

ФАУНА, ФЛОРА

УДК 582.261.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОВ РОДА *NAVICULA* BORY
SENSU STRICTO (DIATOMOPHYCEAE) РЕКИ МОСКВЫ

Д.А. Чудаев, М.Д. Купреева*, М.А. Гололобова

(кафедра микологии и альгологии chudaev@list.ru)

В результате исследований диатомовых водорослей из р. Москвы в районе Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского идентифицировано 28 видов рода *Navicula*, 7 из них являются новыми для р. Москвы, 2 — новыми для водоемов России. Для всех таксонов приведены краткие описания и оригинальные микрофотографии.

Ключевые слова: *Navicula*, *Bacillariophyceae*, диатомовые водоросли, река Москва.

Род *Navicula* Bory (отдел Ochrophyta, класс Diatomophyceae, семейство Naviculaceae) — один из наиболее обширных по числу видов среди диатомовых водорослей. Представители рода широко распространены в континентальных водоемах различного типа. В последние десятилетия в диатомологии наблюдается переход от “широкой” концепции вида к “узкой” [1]; в результате активизировался процесс описания новых таксонов диатомей видового ранга. Это коснулось и систематики рода *Navicula* s. str. — была проведена ревизия рода, охватывающая виды континентальных водоемов Европы [2].

Это означает, что многие предшествующие работы по изучению видов рода *Navicula*, в том числе р. Москвы, на данный момент теряют ценность, так как приведенные в них названия могут относиться сразу к нескольким таксонам из групп близких видов. При этом во многих работах отсутствуют не только фотографии найденных диатомей, но и ссылки на исследованные гербарные образцы, что не дает возможности убедиться в правильности определения их видовой принадлежности, а также сравнить с данными, полученными в результате нашей работы.

Несмотря на то что за последние годы объем рода *Navicula* был существенно пересмотрен, он по-прежнему во многих флорах занимает лидирующее положение по числу входящих в него видовых и внутри-видовых таксонов [3].

Отметим, что работ по изучению водорослей р. Москвы (включая диатомовые) довольно много. Первая работа по водорослям р. Москвы, в которой приводится список видов рода *Navicula*, была опубликована в конце 19 века [4]. Что касается изучения диатомовых водорослей реки в районе Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского (ЗБС), то их, напротив, крайне мало. Более того,

до сих пор не было работ по ЗБС, касающихся детального изучения конкретного рода. В связи с этим целью нашей работы было изучение представителей рода *Navicula* s. str. р. Москвы в районе ЗБС.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили пробы из диатомовой коллекции кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Материал был собран А.М. Васильевской, М.Б. Гришиной, К.К. Мирошниковым и Д.А. Чудаевым 20 июня 2011 г. на участке р. Москвы, прилегающем к территории ЗБС в районе выхода Вальцевского оврага (55.698691° с.ш., 36.713108° в.д.). Были отобраны пробы эпифитона трех видов макрофитов (*Clyceria maxima* (Hartm.) Holmb., *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton perfoliatus* L.), а также соскобы с камней и поверхностный донный осадок.

Очистку панцирей проводили перекисным методом [5]. Препараты изучали при помощи светового микроскопа (СМ) ЛОМО Микмед-6, оснащенного цифровой камерой DCM 500 и сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Jeol JSM-6380.

Результаты и обсуждение

В результате исследований идентифицировано 28 видовых таксона рода *Navicula*, из них для 3 установить однозначно видовую принадлежность не удалось. Ниже приведен список видов (в алфавитном порядке) с краткими описаниями, указанием распространения и экологии (по [2]).

1. *Navicula amphiceropsis* Lange-Bertalot et Rumrich in Rumrich et al. 2000 (рис. 1: 6)

* Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации, Факультет международных финансов.

Длина створки 32,7 мкм, ширина створки 8,4 мкм. Штрихов 13,5 в 10 мкм, ареол 28,0 в 10 мкм.

Космополит, встречается в водах с высокой концентрацией электролитов.

2. *Navicula antonii* Lange-Bertalot in Rumrich et al. 2000 (рис. 2: 14; 3: 1)

Длина створки 16,0—24,3 мкм, ширина створки 6,0—7,3 мкм. Штрихов 12,0—14,4 в 10 мкм, ареол 32,1—32,3 в 10 мкм.

Космополит, встречается в эвтрофных водах со средней или высокой концентрацией электролитов.

3. *Navicula capitatoradiata* Germain 1981 (рис. 2: 3; 3: 5—6)

Длина створки 28,3—36,5 мкм, ширина створки 7,3—8,4 мкм. Штрихов 13,5—17,0 в 10 мкм, ареол 37,9—42,6 в 10 мкм.

Космополит, встречается в слегка солоноватых водах и в пресных водах с высокой концентрацией электролитов.

4. *Navicula cari* Ehrenberg 1836 (рис. 2: 6)

Длина створки 13,2—31,5 мкм, ширина створки 4,5—6,4 мкм. Штрихов 12,4—18,1 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

Космополит, встречается в эвтрофных водах со средней и высокой концентрацией электролитов.

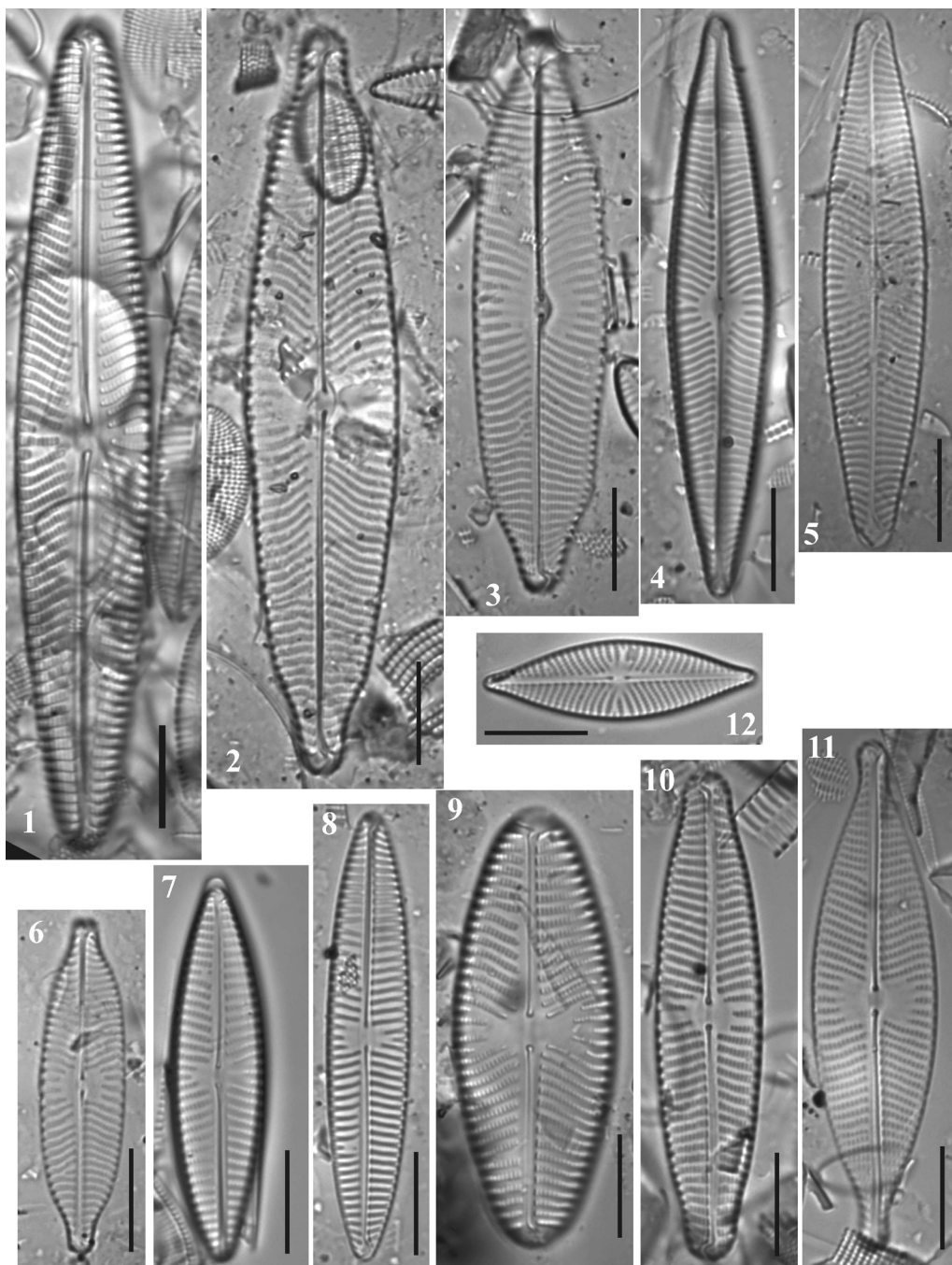


Рис. 1. 1. *N. striolata*. 2. *N. viridula*. 3. *N. viridulacalcis*. 4. *N. radiosa*. 5. *N. lanceolata*. 6. *N. amphicero-pis*. 7. *N. oppugnata*. 8. *N. tripunctata*. 9. *N. reinhardtii*. 10. *N. slesvicensis*. 11. *N. rhynchotella*. 12. *N. oligotraphenta*. 1—12. СМ, вид со створки. Масштаб — 10 мкм

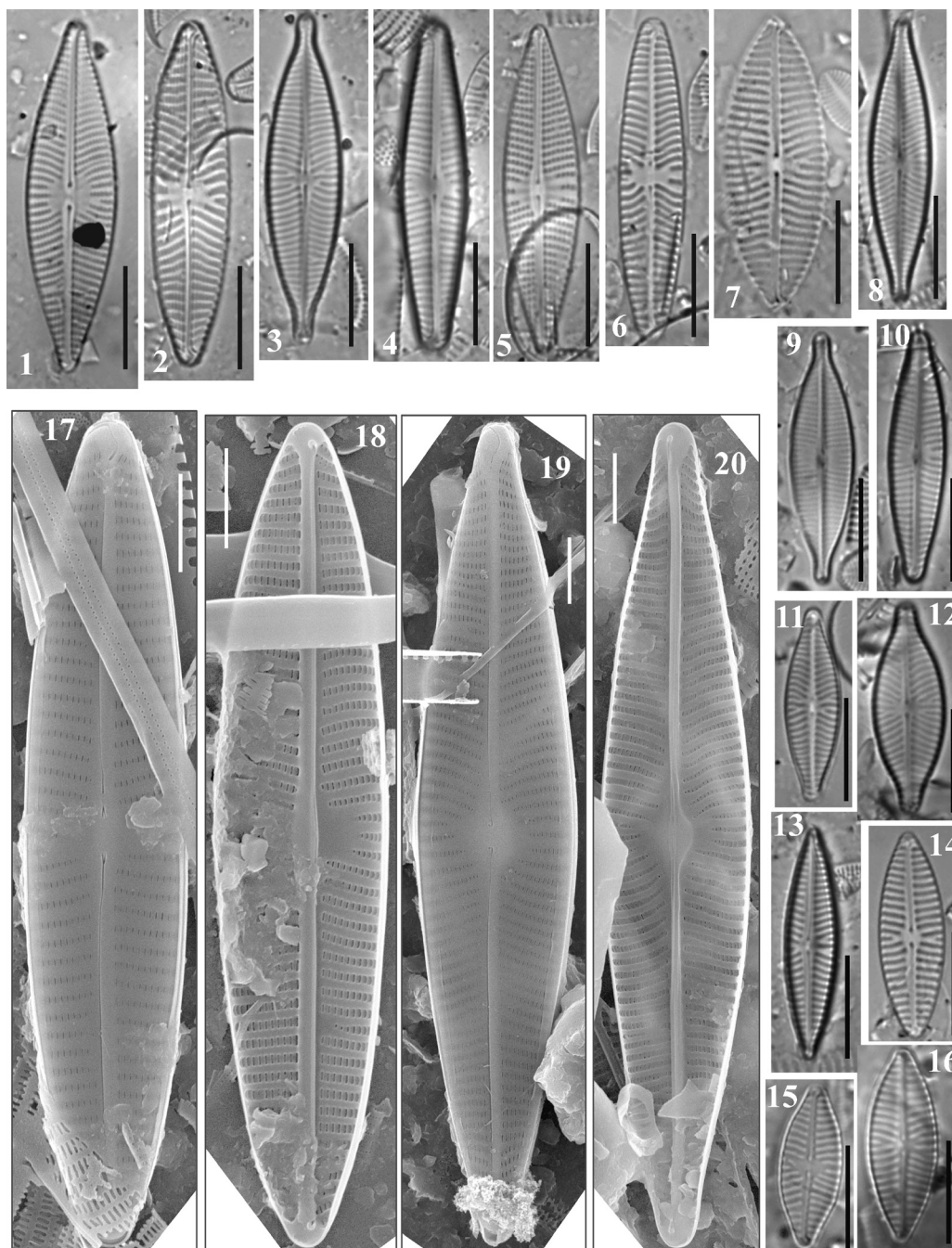


Рис. 2. 1. *N. trivialis*. 2. *N. novaesiberica*. 3. *N. capitatoradiata*. 4. *N. libonensis*. 5. *N. trophicatrix*. 6. *N. cari*. 7. *N. upsaliensis*. 8. *N. cryptocephala*. 9. *N. gregaria*. 10. *N. veneta*. 11. *N. reichardtiana*. 12. *N. cf. associata*. 13. *N. cryptotenella*. 14. *N. antonii*. 15. *N. sp. 1*. 16. *N. sp. 2*. 17–18. *N. tripointata*. 19–20. *N. radiosa*. 1–16. СМ, вид со створки. Масштаб — 10 мкм. 17–20. СЭМ. Масштаб — 5 мкм. 17, 19. Наружная поверхность створки. 18, 20. Внутренняя поверхность створки

5. *Navicula cryptocephala* Kützing 1844 (рис. 2: 8)
Длина створки 21,7–28,0 мкм, ширина створки 5,5–6,3 мкм. Штрихов 16,2–17,5 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

Космополит, встречается как в олиготрофных водах, так и в эвтрофных.

6. *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot 1985 (рис. 2: 13)
Длина створки 17,1–25,7 мкм, ширина створки 4,5–5,6 мкм. Штрихов 12,6–15,9 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

Космополит, встречается во всех пресных (олиготрофных и эвтрофных) водах, кроме тех, где концентрация электролитов слишком низкая или очень высокая.

7. *Navicula gregaria* Donkin 1861 (рис. 2: 9)
Длина створки 24,6–26,0 мкм, ширина створки 6,3–6,5 мкм. Штрихов 17,9–19,3 в 10 мкм, ареол 28,4–30,9 в 10 мкм.

Космополит, один из наиболее распространенных видов в Европе; встречается в эвтрофных пресных

водоемах со средней или высокой концентрацией электролитов.

8. *Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg 1838 (рис. 1: 5) Длина створки 52,8—55,9 мкм, ширина створки 10,3—10,5 мкм. Штрихов 10,7—12,3 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

Космополит, хороший индикатор эвтрофикации (в эвтрофных водоемах может существовать в очень широком диапазоне условий среды).

9. *Navicula libonensis* Schoeman 1970 (рис. 2: 4)

Длина створки 30,8—31,8 мкм, ширина створки 6,5—6,6 мкм. Штрихов 13,1—13,6 в 10 мкм, ареол 30,3 в 10 мкм.

Космополит, встречается в эвтрофных водоемах с высокой концентрацией электролитов.

10. *Navicula novaesiberica* Lange-Bertalot 1993 (рис. 2: 2; 3: 2)

Длина створки 27,7—37,1 мкм, ширина створки 7,6—8,5 мкм. Штрихов 8,4—11,0 в 10 мкм, ареол 30,6—32,8 в 10 мкм.

Встречается в эвтрофных водоемах со средней концентрацией электролитов.

11. *Navicula oligotraphenta* Lange-Bertalot et Hofmann in Lange-Bertalot 1993 (рис. 1: 12)

Длина створки 26,4 мкм, ширина створки 7,7 мкм. Штрихов 13,9 в 10 мкм, ареол 25,8 в 10 мкм.

Встречается в олиго- или мезотрофных озерах Европы с высоким содержанием кальция в воде.

12. *Navicula oppugnata* Hustedt 1945 (рис. 1: 7)

Длина створки 34,4—40,1 мкм, ширина створки 8,8—9,6 мкм. Штрихов 9,7—10,8 в 10 мкм, ареол 22,0—29,1 в 10 мкм.

Космополит, обитает в эвтрофных водах с высокой концентрацией электролитов.

13. *Navicula radiosa* Kützing 1844 (рис. 1: 4; 2: 19—20)

Длина створки 45,7—86,4 мкм, ширина створки 10,4—11,5 мкм. Штрихов 9,6—12,6 в 10 мкм, ареол 31,4—32,5 в 10 мкм.

Космополит, встречается в водах с высокой и низкой концентрацией электролитов, в олиго- и эвтрофных водоемах.

14. *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et Krammer 1989 (рис. 2: 11; 3: 3)

Длина створки 14,0—19,7 мкм, ширина створки 5,0—6,1 мкм. Штрихов 15,7—19,6 в 10 мкм, ареол 37,2—37,6 в 10 мкм.

Космополит, встречается в эвтрофных водах с достаточно высокой концентрацией электролитов, реже — в солоноватых водах.

15. *Navicula reinhardtii* (Grunow) Grunow in Cleve et Möller 1877 (рис. 1: 9; 3: 7—8)

Длина створки 34,8—54,6 мкм, ширина створки 14,9—16,5 мкм. Штрихов 7,8—10,1 в 10 мкм, ареол 21,7—27,8 в 10 мкм.

Космополит, встречается в мезо- или эвтрофных водах со средней концентрацией электролитов.

16. *Navicula rhynchotella* Lange-Bertalot 1993 (рис. 1: 11)

Длина створки 36,3—49,9 мкм, ширина створки 10,6—12,1 мкм. Штрихов 9,3—11,3 в 10 мкм, ареол 21,0—22,5 в 10 мкм.

Космополит, встречается в солоноватых водах побережий и во внутренних водах с высокой концентрацией электролитов, реже — в пресных водоемах со средней концентрацией электролитов.

17. *Navicula slesvicensis* Grunow in Van Heurck 1880 (рис. 1: 10)

Длина створки 37,4—51,0 мкм, ширина створки 9,5—11,5 мкм. Штрихов 8,7—12,3 в 10 мкм, ареол 22,0—27,7 в 10 мкм.

Космополит, встречается в пресных водоемах с высокой концентрацией электролитов, также достаточно широко распространен в слегка солоноватых водах.

18. *Navicula striolata* (Grunow) Lange-Bertalot in Krammer et Lange-Bertalot 1985 (рис. 1: 1)

Длина створки 82,2 мкм, ширина створки 13,6 мкм. Штрихов 8,0 в 10 мкм, ареол 26,2 в 10 мкм.

Встречается в водах, богатых известью, олигосапробных, олиго- или слегка эвтрофных водоемах.

19. *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory 1822 (рис. 1: 8; 2: 17—18)

Длина створки 31,5—60,3 мкм, ширина створки 8,1—9,4 мкм. Штрихов 9,7—13,0 в 10 мкм, ареол 31,0—32,4 в 10 мкм.

Космополит, встречается в эвтрофных водах со средней и высокой концентрацией электролитов.

20. *Navicula trivialis* Lange-Bertalot 1980 (рис. 2: 1; 3: 4)

Длина створки 27,3—35,7 мкм, ширина створки 7,8—9,4 мкм. Штрихов 13,1—15,2 в 10 мкм, ареол 28,9—30,7 в 10 мкм.

Космополит, встречается в различных водоемах, обычно в эвтрофных водах с достаточно высокой концентрацией электролитов.

21. *Navicula trophicatrix* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et Metzeltin 1996 (рис. 2: 5)

Длина створки 32,2 мкм, ширина створки 7,4 мкм. Штрихов 13,0 в 10 мкм, ареол 25,9 в 10 мкм.

Возможно, космополит, но распространен в основном в Северном полушарии, встречается в эвтрофных и мезотрофных олигосапробных водах.

22. *Navicula upsaliensis* (Grunow) Peragallo 1903 (рис. 2: 7)

Длина створки 28,5 мкм, ширина створки 10,4 мкм. Штрихов 10,2 в 10 мкм, ареол 30,9 в 10 мкм.

Встречается в Европе, заселяет щелочные воды со средним или высоким содержанием электролитов, а также солоноватые воды эстуариев.

23. *Navicula veneta* Kützing 1844 (рис. 2: 10)

Длина створки 20,9—24,9 мкм, ширина створки 5,4—5,6 мкм. Штрихов 14,4—14,9 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

Космополит, встречается в водах с высокой концентрацией электролитов и в солоноватых водах; почти полностью отсутствует в водоемах с низкой концентрацией электролитов.

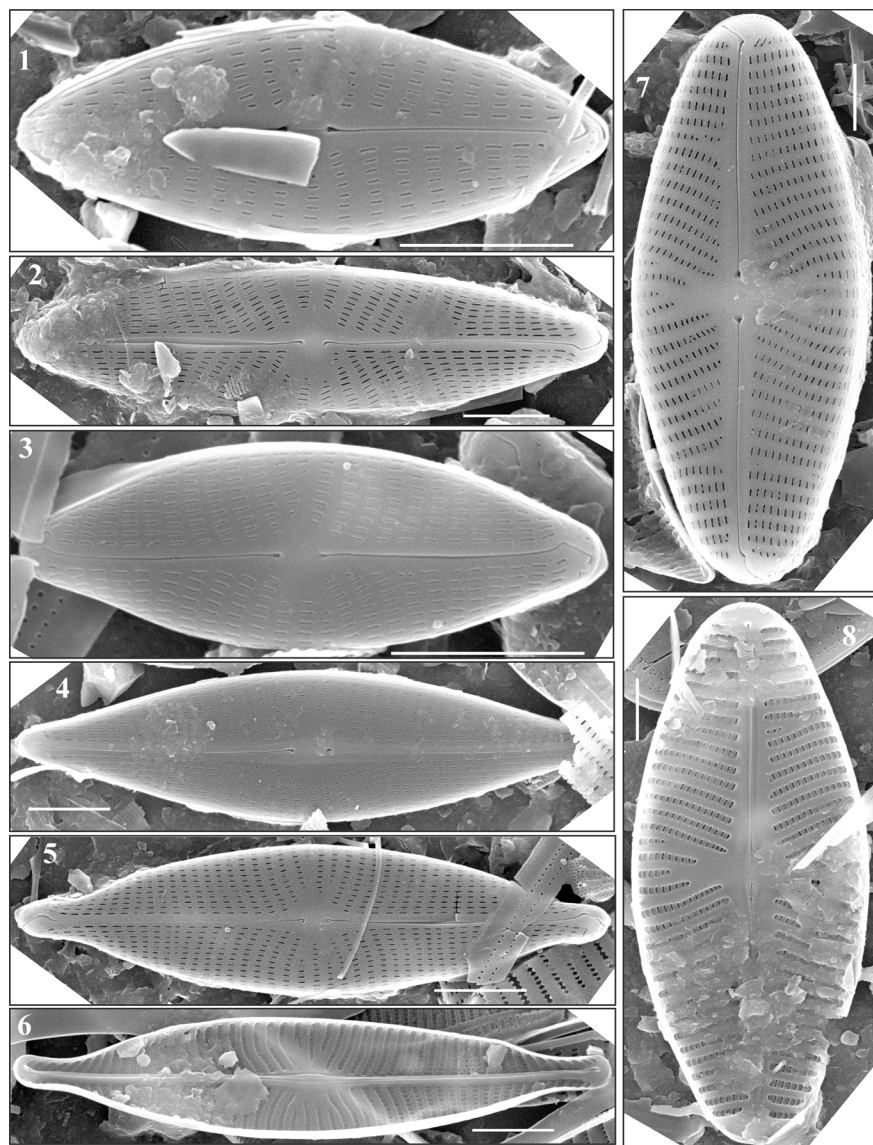


Рис. 3. 1. *N. antonii*. 2. *N. novaesiberica*. 3. *N. reichardtiana*. 4. *N. trivialis*. 5–6. *N. capitatoradiata*. 7–8. *N. reinhardtii*. 1–8. СЭМ. Масштаб — 5 мкм. 1–5, 7. Наружная поверхность створки. 6, 8. Внутренняя поверхность створки

24. *Navicula viridula* (Kützinger) Ehrenberg 1838 (рис. 1: 2) Длина створки 43,3–63,9 мкм, ширина створки 13,6–14,8 мкм. Штрихов 8,6–8,9 в 10 мкм, ареол 27,5–27,7 в 10 мкм.

Космополит, обитает в эвтрофных водах.

25. *Navicula viridulacalcis* Lange-Bertalot in Rumrich et al. 2000 (рис. 1: 3)

Длина створки 55,6–65,2 мкм, ширина створки 13,0–13,7 мкм. Штрихов 8,3–9,0 в 10 мкм, ареол 22,9–29,1 в 10 мкм.

Вероятно, космополит, обычно встречается в богатых известью, олиго- или мезотрофных водах, выдерживает слабо эвтрофные условия.

26. *Navicula cf. associata* Lange-Bertalot 2001 (рис. 2: 12) Длина створки 20,6 мкм, ширина створки 7,1 мкм. Штрихов 14,1 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ. Встреченный экземпляр отличается от описания [2] немного большей шириной створки.

Распространен в богатых кальцием эвтрофных водоемах со средним содержанием электролитов.

27. *Navicula sp. 1* (рис. 2: 15)

Длина створки 16,1 мкм, ширина створки 6,3 мкм. Штрихов 14,9 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

28. *Navicula sp. 2* (рис. 2: 16)

Длина створки 18,9 мкм, ширина створки 6,9 мкм. Штрихов 13,5 в 10 мкм, ареолы не различимы в СМ.

Почти все виды (за исключением *N. oligotraphenta* и *N. striolata*) отмечены в пробе поверхностного донного осадка, что представляется вполне закономерным, так как, во-первых, виды рода *Navicula* являются эпипелитами, и, во-вторых, со временем панцири диатомей оседают на дно водоема. Всего 3 вида (*N. cari*, *N. slesvicensis*, *N. viridulacalcis*) отмечены в пробе соскоба с манника. По-видимому, это можно объяснить тем, что поверхность вертикально стоящих, жестких побегов данного растения в наименьшей степени подвергается заилению. Преобладание в списке видов, предпочитающих жесткие воды с высоким содержанием электролитов, объясняется довольно высокой удельной электропроводностью воды р. Москвы в районе биостанции (312–321 $\mu\text{S}/\text{cm}$ в июне 2013 г.).

Что касается изучения видов рода *Navicula* р. Москвы (не только в районе ЗБС), то есть довольно много работ, в которых отмечены виды этого рода [4, 6–10]. Однако сравнивать наш список со списками, приведенными в работах предыдущих исследователей, довольно сложно, т.к. мы не можем

однозначно сказать, в каком объеме более ранние исследователи понимали тот или иной комплекс видов, учитывая, что ни рисунков, ни описаний в их работах не приведено. Несмотря на это, анализируя работы предыдущих исследователей, можно с уверенностью сказать, что новыми для р. Москвы являются следующие виды: *N. amphiceropsis*, *N. cf. associata*, *N. libonensis*, *N. oligotraphenta*, *N. novaesiberica*, *N. striolata*, *N. trophicatrix*. Виды *N. amphiceropsis* и *N. associata* впервые указаны для водоемов России. С точки зрения биогеографии интерес представляет находка редкого в Европе [2] вида *N. striolata*.

Наша работа показывает, что “хорошая” изученность водоемов Московской области является лишь иллюзией. Несомненно, исследования водоемов Московской области должны быть продолжены с целью инвентаризации флоры диатомовых водорослей региона.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП МГУ имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке Минобрнауки РФ. Авторы выражают благодарность сотрудникам ЦКП (межкафедральная лаборатория электронной микроскопии биологического факультета) за помощь в работе на СЭМ, а также С.И. Генкалу (Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Па-

нина РАН) за информацию о находках видов *Navicula* в России.

* * *

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 12-04-31993 мол-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mann D.G. The species concept in diatoms // *Phycologia*. 1999. Vol. 38. N 6. P. 437—495.
2. 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*. Vol. 2 / Ed. by H. Lange-Bertalot. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G, 2001. 526 p.
3. Куликовский М.С. Виды рода *Navicula* Bory s. str. (*Bacillariophyta*) в сфагновых болотах Приволжской возвышенности и Полистово-Ловатском массиве (Россия) // *Альгология*. 2009. Т. 19. № 1. С. 92—102.
4. Artari A. *Materiaux pour servir a l'etude des algues du gouvernement de Moscou*. Moscou: Imprimerie de l' Université Impériale, 1886. 22 p.
5. Kelly M.G., Adams C., Graves A.C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E.B., Murray-Bligh J., Prichard S., Wilkins C. *The Trophic Diatom Index: A User's Manual*. Revised edition. Bristol: Environment Agency, 2001. 135 p.
6. Скадовский С.Н. Биоценозы обрастаний в качестве биопоглотителя. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1961. 363 с.
7. Ганьшина Л.А., Смирнов Н.А. Количественное изучение фитопланктона реки Москвы // *Биологические науки*. 1982. № 3. С. 63—68.
8. Белякова Г.А., Гололобова М.А., Романова О.Л., Тумбинская Л.В. Род *Navicula* s.l. (*Bacillariophyta*) в водоемах г. Москвы // *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 2002. Т. 107. № 3. С. 80—83.
9. Хромов В.М., Карташова Н.В., Добрынина Н.В., Ходжаев М.Н., Житина Л.С., Недосекин А.Г. О состоянии некоторых малых рек — притоков верховья реки Москвы // *Тр. Звенигородской биол. станции им. С.Н. Скадовского*. Т. 4. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. С. 16—28.
10. Малащенко Д.В. Качественный состав фитопланктона верховья р. Москвы // *Грибы и водоросли в биоценозах-2006: Мат-лы междунар. конф., посвящ. 75-летию биол. факультета МГУ имени М.В. Ломоносова: Москва, 31 января — 3 февраля 2006 г. М.: МАКС Пресс, 2006. С. 104—105.*

Поступила в редакцию
25.11.13.

INVESTIGATION OF DIVERSITY OF THE GENUS *NAVICULA* BORY SENSU STRICTO (*BACILLARIOPHYCEAE*) IN THE RIVER MOSCOW

D.A. Chudaev, M.D. Kupreeva, M.A. Gololobova

The members of the genus *Navicula* Bory sensu stricto (*Bacillariophyceae*) from the River Moscow in vicinity of S.N. Skadovskiy Zvenigorod Biological Station were studied using light and scanning electron microscopy. As a result of the study 28 species of the genus *Navicula* were identified, 7 taxa are recorded in Moscow river for the first time, 2 species were not previously reported from inland waters of Russia. For each taxon brief descriptions and original micrographs are provided.

Key words: *Navicula*, *Bacillariophyceae*, diatoms, river Moscow.

Сведения об авторах

Чудаев Дмитрий Алексеевич — канд. биол. наук, мл. науч. сотр. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-64; e-mail: chudaev@list.ru

Купреева Маргарита Дмитриевна — студентка Всероссийской академии внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации, Факультет международных финансов. Тел.: 8-926-733-15-35; e-mail: rita.Kupreeva@gmail.com

Гололобова Мария Александровна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-64; e-mail: gololobovama@mail.ru