

С О О Б Щ Е Н И Я

© С. И. Генкал,¹ М. И. Ярушина²ВАСИЛЛАРИОФУТА ПЛАНКТОНА РЕК И ОЗЕР СЕВЕРО-ВОСТОКА
ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

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

² Институт экологии растений и животных УрО РАН
ул. 8 Марта, 202, Екатеринбург, 620144, Россия
E-mail: nvl@ipae.uran.ru
Поступила 26.05.2016

Изучение фитопланктона озер и рек северо-востока п-ова Ямал с помощью сканирующей электронной микроскопии выявило 218 таксонов диатомовых водорослей из 54 родов, в том числе 15 видов новых для флоры России. 25 форм из 12 родов определены только до рода. Максимальное видовое разнообразие отмечено в реках Сабольяха (55), Вэньяха (70) и Едьяха (79). Наибольшее распространение в исследованных водоемах имеют *Achnanthydium helveticum*, *Asterionella formosa*, *Eunotia michaelis*, *Fragilaria vaucheriae*, *Neidium ampliatum*, *Tabellaria flocculosa*.

Ключевые слова: п-ов Ямал, фитопланктон, диатомовые водоросли.

В настоящее время идет широкомасштабное освоение Арктики, вследствие которого возрастает степень антропогенной нагрузки на все компоненты природных ландшафтов.

Север Западной Сибири уникален тем, что темпы промышленной экспансии в этом регионе не имеют аналогов в России и, возможно, в мире. В течение нескольких десятилетий здесь была создана мощная промышленность по добыче и транспорту газа и нефти. В связи с глобальным антропогенным влиянием на водные экосистемы региона Арктики Западной Сибири, куда входят полуострова Ямал, Тазовский и Гыданский, весьма актуальными являются оценка биоразнообразия, экологического состояния водоемов и их мониторинг. Изучение биоразнообразия Ямало-Гыданской тундры, этого важного стратегического региона Арктики Западной Сибири, является важной задачей фундаментальной науки, актуально для познания структурно-функциональной организации тундровых биоценозов и решения вопросов биогеографии и истории формирования ее биоты.

Ведущую роль в формировании различных типов сообществ в водных экосистемах тундр, особенно северных территорий, играют диатомовые водоросли. Отличаясь большим видовым богатством и обилием, обладая высокой индикаторной значимостью, эта группа водорослей наиболее перспективна для использования мониторинга водных экосистем на северных территориях, который невозможен без знания таксономического спектра этой группы водорослей на основе современных представлений о систематике Bacillariophyta. Вместе с тем

диатомовые водоросли в водоемах Арктики Западной Сибири до сих пор остаются недостаточно изученными, а проведенные ранее исследования базируются преимущественно на данных световой микроскопии. Световая микроскопия не позволяет точно идентифицировать многие, особенно мелкоклеточные виды, поскольку не дает возможности наблюдать ультраструктурные признаки, которые в настоящее время используются в систематике Bacillariophyta. В связи с этим проведение электронно-микроскопического исследования таксономического и морфологического разнообразия доминирующего отдела Bacillariophyta в водоемах разного типа в слабо изученных водоемах северо-востока п-ова Ямал являются весьма актуальными.

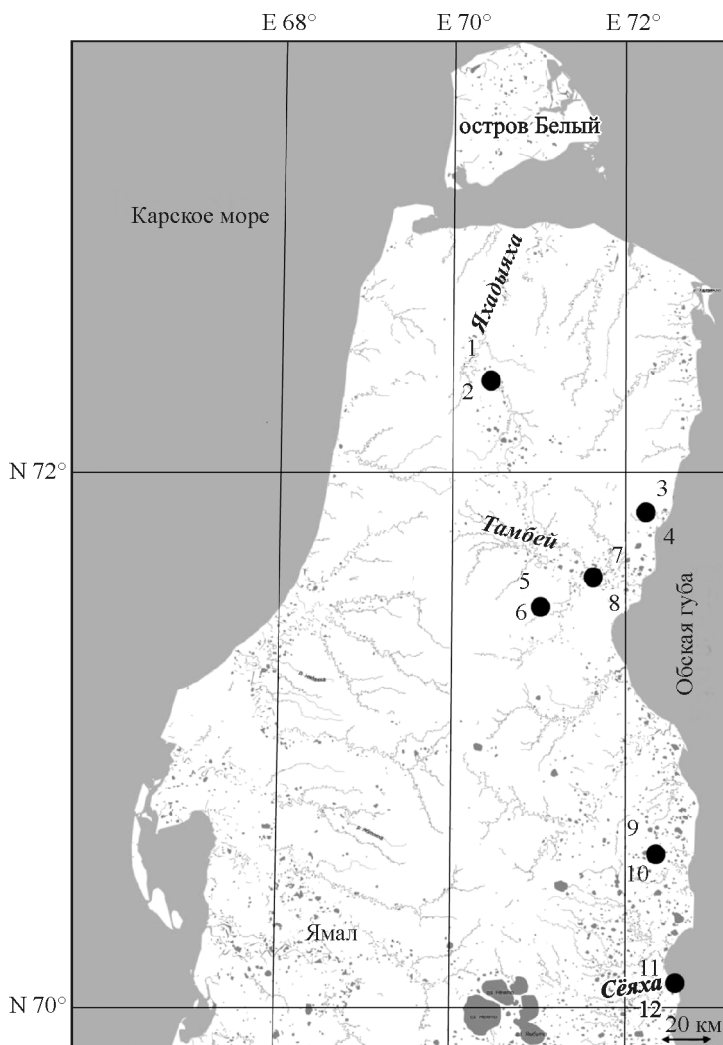
Гидрографическая сеть п-ова Ямал хорошо развита. Ее характерной особенностью является меридиональное направление течения рек при огромном количестве озер и болот. Все реки Ямала принадлежат бассейну Карского моря и относятся к двум водосборам: реки западной части полуострова впадают в Байдаракскую губу или Карское море, восточной части — в Обскую губу (Prigoda..., 1995).

Альгологическое изучение флоры водоемов северо-востока п-ова Ямал с помощью световой микроскопии проводится лишь с 2010 г. К настоящему времени в планктоне водных экосистем бассейнов 6 рек региона выявлено 115 видов (120 видовых и внутривидовых таксонов) диатомовых водорослей (неопубликованные данные М. И. Ярушиной), которые относятся к 2 классам, 5 порядкам, 15 семействам, 44 родам. Наибольшим разнообразием отличается диатомовая флора рек, которая включает 101 видовой и внутривидовой таксон. В планктоне 6 малых пойменных озер выявлено лишь 47 таксонов. В локальных альгофлорах изученного региона диатомовые водоросли составляли от 46 до 84 % выявленного состава. В состав пяти ведущих семейств (Naviculaceae (47), Fragilariaceae (13), Nitzschiaceae (12), Achnanthaceae (11), Eunotiaceae (8)) всей диатомовой флоры обследованного региона входит 91 таксон (75.8 %). Состав ведущих родов (*Pinnularia* (14), *Navicula* (11), *Nitzschia* (11), *Fragilaria* (8), *Eunotia* (8), *Neidium* (6), *Diatoma* (5) сформирован 63 таксонами (52.5 %). Имеется единственная работа, где анализируется структура диатомовой флоры рек обследованного района (Yarushina, 2011).

Цель настоящей работы — изучение и уточнение видового состава Bacillariophyta рек и озер северо-востока п-ова Ямал с использованием методов сканирующей электронной микроскопии и современной литературы.

Материал и методика

Материалом для электронно-микроскопических исследований диатомовых водорослей послужили пробы фитопланктона, отобранные в августе 2010 г. на 6 реках и 6 пойменных озерах, расположенных в их бассейнах. Район исследования лежит в северо-восточной части п-ова Ямал в арктической тундре между 70°10'—72°20' с. ш. и 70°30'—72°31' в. д. (см. рисунок). За исключением р. Яхадыха, текущей на север и впадающей в залив Малыгина Карского моря, остальные реки текут в северо-восточном направлении и имеют сток в Обскую губу. Исследованные реки мало подвержены антропогенному воздействию, различаются по морфометрии русла и водосборов. Самыми крупными из них являются реки Яхадыха и Сёяха (Зеленая), длина остальных рек не превышает 100 км. Ниже приведены краткие характеристики мест сбора материала.



Карта-схема отбора альгологических проб в бассейнах рек северо-востока п-ова Ямал.

Бассейн р. Яхадьяха: 1 — оз. Ханиндато, 2 — р. Яхадьяха. Бассейн р. Сабольяха: 3 — р. Сабольяха, 4 — оз. Таркаханато. Бассейн р. Вэньяха: 5 — оз. Ямбнадато, 6 — р. Вэньяха. Бассейн р. Едьяха: 7 — оз. Мурто, 8 — р. Едьяха. Бассейн р. Юнуйяха: 9 — р. Юнуйяха, 10 — оз. Юнуйто. Бассейн р. Сёяха (Зеленая): 11 — оз. Талиувто, 12 — р. Сёяха (Зеленая).

Sketch map of algological sampling in the river basins of the northeastern Yamal Peninsula.

Yakhadyakha River basin: 1 — Khanindato Lake, 2 — Yakhadyakha River. Sabolyakha River basin: 3 — Sabolyakha River, 4 — Tarkakhanato Lake. Venyakha River basin: 5 — Yambnadato Lake, 6 — Venyakha River. Edyakha River basin: 7 — Murto Lake, 8 — Edyakha River. Yunuyyakha River basin: 9 — Yunuyyakha River, 10 — Yunuyto Lake. Syoyakha (Zelyonaya) River basin: 11 — Taliyuvto Lake, 12 — Syoyakha (Zelyonaya) River.

Бассейн р. Яхадьяха

1. Озеро Хониндато ($72^{\circ}19'26''$ с. ш., $70^{\circ}31'39''$ в. д.), расположенное на левом берегу в верхней части среднего течения р. Яхадьяха. Грунт побережья — ил, мелкий песок, небольшое количество детрита. Форма дна озера чашеобраз-

ная, с постепенным возрастанием глубины к центру озера. Максимально зафиксированная глубина 1.35 м. Озеро имеет неправильную, вытянутую с севера на юг форму и соединяется в юго-восточной части с другим озером. С помощью системы протоков, частично пересыхающих летом, оно соединено с соседними озерами, старицами и рекой. Длина озера 1.84 км, ширина — 1.25 км. Озеро незаморное.

2. Река Яхадьяха, расположенная на северной оконечности п-ова Ямал. Впадает в Карское море в районе залива Малыгина. Общая протяженность реки 195 км (Resursy..., 1964). Площадь водосбора 3120 км². Имеет 23 притока первого порядка с протяженностью русла более 10 км и 58 с длиной менее 10 км. Крупнейшие притоки — правобережный Яхады-Орта-Яха (длина 79 км) и левобережный Пензе-Яха (61 км).

Обследованный участок реки (72°19'46'' с. ш., 70°33'10'' в. д.) лежит в верхней части среднего течения. Русловое дно — мелкий песок, правый берег представляет собой песчаную отмель, левый — обрывистый. Максимально зафиксированная глубина в месте наблюдений 2 м. Ширина русла в летнюю межень 40 м.

Бассейн р. Саболяха

3. Река Саболяха на северо-восточной оконечности п-ова Ямал. Впадает в Обскую губу. Общая протяженность реки 46 км (Resursy..., 1964). Имеет 2 притока первого порядка с протяженностью русла более 10 км и 20 — с длиной менее 10 км. Крупнейший левобережный приток р. Ярседаяха имеет длину 24 км.

Обследованный участок реки лежит в нижнем течении. Русловое дно — мелкий песок, правый берег представляет собой песчаную отмель, левый — обрывистый. Максимально зафиксированная глубина в месте наблюдений 0.7 м. Ширина русла в летнюю межень 50 м.

4. Озеро Таркаханато (71°53'35'' с. ш., 72°18'12'' в. д.), расположенное на левом берегу в нижнем течении р. Саболяха и с правого берега от р. Ярседаяха. Грунт побережья — ил, мелкий песок, небольшое количество детрита. Форма дна озера чашеобразная, с постепенным возрастанием глубины к центру озера. Максимально зафиксированная глубина 2.5 м. Озеро имеет почти правильную форму, слегка вытянутую в северо-западном направлении. С помощью протоки в южной части, озеро соединено с р. Саболяха. Длина озера 1.09 км, ширина 0.84 км.

Бассейн р. Вэньяха

5. Озеро Ямбнадото (71°32'55'' с. ш., 71°03'01'' в. д.). Расположено на левом берегу в нижнем течении р. Вэньяхи и с правого берега от р. Нгахадьяхи. Представляет собой комплекс соединенных между собой неширокой протокой озер округлой формы. Грунт побережья — ил, мелкий песок, небольшое количество детрита. Дно озера чашеобразное. Максимально зафиксированная глубина 2.5 м. Длина озера 1.44 км, ширина — 1.1 км. Озеро незаморное.

6. Река Вэньяха, протекающая на северо-восточной оконечности п-ова Ямал. Является притоком второго порядка р. Тамбей. Впадает с левого берега в р. Тирвьяха, являющуюся правобережным притоком первого порядка р. Тамбей. Общая протяженность реки 54 км (Resursy..., 1964). Наиболее крупные притоки, впадающие в р. Вэньяха — реки Нгахадьяха (28 км), Вэньяха-Нензяха (23 км) и ле-

вобережный безымянный приток (28 км). Кроме них имеется 17 притоков с длиной менее 10 км.

Обследованный участок р. Вэньяха ($71^{\circ}32'43''$ с. ш., $71^{\circ}04'40''$ в. д.) лежит в нижнем течении, в 11 км от места впадения в р. Тирвьяха. Русловое дно — мелкий песок, левый берег представляет собой песчаную отмель, правый — обрывистый. Максимально зафиксированная глубина в месте наблюдений 1 м. Ширина русла в летнюю межень 35 м.

Бассейн р. Едъяха

7. Озеро Мурто ($71^{\circ}43'16''$ с. ш., $71^{\circ}32'14''$ в. д.), расположенное на левом берегу в нижнем течении р. Едъяха. Грунт побережья — мелкий песок. Дно озера неравномерно по глубине, имеет заросшие макрофитами отмели, каналоподобные ямы со значительными глубинами. Максимально зафиксированная глубина — 3.5 м, значительная часть озера имеет глубину около 1 м. Озеро имеет почти правильную овальную форму, слегка вытянутую с севера на юг с Г-образным выростом в южной части. Длина озера 1.44 км, ширина — 0.76 км. Озеро незаморное.

8. Река Едъяха, расположенная на северо-восточной оконечности п-ова Ямал. Является левобережным притоком первого порядка р. Тамбей. Общая протяженность реки 85 км (Resursy..., 1964). Имеет 3 притока первого порядка с протяженностью русла более 10 км и 15 — с длиной менее 10 км. Наиболее крупный приток — правобережная р. Нгэвалы-Яха — имеет протяженность 70 км.

Обследованный участок реки ($71^{\circ}43'14''$ с. ш., $71^{\circ}31'35''$ в. д.) лежит в нижнем течении, недалеко от места впадения в р. Тамбей. Русловое дно — мелкий песок, правый берег представляет собой песчаную отмель, левый — обрывистый. Максимально зафиксированная глубина в месте наблюдений 2.5 м. Ширина русла в летнюю межень 30 м.

Бассейн р. Юнуйяха

9. Река Юнуйяха, протекающая в восточной части п-ова Ямал, впадает в Обскую губу. Общая протяженность реки 32 км (Resursy..., 1964). Самый крупный приток первого порядка — правобережный безымянный, имеет протяженность около 24 км, кроме него в реку впадают еще 10 притоков протяженностью менее 10 км.

Обследованный участок р. Юнуйяха ($70^{\circ}40'12''$ с. ш., $72^{\circ}13'49''$ в. д.) лежит в верхнем течении, в месте истока из оз. Юнуйто. Дно — мелкий заиленный песок, русловой свал начинается практически от берега, берега обрывисты, покрыты травянистой растительностью, мхами и лишайниками. Максимально зафиксированная глубина в месте наблюдений 1.35 м. Ширина русла в летнюю межень 7 м.

10. Озеро Юнуйто ($70^{\circ}40'12''$ с. ш., $72^{\circ}13'35''$ в. д.), является истоком р. Юнуйяха. Озеро овальной формы, вытянуто с юго-запада на северо-восток. Грунт побережья — ил, мелкий песок, небольшое количество детрита. Берега покрыты травянистой растительностью, мхами и лишайниками. Дно озера чашеобразное. Максимально зафиксированная глубина 1.5 м. Длина озера 3.6 км, ширина 1.5 км. Озеро незаморное, проточное.

Бассейн р. Сёяха (Зеленая)

11. Система озер Талиювто ($70^{\circ}11'05''$ с. ш., $72^{\circ}31'05''$ в. д.), расположена в устьевой части р. Сёяха (Зеленая) рядом с Обской губой. Озера округлой формы. Грунт побережья — торфяник. Берега покрыты травянистой растительностью, мхами и лишайниками. Обследовано восточное озеро. Дно озера чашеобразное. Максимально зафиксированная глубина 2.5 м. Диаметр озера 0.45 км.

12. Река Сёяха (Зеленая), расположенная в центральной части п-ова Ямал. Впадает в Обскую губу. Общая протяженность реки 159 км (Resursy..., 1964). Площадь водосбора 4400 км². Левобережная р. Ясавэйяха — самый крупный приток первого порядка, имеет протяженность около 163 км, кроме него в реку впадают еще 9 притоков протяженностью от 17 до 83 км и 8 притоков протяженностью менее 10 км.

Обследован устьевой участок р. Сёяхи (Зеленой) ($70^{\circ}10'42''$ с. ш., $72^{\circ}31'47''$ в. д.). На данном участке реки наблюдаются приливы до 0.7 м и в результате действия ветров, — сгонно-нагонные колебания уровня воды до 1 м и более. Дно реки — мелкий песок, правый берег представляет собой песчаную отмель, левый — обрывистый. Берега заболочены, покрыты травянистой растительностью и мхами. Максимально зафиксированная глубина в месте наблюдений 10 м. Ширина русла в летнюю межень около 400 м.

Особенностью водного режима изученных рек является весенне-летнее половодье. Половодье обычно растянуто из-за замедленного стока талых вод вследствие равнинности рельефа, широких пойм, обилия озер и болот, подпора стока воды рек со стороны Обской губы (как постоянного, так и периодического, за счет нагонных и приливно-отливных явлений) (Priroda..., 1995).

Изученные нами озера представляют собой небольшие по площади (от 1 до 5.5 км²) с небольшой прозрачностью водоемы. Для мелких озер северной части Ямала характерна большая заболоченность (Yamalo-Gydanskaya..., 1977; Priroda..., 1995). Температура воды в момент отбора проб во всех водных объектах не превышала 9 °С. Максимальная прозрачность воды отмечена в озерах Ямбнадото, Мурто, Таркаханато и в р. Сёяха (Зеленая).

В питании обследованных рек и озер основную роль играют талые снеговые воды (около 80 %). Значение дождевых источников питания значительно ниже. Доля грунтовых и подземных вод минимальна в силу распространения сплошной вечной мерзлоты.

Изученные реки и озера характеризуются низкой минерализацией, ультрапресной водой гидрокарбонатного класса, натриевой, реже кальциевой групп. Содержание растворенных веществ составляет в среднем около 50 мг/л (Resursy..., 1964; Lezin, 2000).

Освобождение створок диатомей от органического вещества проводили методом холодного сжигания (Balonov, 1975). Приготовленные препараты исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-25S Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН.

Результаты и обсуждение

Наши исследования выявили 218 видов и внутривидовых таксонов Bacillariophyta из 54 родов.

Achnantheidium bioretii (Germain) Monnier, Lange-Bertalot et Ector (4—6, 9, 11 — здесь и далее указаны номера мест сбора материала), *A. daonense* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, Monnier et Ector (6), *A. helveticum* (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector (1—6, 8, 9, 11), *A. minutissimum* (Kützing) Czarnecki (3), *A. subatomoides* (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector (1, 5, 10).

Adlafia minuscula (Grunow) Lange-Bertalot (3).

Amphora obtusa Gregory (1), *Amphora* sp. (6).

Asterionella formosa Hassal (1, 3—7, 9—11), *A. ralfsii* W. Smith (10).

Aulacoseira alpigena (Grunow) Krammer (8), *A. islandica* (O. Müller) Simonsen (1, 4, 10—12), *A. subarctica* (O. Müller) Haworth emend. Genkal (5, 9, 11, 12).

Boreozonacola hustedtii Lange-Bertalot, Kulikovskiy et Witkowski (4).

Brachysira wygaschii Lange-Bertalot (11).

Caloneis falcifera Lange-Bertalot, Genkal et Vekhov (8), *C. silicula* (Ehrenberg) Cleve (2—4, 6, 8, 10).

Cavinula cocconeiformis (Gregory) D. G. Mann et Stickle (1, 2, 4, 8—10), *C. jaernefeltii* (Hustedt) D. G. Mann et Stickle (10), *C. pseudoscutiformis* (Hustedt) D. G. Mann et Stickle (4, 9, 10), *C. thoroddsenii* (Foged) Lange-Bertalot (5).

Chamaepinnularia begeri (Krasske) Lange-Bertalot (2), *Ch. circumborealis* Lange-Bertalot (2—4), *Ch. krookii* (Grunow) Lange-Bertalot et Krammer (2, 3, 6, 8), *Ch. krookiformis* (Krammer) Lange-Bertalot et Krammer (8).

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) V. Heurck (11).

Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) D. M. Williams et Round (5).

Cyclostephanos dubius (Fricke) Round (12).

Cyclotella sp. (12).

Cymbopleura cuspidata (Kützing) Krammer (10), *C. naviculiformis* (Auerswald) Krammer (5, 9, 10), *C. peranglica* Krammer (8), *C. subanglica* Krammer (4), *C. subcuspidata* (Krammer) Krammer (6), *C. subapiculata* Krammer (8), *C. tunnii* (Krammer) Krammer (4).

Diatoma ehrenbergii Kützing (3, 8), *D. moniliformis* Kützing (6), *D. vulgaris* Bory (2, 3, 5, 6).

Diploneis marginestriata Hustedt (4).

Encyonema elginense (Krammer) D. G. Mann (4), *E. latens* (Krasske) D. G. Mann (8, 10), *E. cf. lunatum* var. *alackaensis* (Foged) Krammer (11), *E. pergracile* Krammer (4, 8), *E. silesiacum* (Bleisch) D. G. Mann (2, 4—6, 8), *Encyonema* sp.1 (10), *Encyonema* sp. 2 (5).

Eolimna sp. 1 (10), *Eolimna* sp. 2 (4), *Eolimna* sp. 3 (4, 10).

Eunotia bilinaris (Ehrenberg) Schaarschmidt (2), *E. boreotenuis* Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot (1), *E. botuliformis* Wild, Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot (1), *E. curtagrunowii* Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot (1), *E. cf. ewa* Lange-Bertalot et Witkowski (8), *E. fallacoides* Lange-Bertalot et Cantonati (8), *E. fennica* (Hustedt) Lange-Bertalot (8), *E. groenlandica* (Grunow) Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot (1), *E. intermedia* (Krasske) Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot (1, 3, 8), *E. ursamaioris* Lange-Bertalot et Nörpel-Schempp (1, 10), *E. islandica* Oestrup (1, 4), *E. michaelis* Metzeltin, Witkowski et Lange-Bertalot (1, 2, 4, 8—11), *E. pexii* Lange-Bertalot (10), *E. rhomboidea* Hustedt (5), *E. scandiorussica* Kulikovskiy, Lange-Bertalot, Genkal et Witkowski (6, 9), *E. semicircularis* (Ehrenberg) Lange-Bertalot et Metzeltin (12), *E. septentrionalis* Oestrup (1), *E. silesioscandica* Lange-Bertalot et E. Sienkiewicz (6), *Eunotia* sp. (2), *E. subarcuatoides* Alles, Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot (11).

Fallacia pygmaea (Kützing) A. J. Stickle et D. G. Mann (6).

Fragilaria austriaca (Grunow) Lange-Bertalot (11), *F. capucina* Desmazieres (2, 3, 8), *F. cyclosum* (Brutschy) Lange-Bertalot (6, 11), *F. delicatissima* (W. Smith) Lange-Bertalot (5), *F. famelica* (Kützing) Lange-Bertalot (8), *F. nanana* Lange-Bertalot (10), *F. rumpens* (Kützing) Carlson (11), *F. tenera* (W. Smith) Lange-Bertalot (3, 8), *F. vaucheriae* (Kützing) Petersen (1—3, 6, 8, 9, 11).

Fragilariforma constricta (Ehrenberg) Williams et Round (1), *F. quadrata* (Hustedt) Kharitonov (1, 11), *F. virescens* (Ralfs) Williams et Round (1, 9, 11).

Frustulia erifuga Lange-Bertalot et Krammer (5), *F. saxonica* Rabenhorst (11).

Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot et Metzeltin (2, 3, 6, 8, 10), *G. tringvallae* Oestrup Lange-Bertalot et Metzeltin (2, 3, 5, 6, 8, 12).

Genkalia digituloides (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot et Kulikovskiy (1, 3, 10), *G. digitulus* (Hustedt) Lange-Bertalot et Kulikovskiy (3, 4, 6, 9, 10).

Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst (11), *G. brebissonii* Kützing (6), *G. distans* (Cleve-Euler) Lange-Bertalot et Reichardt (9), *G. genkalii* Lange-Bertalot et Reichardt (11), *G. interpositum* Reichardt (3), *G. cf. lippertii* Reichardt et Lange-Bertalot (5), *G. micropus* Kützing (6, 9), *G. sarcophagus* Gregory (2, 3, 6, 8), *Gomphonema* sp. (3), *G. subarcticum* Lange-Bertalot et Reichardt (10).

Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith et Henfrey (12).

Hannaea arcus (Ehrenberg) Patrick emend. Genkal et Kharitonov (5).

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow (5, 9).

Hippodonta capitata (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski (8, 9, 12), *H. coxiae* Lange-Bertalot (2, 3, 6, 8).

Lacustriella lacustris (Gregory) Lange-Bertalot et Kulikovskiy (5, 8, 10, 11).

Meridion circulare (Greville) C. Agardh (2, 11).

Microcostatus krasske (Hustedt) Johnsen et Sray (10).

Navicula cincta Ehrenberg (2, 3), *N. concentrica* Carter (10), *N. cryptocephala* Kützing (2, 3, 6, 8, 9, 12), *N. cf. eidrigiana* J. Carter (6), *N. exilis* Kützing (6), *N. hanseatica* Lange-Bertalot et Stachura (5, 12), *N. iserentantii* Lange-Bertalot et Witkowski (6, 8), *N. libonensis* Schumann (2, 3), *N. margalithii* Lange-Bertalot (2, 3, 6, 8), *N. pseudotenelloides* Krasske (3, 6, 8), *N. radiosa* Kützing (5, 6), *N. rhynchocephala* Kützing (3, 5, 6, 8, 11), *N. salinarum* Grunow var. *salinarum* (2, 3, 6, 8), *N. salinarum* var. *rostrata* (Hustedt) Lange-Bertalot (3, 6, 8), *N. slesvicensis* Grunow (2—6, 8), *Navicula* sp. 1 (6), *Navicula* sp. 2 (8), *Navicula* sp. 3 (3), *N. cf. streckeriae* Lange-Bertalot et Witkowski (6), *N. trivialis* Lange-Bertalot (3), *N. vaneei* Lange-Bertalot (8), *N. venerabilis* Hohn et Hellerman (10), *N. veneta* Kützing (3, 6, 8).

Naviculadicta sp. (5).

Neidiopsis levanderii (Hustedt) Lange-Bertalot et Metzeltin (3, 8), *N. vekhovii* Lange-Bertalot et Genkal (2), *N. wulffii* (Petersen) Lange-Bertalot (3, 8, 12).

Neidium affine (Ehrenberg) Pfitzer (4—6, 8, 10, 11), *N. cf. alpinum* Hustedt (8), *N. ampliatum* (Ehrenberg) Krammer (1, 3—6, 8, 11), *N. bisulcatum* (Lagerstedt) Cleve var. *bisulcatum* (1, 2, 8, 11), *N. bisulcatum* var. *subampliatum* Krammer (4, 6), *N. calvum* Oestrup (8), *N. dubium* (Ehrenberg) Cleve (4), *N. hercynicum* A. Mayer (1, 6), *N. iridis* (Ehrenberg) Cleve (8), *N. ladogensis* (Cleve) Foged (6, 8, 10), *N. productum* (W. Smith) Cleve (6, 8), *N. cf. testa* Carter (10).

Nitzschia alpina Hustedt emend. Lange-Bertalot (3—6, 8), *N. capitellata* Hustedt (8), *N. clausii* Hantzsch (6), *N. dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow (2, 3, 6), *N. cf. gessneri* Hustedt (2), *N. graciliformis* Lange-Bertalot et Simonsen emend. Genkal et Popovskaya (1, 6), *N. gracilis* Hantzsch (4), *N. homburgensis* Lange-Bertalot (2, 3, 6, 8), *N. inconspicua* Grunow (3), *N. intermedia* Hantzsch (8), *N. linearis* (Agardh) W. Smith var. *linearis* (6, 8), *N. linearis* var. *subtilis* (Grunow) Hustedt (10), *N. cf. pa-*

leaeformis Hustedt (2), *N. recta* Hantzsch (6, 9), *Nitzschia* sp. 1 (8), *Nitzschia* sp. 2 (3), *Nitzschia* sp. 3 (2), *Nitzschia* sp. 4 (10), *Nitzschia* sp. 5 (9), *Nitzschia* sp. 6 (2, 8), *N. tubicola* Grunow (2, 3, 6, 8), *N. vermicularis* (Kützing) Hantzsch (5).

Nupela impexiformis (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot (4, 8, 9, 10), *N. neogracillima* (Hustedt) Kulikovskiy et Lange-Bertalot (4, 10).

Pinnularia birnirkiana Patrick et Freese (3, 6, 8), *P. brandelii* Cleve (2, 6, 8), *P. brebissonii* (Kützing) Rabenhorst (1, 4, 6, 9—11), *P. divergens* var. *linearis* Oestrup (8, 12), *P. eifelana* (Krammer) Krammer (1), *P. esoxiformis* Krammer (8), *P. ferrophila* Krammer (10), *P. grunowii* Krammer (1, 4, 5, 9, 10), *P. intermedia* (Lagerstedt) Cleve (6), *P. islandica* Oestrup (8), *P. latarea* Krammer (3), *P. cf. macilenta* Ehrenberg (11), *P. microstauron* (Ehrenberg) Cleve var. *microstauron* (5, 12), *P. microstauron* var. *nonfasciata* Krammer (9), *P. microstauron* var. *rostrata* Krammer (1, 9, 10), *P. nodosa* (Ehrenberg) W. Smith var. *nodosa* (8), *P. nodosa* var. *percapitata* Krammer (12), *P. nodosiformis* Krammer (11), *P. obscuriformis* Krammer (3), *P. perinterrupta* Krammer (10), *P. cf. pisciculus* Ehrenberg (11), *P. renata* Krammer (5), *P. cf. rupestris* Hantzsch (5), *P. saprophila* Lange-Bertalot et Krammer (4, 9), *P. sinistra* Krammer (5), *P. tirolensis* (Metzeltin et Krammer) Krammer (2), *P. viridiformis* Krammer (12).

Placoneis clementis (Grunow) Cox (2, 3, 6, 8, 9).

Planothidium biporum (Hohn et Hellerman) Lange-Bertalot (2, 3, 6), *P. conspiciuum* (Mayer) Morales (5), *P. haunaldii* (Schaarschmidt) Lange-Bertalot (3), *P. peragallii* (Brun et Heribaud) Round et Bukhtiyarova (12), *P. pungens* (Cleve-Euler) Lange-Bertalot (12).

Platessa rupestris (Krasske) Lange-Bertalot (11).

Prestauroneis integra (W. Smith) K. Bruder (3, 6, 8).

Psammothidium grischunum (Wuthrich) Bukhtiyarova et Round (10), *P. levanderi* (Hustedt) Czarnecki (6), *P. rechtensis* (Leclercq) Lange-Bertalot (2—4, 9, 10), *P. ventralis* (Krasske) Bukhtiyarova et Round (1, 4, 5, 10).

Rossithidium pusillum (Grunow) Round et Bukhtiyarova (4, 5).

Sellaphora bacillum (Ehrenberg) D. G. Mann (8, 9), *S. laevissima* (Kützing) D. G. Mann (3, 6, 8, 10, 11), *S. mutatooides* Lange-Bertalot et Metzeltin (2, 3), *S. parapupula* Lange-Bertalot (1—3, 6, 8), *S. pseudopupula* (Krasske) Lange-Bertalot (2, 6, 8, 10), *S. pupula* (Kützing) Mereschkowsky (3, 6, 8—11), *Sellaphora* sp. 1 (2, 3, 6, 8), *Sellaphora* sp. 2 (10), *S. stauroneiodes* (Lange-Bertalot) V. Veseda et J. R. Johanson (2, 5, 8, 10).

Stauroneis amplicephala Kützing (5, 8, 9), *S. clandestina* Van de Vijer et Lange-Bertalot (1, 6, 10, 11), *S. gracilis* Ehrenberg (8), *S. legiminiformis* Lange-Bertalot et Krammer (1, 10), *S. luminopsis* Van de Vijer et Lange-Bertalot (6), *S. prominula* (Grunow) Hustedt (2, 6, 8), *S. cf. reichardtii* Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi et Afinito (8), *S. sagita* Cleve (3), *Stauroneis* sp. 1 (1, 2, 4, 5, 9—11), *Stauroneis* sp. 2 (8), *Stauroneis* sp. 3 (9), *S. termicola* (Petersen) Lund (5).

Staurosira constriens Ehrenberg (1).

Stephanodiscus alpinus Hustedt emend. Genkal et Lepskaya (12), *S. hantzschii* Grunow (12), *Stephanodiscus* sp. (12).

Surirella angusta Kützing (3, 6, 8, 9), *S. brightwellii* W. Smith (6), *S. minuta* Brébisson (6, 10).

Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing (1—11).

Tetracyclus emarginatus (Ehrenberg) W. Smith (11).

Tryblionella salinarum (Grunow) Pesletan (6, 8).

Ulnaria acus (Kützing) Aboal (8), *U. ulna* (Nitzsch) P. Compère (2, 3, 4, 8).

Ниже приводятся краткие диагнозы, синонимика, данные по экологии и распространению редких (*) и новых видов для флоры России, включая 25 форм, определенных только до рода.

Amphora sp. (табл. I, 1). Створка 45.7 мкм дл., штрихов 10 в 10 мкм.

Cyclotella sp. (табл. I, 2). Створка диам. 20.7 мкм, штрихов 6 в 10 мкм.

Symbopleura subanglica Grammer (табл. I, 3). Створка 40 мкм дл., 13 мкм шир., штрихов 12 в 10 мкм, ареол 30 в 10 мкм. Финляндия (Grammer, 2003).

Encyonema sp. 1 (табл. I, 4). Створка 31 мкм дл., 9.4 мкм шир., штрихов 8 мкм в 10 мкм.

Encyonema sp. 2 (табл. I, 5). Створка 14.3 мкм дл., 11.4 мкм шир., штрихов 8 мкм в 10 мкм, ареол 22 в 10 мкм.

Eolimna sp. 1 (табл. I, 6). Створки 9.1—9.4 мкм дл., 4.7—5.2 мкм шир., штрихов 16—20 в 10 мкм.

Eolimna sp. 2 (табл. I, 7). Створка 22 мкм дл., 8.6 мкм шир., штрихов 13 мкм в 10 мкм.

Eolimna sp. 3 (табл. I, 8). Створки 12.7—15.9 мкм дл., 4.7—5.4 мкм шир., штрихов 18—20 в 10 мкм.

Eunotia fallacoides Lange-Bertalot et Cantonati (табл. I, 9). Створка 33 мкм дл., 4.4 мкм шир., штрихов 15 мкм в 10 мкм. Европа, предпочитает олиготрофные воды (Lange-Bertalot et al., 2011).

**Eunotia fennica* (Hustedt) Lange-Bertalot (табл. I, 10). (*E. denticula* var. *fennica* Hustedt). Створка 25 мкм дл., 4.3 мкм шир., штрихов 15 мкм в 10 мкм. Европа (Lange-Bertalot et al., 2011).

**Eunotia michaelis* Metzeltin, Witkowski et Lange-Bertalot (табл. I, 11—13). Створки 20—26.6 мкм дл., 4.4—7.8 мкм шир., штрихов 11—14 в 10 мкм. Субарктика (Медвежий о-в) (Lange-Bertalot et al., 2011).

Eunotia pexii Lange-Bertalot (табл. I, 14). Створка 25.7 мкм дл., 3.6 мкм шир., штрихов 20 мкм в 10 мкм. Европа, в олиготрофных водах (Lange-Bertalot et al., 2011).

Eunotia semicircularis (Ehrenberg) Lange-Bertalot et Metzeltin (табл. II, 1). (*E. triodon* var. *semicircularis* Ehrenberg). Створка 60 мкм дл., 29 мкм шир., штрихов 14 мкм в 10 мкм. Швеция, Норвегия, Финляндия, Гренландия (Lange-Bertalot et al., 2011).

Eunotia silesioscandica Lange-Bertalot et E. Sienkiewicz (табл. II, 2). (*E. attenuata* A. Cleve). Створка 35.5 мкм дл., 6.1 мкм шир., штрихов 14 мкм в 10 мкм. Швеция, Финляндия, Центральная Европа (Lange-Bertalot et al., 2011).

Eunotia sp. (табл. II, 3). Створка 22.8 мкм дл., 3.2 мкм шир., штрихов 12 мкм в 10 мкм.

Gomphonema interpositum Reichardt (табл. II, 4). Створка 47 мкм дл., 9.3 мкм шир., штрихов 7 мкм в 10 мкм. Европа (Reichardt, 1999).

Gomphonema sp. (табл. II, 5). Створка 31 мкм дл., 7.2 мкм шир., штрихов 9 мкм в 10 мкм.

Microcostatus krasskei (Hustedt) Johansen et Sray (табл. II, 6). (*Navicula krasskei* Hustedt). Створка 12.7 мкм дл., 5 мкм шир., штрихов 26 мкм в 10 мкм.

Navicula sp. 1 (табл. II, 7). Створка 64.4 мкм дл., 12 мкм шир., штрихов 6 мкм в 10 мкм, линеол 25 в 10 мкм.

Navicula sp. 2 (табл. II, 8). Створка 66.6 мкм дл., 13.5 мкм шир., штрихов 7 мкм в 10 мкм, линеол 22 в 10 мкм.

Navicula sp. 3 (табл. II, 9). Створка 41 мкм дл., 8.8 мкм шир., штрихов 7 мкм в 10 мкм, линеол 22 в 10 мкм.

- Navicula* cf. *streckeriae* Lange-Bertalot et Witkowski (табл. II, 10). Створка 39 мкм дл., 11.7 мкм шир., штрихов 7 мкм в 10 мкм, линейол 20 в 10 мкм.
- Naviculadicta* sp. (табл. II, 11). Створка 12.2 мкм дл., 5 мкм шир., штрихов 22 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* cf. *gessneri* Hustedt (табл. II, 12). Створка 66.7 мкм дл., 4.4 мкм шир., штрихов 32 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* sp. 1 (табл. II, 13). Створка 38.6 мкм дл., 3 мкм шир., фибул 18 в 10 мкм, штрихов 35 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* sp. 2 (табл. II, 14). Створка 47 мкм дл., 5.7 мкм шир., фибул 9 в 10 мкм, штрихов 30 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* sp. 3 (табл. II, 15). Створка 38 мкм дл., 5.5 мкм шир., фибул 10 в 10 мкм, штрихов 45 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* sp. 4 (табл. II, 16). Створка 34.4 мкм дл., 4.4 мкм шир., штрихов 30 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* sp. 5 (табл. II, 17). Створка 37.8 мкм дл., 5.5 мкм шир., фибул 12 в 10 мкм, штрихов 24 мкм в 10 мкм.
- Nitzschia* sp. 6 (табл. II, 18, 19). Створки 50—71 мкм дл., 7—8.9 мкм шир., фибул 7 в 10 мкм, штрихов 22—26 мкм в 10 мкм.
- Pinnularia islandica* Oestrup (табл. II, 20). (*P. major* var. *woerthensis* A. Mayer, *P. woerthensis* (A. Mayer) Krammer). Створки 69—73 мкм дл., 16.7—17.8 мкм шир., штрихов 7—8 мкм в 10 мкм. Космополит (?), голарктическая область, предпочитает олиготрофные воды (Krammer, 2000).
- Pinnularia latarea* Krammer (табл. III, 1). Створка 50 мкм дл., 10.7 мкм шир., штрихов 9 мкм в 10 мкм. Европа (Krammer, 2000).
- Pinnularia tirolensis* (Metzeltin et Krammer) Krammer (табл. III, 2). Створка 46.7 мкм дл., 7.8 мкм шир., штрихов 12 мкм в 10 мкм. Европа (Krammer, 2000).
- Sellaphora pseudopupula* (Krasske) Lange-Bertalot (табл. III, 3). Створки 22—42.8 мкм дл., 6—9.3 мкм шир., штрихов 15—23 мкм в 10 мкм, ареол 25—40. Европа (Hofmann et al., 2011).
- Sellaphora* sp. 1 (табл. III, 4, 5). Створки 20—33 мкм дл., 6.4—7.2 мкм шир., штрихов 16—18 мкм в 10 мкм.
- Sellaphora* sp. 2 (табл. III, 6). Створки 13.2—13.6 мкм дл., 5.4—5.9 мкм шир., штрихов 19—20 мкм в 10 мкм.
- Stauroneis* cf. *fluminopsis* Van de Vijver et Lange-Bertalot (табл. III, 7). Створка 71 мкм дл., 19.3 мкм шир., штрихов 15 мкм в 10 мкм. Южное полушарие (Van de Vijver et al., 2004).
- Stauroneis sagita* Cleve (табл. III, 8, 9). — *Pleurostauron sagita* Cleve, *Stauroneis smithii* var. *sagita*. Створка 45.7 мкм дл., 10 мкм шир., штрихов 17 мкм в 10 мкм. Арктическая область (Van de Vijver et al., 2004).
- Stauroneis* sp. 1 (табл. III, 10). Створки 50—82 мкм дл., 9.3—15 мкм шир., штрихов 16—26 мкм в 10 мкм.
- Stauroneis* sp. 2 (табл. III, 11). Створка 111 мкм дл., 23 мкм шир., штрихов 14 мкм в 10 мкм.
- Stauroneis* sp. 3 (табл. III, 12). Створка 50 мкм дл., 15 мкм шир., штрихов 15 мкм в 10 мкм.
- Stephanodiscus* sp. (табл. III, 13). Створки 35.5 мкм диам., штрихов 4 в 10 мкм.
- **Surirella brightwellii* W. Smith (табл. III, 14). (*S. ovalis* var. *brightwellii* (W. Smith) H. et M. Peragallo). Створка 37 мкм дл., 32.8 мкм шир., ребер 4 в 10 мкм, штрихов 14 мкм в 10 мкм. Европа (Krammer, Lange-Bertalot, 1988).

**Tryblionella salinarum* (Grunow) Pelletan (табл. III, 15). (*Nitzschia tryblionella* var. *salinarum* Grunow, *N. calida* var. *salinarum* (Grunow) Frenguelli, *N. levidensis* var. *salinarum* Grunow). Створки 42.2—71 мкм дл., 12.7—13 мкм шир., ребер 10—13 в 10 мкм, штрихов 28—30 мкм в 10 мкм. Космополит, солоноватоводный вид (Krammer, Lange-Bertalot, 1988).

Таким образом, с использованием электронной микроскопии выявлено значительно большее число таксонов диатомовых водорослей видового, внутривидового (243) и родового (56) рангов по сравнению с ранее полученными нами данными. Однако набор ведущих родов по числу видов оказался сходным: *Pinnularia* — 27 видов, *Navicula* s. str. — 23, *Nitzschia* — 22, *Eunotia* — 20 и аналогичным набору родов для водных экосистем Западного Ямала: *Pinnularia* (30), *Navicula* (35), *Nitzschia* (17), *Eunotia* (16) (Genkal, Yarushina, 2014). Наибольшее видовое разнообразие отмечено в реках Сабольяха (59 видов), Вэньяха (72) и Едьяха (84). Максимальная частота встречаемости во всех исследованных озерах и реках отмечена для *Achnantheidium helveticum*, *Asterionella formosa*, *E. michaelis*, *Fragilaria vaucheriae*, *Neidium ampliatum*, *Tabellaria flocculosa*.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-04-00254).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Balonov] Балонов И. М. 1975. Подготовка водорослей к электронной микроскопии. В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. С. 87—90.
- [Genkal, Yarushina] Генкал С. И., Ярушина М. И. 2014. Bacillariophyta водных экосистем арктических тундр западного Ямала (бассейн р. Харасавэйяха, Россия). — Альгология. 24(2): 195—208.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Rugell. 908 S.
- Krammer K. 2000. Diatoms of Europe. Vol. 1. The genus *Pinnularia*. 703 p.
- Krammer K. 2003. Diatoms of Europe. Vol. 4. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae / H. Ettl, H. Gerloff, J. Heynig, H. Mollenhauer (eds) // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, New York. G. Fischer. P. 1—596.
- Lange-Bertalot H., Bak M., Witkowski A. 2011. Diatoms of Europe. Vol. 6. *Eunotia* and some related genera. 747p.
- [Lezin] Лёзин В. А. 2000. Реки Ямало-Ненецкого автономного округа. Справочное пособие. Тюмень. 142 с.
- [Priroda...] Природа Ямала. 1995. Екатеринбург. 436 с.
- Reichardt E. 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Iconographia Diatomologica. Vol. 8. S. 1—203.
- [Resursy...] Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. 1964. Л. 431 с.
- Van de Vijer B., Beyens L., Lange-Bertalot H. 2004. The genus *Stauroneis* in the Arctic and (sub-) Antarctic region. Bibliotheca Diatomologica. Bd 51. P. 3—317.
- [Yamalo-Gydanskaya...] Ямало-Гыданская область: (физико-географическая характеристика). 1977. Л. 309 с.
- [Yarushina] Ярушина М. И. К 2011. К изучению диатомовых Bacillariophyta в реках арктической тундры полуострова Ямал (Западная Сибирь). В сб.: Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия. Матер. XII Междунар. науч. конф. диатомологов. М. С. 158—160.

BACILLARIOPHYTA IN THE PLANKTON OF LAKES AND RIVERS
OF THE NORTHEASTERN YAMAL PENINSULA

¹ Institute for Biology of Inland Waters RAS
Borok, Nekouz District, Yaroslavl Region, 152742, Russia
E-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

² Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch RAS
8 Marta Str., 202, Yekaterinburg, 620144, Russia
E-mail: nvl@ipae.uran.ru

The electron microscopy study of phytoplankton from lakes and rivers in the northeastern Yamal Peninsula has detected 218 taxa of diatom algae from 54 genera. A total of 15 species are new to the flora of Russia; 25 forms from 12 genera are identified only to the genus. Maximum species diversity is recorded in the rivers Sabolyakha (55), Venyakha (70), and Edyakha (79). The following species are the most widespread in the waterbodies under study: *Achnanthydium helveticum*, *Asterionella formosa*, *Eunotia michaelis*, *Fragilaria vaucheriae*, *Neidium ampliatum*, *Tabellaria flocculosa*.

Key words: Yamal Peninsula, phytoplankton, diatom algae.

Acknowledgements

This work was supported by Russian Science Foundation (project N 14-14-00555).

REFERENCES

- Balonov I. M. 1975. Podgotovka vodorosley k elektronnoy mikroskopii [Preparation of algae for electron microscopy]. In: Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoyemov. Moscow. P. 87—89. (In Russ.).
- Genkal S. I., Yarushina M. I. 2014. Bacillariophyta in aquatic ecosystems of arctic tundra of Western Yamal (Hkarasaveiyakha River basin, Russia). — *Algologia*. 24(2): 195—208. (In Russ.).
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Rugell. 908 s.
- Krammer K. 2000. Diatoms of Europe. Vol. 1. The genus *Pinnularia*. 703 p.
- Krammer K. 2003. Diatoms of Europe. Vol. 4. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocybella*. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae / H. Ettl, H. Gerloff, J. Heynig, H. Mollenhauer (eds) // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, New York. G. Fischer. P. 1—596.
- Lange-Bertalot H., Bak M., Witkowski A. 2011. Diatoms of Europe. Vol. 6. *Eunotia* and some related genera. 747p.
- Lezin V. A. 2000. Reki Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga. Spravochnoye posobiye [Rivers of Yamalo-Nenets Autonomous District. Reference manual]. Tyumen. 142 p. (In Russ.).
- Priroda Yamala [Nature of Yamal]. 1995. Ekaterinburg. 436 p. (In Russ.).
- Reichardt E. 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Iconographia Diatomologica. Vol. 8. S. 1—203.
- Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost [Surface water resources of the USSR: Hydrological study]. 1964. Leningrad. 431 p. (In Russ.).
- Van de Vijver B., Beyens L., Lange-Bertalot H. 2004. The genus *Stauroneis* in the Arctic and (sub-) Antarctic region. Bibliotheca Diatomologica. Bd 51. P. 3—317.
- Yamalo-Gydanskaya oblast: (fiziko-geograficheskaya kharakteristika) [Yamalo-Gydansk Region: (physico-geographical characteristic)]. 1977. Leningrad. 309 p. (In Russ.).
- Yarushina M. I. 2011. K izucheniyu diatomovykh Bacillariophyta v rekakh arkticheskoy tundry poluostrova Yamal (Zapadnaya Sibir) [To the study of Bacillariophyta diatoms in the Arctic tundra rivers of the Yamal Peninsula (Western Siberia)]. In: Diatomovyye vodorosli: morfologiya, sistematika, floristika, ekologiya, paleogeografiya, biostratigrafiya. Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii diatologov. Moscow. P. 158—160. (In Russ.).