

Диатомовые водоросли некоторых водоемов северо-востока Западной Сибири. Сообщение 2. Pennatorphyceae

С. И. ГЕНКАЛ*, Л. А. ЩУР**, М. И. ЯРУШИНА***

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

**Институт вычислительного моделирования СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50, стр. 44

***Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

АННОТАЦИЯ

В исследованных водоемах северо-востока Западной Сибири во флоре планктонных водорослей по видовому богатству Bacillariophyta занимают ведущее положение. Среди них наибольшим флористическим разнообразием отличается класс Pennatorphyceae. Впервые электронно-микроскопические исследования пеннатных диатомовых водорослей позволили получить полные данные по видовому составу Pennatorphyceae на современном уровне. Обнаружено 213 таксонов из 53 родов, включая 98 новых для региона, 56 новых и редких для флоры России и формы, определенные только до рода. Наиболее насыщенными в таксономическом плане оказались рода *Nitzschia*, *Stauroneis*, *Pinnularia*, *Navicula* s.s.

Ключевые слова: Западная Сибирь, фитопланктон, Bacillariophyta, Pennatorphyceae.

Сведения по расположению и характеристике исследованных водоемов, а также собранному материалу и методам исследований приведены в первой статье, посвященной центрическим диатомовым водорослям [1]. Данная работа касается представителей класса Pennatorphyceae, для идентификации водорослей использовались систематические и флористические работы [2–21 и др.].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Светомикроскопическими исследованиями фитопланктона рек М. и Б. Хетта, оз. и р. Делингдэ и участка р. Таз, где проектируется

прокладка трубопровода Ванкорского месторождения, выявили 120 таксонов водорослей видового и внутривидового ранга из семи отделов. По видовому обилию наиболее представительными оказались зеленые (43 таксона), синезеленые (32) и диатомовые (30). Число пеннатных диатомовых водорослей в пробах варьировало от 1 до 7, при их наибольшем количестве в р. Таз. Во всех исследованных водоемах из класса Pennatorphyceae только один вид (*Asterionella formosa* Hass.) имел частоту встречаемости более 50 % (69 %). В оз. Делингдэ и р. Хетте встречаемость *Asterionella formosa* составляла 57 и 87 % соответственно, *Navicula radiosa* Kützing в р. Хетта 57 %. В р. и оз. Делингдэ во всех пробах доля представителей класса Pennato-

physeae от общей биомассы диатомовых (по численности и биомассе) была ниже 50 %, а в реках М. и Б. Хетта (их количество) – более 50 % (в 50 % проб). Наряду с этим изучение временной и пространственной динамики видового состава, структуры и продукционных возможностей фитопланктона р. Таз почти на всем ее протяжении позволило выявить черты, характерные для флоры водорослей всех крупных равнинных рек Сибири, текущих на север: водоросли планктона отличаются флористическим богатством (346 видов, разновидностей и форм); наибольшим видовым разнообразием выделяются диатомовые водоросли – 153 вида с разновидностями и формами (или 44 % всей флоры); основную роль в видовом обилии играют пеннатные водоросли (139 видовых и внутривидовых таксона, почти 91 % диатомовой флоры); количество таксонов пеннатных водорослей на отдельных створах высокое и может колебаться от 15 до 47. Среди пеннатных водорослей с высокой частотой встречаемости (от 45 до 100 %) отмечено 20 таксонов, но только *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm и *Navicula radiosa* имели 100 % встречаемость. Несмотря на видовое обилие и высокую частоту встречаемости, в составе доминирующих комплексов биомасса и особенно численность представителей пеннатных водорослей были низкие. Среди них можно отметить *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm., *Navicula radiosa* Kütz., *Asterionella formosa* Hass, *Fragilaria radians* (Kütz.) Lange-Bert., *F. acus* (Kütz.) Lange-Bert., *F. ulna* (Nitzsch) Lange-Bert.

Электронно-микроскопическими исследованиями выявили 213 представителей класса Pennatophyceae, в том числе *Achnanthes obliqua* (Gregory) Hustedt (Д), *A. cf. suchlandtii* Hustedt (Д), *Achnantheidium helveticum* (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector (Т, Д), *A. minutissimum* (Grunow) Lange-Bertalot (Д), *A. subatomoides* (Hustedt) Mounier, Lange-Bertalot et Ector (Д, Т), *Amphora inariensis* Krammer (Х), *Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing (Д, Т), *Aneumastis apiculatus* (Oestrup) Lange-Bertalot (Д), *Asterionella formosa* (Д, Т, Б. Х), *Caloneis bacillim* (Grunow) Cleve (Д, Т), *C. silicula* (Ehrenberg) Cleve (Т, М. Х), *Cavinula cocconeiformis* (Gregory) Mann et Stickle (Д), *C. jaernefeltii* (Hustedt)

Mann et Stickle (Д), *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Д, Т), *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow (Д, Т, Б. Х), *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) V. Heurck (Д, Т), *Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith (Т), *Cymbella peraspera* Krammer (Т), *Cymbopleura apiculata* Krammer (Д), *C. naviculiformis* (Auerswald) Krammer (Т), *Diatoma tenuis* Agardh (Д), *D. vulgaris* Bory (Д), *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt (Т), *Diploneis modica* Hustedt (М. Х), *D. elliptica* (Kützing) Cleve (Д, Т, М. Х, Б. Х), *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D. G. Mann (Д, Т), *Entomoneis ornata* (Bailey) Reimer (Д), *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson (Д, Т, Б. Х), *E. turgida* var. *granulata* (Ehrenberg) Grunow (Т), *Eucocconeis diliviana* (Hustedt) Lange-Bertalot (Д, Т), *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Mills (Т), *E. diodon* Ehrenberg (Т), *E. pectinalis* var. *undulata* (Ralfs) Rabenhorst (Т), *E. praerupta* Ehrenberg (Т), *E. cf. siberica* Cleve (Т), *Fragilaria capucina* Desmazieres var. *capucina* (Т), *F. crotonensis* Kitton (Д, Т), *F. mesolepta* Rabenhorst (Т), *F. rumpens* (Kützing) Carlson (Т), *F. vaucheriae* (Kützing) Petersen (Д, Т), *Fragilarioforma virescens* (Ralfs) Williams et Round (Т), *Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni (Т, Б. Х), *Geissleria decussis* (Oestrup) Lange-Bertalot et Metzeltin (М. Х), *G. similis* (Krasske) Lange-Bertalot et Metzeltin (Д), *G. tringvallae* (Oestrup) Lange-Bertalot et Metzeltin (Т, Б. Х), *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg (Т), *G. brebissonii* Kützing (Т), *G. olivaceum* (Hornemann) Brébisson (Т, М. Х), *G. sarcophagus* Gregory (Т), *G. trincatum* Ehrenberg (Т), *Gyrosigma spencerii* (Quekett) Griffith et Henfrey (Т), *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) W. Smith (Т), *Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski (Т, М. Х), *H. costulata* (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski (Д, Т, М. Х), *Karayevia laterostrata* (Hustedt) Round et Bukhtiyarova (Д), *Luticola mutica* Kützing (Т), *Meridion circulare* (Greville) Agardh (Т, Б. Х), *Navicula antonii* Lange-Bertalot (М. Х), *N. capitatoradiata* Germain (Б. Х), *N. catalogermanica* Lange-Bertalot (Д), *N. concentrica* Carter (Т), *N. cryptocephala* Kützing (Д, Т, Б. Х), *N. cryptonella* Lange-Bertalot (Б. Х), *N. goeppertiana* (Bleisch) H. L. Smith (Т), *N. menisculus* Schumann (Д, Т), *N. moskalii* Metzeltin, Witkowski et Lan-

ge-Bertalot (T), ***N. ologotraphenta* Lange-Bertalot et Hofmann (T), ***N. oppugnata* Hustedt (T, Б. X), *N. radiosa* Kützing (Д, Т, М. X, Б. X), ***N. reinhardtii* (Grunow) Grunow (Д, Т), *N. rhynchocephala* Kützing (Д, Т, М. X), ***N. schassmannii* Hustedt emend. Genkal et Kharitonov (Д), *N. trivialis* Lange-Bertalot (Д, Т), ***N. viridula* Kützing (Т), ***N. viridulacalcis* Lange-Bertalot (Б. X), ***N. vitabunda* Hustedt (Д), ***N. vulpina* Kützing (Д), ***Naviculadicta digituloides* Lange-Bertalot emend. Genkal et Kharitonov (Д), ***Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer (Д, Т), *N. ampliatum* (Ehrenberg) Krammer (Д, Т), *N. bisulcatum* (Lagerstedt) Cleve (Д, Т), ***N. dilatatum* (Ehrenberg) Cleve (М. X), ***N. dubium* (Ehrenberg) Cleve (Т, X, Б. X), ***N. hercynicum* A. Mayer (Д), *N. iridis* (Ehrenberg) Cleve (М. X), ***Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow (Т), ***N. gracilis* Hantzsch (Д), ***N. graciliformis* Lange-Bertalot et Simonsen emend. Genkal et Popovskaya (Д, Т), *N. inconspicua* Grunow (Д), ***N. intermedia* Hantzsch (Д, Т, Б. X), *N. palea* (Kützing) W. Smith (Т, Б. X), ***N. recta* Hantzsch (Т, М. X), ***N. subacicularis* Hustedt (Т), ***N. subtilis* Grunow (Д), *N. vermicularis* (Kützing) Hantzsch (Т), ***Nupela neogracillima* (Д), *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills (Т), ***P. brebissonii* (Kützing) Rabenhorst (Т), ***P. crucifera* Cleve-Euler (Т), ***P. intermedia* (Lagerstedt) Cleve (Т), *P. microstauron* (Ehrenberg) Cleve (Т), ***P. nodosa* (Ehrenberg) W. Smith (Т), ***Placoneis elginensis* (Gregory) Cox (Д, Т), *P. gastrum* (Ehrenberg) (Т), ***P. constans* (Hustedt) Cox (Т), ***P. symmetrica* (Hustedt) Lange-Bertalot (Т, М. X, Б. X), ***P. clementis* (Grunow) Cox (Т, М. X), ***P. opportuna* (Hustedt) Lange-Bertalot (Д, Т), ***Planothidium biporumum* (Hohn et Hellerman) Lange-Bertalot (Д), ***P. frequentissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot (Д, Т, Б. X), ***P. haynaldii* (Schaarschmidt) Bukhtiyarova (Д, Т, X), ***P. lanceolata* ssp. *robusta* v. *boyei* (Oestrup) (Т), *P. lanceolatum* (Brébisson) Round et Bukhtiyarova (Д, Т), ***P. oestrupii* (Cleve-Euler) Round et Bukhtiyarova (Д), ***P. rostratum* (Oestrup) Round et Bukhtiyarova (Д, Т), ***Psammothidium bioretii* (Germain) Bukhtiyarova et Round (Д), ***P. grischuna* (Wuthrich) Bukhtiyarova et Round (Д), *P. recthensis* (Leclercq) Lange-Bertalot (Д, Т), ***Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow)

Williams et Round (Т), *Reimeria sinuate* (Gregory) Kociolek et Stoermer (Д), ***Rhizosolenia eriensis* H. L. Smith (Д), *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba* (Т, М. X, Б. X), ***R. gibba* var. *parallela* (Grunow) H. et M. Peragallo (Т, Б. X), *Sellaphora bacillum* (Ehrenberg) Mann (М. X), ***S. laevisissima* (Kützing) Mann (Д, Т), *S. pupula* (Kützing) Mereschkovsky (Т, М. X, Б. X), ***S. rectangularis* (Gregory) Lange-Bertalot et Metzeltin (Т), *Stauroneis anceps* Ehrenberg (Т), ***S. circumborealis* Lange-Bertalot et Krammer (Т), ***S. cf. heinii* Lange-Bertalot et Krammer (Т), *S. phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg (Т), ***S. prominula* (Grunow) Hustedt (Т), ***S. cf. siberica* (Grunow) Lange-Bertalot et Krammer (Д, Т), ***S. smithii* Grunow (Т), ***Staurosira venter* (Ehrenberg) Cleve et Moller (Д, Т), ***Staurosirella leptostauron* var. *dubia* (Grunow) Bukhtiyarova (Д), *S. pinnata* (Ehrenberg) Williams et Round (Д, Т), *Surirella angusta* Kützing (Т), ***S. amphioxys* W. Smith (Т), ***S. lapponica* A. Cleve (Т, М. X), ***S. linearis* W. Smith (Д, Т, М. X), ***S. minuta* Brébisson (Т), *S. ovalis* Brébisson (Д), *S. tenera* Gregory (Т, М. X), *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing (Т), ***Tryblionella debilis* Arnott (Т), *Ulnaria acus* (Kützing) M. Aboal (Т, М. X), *U. ulna* (Nitzsch) Compere (Т, М. X), в том числе 98 оказались новыми для региона (**), а 56 – новыми и редкими для флоры России таксонами и определенными только до рода (в скобках даны сокращенные названия водоемов, в которых присутствовал данный таксон: Д – оз. Делингдэ; Б. X – р. Большая Хета; Т – р. Таз; X – р. Худосей). Краткие диагнозы последних, комментарии, синонимика и оригинальные микрофотографии приведены ниже.

Achnanthes species (рис. 1, 1). Створка: дл. 11,7 мкм, шир. 5,2 мкм, штрихов 28 в 10 мкм. Оз. Делингдэ.

Amphora lange-bertalotii var. *tenuis* Levkov et Metzeltin (рис. 1, 2, 3). Створки: дл. 37,8–50 мкм, шир. 7,8–12,2 мкм, штрихов 11–13 в 10 мкм.

Р. Таз.

Широко распространен в альпийских и бореальных озерах Европы [20].

Amphora mongolica Oestrup (рис. 1, 4). Створка: дл. 77,8 мкм, шир. 20 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.

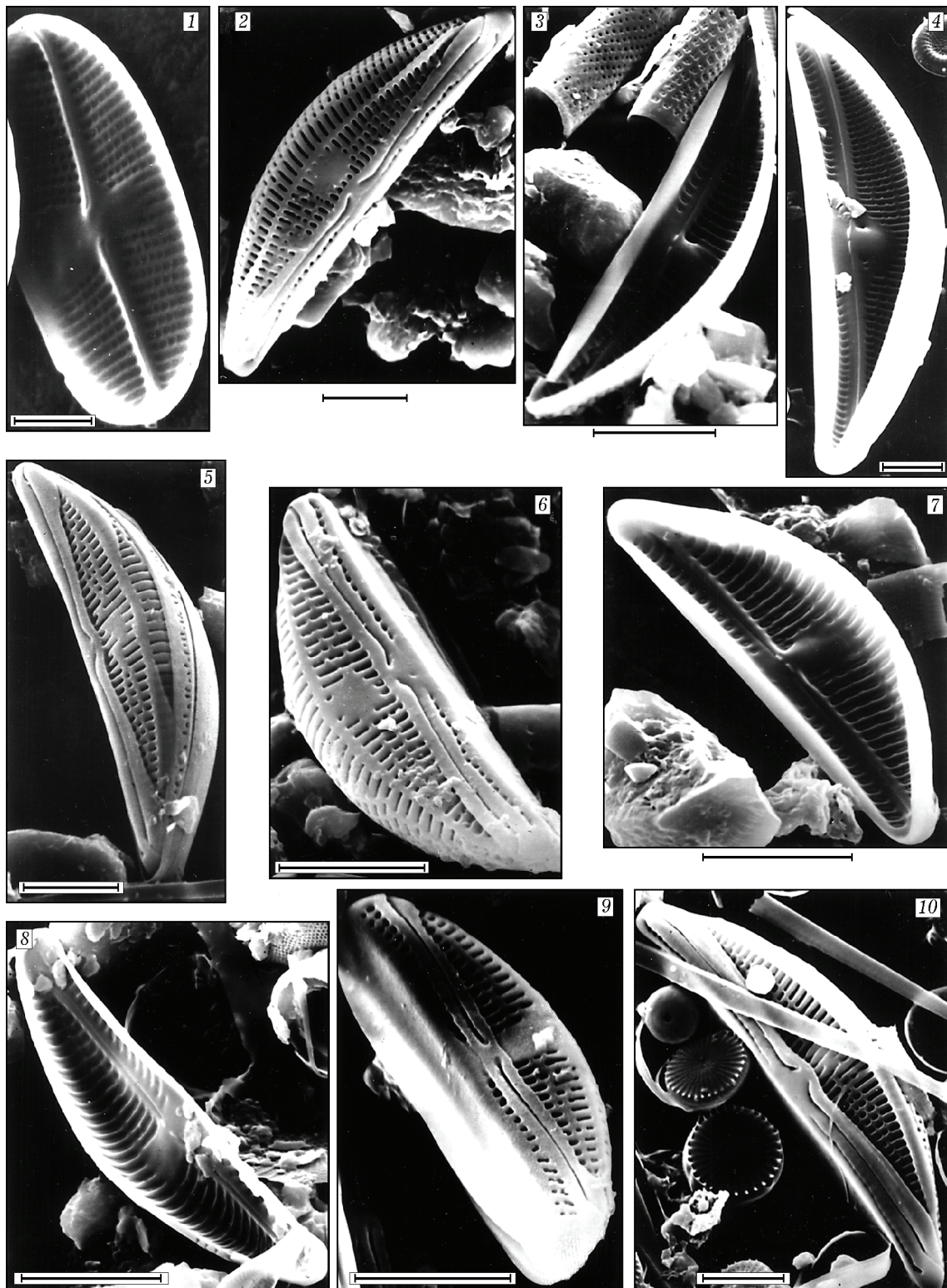


Рис. 1. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Achnanthes* species; 2, 3 – *Amphora langebertalotii* var. *tenuis*; 4 – *A. mongolica*; 5 – *A. pura*; 6, 7 – *A.* species 1; 8 – *A.* species 2; 9 – *A.* species 3; 10 – *A.* species 4. 1, 3, 4, 7, 8 – створки с внутренней поверхности; 2, 5, 6, 9, 10 – створки с наружной поверхности. Масштаб: 1 – 2 мкм; 2–10 – 10 мкм

- Р. Таз.
Известен из озер Байкал и Хубсугул (Монголия) [20].
Atrhora pura Levkov (рис. 1, 5). Створка: дл. 45,7 мкм, шир. 11,4 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.
Р. Таз.
Олиготрофный вид, оз. Охрид (Македония) [20].
Atrhora species 1 (рис. 1, 6, 7). Створки: дл. 31,4–32 мкм, шир. 10 мкм, штрихов 13–14 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ, р. Таз.
Atrhora species 2 (рис. 1, 8). Створка: дл. 31,4 мкм, шир. 7,8 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.
Р. Таз.
Atrhora species 3 (рис. 1, 9). Створка: дл. 28,6 мкм, шир. 7,8 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.
Р. Таз.
Atrhora species 4 (рис. 1, 10). Створка: дл. 45,7–57 мкм, шир. 12,8–14,2 мкм, штрихов 10–11 в 10 мкм.
Реки Таз, Худосей.
Atrhora species 5 (рис. 2, 1). Створка: дл. 47,8 мкм, шир. 13,3 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.
Р. Таз.
Aneumastis species 1 (рис. 2, 2). Створка: дл. 18,2 мкм, шир. 6,8 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.
Р. Таз.
Aneumastis species 2 (рис. 2, 3). Створка: дл. 53,3 мкм, шир. 20 мкм, штрихов 9 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
(?) *Cavinula species 1* (рис. 2, 4). Створка: дл. 16,8 мкм, шир. 10 мкм, штрихов 17 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
(?) *Cavinula species 2* (рис. 2, 5). Створка: дл. 15 мкм, шир. 8,1 мкм, штрихов 24 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
(?) *Cavinula species 3* (рис. 2, 6). Створка: дл. 13,2 мкм, шир. 7,3 мкм, штрихов 22 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Cavinula species 4 (рис. 2, 7). Створка: дл. 19 мкм, шир. 7,2 мкм, штрихов 30 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Diploneis species (рис. 2, 8). Створка: дл. 52,8 мкм, шир. 20 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Encyonema persilesiacum Krammer (рис. 2, 9). Створки: дл. 28,6–47,8 мкм, шир. 12–14,4 мкм, штрихов 8–10 в 10 мкм.
Р. Таз.
Черногория [10, 11].
Encyonema species 1 (рис. 2, 10). Створка: дл. 54,3 мкм, шир. 18,5 мкм, штрихов 7 в 10 мкм, ареол 16 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Encyonema species 2 (рис. 2, 11). Створка: дл. 46,7 мкм, шир. 12,2 мкм, штрихов 10 в 10 мкм, ареол 20 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Encyonema species 3 (рис. 2, 12). Створка: дл. 40 мкм, шир. 8,9 мкм, штрихов 11 в 10 мкм, ареол 22 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Encyonema supergracile Krammer et Lange-Bertalot (рис. 3, 1). Створка: дл. 68,6 мкм, шир. 10 мкм, штрихов 12 в 10 мкм, ареол 20 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Анды (Колумбия) [10, 11].
Epithemia species (рис. 3, 2). Створка: дл. 44,3 мкм, шир. 11 мкм, ребер 3 в 10 мкм.
Р. Большая Хета.
Eunotia species (рис. 3, 3). Створка: дл. 38,9 мкм, шир. 7,8 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.
Р. Таз.
Fragilaria constriens f. subsalina (Hustedt) Hustedt (рис. 3, 4). Створка: дл. 18 мкм, шир. 7,7 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.
Р. Таз.
Frustulia species (рис. 3, 5, 6). Створки: дл. 114,7 мкм, шир. 35,7 мкм, штрихов 20 в 10 мкм.
Р. Худосей.
Genus indet 1 (рис. 3, 7). Створка: дл. 106,7 мкм, шир. 24,4 мкм, штрихов 6 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Genus indet 2 (рис. 3, 8). Створка: дл. 60 мкм, шир. 28,6 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.
Р. Таз.
Genus indet 3 (рис. 3, 9–11). Створки: дл. 57 мкм, шир. 14,3 мкм, штрихов 13 в 10 мкм.
Р. Таз.
Gomphonema species (рис. 4, 1). Створка: дл. 40 мкм, шир. 6,7 мкм, штрихов 9 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
(?) *Lecohuia species* (рис. 4, 2, 3). Створки: дл. 43,3–48,9 мкм, шир. 20–21 мкм, штрихов 7–8 в 10 мкм.
Реки Таз, Худосей.
Luticola species (рис. 4, 4). Створка: дл. 51,4 мкм, шир. 11,4 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.

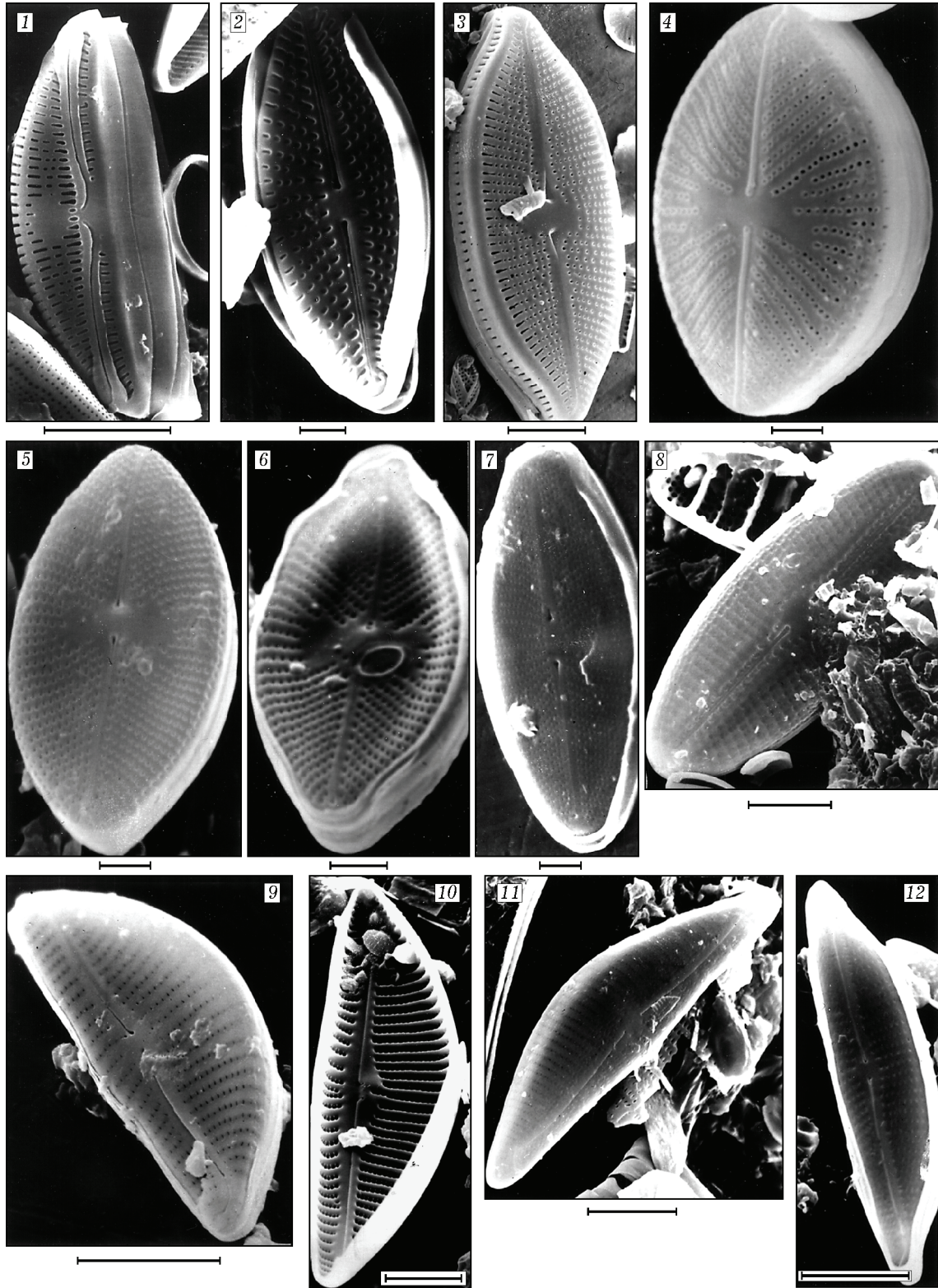


Рис. 2. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Amphora* species 5; 2 – (?) *Aneumastis* species 1; 3 – *A.* species 2; 4 – (?) *Cavinula* species 1; 5 – (?) *C.* species 2; 6 – *C.* species 3; 7 – *C.* species 4; 8 – *Diploneis* species; 9 – *Encyonema persilesiacum*; 10 – *E.* species 1; 11 – *E.* species 2; 12 – *E.* species 3. 1–9, 11, 12 – створки с наружной поверхности; 10 – створка с внутренней поверхности. Масштаб: 1, 3, 8–12 – 10 мкм; 2, 4–7 – 2 мкм

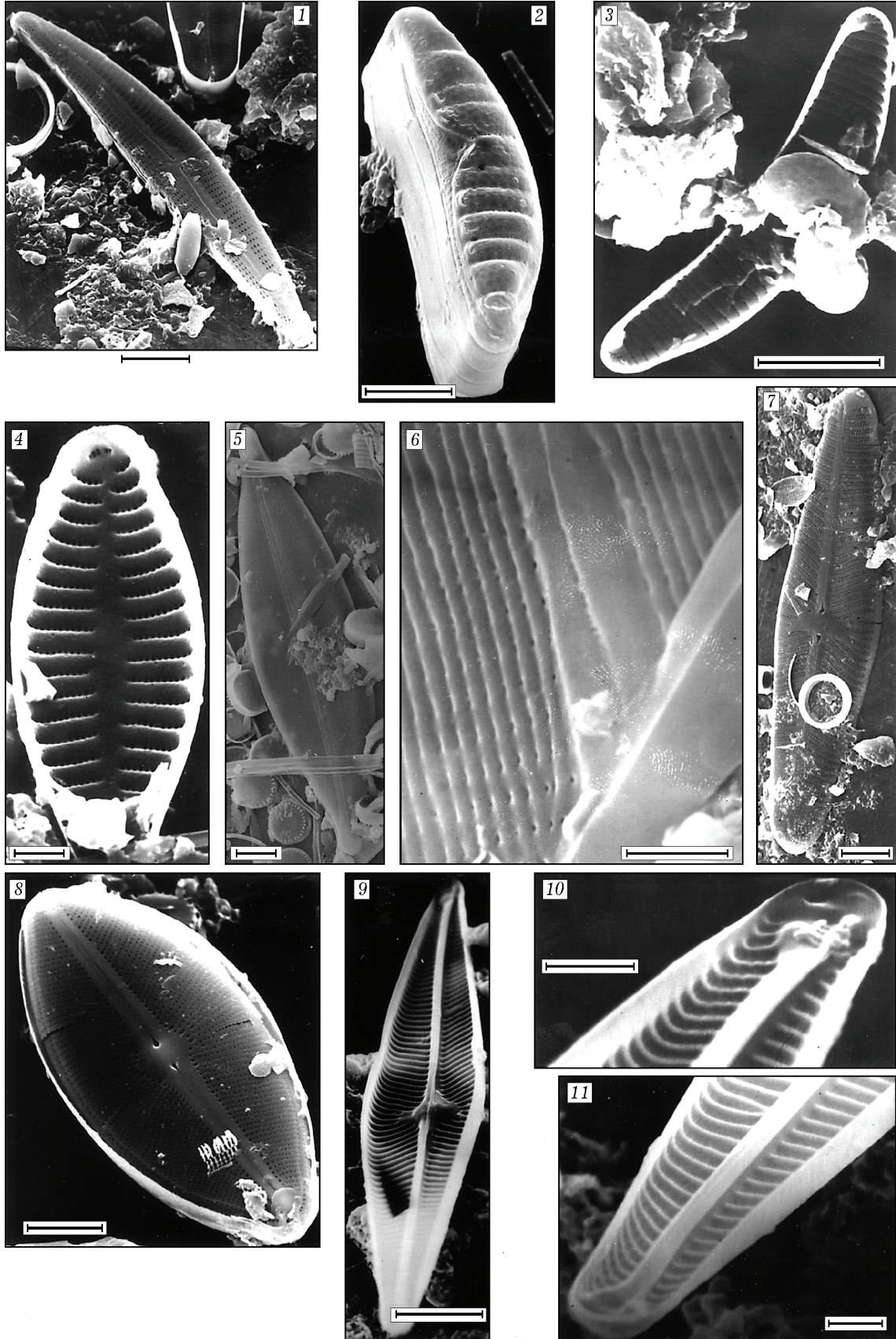


Рис. 3. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Encyonema supergracile*; 2 – *Epithemia* species; 3 – *Eunotia* species; 4 – *Fragilaria constriens* f. *subsalsum*; 5, 6 – *Frustulia* species; 7 – Genus *indet* 1; 8 – *G. indet* 2; 9–11 – *G. indet* 3. 1, 2, 5–8 – створки с наружной поверхности; 3, 4, 9–11 – створки с внутренней поверхности. Масштаб: 1–3, 5, 7–9 – 10 мкм; 4, 6, 10, 11 – 2 мкм

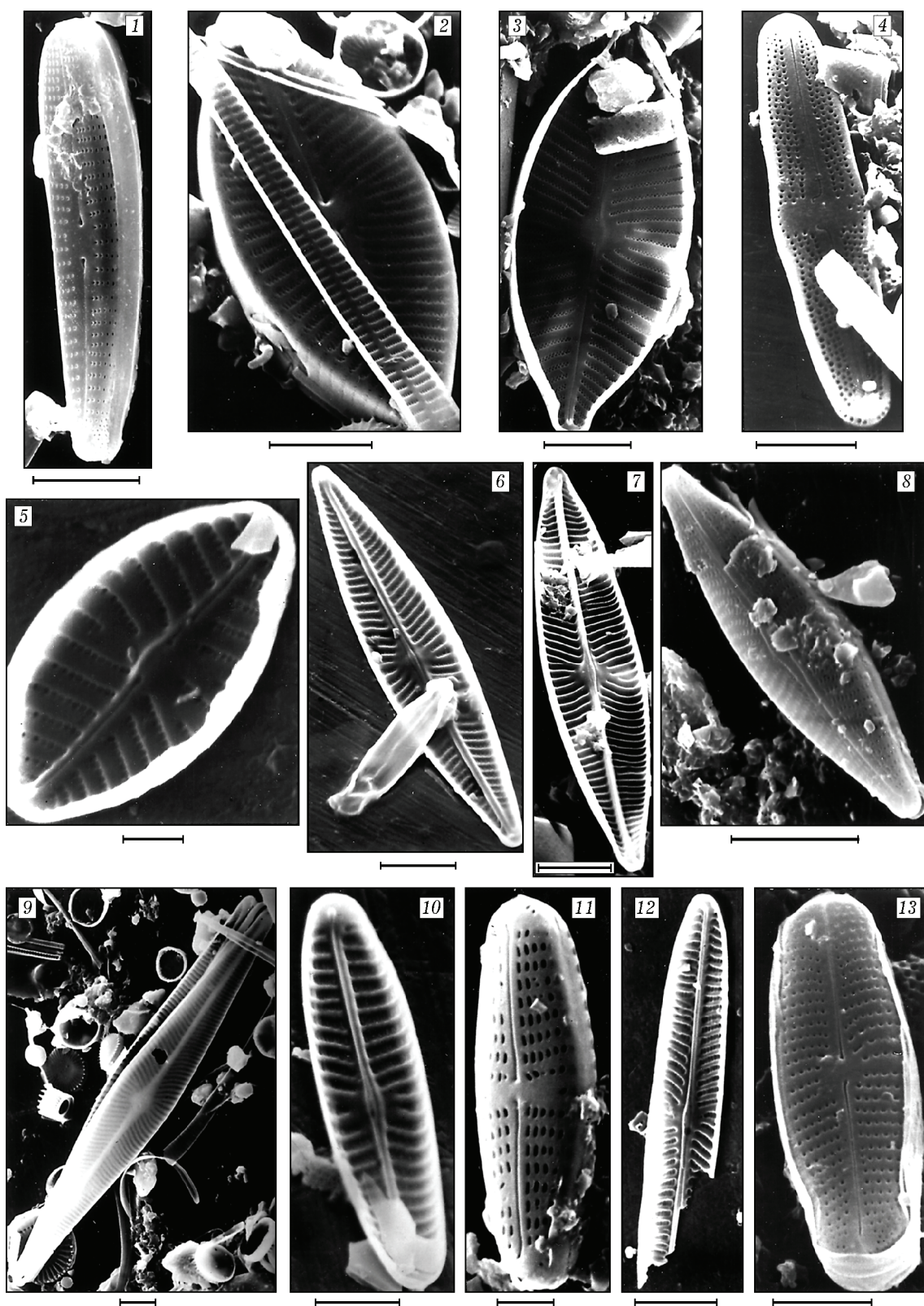


Рис. 4. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Gomphonema* species; 2, 3 – (?) *Lecohuia* species; 4 – *Luticola* species; 5 – *Navicula* species 1; 6 – *N.* species 2; 7 – *N.* species 3; 8 – *N.* species 4; 9 – *N.* species 5; 10 – *N.* species 6; 11 – (?) *N.* species 7; 12 – *N.* species 8; 13 – *Naviculadicta* species 1. 1, 2, 4, 8, 11, 13 – створки с наружной поверхности; 3, 5–7, 9, 10, 12 – створки с внутренней поверхности. Масштаб: 1–3, 6–9, 12 – 10 мкм; 4, 10, 13 – 5 мкм; 5, 11 – 2 мкм

- Р. Таз.
(?) *Navicula* species 1 (рис. 4, 5). Створка: дл. 12,9 мкм, шир. 6,5 мкм, штрихов 12 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Navicula species 2 (рис. 4, 6). Створка: дл. 57 мкм, шир. 12 мкм, штрихов 7 в 10 мкм, линеол 40 в 10 мкм.
Р. Большая Хета.
Navicula species 3 (рис. 4, 7). Створка: дл. 58,6 мкм, шир. 12,8 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.
Р. Таз.
Navicula species 4 (рис. 4, 8). Створка: дл. 35 мкм, шир. 8,6 мкм, штрихов 11 в 10 мкм, линеол 35 в 10 мкм.
Р. Таз.
Navicula species 5 (рис. 4, 9). Створка: дл. 122,2 мкм, шир. 17 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.
Р. Худосей.
Navicula species 6 (рис. 4, 10). Створка: дл. 23,6 мкм, шир. 6,4 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Navicula species 7 (рис. 4, 11). Створка: дл. 14,5 мкм, шир. 4 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.
Р. Таз.
Navicula species 8 (рис. 4, 12). Створка: дл. 53,3 мкм, шир. 8,3 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Naviculadicta species 1 (рис. 4, 13). Створка: дл. 21,4 мкм, шир. 7 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Naviculadicta species 2 (рис. 5, 1). Створка: дл. 25 мкм, шир. 8,6 мкм, штрихов 17 в 10 мкм.
Р. Таз.
Neidium species 1 (рис. 5, 2, 3). Створки: дл. 40–50 мкм, шир. 17–17,8 мкм, штрихов 13–17 в 10 мкм.
Оз. Делингдэ.
Neidium species 2 (рис. 5, 4). Створка: дл. 65,7 мкм, шир. 28,6 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.
Р. Худосей.
Nitzschia angustiforaminata Lange-Bertalot (рис. 5, 5). Створки: дл. 20,9–22,1 мкм, шир. 2,8–3,2 мкм, фибул 10–12 в 10 мкм, штрихов 22–25 в 10 мкм.
Р. Таз.
Вероятно, космополит [4].
Pinnularia cf. *anglica* Krammer (рис. 5, 8). Створка: дл. 45,5 мкм, шир. 10 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.
- Р. Таз.
Космополит, олиготрофные водоемы [12].
Pinnularia angusta (Cleve) Krammer (рис. 5, 9) – *P. mesolepta* var. *angusta* Cleve. Створка: дл. 61,4 мкм, шир. 10,7 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.
Р. Таз.
Редкий северный вид, олиготрофные водоемы [12].
Pinnularia complexa Krammer var. *complexa* (рис. 5, 10). Створки: дл. 57–80 мкм, шир. 11,4–16,6 мкм, штрихов 7–10 в 10 мкм.
Р. Таз.
Италия [12].
Pinnularia complexa var. *minor* Krammer (рис. 5, 11). Створка: дл. 53,3 мкм, шир. 13 мкм, штрихов 9 в 10 мкм.
Р. Таз.
Финляндия [12].
Pinnularia lokana Krammer (рис. 5, 12). Створка: дл. 100 мкм, шир. 17 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.
Р. Таз.
Швеция [12].
Pinnularia notabilis Krammer (рис. 5, 13). Створка: дл. 61 мкм, шир. 11,4 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.
Р. Таз.
Финляндия, олиготрофные водоемы [12].
Pinnularia schimanskii Krammer (рис. 6, 1) – *P. lagerstedtii* (Cleve) Cleve-Euler. Створка: дл. 30,7 мкм, шир. 5,3 мкм, штрихов 9 в 10 мкм.
Р. Таз.
Германия [12].
Pinnularia septentrionalis Krammer (рис. 6, 2) – *Navicula mesolepta* var. *tauroneiformis* Grunow, *Pinnularia mesolepta* var. *stauroneiformis* (Grunow) Gutwinski, *P. mesolepta* var. *seminuda* Cleve-Euler. Створки дл. 73,3–80 мкм, шир. 15,5–16,6 мкм, штрихов 8–9 в 10 мкм.
Р. Таз.
Северный и субарктический регионы, олиготрофные водоемы [12].
Pinnularia species 1 (рис. 6, 3). Створки: дл. 84,4–88,9 мкм, шир. 14,4 мкм, штрихов 8 в 10 мкм.
Р. Таз.
Pinnularia species 2 (рис. 6, 4). Створка: дл. 50 мкм, шир. 14,3 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.
Р. Таз.
Pinnularia viridiformis Krammer (рис. 6, 5) – *P. viridis* var. *minor* Cleve, *P. streptoraphe*

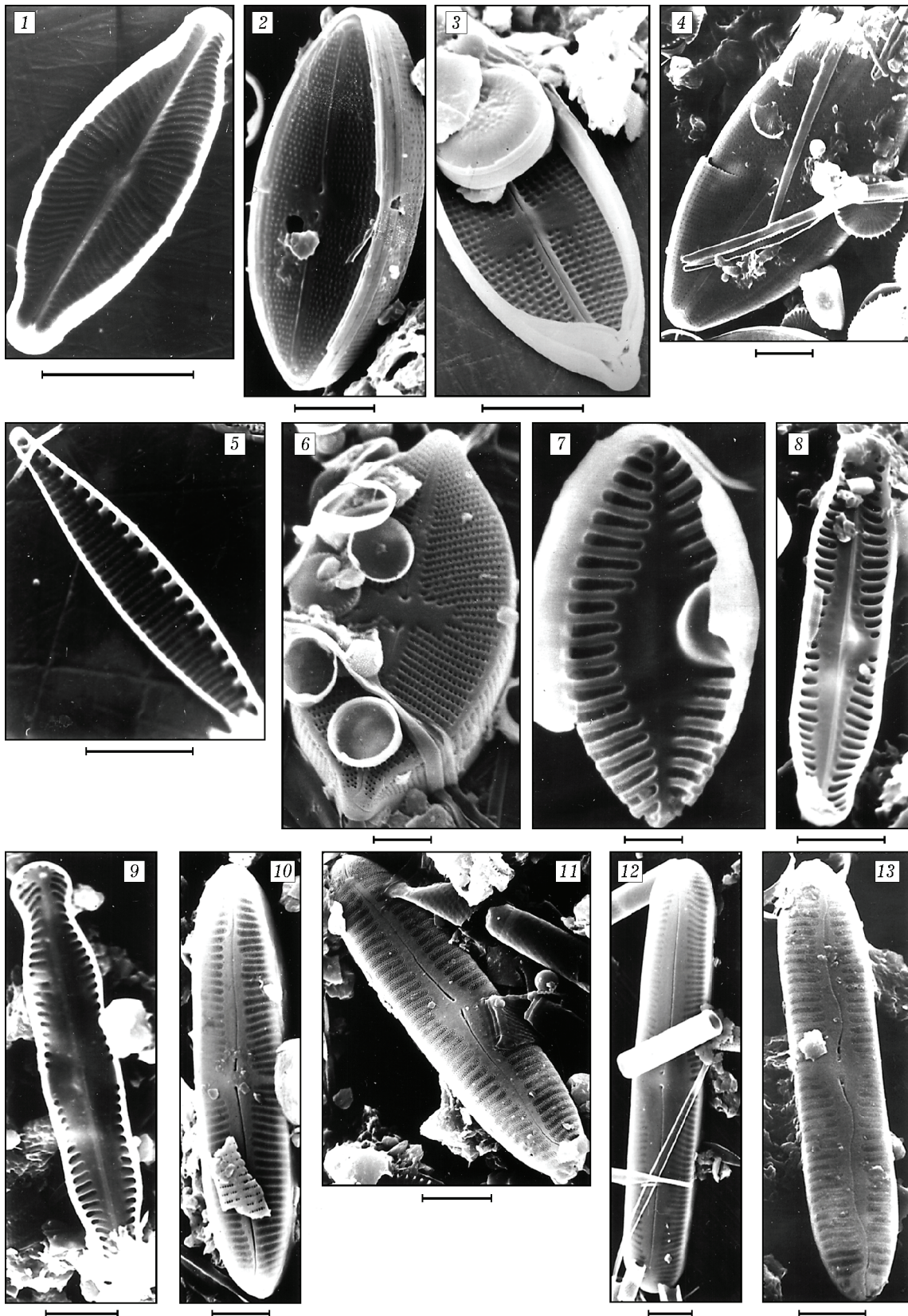


Рис. 5. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Naviculadicta* species 2; 2, 3 – *Neidium* species 1; 4 – *N. species 2*; 5 – *Nitzschia angustiforaminata*; 6 – *Placoneis* species; 7 – *Planothidium lanceolata* ssp. *robusta* var. *abbreviata*; 8 – *Pinnularia* cf. *anglica*; 9 – *P. angusta*; 10 – *P. complexa* var. *complexa*; 11 – *P. complexa* var. *minor*; 12 – *P. lokana*; 13 – *P. notabilis*. 1, 3, 5, 7–9, 12 – створки с внутренней поверхности; 2, 4, 6, 10, 11, 13 – створки с наружной поверхности. Масштаб: 1–4, 6, 8–13 – 10 мкм; 5 – 5 мкм; 7 – 2 мкм

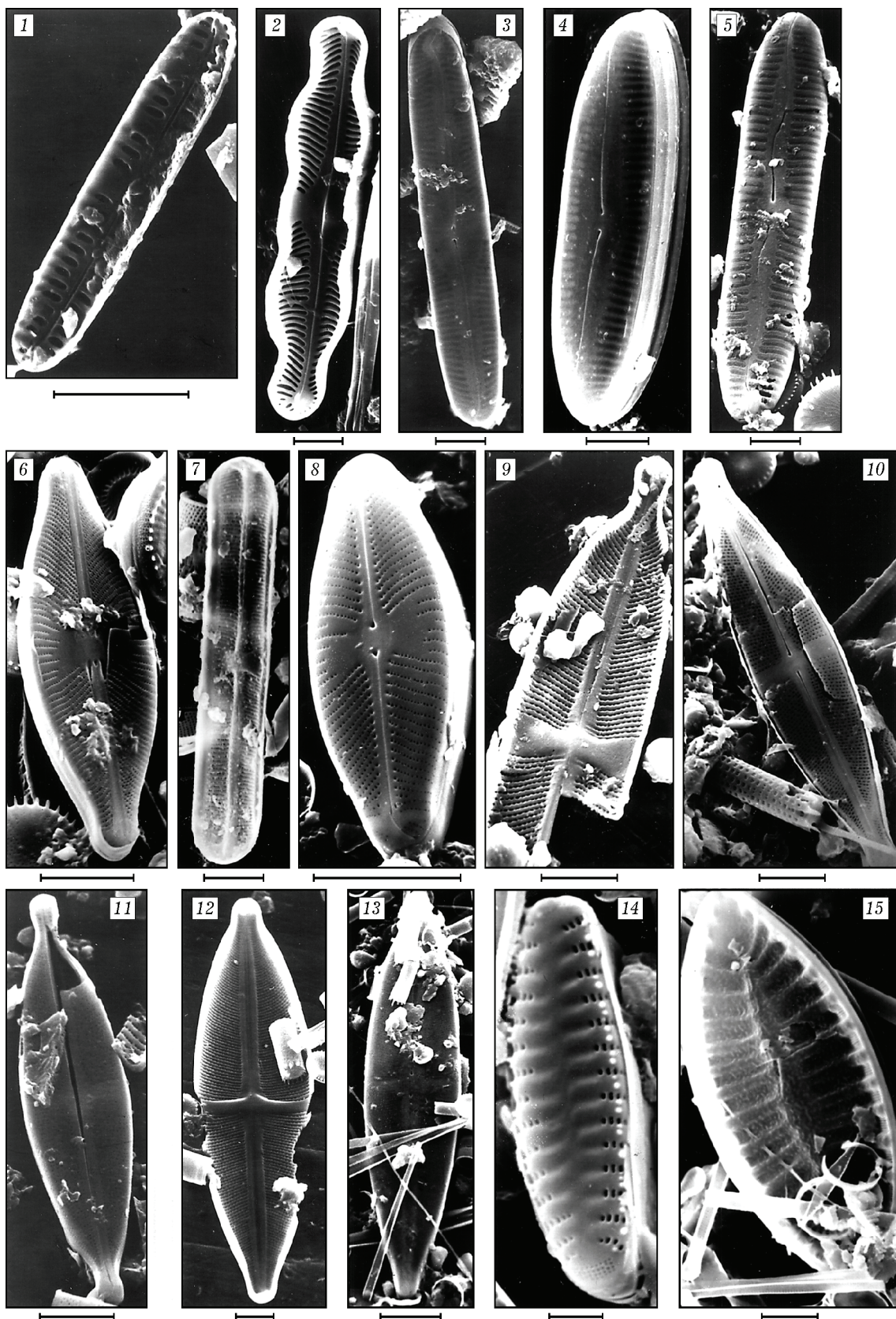


Рис. 6. Электронные микрофотографии створок (СЭМ). 1 – *Pinnularia schimanskii*; 2 – *P. septentrionalis*; 3 – *P. species 1*; 4 – *P. species 2*; 5 – *P. viridiformis*; 6 – *Sellaphora species 1*; 7 – *S. species 2*; 8 – *S. species 3*; 9 – *Stauroneis cf. amphicephaloides*; 10 – *S. pergracilis*; 11 – *S. reichardtii*; 12 – *S. cf. rusricula*; 13 – *S. species*; 14 – *Staurosira species*; 15 – *Surirella species*. 1, 2, 7, 9, 12, 15 – створки с внутренней поверхности; 3–6, 8, 10, 11, 13, 14 – створки с наружной поверхности. Масштаб: 1–12, 15 – 10 мкм; 13, 14 – 2 мкм

minor (Cleve) Cleve. Створка: дл. 82–100 мкм, шир. 17–17,8 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.

Р. Таз.

Космополит, олиготрофные-мезотрофные водоемы [12].

Placoneis species (рис. 5, 6). Створка: дл. 66,6 мкм, шир. 40 мкм, штрихов 7 в 10 мкм.

Р. Худосей.

Planothidium lanceolata ssp. *robusta* var. *abbreviata* (Reimer) (рис. 5, 7). Створки: дл. 12,7–13,6 мкм, шир. 6,4–6,8 мкм, штрихов 13–14 в 10 мкм.

Оз. Делингдэ.

Европа, Северная и Южная Америка, олиготрофные водоемы [5].

Sellaphora species 1 (рис. 6, 6). Створка: дл. 35–40 мкм, шир. 12–12,7 мкм, штрихов 14–18 в 10 мкм.

Реки Большая Хета, Худосей.

Sellaphora species 2 (рис. 6, 7). Створка: дл. 71 мкм, шир. 12 мкм, штрихов 18 в 10 мкм.

Р. Таз.

Sellaphora species 3 (рис. 6, 8). Створка: дл. 27 мкм, шир. 10 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.

Р. Таз.

Stauroneis cf. *amphicephaloides* Metzeltin et Lange-Bertalot (рис. 6, 9). Створка: дл. 88,6 мкм, шир. 20 мкм, штрихов 14 в 10 мкм.

Р. Таз.

Мадагаскар [22].

Stauroneis pergracilis Van de Vijer et Lange-Bertalot (рис. 6, 10). Створка: дл. 62,8–84,4 мкм, шир. 13,6–17,7 мкм, штрихов 15–18 в 10 мкм, ареол 20 в 10 мкм.

Р. Таз.

Аляска [23].

Stauroneis reichardtii Cavacini, Lange-Bertalot, Tagliaventi et Alfinito (рис. 6, 11). Створка: дл. 52,2–57,7 мкм, шир. 12,2–4,3 мкм, штрихов 20 в 10 мкм, ареол 25 в 10 мкм.

Реки Большая Хета, Таз.

Арктический регион, олиготрофные водоемы с pH 6,1–8,1 [23].

Stauroneis cf. *rusticula* Van de Vijer et Lange-Bertalot (рис. 6, 12). Створка: дл. 100 мкм, шир. 29,4 мкм, штрихов 16 в 10 мкм, ареол 16 в 10 мкм.

Р. Таз.

Северная Аляска, олиготрофные водоемы с pH 7,5 [23].

Stauroneis species (рис. 6, 13). Створка: дл. 136 мкм, шир. 34 мкм, штрихов 11 в 10 мкм, ареол 15 в 10 мкм.

Р. Таз.

Staurosira species (рис. 6, 14). Створка: дл. 15,9 мкм, шир. 4,5 мкм, штрихов 11 в 10 мкм.

Р. Таз.

Surirella species (рис. 6, 15). Створка: дл. 71,4 мкм, шир. 31,4 мкм, ребер 25 в 100 мкм, штрихов 30 в 10 мкм.

Р. Таз.

Наиболее богатыми в видовом отношении оказались рода *Nitzschia* (11), *Stauroneis* (12), *Pinnularia* (17) и *Navicula* s.s. (28). Из 53 родов большая часть (37) оказалась малонасыщенной на видовом и внутривидовом уровнях и включала по 1–3 таксона. При этом 43 формы определены только до рода, а систематическое положение трех водорослей оказалось неясным даже на родовом уровне. Наибольшее число видов, разновидностей и форм зафиксировано в р. Таз (148), что совпадает с данными световой микроскопии. В оз. Делингдэ выявлено 87 таксонов, и наименьшее их количество в реках Худосей (32) и Большая Хета (25).

Анализ общности фитопланктона бассейнов рек Таз и Большая Хета проводили сравнением коэффициента общности видового состава Серенсена по формуле $KFC = 2 \cdot c / (a + b)$, где a – число видов в бассейне р. Таз, b – число видов в бассейне р. Большая Хета, c – число общих видов. Хотя эти два бассейна находятся рядом в Западно-Сибирской континентальной области с близким географическим положением, их КФС оказался низким – 0,45.

Эколого-географический анализ водорослей проводился по таблице С. С. Бариновой [24]. Выявленный таксономический состав рассмотрен по отношению к некоторым экологическим параметрам: приуроченности к местообитанию, температурным условиям, подвижности водных масс, солености воды, ацидификации среды и географии.

По приуроченности к местообитанию из 213 обнаруженных таксонов рангом ниже рода 99 являются индикаторными: 93 таксона (44 %) относятся к бентосным и почвенно-бентосным организмам, 6 (3 %) – к планк-

тонным, остальные 114 (53 %) по приуроченности к местообитанию не установлены.

По отношению к температурным условиям из общего количества пеннатных водорослей выявлено всего 16 индикаторных: 2 таксона (1 %) относятся к эвритермным, 12 (6 %) – к индифферентным и 2 (1 %) – к холодолюбивым видам. Анализ отношения водорослей к солености воды выявил 82 таксона (или 39 %) при самой многочисленной группе индифферентов – 63 таксона (30 %), галофобов и галофилов – по 4 %, а мезогалофобов – 1 % от общего числа таксонов. Среди встреченного списка водорослей только 39 % имели информацию по отношению к рН, из них алкалифилов 21 % и индифферентов 11 %. Географический анализ водорослей показал преобладание космополитных видов – 30 % от общего числа пеннатных, арктоальпийская и голарктическая группы – 3, бореальная – 6 и у 61 % таксонов информации о географическом распространении не обнаружено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные световой микроскопии показали, что в исследованных водоемах число представителей Pennatophyceae в пробах варьировало от 1 до 7 и лишь *Asterionella formosa* доминировала по частоте встречаемости (57–87 %). Пеннатные диатомовые водоросли по численности и биомассе составляли ~50 % от общей численности и биомассы фитопланктона.

Электронно-микроскопические исследования позволили получить первые полные данные по видовому составу Pennatophyceae: 213 таксонов из 53 родов, при этом 98 оказались новыми для региона и 56 новыми и редкими для флоры России и формами, определенными только до рода. К наиболее насыщенным в таксономическом плане относятся рода *Nitzschia*, *Stauroneis*, *Pinnularia*, *Navicula* s.s.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генкал С. И., Щур Л. А., Ярушина М. И. Диатомовые водоросли некоторых водоемов северо-востока Западной Сибири. 1. Centrophyceae // Сиб. экол. журн. 2010. № 4. С. 551–561.

2. Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Пешукова В. С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука, 1951. Вып. 4. 619 с.
3. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae // Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, 1986. Bd. 2/1. S. 1–876.
4. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 2. Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae // Ibid. Stuttgart, 1988. Bd. 2/2. S. 1–536.
5. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema // Ibid. Stuttgart; New York, 1991. Bd. 2/4. S. 1–437.
6. Lange-Bertalot H., Moser G. Brachysira-Monographie der Gattung. Wichtige Indikator-Species fuer das Gewässer-Monitoring und Naviculadicta nov. gen. Ein Lösungsvorschlag zu dem Problem Navicula sensu lato ohne Navicula sensu stricto // Bibl. Diatomol. Berlin; Stuttgart, 1994. Bd. 29. 212 S.
7. Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Indicators of Oligotrophy. Koeltz: Sci. Books. 1996. 390 p.
8. Round F. E., Bukhtiyarova L. Four new genera based on Achnanthes (Achnanthidium) together a re-definition of Achnanthidium // Diatom Research. 1996a. Vol. 11, N 2. P. 345–361.
9. Round F. E., Bukhtiyarova L. Epipsammic diatoms – communities of British rivers // Ibid. 1996b. Vol. 11, N 2. P. 363–372.
10. Krammer K. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. Allgemeines und Encyonema part // Bibl. Diatomol. 1997a. Vol. 36. P. 1–382.
11. Krammer K. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. Encyonema part, Encyonopsis und Cymbellopsis // Ibid. 1997b. Vol. 37. P. 1–469.
12. Krammer K. Diatoms of Europe. The genus Pinnularia. 2000. Vol. 1. 703 p.
13. Krammer K. Diatoms of Europe. Cymbella. 2002. Vol. 3. 584 p.
14. Krammer K. Diatoms of Europe. Cymbopleura, Delicatula, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbella. 2003. Vol. 4. 530 p.
15. Lange-Bertalot H., Genkal S. I. Diatoms from Siberia I // Iconographia Diatomologica. 1999. Vol. 6. P. 7–272.
16. Reichardt E. Zur Revision der Gattung Gomphonema // Ibid. 1999. Vol. 8. P. 1–203.
17. Lange-Bertalot H. Diatoms of Europe. Vol. 2. Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu stricto. Frustulia. 2001. 526 p.
18. Генкал С. И., Вехов Н. В. Диатомовые водоросли водоемов русской Арктики; архипелаг Новая Земля и остров Вайгач. М.: Наука, 2007. 64 с.
19. Генкал С. И., Трифонова И. С. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна. Рыбинск: Изд-во ОАО “Рыбинский Дом печати”, 2009. 72 с.
20. Levkov Z. Diatoms of Europe. Vol. 5. Amphora sensu lato. 2009. 916 p.

21. Kulikovskiy M. S., Lamge-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N. I., Genkal S. I. Diatom assemblages from Sphagnum bogs of the world. I. Nur bog in northern Mongolia // *Bibl. Diatomol.* 2010. Vol. 55. P. 1–326.
22. Metzeltin D., Lange-Bertalot H. Diatoms from the Island Continent Madagascar // *Iconographia Diatomologica.* 2002. Vol. 11. 286 p.
23. Van de Vijver B., Beyens L., Lange-Bertalot H. The genus *Stauroneis* in the Arctic and (Sub-)Antarctic Regions // *Bibl. Diatomol.* 2004. Bd. 51. 317 p.
24. Баринаева С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.

Diatom Algae from Some Waterbodies of the North-Eastern West Siberia. Communication 2. Pennatophyceae

S. I. GENKAL, L. A. SHUR, M. I. YARUSHINA

* *I. D. Papanin Institute of Biology of Internal Waters RAS
152742, Yaroslavl Region, Nekouz District, Borok
E-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru*

***Institute of Computational Modelling SB RAS
660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, build. 44*

*** *Institute of Ecology of Plants and Animals, Ural Branch of the RAS
620144, Ekaterinburg, 8 Marta str., 202*

In the studied waterbodies of the north-east of Western Siberia, Bacillariophytas dominate in the flora of planktonic organisms by species abundance. Among them, class Pennatophyceae is distinguished by the highest species richness. The first electro-microscopic studies of pinnate diatom algae allowed obtaining complete data on the species composition of Pennatophyceae at the modern level. 213 taxa from 53 genera including 98 new for the region, 56 new and rare for the flora of Russia and forms identified only to the genus have been found. The taxonomy of the genera *Nitzschia*, *Stauroneis*, *Pinnularia*, *Navicula* s.s. is the most rich.

Key words: West Siberia, phytoplankton, Bacillariophyta, Pennatophyceae.