

УДК 582.261/296

М.С. КУЛИКОВСКИЙ

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, Россия

НОВЫЙ ВИД РОДА *TABELLARIA* Ehr. (*BACILLARIOPHYTA*) С ТРЕХРАДИАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ

Приведено описание нового для науки вида – *Tabellaria stellata* Kulikovskiy sp. nov. Для этого таксона характерно наличие трехлучевой симметрии, ранее неизвестной для рода *Tabellaria* Ehr. (*Bacillariophyta*). По своему общему абрису *T. stellata* сходен с *Fragilaria reicheltii* (Voigt) Lange-Bert.

Ключевые слова: *Tabellaria stellata* sp. nov., трехлучевая симметрия, Полистово-Ловатский сфагновый массив.

Введение

Полистово-Ловатский массив находится в центре Приильменской низменности, которая расположена среди девонской низины (Богдановская-Гиенэф, 1969). Весь массив принадлежит бассейну р. Ловати, между притоками которой он расположен. Это болото междуречий, находящееся в пределах одной общей депрессии, имеет один общий уклон и по классификации К.Е. Иванова относится к водораздельно-склоновым (Богдановская-Гиенэф, 1969). В гидрографической системе Полистово-Ловатского массива И.Д. Богдановская-Гиенэф (1969) выделяет болотные речки, внутризалежные воды, озера, озерки. На территории Полистово-Ловатского сфагнового массива, крупнейшего болотного комплекса Европы, находится Государственный природный заповедник «Рдейский» (36,9 тыс. га) (Изучение ..., 1998).

Диатомовые водоросли сфагновых болот практически не изучены. Альгологические исследования в крупных массивах, таких как Полистово-Ловатский, с применением методов электронной микроскопии, только начаты (Куликовский, 2007). В настоящей работе описан новый для науки вид из рода *Tabellaria* Ehr.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы, отобранные 21-23 июля 2005 г. в различных участках Полистово-Ловатского сфагнового массива в пределах Государственного природного заповедника «Рдейский». Морфометрические и гидрохимические данные некоторых изученных озер приведены в табл. 1.

© М.С. Куликовский, 2009

Освобождение клеток от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты исследовали с применением трансмиссионной (H-300), сканирующей (JSM-25S) электронной и световой (Reichert, Austria) микроскопии.

Таблица 1. Морфометрические и гидрохимические данные изученных озер

Озеро	Площадь, км ²	Площадь водосбора, км ²	Отношение площадей озера/водосбора	Бассейн реки	Цветность, град.	pH	Прозрачность, м
Рдейское	8926,4	25821,3	0,35	Редья	260	4,9	0,55
Чудское	1619,6	8494,2	0,19	Редья	242	5,4	-
Большое Горецкое	257,7	303,7	0,85	-	114	5,3	1,2

Результаты и обсуждение

В планктонной пробе и детрите оз. Рдейское, около берега в торфе этого же озера и торфе в зоне берега и водоема оз. Чудское, а также детрите оз. Большое Горецкое обнаружен новый для науки трехлучевой представитель рода *Tabellaria*.

Tabellaria stellata Kulikovskiy sp. nov.

Frustula triradiata. Brachiones valvae protractae, segregates ab area centrali depressione, inaequilongitudine (14.3-57.8 μm) et inaequilatitudine (1.6-9.3 μm). Striae uniseriatae e sterno angusto in limbum axtensae, 15-23 in 10 μm . Rimoportula unica prope centralis positus. Porelli apicales in seriebus confertis radiantibus ordinate. Spinae absentes (Table I, II).

Typus: Rossia, Palus Rdeiskoe (region Novgorod), 21.07.05, M.S. Kulikovskiy. Institute Biologiae Aquarum Internarum Acad. Sci. Rossicae (pag. Borok, prov. Jaroslavl). Diapositivum typicum T1, Tabl. I, I.

Панцири трехрадиальные. Лучи створки вытянутые, разной длины (14,3-57,8 мкм) и ширины (1,6-9,3 мкм), отделены от центральной области углублениями. Штрихи одиночные, содержащие круглые пороиды, 15-23 в 10 мкм, стернум узкий. Двугубый вырост один, расположен в центре. Поровые поля на полюсах состоят из скученных пор, расходящихся радиально. Шипы отсутствуют (табл. I, II).

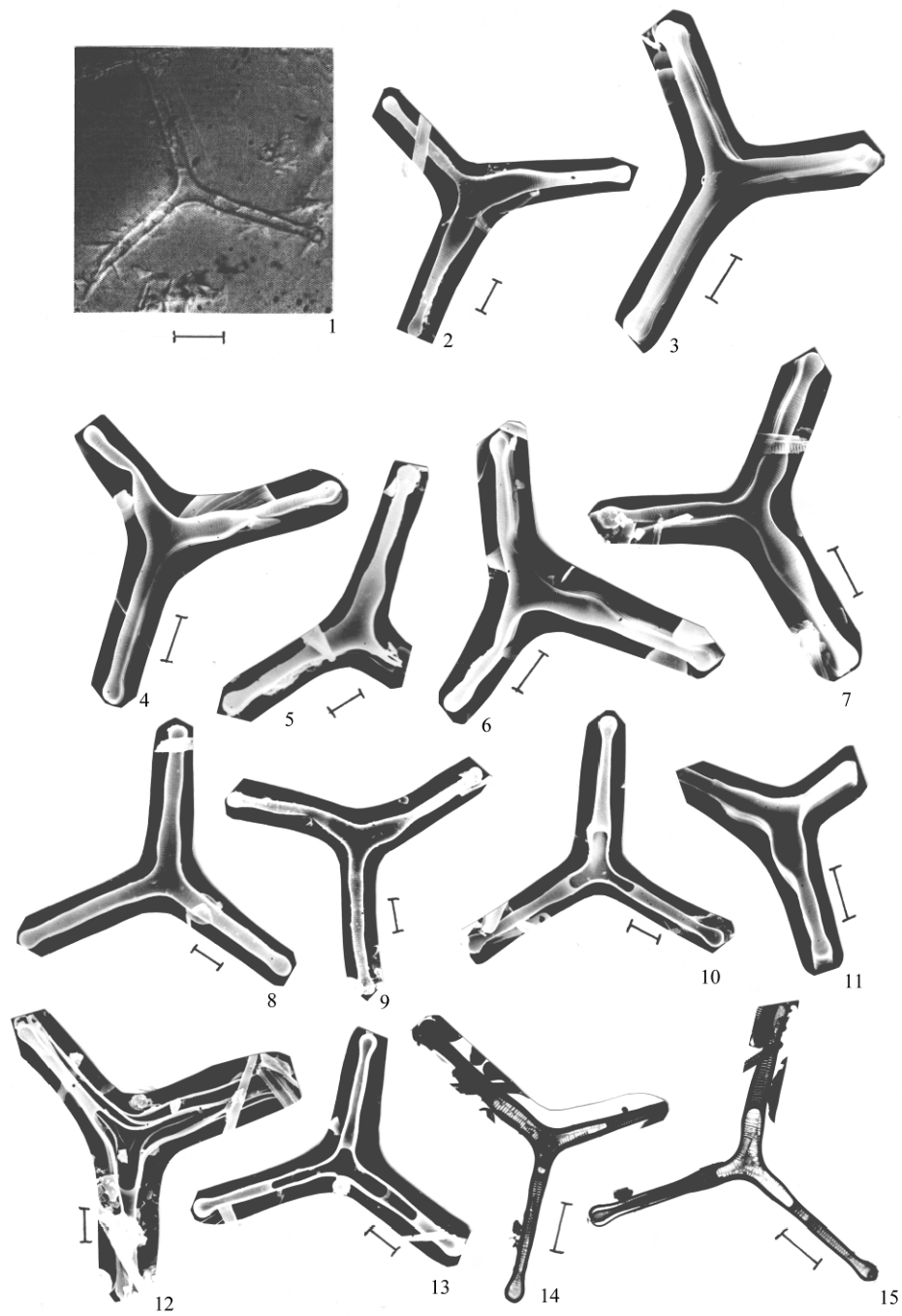


Табл. I. Пенная диатомовая водоросль *Tabellaria stellata* sp. nov.: 1-9, 11 – створка с наружной поверхности: 1 – голотип; 10, 12-15 – створка со вставочными ободками и септами с внутренней поверхности. 1 – СМ; 2-13 – СЭМ; 14, 15 – ТЭМ. Масштаб 10 мкм

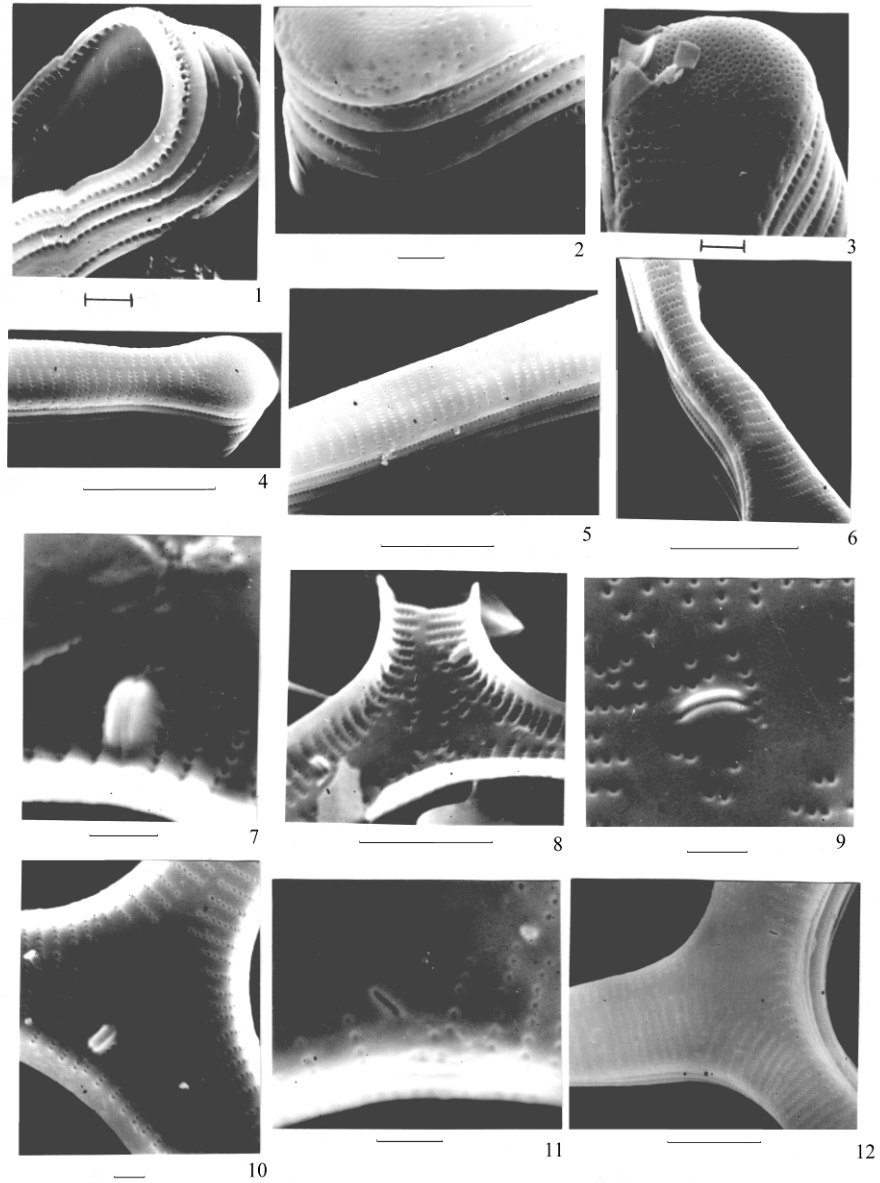


Табл. II. Пеннатная диатомовая водоросль *Tabellaria stellata* sp. nov. Панцирь с наружной поверхности:

1 – вставочные ободки на кончике луча; 2-4 – вставочные ободки и поровые поля на кончике луча; 5 – штрихи в средней части луча; 6 – деформации в расположении штрихов при изгибе луча; 11 – отверстие двугубого выроста; 12 – центр створки с двугубым выростом. Панцирь с внутренней поверхности: 7 – двугубый вырост, расположенный в центре створки на штрихе; 8 – центр створки и двугубый вырост; 9 – двугубый вырост, расположенный на гиалиновом участке; 10 – центр створки и двугубый вырост. 1-12 – СЭМ. Масштаб 1-3, 7, 9-11 – 1 мкм; 4-6, 8, 12 – 5 мкм

Т и п : Россия (Новгородская обл.), болото Рдейское, 21.07.05, М.С. Куликовский. Хранится в Институте биологии внутренних вод РАН (пос. Борок, Ярославская обл.). Типовой слайд Т1, Табл. I, 1.

Р а с п р о с т р а н е н и е : Известен из типового местообитания.

Э к о л о г и я : В водных кислых местообитаниях (рН 4,9-5,4), часто.

Э т и м о л о г и я : С латинского «stella» – «звезда».

Панцирь *T. stellata* имеет три расходящихся из центра луча (табл. I, II), углы, под которыми расходятся лучи, различаются в пределах одной створки (от 106° до 143 °). Длина лучей варьирует от 14,3 до 57,8 мкм. Средняя длина луча 37,6 мкм. Ширина лучей 1,6-9,3 мкм, средняя ширина 5,4 мкм. Ширина уменьшается к полюсам. Редко лучи имеют прямую форму (табл. I, 3, 8), у них заметна волнистость створок, выражающаяся в «грушевидном» расширении ближе к центру панциря. Эти утолщения могут быть как симметричной формы (табл. I, 7, 10), так и с ассиметричными краями створок (табл. I, 5, 6, 11). Все лучи являются хорошо сформированными и заканчиваются головчатыми концами. Встречаются створки, у которых один из лучей в центральной части деформирован (табл. I, 4, 6, 9).

Поясок состоит из четырех вставочных ободков (табл. II, 1-3). На них имеются септы (табл. II, 1), которые развиты на трех лучах (табл. I, 10, 13, 14) или только на двух (табл. I, 12, 15). Свободные края септ валиковидно утолщены (табл. I, 10, 13). Септы разных вставочных ободков различаются своей длиной (табл. I, 13). Концы всех трех лучей покрыты хорошо развитыми поровыми полями (табл. I, 3, 4, 7; табл. II, 2, 3, 4), характерными для рода *Tabellaria*. Поперечные штрихи пунктирные, параллельные, 15-23 в 10 мкм (табл. II, 4, 5, 6). Штрихи в центральной зоне разделены осевым полем (табл. II, 4, 5, 6), которое делит их на две равные части (табл. II, 4, 5), либо расположено на створке ассиметрично, и тогда штрихи по обе стороны разной длины (табл. I, 14; II, 6). В центральной части штрихи расходятся по направлению к трем лучам и осевое поле представляет собой практически бесструктурное центральное поле в форме треугольника, которое может быть покрыто отдельными пороидами, находящимися вне штрихов (табл. II, 8, 9, 10). На микрофотографии, выполненной с помощью ТЭМ (табл. I, 14), хорошо заметно расхождение осевого поля в центральной зоне, образующего замкнутый треугольник.

На каждой створке расположено по одному двугубому выросту в центре (табл. II, 9, 10, 11), либо несколько смещенному к полюсу какого-либо из лучей (8, 12). Двугубый вырост может быть расположен либо на штрихе (7, 8, 10, 12), либо на гиалиновом участке створки (9, 11) с различной ориентацией по отношению к сторонам створки. На внутренней поверхности он представляет два утолщения в виде полумесяца (7, 9, 10), а на наружной напоминает удлиненную ареолу (11, 12).

Рассматривая изменчивость на основе коэффициента вариации изученных признаков в порядке их убывания, видно, что наиболее изменчивой является

ширина лучей створки ($CV = 31\%$), далее длина ($CV = 20,7\%$), количество штрихов в 10 мкм ($CV = 10\%$), а менее изменчивы углы ($CV = 5,9\%$) между лучами створки (табл. 2).

Таблица 2. Статистические характеристики исследованных выборок *Tabellaria stellata* и *T. flocculosa* из Полистово-Ловатского сфагнового массива

Признак	Лимиты	$M \pm m$	δ	CV	n	
<i>T. stellata</i>						
Длина лучей, мкм	1 луч	30-46,7	38±1,3	6,2	16,4	19
	2 луч	24,3-46,7	36,8±1,8	8,2	22,3	21
	3 луч	14,3-57,8	38,1±1,9	8,9	23,3	21
Ширина лучей, мкм	1 луч	2,9-8,9	5,4±0,3	1,6	29,7	21
	2 луч	2,3-7,8	5,2±0,3	1,4	27,3	21
	3 луч	1,6-9,3	5,7±0,4	2,1	36	21
Количество штрихов в 10 мкм	1 луч	15-23	20,2±0,5	2,4	11,9	11
	2 луч	17-22	19,6±0,4	1,9	9,6	9
	3 луч	15-20	17,6±0,3	1,5	8,5	8
Значения углов	1 угол	108°-143°	121,7° ±1,9°	8,8	7,1	22
	2 угол	111° -143°	123° ±1,6°	7,4	6,0	22
	3 угол	106° -143°	122,6° ±1,2°	5,7	4,7	22
<i>T. flocculosa</i>						
Длина, мкм	11,3-30	18,8±1,0	4,8	25,6	22	
Ширина, мкм	4,3-7,2	5,5±0,2	0,7	12,8	22	
Количество штрихов в 10 мкм	20-30	24±0,6	2,6	10,8	22	
Примечание: M – среднее арифметическое значение, m – ошибка среднего; δ – средне-квадратичное отклонение; CV – коэффициент вариации (%); n – число измеренных створок.						

Выявленная закономерность большей изменчивости ширины створки отличается от полученных данных по другим пеннатным диатомовым водорослям, где более изменчива длина (Михайлов, 1982; Denys, Carter, 1989; Генкал, Куликовский, 2003, 2005; Genkal, 2004). Однако большая изменчивость размерных характеристик, по-сравнению с элементами ультраструктуры, сохраняется, что является характерным и для представителей центрических диатомовых водорослей (Генкал, 1993).

Строение штрихов, наличие хорошо развитых поровых полей, вставочных ободков с септами, отсутствие шва и наличие осевого поля типично для рода *Tabellaria* (Lange-Bertalot, 1988; Round et al., 1990; Krammer, Lange-Bertalot, 1991), так же как и наличие одного двугубого выроста с характерным строением (ср.: Lange-Bertalot, 1988: табл. II, 7, 9 и Taf. V, 1, 3, 4; Hasle, 1974: Pl. 4. Figs 28, 29b, 30).

Род *Tabellaria*, несмотря на небольшое количество входящих в него видов, является сложным для таксономической интерпретации. Это подтверждает длительная ревизия входящих в него видов и внутривидовых таксонов (Knudson, 1952, 1953a, b; Lange-Bertalot, 1988). Описываемый новый вид *T. stellata*, в отличие от *T. fenestrata* (Lyngb.) Kütz., не имеет шпиков. Отсутствие их на краю створки характерно для *T. quadrisepitata* Knudson, *T. flocculosa* (Roth) Kütz., *T. ventricosa* Kütz. (Krammer, Lange-Bertalot, 1991).

Общим для упомянутых выше видов *Tabellaria* является также наличие четырех вставочных ободков, за исключением *T. flocculosa* (Забелина и др., 1951) и присутствие двугубого выроста в центре. Исключение составляет *T. ventricosa*, у которого один двугубый вырост находится на полюсе створки (Lange-Bertalot, 1988; Krammer, Lange-Bertalot, 1991). Несущественным является различие максимального количества штрихов в 10 мкм (23 штриха) у *T. stellata* от приведенного диагноза представителей рода *Tabellaria* (22 штриха) (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). *Tabellaria fenestrata*, в отличие от других представителей этого рода¹, имеет верхний предел количества штрихов до 22 в 10 мкм, тогда как у других он ограничен 20 штрихами в 10 мкм. Однако подобное ограничение числа штрихов у представителей этого рода не всегда отражает пределы изменчивости основных таксономических признаков в естественных популяциях. Так, при изучении морфологической изменчивости представителя этого рода из Рдейского болота (см. табл. 2) количество штрихов составляло 20-30 в 10 мкм, при средней длине створок в популяции 18,8 мкм. Вероятно, большое количество штрихов связано с небольшой средней длиной, отмеченной для этой популяции, тогда как верхний предел длины значительно больше (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). При уменьшении длины створки увеличивается количество штрихов, связанное с физиологической активностью клеток различных размерных фракций (Генкал и др., 2007; Куликовский, 2007). Тем не менее, на этом примере видно, что количественные характеристики, приведенные в определителях, не всегда полностью отражают морфологическую изменчивость в природных популяциях представителей рода *Tabellaria*.

Трехлучевое строение створок *T. stellata* сходно по общему абрису с *Fragilaria reicheltii* (Voigt) Lange-Bert. (= *Centronella reicheltii* Voigt) (табл. I, 2-15 и Taf. 117: 1, 2: Krammer, Lange-Bertalot, 1991). Общим для этих таксонов является величина углов, под которыми расходятся лучи, составляющими у *F. reicheltii* $120 \pm 25^\circ$ (Schmid, 1985; Round et al., 1990).

Сходно у *T. stellata* и *F. reicheltii* соотношение длины лучей, которые всегда разной длины, либо только два – одинаковой (Schmid, 1985). Деформации лучей в средней части аналогичны таковым у *F. reicheltii*, но у последнего они смещены ближе к центру (Figs 6-10: Schmid, 1997). Аналогичные деформации, по-видимому, не являются редкостью и периодически проявляются в популяциях

¹При обсуждении представителей рода *Tabellaria* мы не учитываем *T. binalis* (Ehr.) Grun, переведенного в новый род *Oxuneis binalis* (Ehr.) Round (Round et al., 1990).

некоторых видов (Feldt et al., 1973). Общим являются также «грушевидные» расширения лучей ближе к центральной зоне панцирей (Schmid, 1997: Figs. 5, 8, 9).

Для *T. stellata* характерно расхождение штрихов в центре створки и наличие отдельных пороидов, не образующих штрихов. Ранее, такая же особенность центра створки была установлена и для *F. reicheltii* и названа «дефектным полем» (Schmid, 1985). При этом у *T. stellata* происходит изменение в расположении двугубого выроста, который может находиться на гиалиновом участке, а не на штрихе, что характерно для рода *Tabellaria*.

Проведенный морфологический анализ показывает, что выявленный новый вид *T. stellata*, сходный по общему абрису с *F. reicheltii*, имеет морфологию, типичную для рода *Tabellaria* (наиболее близкую к *T. fenestrata*).

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность С.И. Генкалу за помощь в работе и ценные замечания при подготовке рукописи.

Работа выполнена при поддержке «Фонда содействия отечественной науке».

M.S. Kulikovskiy

I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences,
152742 Settle of Boroc, Nekouzsky District, Yaroslavl Region, Russia

NEW TRIRADIATE DIATOM SPECIES FROM THE GENUS *TABELLARIA* EHR. (*BACILLARIOPHYTA*)

A description of *Tabellaria stellata* Kulikovskiy sp. nov. is given. This taxon has tripolar valves that were unknown in the genus *Tabellaria* Ehr. (*Bacillariophyta*). The tripolar shape of valves of *T. stellata* are similar to *Fragilaria reicheltii* (Voigt) Lange-Bert..

Key words: *Tabellaria stellata* sp. nov., tripolar symmetry, Polistovo-Lowatsky sphagnum tract.

Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 87-89.

Богдановская-Гиенэф И.Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа (на примере Полистово-Ловатского массива). – Л.: Наука, 1969. – 185 с.

Генкал С.И. Внутривидовая изменчивость пресноводных диатомовых водорослей класса *Centrophyceae*: Автореф. дис. ... д.б.н. – СПб., 1993. – 41 с.

Генкал С.И., Куликовский М.С. *Asterionella ralfsii* (*Bacillariophyta*): морфология, экология, распространение // Бот. журн. – 2003. – 88, № 10. – С. 100-103.

Генкал С.И., Куликовский М.С. Новые для флоры России и интересные виды рода *Navicula* (*Bacillariophyta*) // Биол. внутр. вод. – 2005. – 2. – С. 3-6.

- Генкал С.И., Куликовский М.С., Стенина А.С. Изменчивость основных структурных элементов створки некоторых видов рода *Navicula* (Bacillariophyta) // Там же. – 2007. – 2. – С. 20-25.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Сов. наука, 1951. – 618 с.
- Изучение динамики и структуры природных комплексов заповедников и формирование баз данных о состоянии природно-заповедного фонда на севере Русской равнины (Рдейский государственный заповедник): Отчет о научно-исследовательской работе. – Новгород: Изд-во ГПЗ Рдейский, 1998. – 25 с.
- Куликовский М.С. Диатомовые водоросли некоторых сфагновых болот Европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2007. – 24 с.
- Михайлов В.И. Оценка значимости таксономических признаков видов рода *Nitzschia* (Bacillariophyta) // Бот. журн. – 1982. – 67, № 8. – С. 1090-1094.
- Denys L., Carter J.R. The diatom *Navicula genustriata* Hustedt: valve morphology, variability and notes on its ecology // Diatom Res. – 1989. – 4. – P. 9-19.
- Feldt L.E., Stoermer E.F., Schelske C.L. Occurrence of morphologically abnormal *Synedra* populations in lake Superior phytoplankton // Proc. 16th Conf. Great Lakes Res. – 1973. – P. 34-39.
- Genkal S.I. Morphological variability and taxonomy of *Diatoma tenue* Ag. (Bacillariophyta) // Intern. J. Algae. – 2004. – 6. – P. 319-330.
- Hasle G.R. The “mucilage pore” of pinnate diatoms // Nova Hedw. – Beiheft 45. – 1974. – P. 167-186.
- Knudson B.M. The diatom genus *Tabellaria*. I. Taxonomy and morphology // Ann. Bot. – 1952. – 16. – P. 421-440.
- Knudson B.M. The diatom genus *Tabellaria*. II. Taxonomy and morphology of the plankton varieties // Ibid. – 1953a. – 17. – P. 131-155.
- Knudson B.M. The diatom genus *Tabellaria*. III. Problems of intra-specific taxonomy and evolution in *T. flocculosa* // Ibid. – 1953b. – 17. – P. 598-609.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Süswasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag, 1991. – 576 S.
- Lange-Bertalot H. Die Gattung *Tabellaria* unter besonderer Berücksichtigung von *Tabellaria ventricosa* Kütz. (Bacillariophyceae) // Nova Hedw. – 1988. – 46. – P. 413-431.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The Diatoms. Biology and morphology of the genera. – Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1990. – 747 p.
- Schmid A.M. *Centronella reicheltii* Voigt – a very unusual diatom in the surface sediments of the Grabensee // Contributions to the paleolimnology of the Trumer Lakes (Salzburg) and the Lakes Mondsee, Attersee and Traunsee (Upper Austria). – Salzburg: Oester. Akad. Wiss, 1985. – P. 65-78.
- Schmid A.M. Intraclonal variation of the tripolar pinnate diatome “*Centronella reicheltii*” in culture: strategies of reversion to the bipolar *Fragilaria*-form // Nova Hedw. – 1997. – 65. – P. 27-45.

Получена 06.11.08

Рекомендовала к печати А.П. Ольштынская