

УДК 582.26 + 581.9

С.И. ГЕНКАЛ<sup>1</sup>, Т.А. ЧЕКРЫЖЕВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, Некоузский р-н, 152742 Ярославская обл., Россия  
e-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

<sup>2</sup>Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН,  
просп. А. Невского, 50, 185003 Петрозаводск, Россия  
e-mail: tchekryzheva@mail.ru

### НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФЛОРЕ *BACILLARIOPHYTA* ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАСЕЙНА РЕКИ НИЖНИЙ ВЫГ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)

Исследован фитопланктон водоемов бассейна р. Нижний Выг с помощью сканирующей электронной микроскопии. Выявлено 163 вида и разновидности *Bacillariophyta* из 56 родов, в т.ч. 29 новых для флоры Карелии, и 8 для России в целом. Максимальное видовое разнообразие отмечено в Выгозерском водохранилище и Маткожненском бьефе. Наиболее распространены в исследованных водоемах *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. tenella*, *Discostella stelligera*, *Fragilaria crotonensis*, *Handmannia comta*, *Tabellaria flocculosa*.

Ключевые слова: водоемы, Карелия, фитопланктон, *Bacillariophyta*, флора, электронная микроскопия.

#### Введение

Система р. Выг является второй по величине среди озерно-речных систем Карелии в составе бассейна Белого моря, занимающего 57 % территории Карелии. В результате строительства ряда ГЭС река превращена в Беломорско-Балтийский водный путь (ББВП), протянувшийся на 227 км от Онежского озера до Белого моря. В систему р. Выг входит Выгозерское вдхр., а также р. Нижний Выг, преобразованная в Северный склон ББВП, на трассе которого находятся озеровидные расширения (озера Воицкое, Шавань, Парандовский плес), а также Маткожненский и Выгостровский бьефы.

Видовой состав фитопланктона Выгозерского вдхр. изучен достаточно полно. Первые краткие сведения об альгофлоре озера Выгозеро относятся к началу прошлого столетия (Свиренко, 1915). Дальнейшие исследования фитопланктона водохранилища охватывают период 1969–2011 гг. (Вислянская, 1978, 1998; Альгофлора ..., 2006; Чекрыжева, Вислянская, 2007; Чекрыжева, 2009, 2011а, б). Список диатомовых водорослей водохранилища составляет 140 видов и внутривидовых таксонов. В фитопланктоне озер Воицкое, Шавань, Парандовский плес,

© С.И. Генкал, Т.А. Чекрыжева, 2014

озероидных расширений канала (Маткожненский, Выгостровский бьефы) таксономическое разнообразие *Bacillariophyta* значительно меньше – от 21 до 44 видов, а всего в этих водоемах обнаружено 162 вида, разновидности и формы *Bacillariophyta* (Вислянская, 1998; Альгофлора ..., 2006; Чекрыжева, Вислянская, 2007). Выявленные в планктоне водоемов виды относятся к 2 классам, 7 порядкам, 18 семействам и 37 родам. Наиболее богаты видами из центрических диатомей роды *Cyclotella* Kütz. и *Aulacoseira* Thw., а из пеннатных диатомей – роды *Eunotia* Ehrenb., *Pinnularia* Ehrenb., *Navicula* Bory, *Fragilaria* Lyngbye. В планктоне водоемов преобладают представители родов *Asterionella* Hassal, *Aulacoseira* Thw., *Ceratoneis* Ehrenb., *Cyclotella* Kütz., *Diatoma* Bory emend. Heib, *Fragilaria* Lyngb., *Nitzschia* Hassal, *Tabellaria* Ehrenb.

### Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы фитопланктона, отобранные в период открытой воды в исследуемых водоемах в 1984–2011 гг. Все обследованные водоемы относятся к бассейну Белого моря (Каталог ..., 2001). Выгозерское вдхр. (63°30' с.ш., 34°40' в.д.) является вторым по величине водохранилищем республики (площадь 1140 км<sup>2</sup>), экосистема которого более 70 лет испытывает значительное антропогенное воздействие сточных вод Сегежского целлюлозно-бумажного комбината. Вода водохранилища характеризуется низкой минерализацией ( $\Sigma_{и}$  = 20–30 мг/л), средней гумусностью (цветность 50–90 ° Pt – Со шкалы) и слабокислой реакцией среды (рН 5,9–7,3). Мезотрофные, небольшие (6 и 2,3 км<sup>2</sup>) озера Воицкое (63°54' с.ш., 34°17' в.д.) и Шавань (63°56' с.ш., 34°16' в.д.) имеют маломинерализованную ( $\Sigma_{и}$  18,7 и 23,7 мг/л), от слабокислой до нейтральной (рН 6,8 и 7) воду, которая по уровню цветности относится к мезогумусному классу (56 °–58 ° Pt – Со шкалы). Особенностью озер Воицкое, Шавань, Парандовский плес, через которые проходит ББВП, является в значительной степени измененный естественный гидрологический режим, а также невысокая проточность (Современное ..., 1998; Состояние ..., 2007). В отличие от вышеперечисленных озероидных расширений Северного склона ББВП, для Маткожненского и Выгостровского бьефов канала характерен речной режим.

Освобождение створок диатомей от органических веществ проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей исследовали в сканирующем электронном микроскопе JSM-25S.

### Результаты и обсуждение

В результате наших исследований выявлено 163 таксона диатомовых водорослей из 56 родов. Ниже приведены краткие диагнозы с иллюстрациями новых видов для флоры Карелии и России (\*), включая 8 форм, определенных только до рода.

*Achnantidium* sp. (табл. I, 1). Створка длиной 12,7 мкм, шириной 6,8 мкм, штрихов 18 в 10 мкм.

*Cavinula scutiformis* (Grunow ex A. Schmidt) Mann & Stickle (табл. I, 2). Створка длиной 38,6 мкм, шириной 18,5 мкм, штрихов 20 в 10 мкм.

*Symbopleura hybrida* (Grunow) K. Krammer (табл. I, 3). Створка длиной 57,8 мкм, шириной 14,4, штрихов 9 в 10 мкм.

*Denticula kuetzii* Grunow (табл. I, 4). Створка длиной 30 мкм, шириной 7,8 мкм, 5 ребер в 10 мкм, штрихов 15 в 10 мкм.

*Eucyonema lunatum* (W. Sm.) van Heurck (табл. I, 5). Створка длиной 38,9 мкм, шириной 7,2 мкм, штрихов 10 в 10 мкм.

*E. ventricosum* (C. Agardh) Grunow (табл. I, 6). Створка длиной 18 мкм, шириной 5,9 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.

\**Eunotia novaisiae* Lange-Bert. & Ector (табл. I, 7). Створки длиной 41,4–47 мкм, шириной 5,7–7,1 мкм, штрихов 11–14 в 10 мкм.

Португалия (Lange-Bertalot et al., 2011).

*Eunotia* sp. (табл. I, 8). Створка длиной 35,5 мкм, шириной 9,4 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

*Fragilaria famelica* (табл. I, 9). Створка длиной 37,8 мкм, шириной 3 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.

\**Geissleria declivis* (Hust.) Lange-Bert. (табл. I, 10). Створка длиной 26,7 мкм, шириной 7,7 мкм, штрихов 15 в 10 мкм.

Торфяные болота Германии (Krammer, Lange-Bertalot, 1986).

\**Gomphonema* cf. *exilissima* (Grunow) Lange-Bert. & E. Reichardt (табл. I, 11). Створка длиной 38,9 мкм, шириной 6,6 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.

*G. insigne* W. Greg (табл. I, 12). Створка длиной 60 мкм, шириной 12 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.

*Kobayasiella* sp. (табл. I, 13). Створка длиной 54,3 мкм, шириной 9,3 мкм, штрихов 24 в 10 мкм.

*Microcostatus naumanii* (Hust.) Lange-Bert. (табл. I, 14). Створка длиной 21,4 мкм, шириной 5,7 мкм, штрихов 22 в 10 мкм.

*Navicula hanseatica* Lange-Bert. & Stachura (табл. II, 1). Створка длиной 68,9 мкм, шириной 12 мкм, штрихов 9 в 10 мкм.

\**N. moskalii* Metzeltin, Witkowski & Lange-Bert. (табл. II, 2). Створка длиной 23,6 мкм, шириной 7,8 мкм, штрихов 18 в 10 мкм.

Медвежий остров (Арктика), Германия (Lange-Bertalot, 2001).

*N. radiosiola* Lange-Bert. (табл. II, 3). Створка длиной 50 мкм, шириной 7,8 мкм, штрихов 10 в 10 мкм.

*N. venerabilis* M.H. Hohn & Hellerman (табл. II, 4). Створка длиной 91 мкм, шириной 13,3 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.

*Naviculadicta* sp. 1 (табл. II, 5). Створка длиной 21,4 мкм, шириной 5 мкм, штрихов 28 в 10 мкм.

*N.* sp. 2 (табл. II, 6). Створки длиной 27,1–28,8 мкм, шириной 5,3–5,5 мкм, штрихов 34 в 10 мкм.

\**N. stauroneioides* Lange-Bert. (табл. II, 7). Створка длиной 30 мкм, шириной 7,2 мкм, штрихов 30 в 10 мкм.

Финляндия, олиготрофно-дистрофные озера (Lange-Bertalot, Metzeltin, 1996).

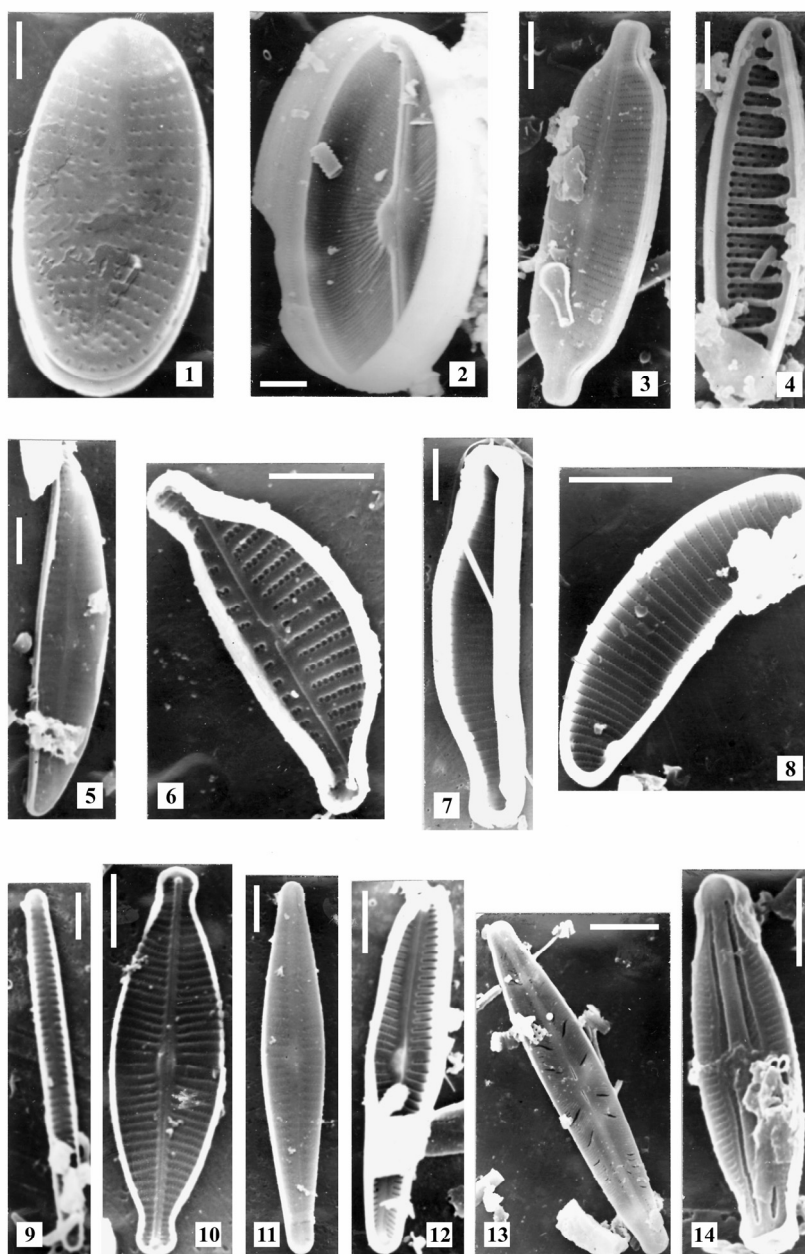


Табл. I. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Achnantheidium* sp.; 2 – *Cavinula scutiformis*; 3 – *Cymbopleura hybrida*; 4 – *Denticula kuetzingii*; 5 – *Encyonema lunatum*; 6 – *E. ventricosum*; 7 – *Eunotia novaisiae*; 8 – *Eunotia* species; 9 – *Fragilaria famelica*; 10 – *Geissleria declins*; 11 – *Gomphonema* cf. *exilissimum*; 12 – *G. insigna*; 13 – *Kobayasiella* sp.; 14 – *Microcosttus naumanii*. Створки с наружной (1, 3, 5, 11, 13, 14) и внутренней поверхности (2, 4, 6–10, 12). Масштаб: 1 – 2 мкм; 2, 4–6, 9–11, 14 – 5 мкм; 3, 7, 8, 12, 13 – 10 мкм

*Neidium dilatatum* (Ehrenb.) A. Cleve (табл. II, 8). Створка длиной 80 мкм, шириной 33 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.

*Nitzschia* sp. 1 (табл. II, 9). Створка длиной 36,7 мкм, шириной 6,6 мкм, фибул 7 в 10 мкм, штрихов 26 в 10 мкм.

*Nitzschia* sp. 2 (табл. II, 10). Створка длиной более 55 мкм, шириной 6 мкм, фибул 5 в 10 мкм.

*Nupela impexa* (Lange-Bert.) Genkal & Kharitonov (табл. II, 11). Створки длиной 20–31 мкм, шириной 5,7–8,9 мкм, штрихов 35–40 в 10 мкм.

\**Pinnularia polyonca* (Bréb.) W. Sm. (табл. II, 12). Створка длиной 88,8 мкм, шириной 12,2 мкм, штрихов 9 в 10 мкм.

Космополит, палеарктическая область, водоемы с низким содержанием солей (Krammer, 2000).

\**P. subcapitata* var. *elongata* Krammer (табл. II, 13). Створка длиной 66,6 мкм, шириной 8,8 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.

Космополит, палеарктическая область (Krammer, 2000).

\**P. subgibba* var. *undulata* Krammer (табл. II, 14). Створки длиной 71,4–75,5 мкм, шириной 8,9–10,7 мкм, штрихов 8–9 в 10 мкм.

Германия (Krammer, 2000).

*Psammothidium* sp. (табл. II, 15). Створка длиной 9 мкм, шириной 5,4 мкм, штрихов 22 в 10 мкм.

*Staurosira pseudoconstruens* (Marciniak) Lange-Bert. (табл. II, 16). Створка длиной 25,5 мкм, шириной 8,8 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

По данным светомикроскопических исследований, в водоемах бассейна р. Нижний Выг выявлено 162 таксона. Наиболее насыщенным в таксономическом отношении оказалось Выгозерское вдхр. – 140 такс., а в остальных обнаружено значительно меньше представителей *Bacillariophyta* (в озерах Воицкое, Шавань, Парандовском плесе) и озеровидных расширениях канала (Маткожненский, Выгостровский бьефы) соответственно 24, 34, 44, 22 и 21 таксон рангом ниже рода (Вислянская, 1998; Альгофлора ..., 2006; Чекрыжева, Вислянская, 2007). Наиболее часто в исследованных водоемах встречались *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. distans*, *Ceratoneis arcus*, *Cyclotella comta*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia acicularis*, *Tabellaria fenestrata*. По данным электронно-микроскопических исследований, в водоемах бассейна р. Выг обнаружено сходное количество представителей *Bacillariophyta* – 163, относящихся к 56 родам (табл. I). Значительно большее число родов связано с изменениями в систематике родов *Achnanthes*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula* (Krammer, 1997a, b, 2002, 2003; Lange-Bertalot, Genkal, 1999; Lange-Bertalot, 2001; и др.).

По нашим данным, наибольшее видовое разнообразие отмечено в Маткожненском бьефе (89), а в Выгозерском вдхр. зафиксирован всего 61 таксон. Одна из причин такой разницы по Выгозерскому вдхр. – сведение многих таксонов в современных сводках в синонимику, например: *Asterionella gracillima* к *A. formosa*, *Aulacoseira islandica* subsp. *helvetica* к *A. islandica*, *Ceratoneis arcus* var. *linearis* к *Hannaea arcus* (= *Ceratoneis arcus*), *Diatoma vulgare* var. *breve et capitata* к типовой разновидности (Krammer, Lange-Bertalot, 1991) и т.д.

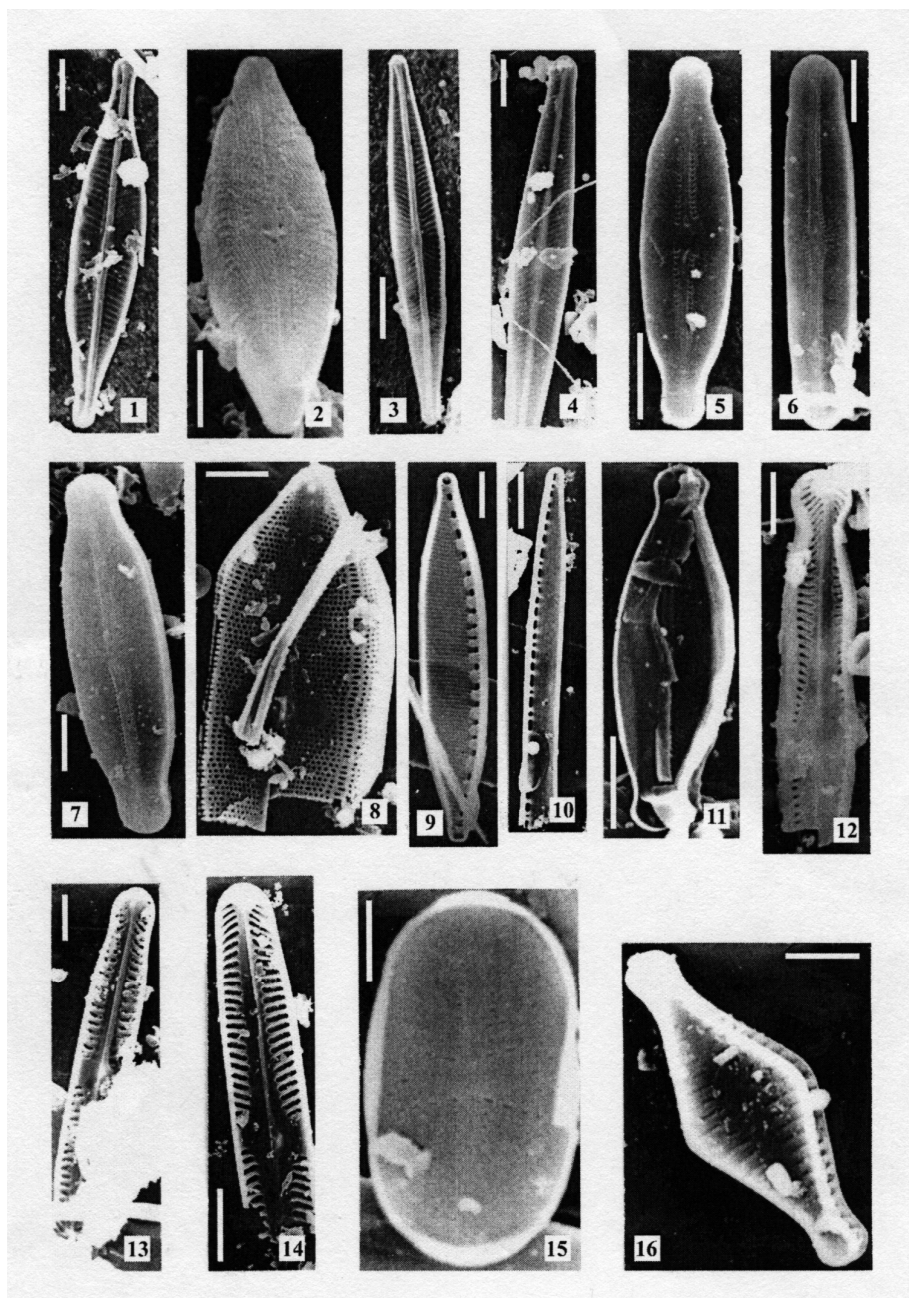


Табл. II. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Navicula hanseatica*; 2 – *N. moskalii*; 3 – *N. radiosiola*, 4 – *N. venerabilis*; 5 – *Naviculadicta* sp. 1; 6 – *Naviculadicta* sp. 2; 7 – *N. stauroneioides*; 8 – *Neidium dilatatum*; 9 – *Nitzschia* sp. 1; 10 – *Nitzschia* sp. 2; 11 – *Nupela impexa*; 12 – *Pinnularia polyonca*; 13 – *P. subcapitata* var. *elongata*; 14 – *P. subgibba* var. *undulata*; 15 – *Psammothidium* sp.; 16 – *Staurosira pseudoconstriens*. Створки с внутренней (1, 3, 4, 9, 10, 12–14) и наружной поверхности (2, 5–8, 14–16). Масштаб: 1, 3, 4, 8, 10, 12–14 – 10 мкм; 2, 5–7, 9, 11, 16 – 5 мкм; 15 – 2 мкм

Наибольшая частота встречаемости характерна для сходного сочетания видов: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. tenella*, *Discostella stelligera*, *Fragilaria crotonensis*, *Handmania comta* (= *Cyclotella comta*), *Tabellaria flocculosa*. Вероятней всего, низкопанцирный вид *Aulacoseira tenella* ошибочно относили к *A. distans*.

### Заключение

В водоемах бассейна р. Нижний Выг обнаружено 163 вида и внутривидовых таксона, из них 29 являются новыми для флоры Карелии, 8 – для флоры России, а 8 таксонов, определенных только до рода. Максимальное видовое разнообразие отмечено в Выгозерском вдхр. и Маткожненском бьефе. Наибольшее распространение в исследованных озере и реках имеют представители центрических диатомовых водорослей из родов *Aulacoseira* и *Discostella* и пеннатных *Fragilaria*, *Hannaea* Patrick и *Tabellaria*.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 12-04-00078).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Альгофлора* озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2006. – 81 с.
- Балонов И.М.* Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 87–90.
- Вислянская И.Г.* Фитопланктон Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища. – Петрозаводск: КФ АН СССР, 1978. – С. 15–42.
- Вислянская И.Г.* Северное Выгозеро, река Нижний Выг и озеро Воицкое. Характеристика биоценозов. Фитопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1998. – 200 с.
- Каталог* озер и рек Карелии. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2001. – 289 с.
- Свиренко Д.О.* Материалы к флоре водорослей России. Некоторые данные к систематике и географии // Тр. общ. испыт. природы Харьк. ун-та. – 1915. – Т. 1. – С. 61–148.
- Современное* состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1998. – 188 с.
- Состояние* водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2007. – 210 с.
- Чекрыжева Т.А.* Фитопланктон северной части Выгозерского водохранилища // Мат. XXVIII Междунар. конф. (5–8 окт. 2009 г.). – Петрозаводск, 2009. – С. 591–596.
- Чекрыжева Т.А.* Диатомовые водоросли в планктоне больших озер Республики Карелия (Россия) // Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, палеогеография, биостратиграфия: Мат. XII междунар. конф. диатомологов (19–24 сент. 2011 г.). – М.: Универ. книга, 2011а. – С. 153–155.

- Чекрыжева Т.А. Фитопланктон Выгозерского водохранилища Республики Карелия, Россия // Гидробиол. журн. – 2011б. – 47(5). – С. 13–21.
- Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г. Северное Выгозеро и озеро Воицкое. Фитопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2007. – С. 147–151.
- Krammer K. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1: *Allgemeines* und *Encyonema* part // Bibl. Diatomol. – 1997a. – Bd 36. – P. 1–382.
- Krammer K. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2: *Encyonema* part, *Encyonopsis* und *Cymbellopsis* // Bibl. Diatomol. – 1997b. – Bd 37. – P. 1–469.
- Krammer K. Diatoms of Europe. – *Pinnularia*. – 2000. – Vol. 1. – 703 p.
- Krammer K. Diatoms of Europe. – *Cymbella*. – 2002. – Vol. 3. – 584 p.
- Krammer K. Diatoms of Europe. – *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. – 2003. – Vol. 4. – 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. Teil. 1: *Naviculaceae* // Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart, 1986. – Bd 2/1. – S. 1–876.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Teil. 3: *Centrales*, *Fragillariaceae*, *Eunotiaceae* // Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart, 1991. – Bd 2/3. – S. 1–576.
- Lange-Bertalot H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato *Frustulia* // Diatoms of Europe. – 2001. – Vol. 2. – 526 p.
- Lange-Bertalot H. *Kobayasiella* nov. nom. ein neuer Gattungsname für *Kobayasia* Lange-Bertalot // Iconograph. Diatomol. – 1999. – Vol. 2. – P. 266–269.
- Lange-Bertalot H., Bak M., Witkowski A. *Eunotia* and some related genera // Diatoms of Europe. – 2011. – Vol. 6. – 747 p.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. Diatoms of Siberia. I // Iconograph. Diatomol. – 1999. – Vol. 6. – P. 7–272.
- Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Indicator of Oligotrophy, 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types Carbon buffered Oligodystrophic-weekly buffered soft water // Iconograph. Diatomol. – 1996. – Vol. 2. – P. 1–390.

Поступила 10 апреля 2013 г.  
Подписала в печать Г.К. Хурсевич

S.I. Genkal, T.A. Chekryzheva

Institute for Biology of Inland Waters RAS,  
Settl. Borok, Nekouz District, 152742 Yaroslavl Region, Russia

NEW DATA ON THE FLORA OF *BACILLARIOPHYTA* IN WATERBODIES OF  
THE LOWER VYG RIVER BASIN (THE REPUB. OF KARELIA, RUSSIA)

As a result of scanning electron microscopy studies of phytoplankton in waterbodies of the Nizhniy Vyg River basin, 163 species and varieties of *Bacillariophyta* from 56 genera have been found, including 29 new for the flora of Karelia and 8 – for Russia. The greatest species diversity has been recorded in the Vygozersk Reservoir and Matkozhnensk reach. The most widespread species in the waterbodies under study are *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *A. tenella*, *Discostella stelligera*, *Fragilaria crotonensis*, *Handmania comta*, *Tabellaria flocculosa*.

**Key words:** waterbodies, Karelia, phytoplankton, *Bacillariophyta*, flora, scanning electron microscopy studies.