertalot H., Nergui S. 2009. Diatoms in Mongolia. *Iconographia Diatomologica* 20: 1–686.

Mitrofanova E. Yu. 2011. Diversity of centric diatoms in the phytoplankton of a deep oligotrophic lake as a factor and indicator of the stability of its ecosystem: the example of lake Teletskoye, Altai Mountains, Russia. *Russian Journal of Ecology* 42(3): 256–259. https://doi.org/10.1134/S1067413611030118

Mitrofanova E. Yu., Genkal S. I. 2013. A noteworthy finding of the rare species Nupela neogracillima (Bacillariophyceae) in Lake Teletskoye (Russian Altai). *Algological Studies* 143: 43–49. https://doi.org/10.1127/1864-1318/2013/0174

Mitrofanova E. Yu., Skabitchevskaya N. A., Kim G. V., Romanov R. Eu. 2007. Diatom flora of Lake Teletskoye (Altai, Russia). *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 41: 41–59. (In Russ.).

Mitrofanova E. Yu., Tretyakova E. I. 2013. Teratological forms of diatom algae in alga-flora of lake Teletskoye (Russian Altai). *Voda: khimiya i ekologiya* 10: 112–119. (In Russ. with Engl. abstract).

Patrick R. 1959. New Species and Nomenclatural Changes in the Genus *Navicula* (Bacillariophyceae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 111: 91–108.

Poretzky V. S., Sheshukova V. S. 1953. Diatomovye Teletskogo ozera i svyazannykh c nim rek. *Diatomovyj sbornik* [Diatom collection]. Leningrad: 107–172.

Potapova M. 2013. The types of 22 *Navicula* (Bacillariophyta) species described by Ruth Patrick. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 162: 1–23. https://doi.org/10.1635/053.162.0101

Skvortzov B. V. 1930. Materials to flora of algae of Asian part of USSR. I. About phytoplankton of Lake Teletskoye. *Zhurnal russkogo botanicheskogo obshchestva* 15(1–2): 91–92.

Van de Vijver B., Jarlman A., Lange-Bertalot H. 2010. Four new *Navicula* (Bacillariophyta) species from Swedish rivers. *Cryptogamie, Algologie* 31(3): 355–367.

Van de Vijver B., Lange-Bertalot H. 2009. New and interesting *Navicula* taxa from western and northern Europe. *Diatom Research* 24(2): 415–429.

Vishnyakov V. S., Kulikovskiy M. S., Genkal S. I., Dorofeyuk N. I. 2015. Two new species of the genus *Navicula* (Bacillariophyceae) from Mongolia. *Botanicheskii Zhurnal* 100(10): 1100–1105. (In Russ. with Engl. abstract).

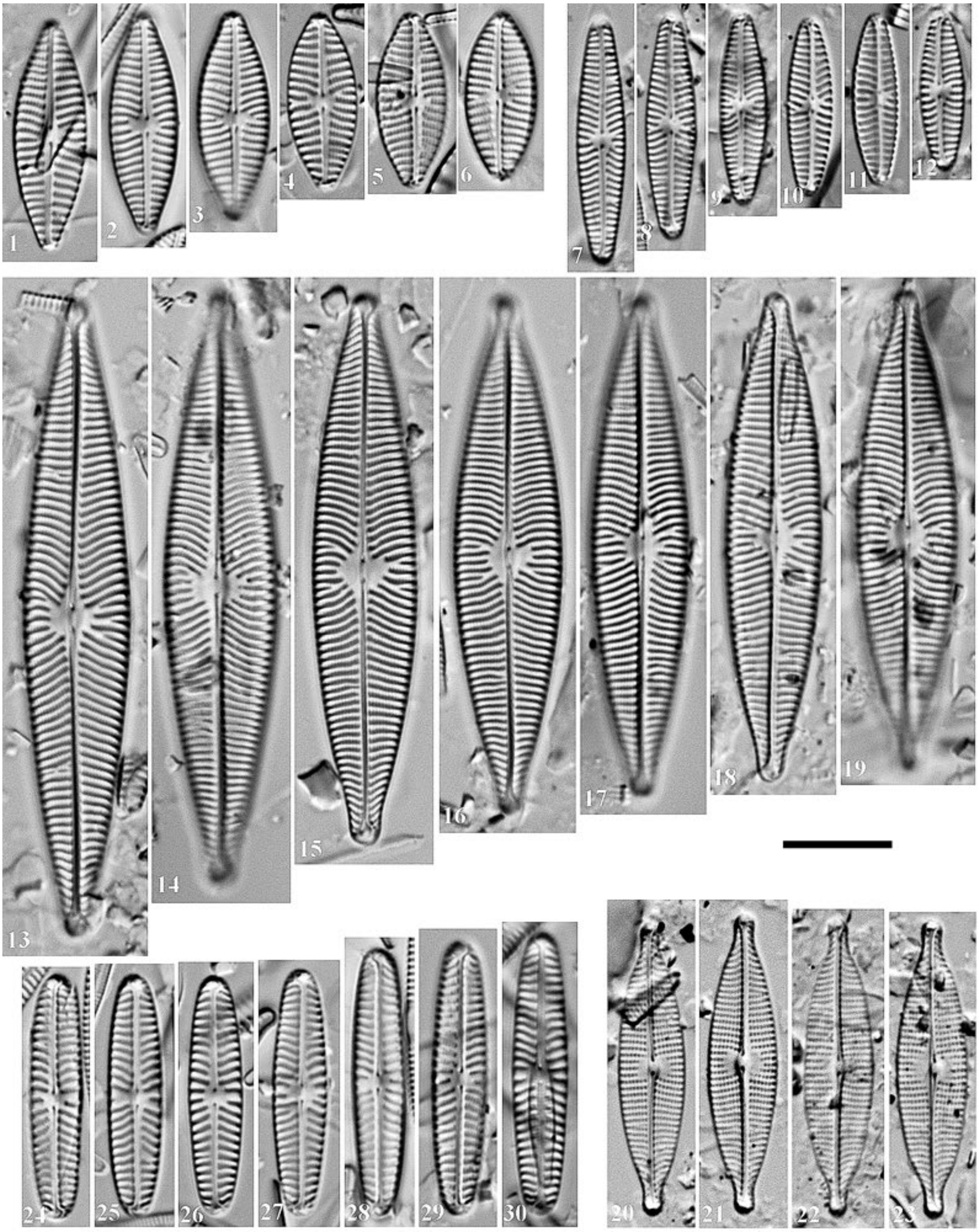

Plate I. *1–6 — Navicula* cf. *antonii*, препарат/slide 692s1; *7–12 — N. arctotenelloides*, препарат/slide 686s1; *13–19 — N. arkona*, препарат/slide 683s1; *20–23 — N. gregaria*, препарат/slide 685s1; *24–30 — Navicula* sp. 2, препарат/slide 692s1. Масштабная линейка / Scale bar: 10 μm.

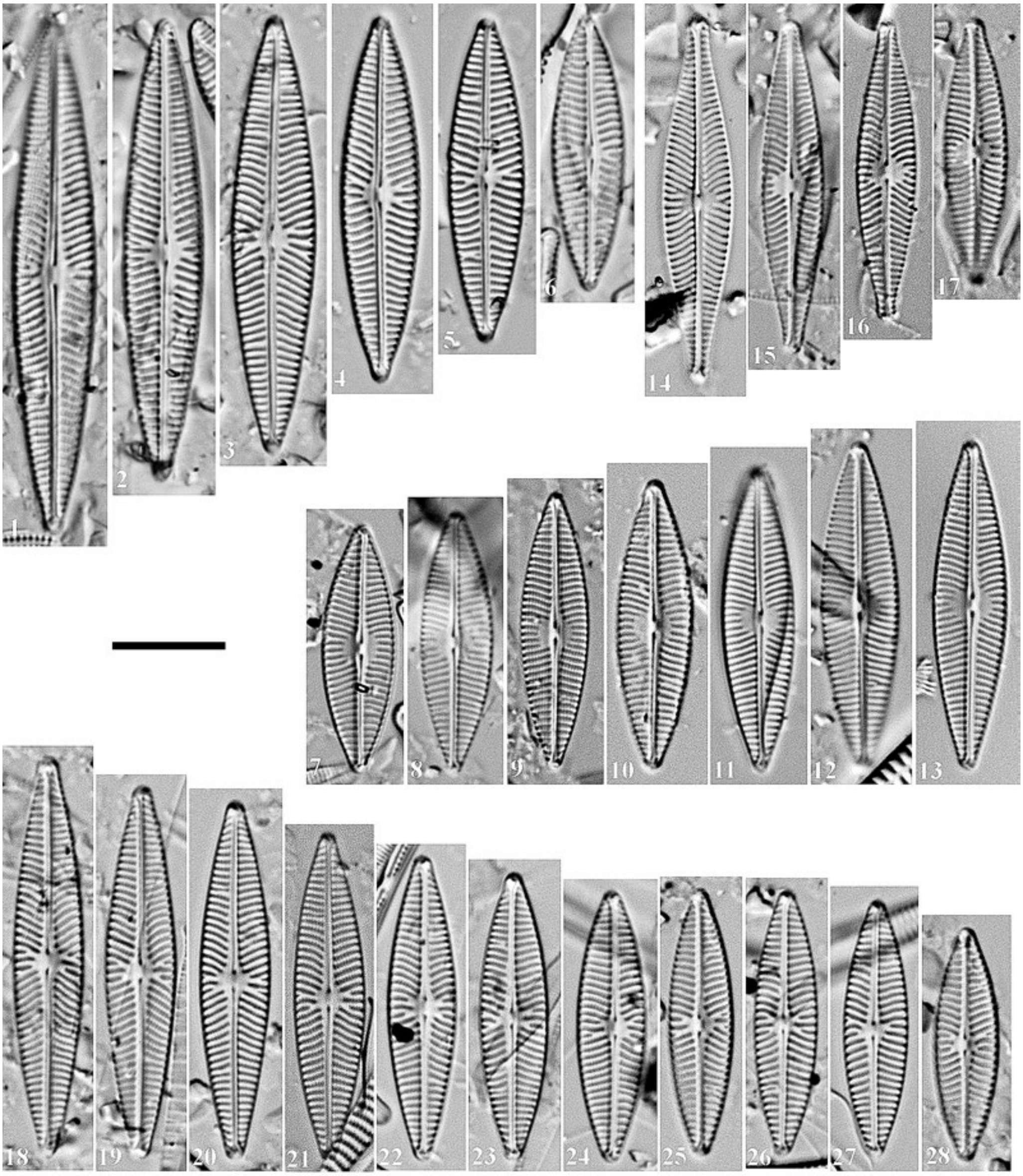

Plate II. *1–6* — *Navicula* cf. *broetzii*, препарат/slide 685s1; *7–13* — *N. ceciliae*, препарат/slide 681s1; *14–17* — *N. cryptocephala*, препарат/slide 681s1; *18–28* — *N. cryptotenella*, препарат/slide 687s1. Масштабная линейк / Scale bar: 10 μm.

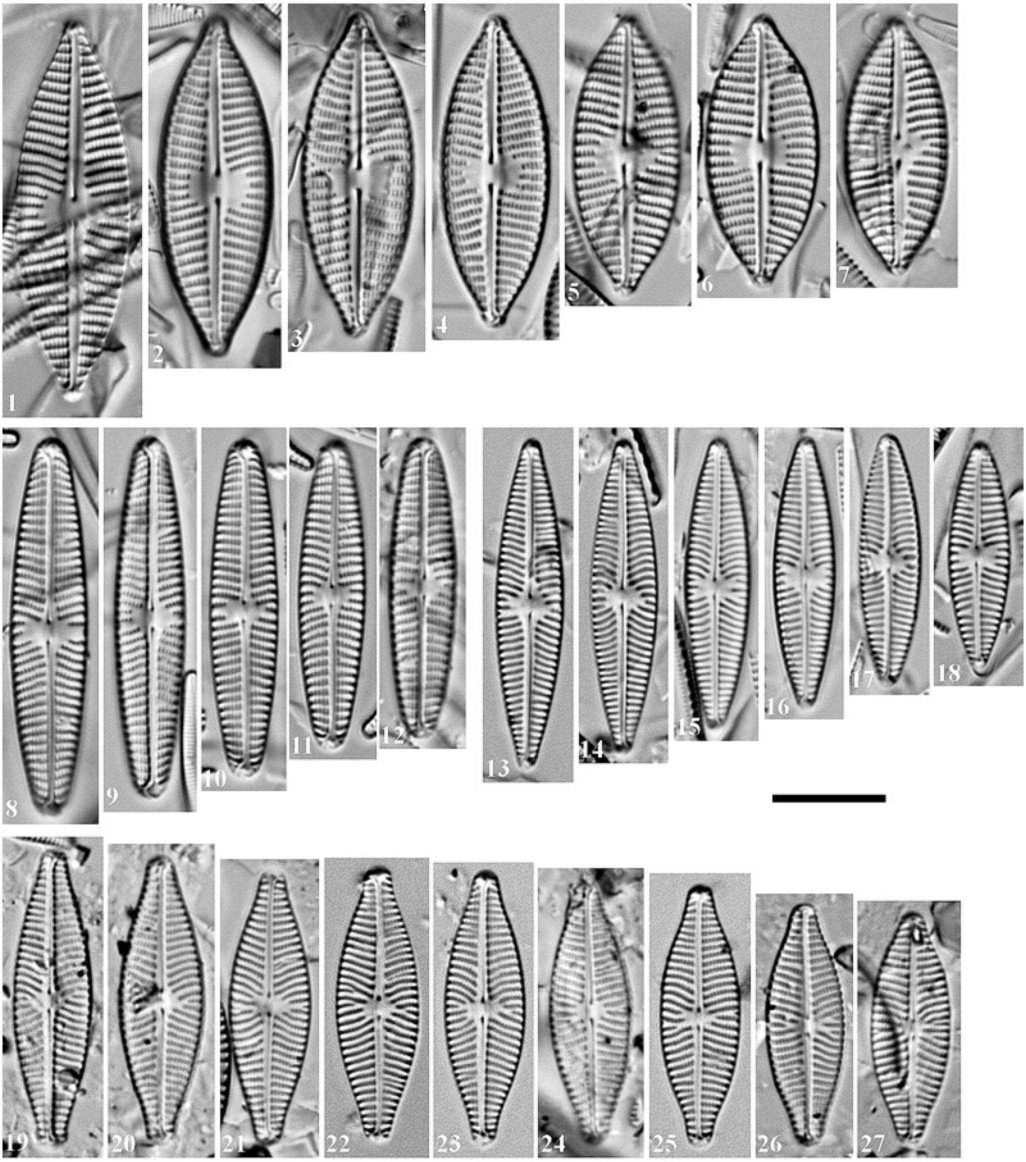

Plate III. *1–7* — *Navicula hangaica*, препарат/slide 692s1; *8–12* — *N. libonensis*, препарат/slide 692s1; *13–18* — *N.* cf. *lundii*, препарат/slide 680s1; *19–27* — *N. moskalii*, препарат/slide 685s1.
Масштабная линейка / Scale bar: 10 µm.

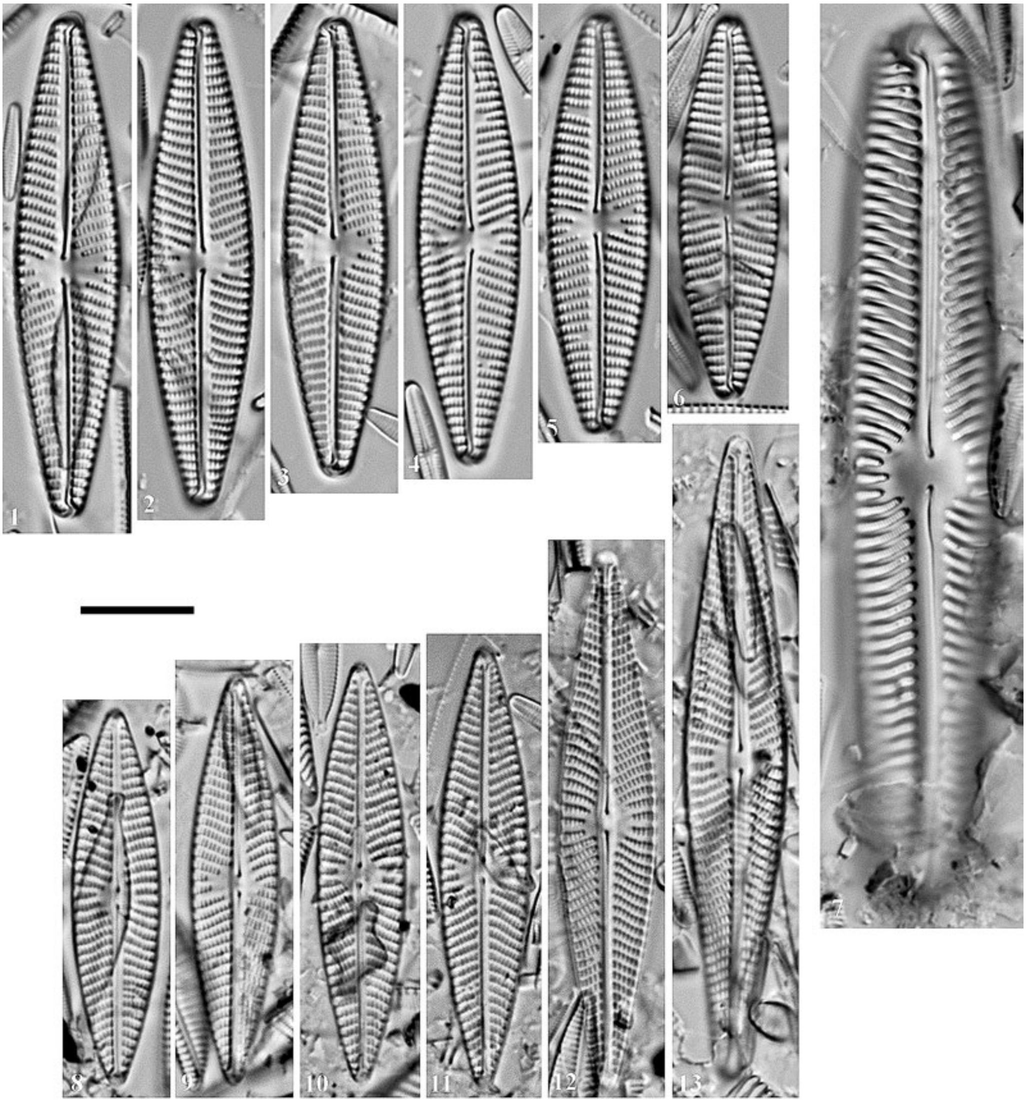

Plate IV. *1–6* — *Navicula oppugnata*, препарат/slide 692s1; *7* — *N. peroblonga*, препарат/slide 680s1; *8–13* — *N. pseudolanceolata*, препарат/slide 679s1. Масштабная линейка / Scale bar: 10 μm.

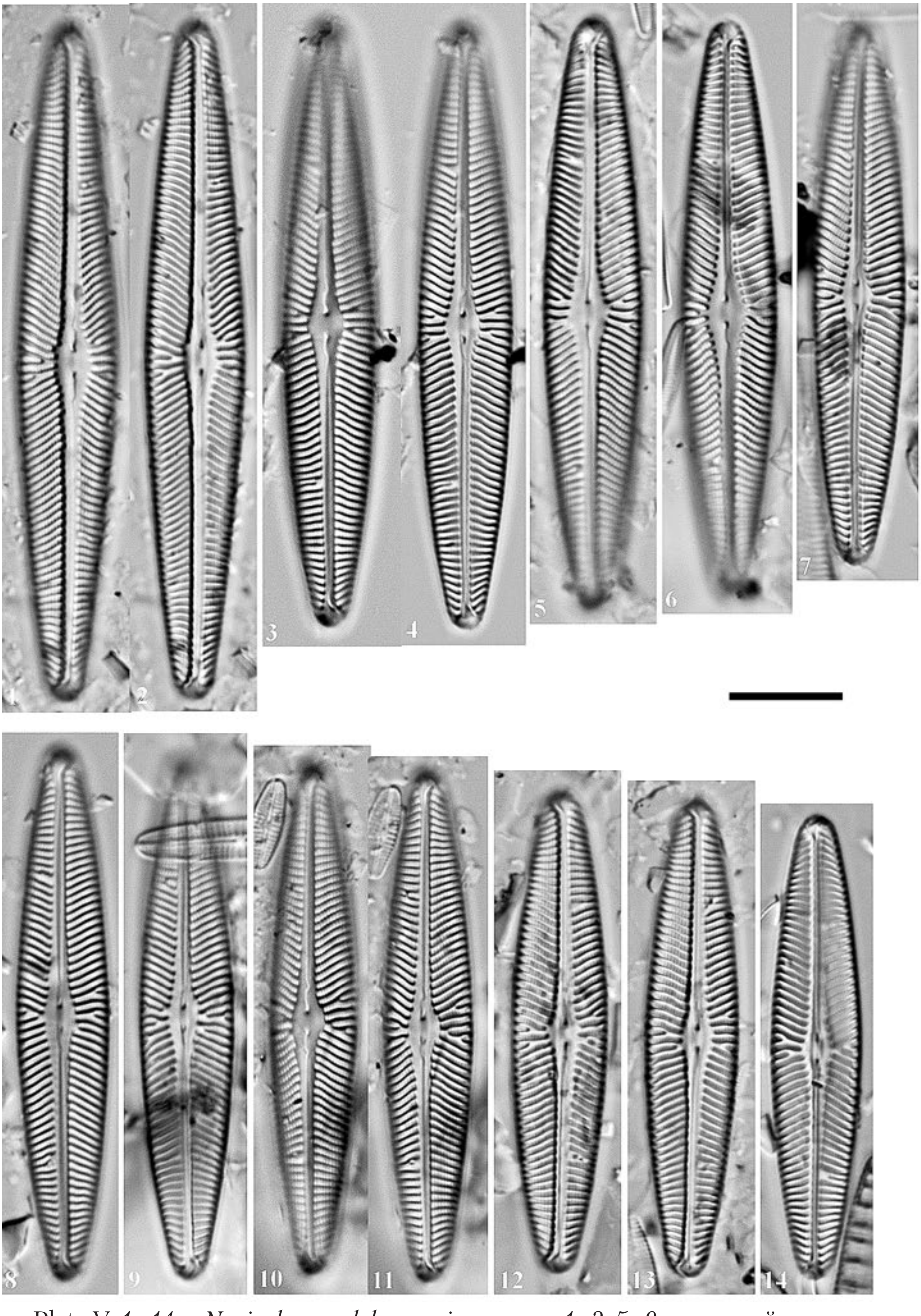

Plate V. *1–14* — *Navicula pseudoharmoniae* sp. nov. *1–2*, *5–9* — типовой материал, препарат 683s1 (*8* — голотип), *3–4*, *10–13* — препарат 681 s1, *14* — препарат 692s1; *1–2*, *3–4*, *10–11* — одна и та же створка при разных положениях фокуса. *1–2*, *5–9* — type material, slide 683s1 (*8* — holotype), *3–4*, *10–13* — slide 681 s1, *14* — slide 692s1; *1–2*, *3–4*, *10–11* — same valve in different foci. Масштабная линейка / Scale bar: 10 µm.

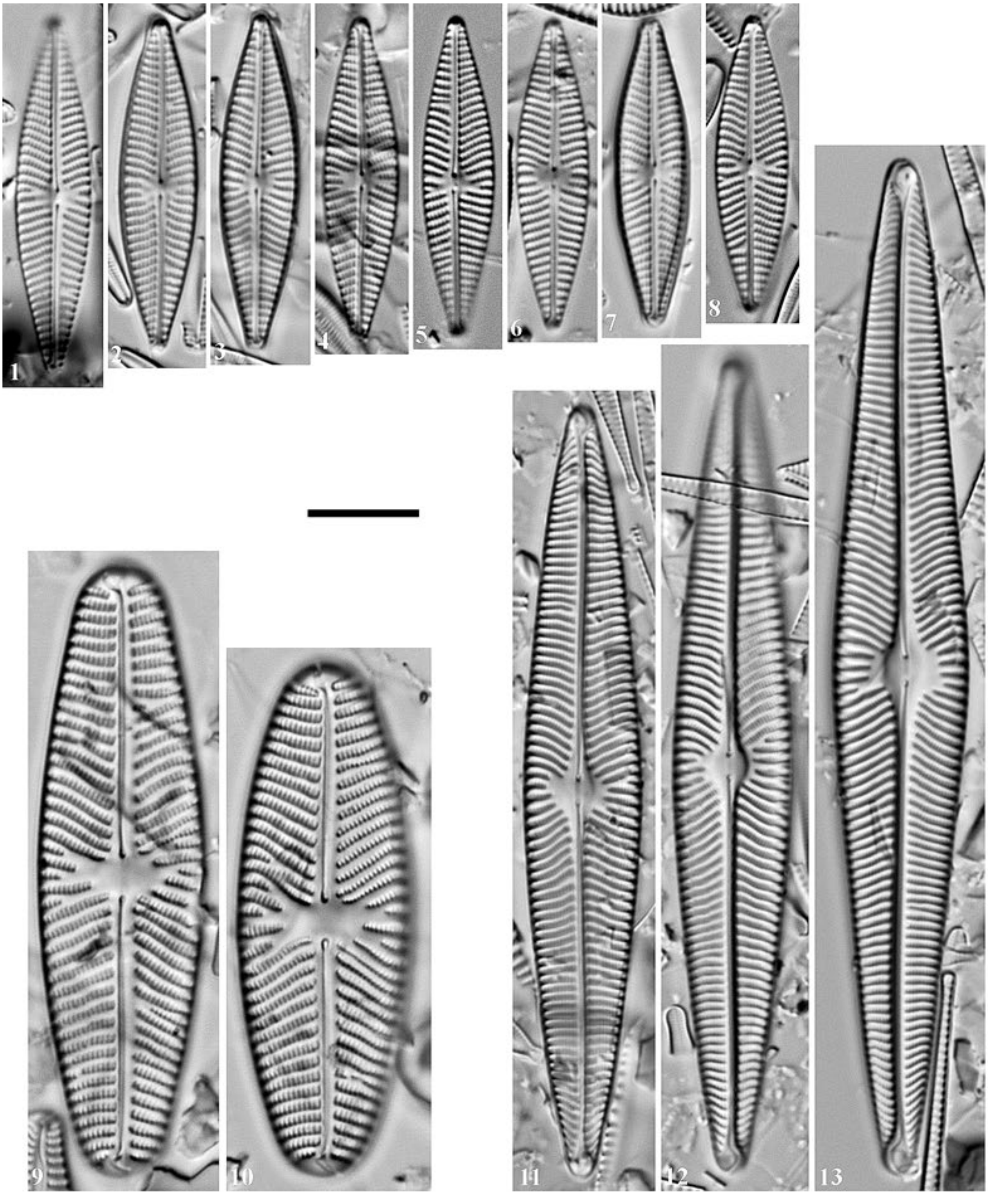

Plate VI. *1–8* — *Navicula* cf. *pseudoreinhardtii*, препарат/slide 692s1; *9–10* — *N. reinhardtii*, препарат/slide 687s1; *11–13* — *N. radiosa*, препарат/slide 691s1.
Масштабная линейка / Scale bar: 10 μm.

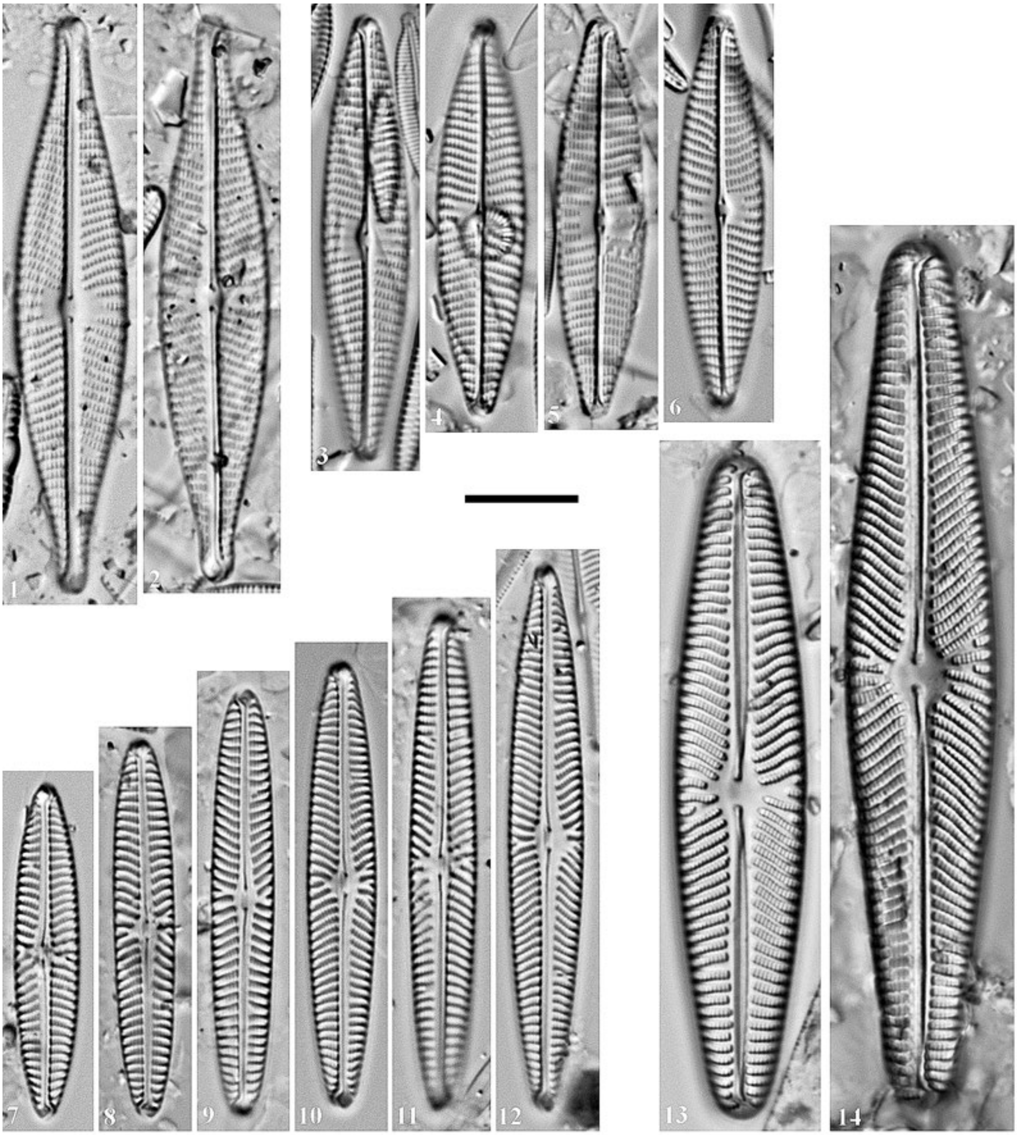

Plate VII. *1–2 — Navicula rhynchocephala*, препарат/slide 685s1; *3–6 — N. ricardae*, препарат/slide 692s1; *7–12 — N. scaniae*, препарат/slide 681s1; *13–14 — N. striolata*, *13* — препарат/slide 687s1, *14* — препарат/slide 694s1.
Масштабная линейка / Scale bar: 10 µm.

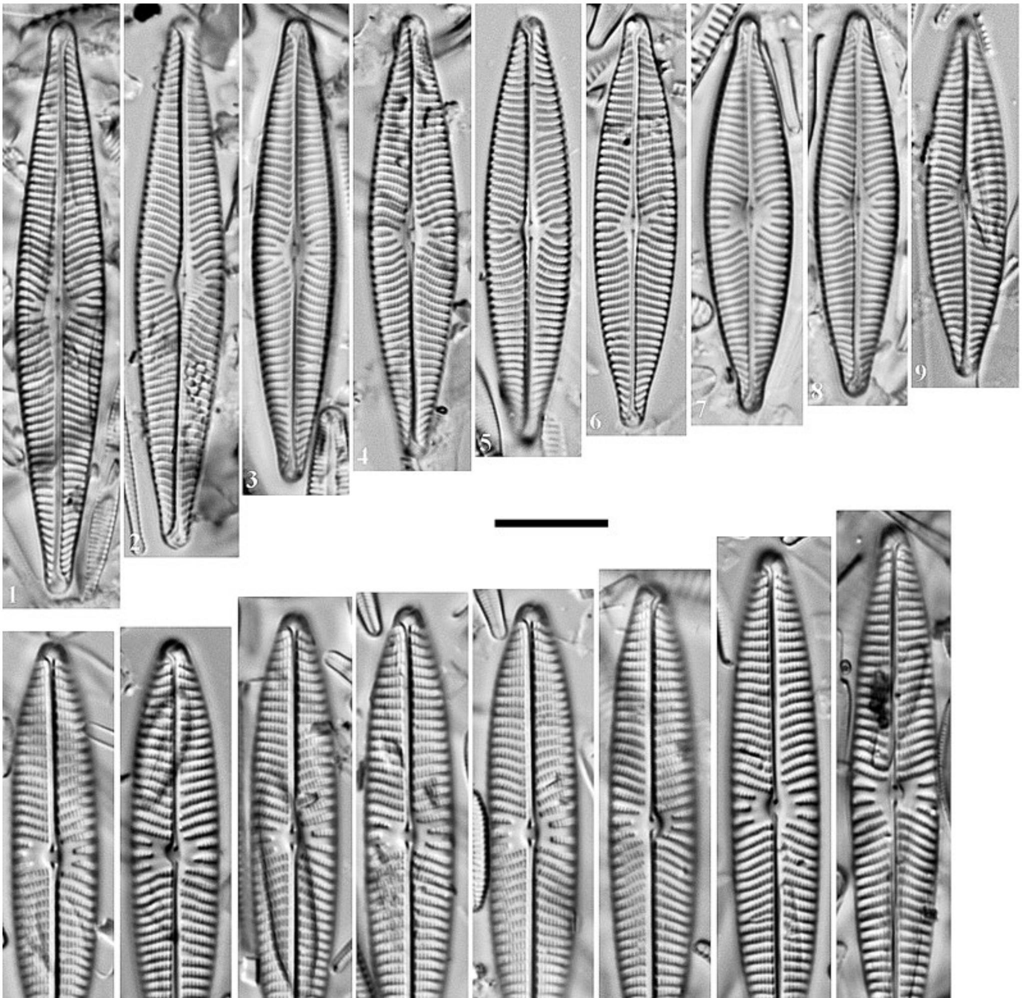

Plate VIII. *1–9* — *Navicula schweigeri*, препарат/slide 679s1; *10–17* — *N. suecicarum*, препарат/slide 692s1. Масштабная линейка / Scale bar: 10 μm.

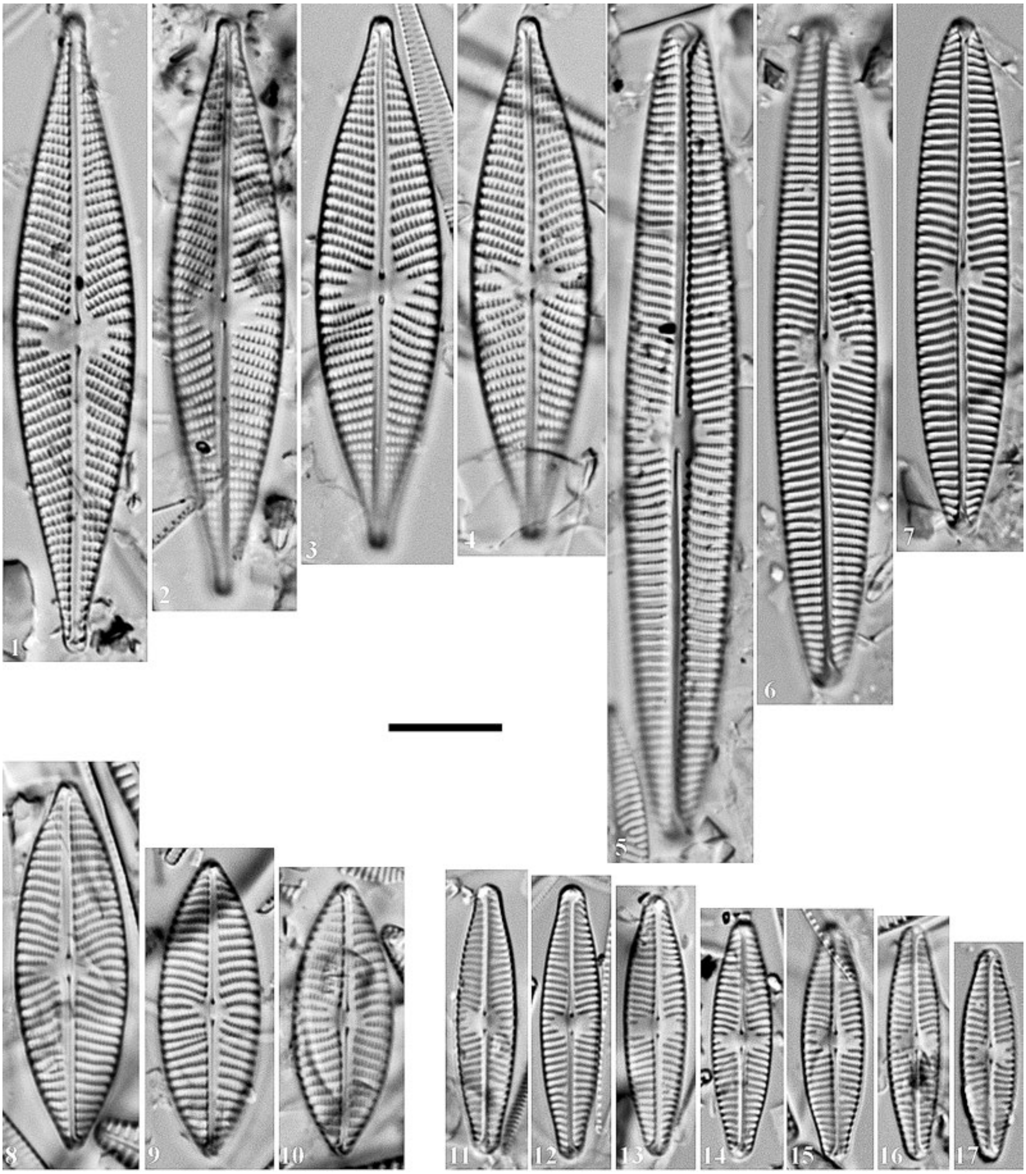

Plate IX. *1–4 — Navicula teletskoyensis*, препарат/slide 687s1; *5–7 — N. tripunctata*, препарат/slide 681s1; *8–10 — N. upsaliensis*, препарат/slide 689s1; *11–17 — N. veneta*, препарат/slide 680s1. Масштабная линейка / Scale bar: 10 µm.

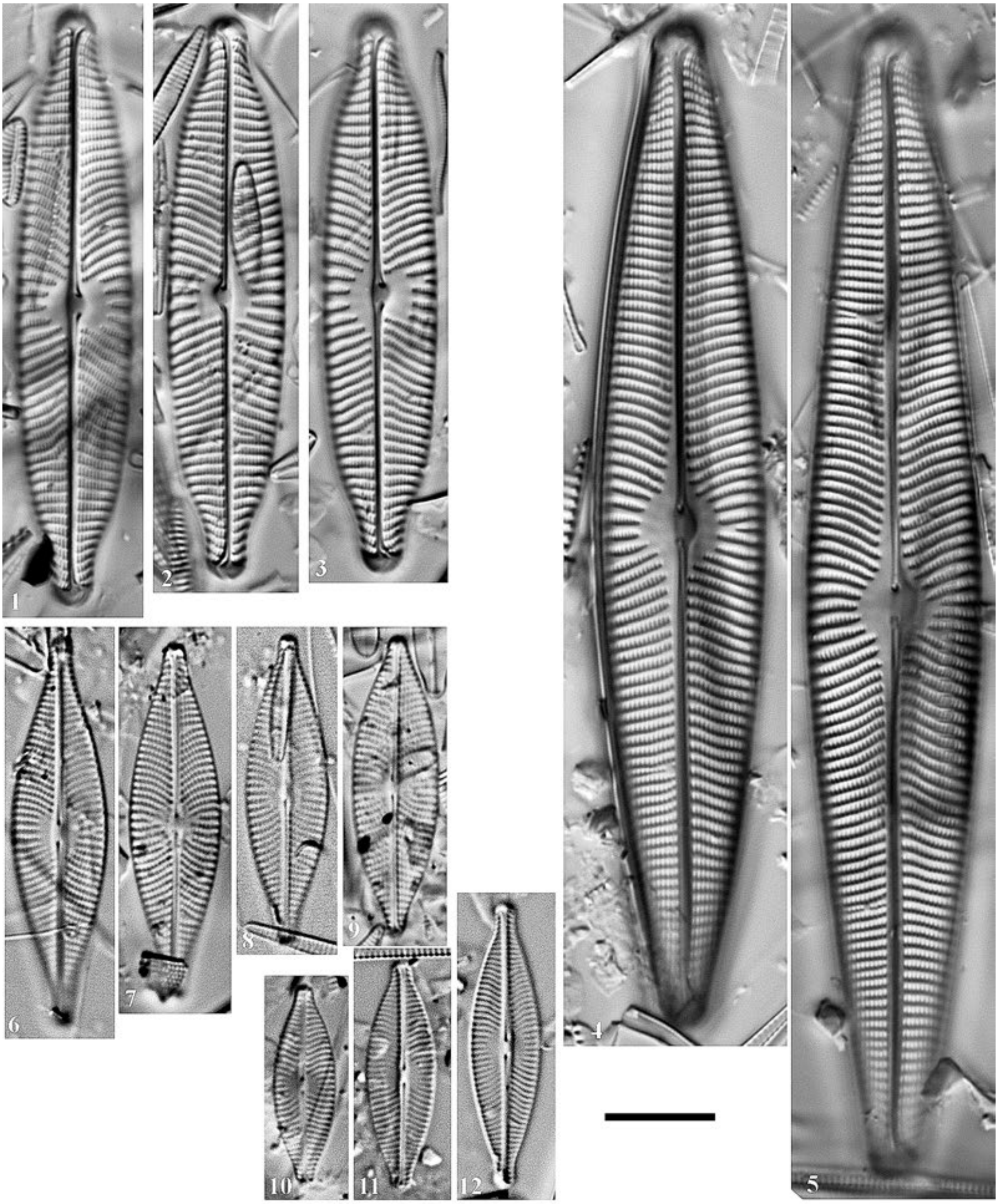

Plate X. *1–3 — Navicula viridulacalcis*, препарат/slide 692s1; *4–5 — N. vulpina*, препарат/slide 693s1; *6–9 — Navicula* sp. 1, препарат/slide 679s1; *10–12 — Navicula* sp. 3, препарат/slide 687s1. Масштабная линейка / Scale bar: 10 μm.