

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ОЗЕРА ДАЛЬНЕЕ
(КАМЧАТКА)

Н.А. Шкуринa¹, Е.В. Лепская², Г.А. Белякова¹

¹МГУ им. Ломоносова, биологический факультет, каф. микологии и альгологии.
119899 Москва, Ленинские горы. E-mail: shkurrr@yandex.ru, belyakova@herba.msu.ru

²Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО), 683000 Петропавловск-Камчатский,
ул. Набережная, 18. E-mail: lepskaya@kamniro.ru

Исследовали диатомовую флору оз. Дальнее в пробах из коллекции лаборатории мониторинга КамчатНИРО за почти 40-летний период. Флора диатомовых (Bacillariophyta) представлена 110 таксонами видового и внутривидового ранга (102 вида), относящимися к 40 родам, 21 семейству, 11 порядкам и 3 классам. В результате проведенных исследований найдено 36 таксонов видового и внутривидового ранга, ранее не приводимых для диатомовой флоры данного озера. Диатомовая флора оз. Дальнее оценивается как пресноводная, обитающая в стоячих олиготрофных водах со слабощелочным и нейтральным значениями pH. По отношению к географической приуроченности большинство видов являются космополитами.

DIATOMS OF THE LAKE DALNEYE (KAMCHATKA)

N.A. Shkurina*, E.V. Lepskaya**, G.A. Belyakova*

*Moscow State University, Biological faculty, Department of mycology and algology.
Leninskie gory, Moscow 119899 Russia. E-mail: shkurrr@yandex.ru, belyakova@herba.msu.ru
Kamchatka Institute for Fisheries Research and Oceanography, Naberezhnaya str. 18,
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000 Russia. E-mail: lepskaya@kamniro.ru*

Diatom flora of the lake Dalneye has been studied by samples collected in the Laboratory of Environmental Monitoring, KamchatNIRO, for period of almost forty years. Diatom flora (Bacillariophyta) is represented by 110 taxons of species and interspecies rank (102 species), classified to be of 40 genera, 21 families, 11 orders and 3 classes. During these investigations was found 36 taxons of species and interspecies rank, that hadn't been previously detected for this water basin. Ecological and geographical analysis showed that diatom flora of this lake is characterized as freshwater one, preferring oligotrophic and reophobic conditions with neutral and alkalescent pH. Concerning the geographical distributions, most of species belong to cosmopolites.

Оз. Дальнее, расположенное на юго-востоке п-ова Камчатка, представляет значительный практический и научный интерес как нерестово-нагульный водоем нерки (*Oncorhynchus nerka* Walb.), на котором комплексные ихтиологические и гидробиологические исследования ведутся уже более полувека. Среди проводимых работ, к сожалению, мало внимания уделялось анализу автотрофного компонента экосистемы озера, поэтому нами была поставлена цель на предварительном этапе исследований изучить флору диатомовых водорослей этого озера, в определённые периоды преобладающих как по численности, так и по видовому составу по сравнению с другими группами водорослей.

Материалы и методика

Материалом для данных исследований послужили сетные и батометрические пробы фитопланктона из коллекции лаборатории гидробиологии и трофологии КамчатНИРО за 13-летний период, охватывающий 1946, 1957, 1964–1970, 1972, 1977, 1979, 1980 гг. Отбор проб производили в центральной части озера малой планктонной сетью Джели, облавливая слой воды 0–50 м, и батометром Нансена с горизонтов 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 м. Фиксацию производили 40 %-ным формалином.

Для удаления органического содержимого из клеток, что необходимо для определения диатомовых водорослей, препараты обрабатывали 40 %-ной перекисью водорода при нагревании. Качество выжигания проверяли, просмотрев содержимое покровного стекла под световым микроскопом. Покровное стекло с образцом заключали в расплавленный бальзам и прижимали до застывания.

Изучение диатомовых проводили на световом микроскопе (СМ) Ломо микмед-1, световом микроскопе Olympus BX 41 с цифровой фотокамерой Olympus kamedia и на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Cam Scan S-2. При просмотре препаратов диатомовые водоросли фотографировали. Обработку фотографий проводили с помощью программы Photoshop.

При классификации диатомовых водорослей за основу была принята система Рунда с соавторами (Round et al., 1992). Для видовой и внутривидовой идентификации диатомей использовали главным образом общепринятое в международном диатомологическом сообществе руководство Краммера и Ланге-Берталота (Krammer, 2002, 2003; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b) и российские издания: «Диатомовые водоросли» (Забелина и др., 1951) и «Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные)» (1992). Отдельные таксоны, не найденные нами в вышеперечисленных руководствах, приведены по «Атласу диатомовых Британии» (Hartley et al., 1996).

Данные для эколого-географической характеристики водорослей взяты из работ С.П. Вассера с соавторами (1989), Л.Н. Бухтияровой (1999), С.С. Бариновой с соавторами (2000) и монографии «Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища» (1999).

Результаты и обсуждение

В проводимых нами ранее исследованиях по установлению диатомовой флоры оз. Дальнее было определено 86 таксонов видового и внутривидового ранга, относящихся к 36 родам, 19 семействам, 10 порядкам и 3 классам (Шкурина и др., 2004). В настоящей работе нам удалось уточнить и дополнить список видов диатомовых. К ранее приведенному списку было добавлено 36 новых таксонов видового и внутривидового ранга. В результате с учётом полученных данных список включает 110 таксонов видового и внутривидового ранга (102 вида), относящихся к 40 родам, 21 семейству, 11 порядкам и 3 классам по системе Round et al. (1992) с добавлениями (см. таблицу, список).

Список диатомовых водорослей оз. Дальнее

Aulacoseira subarctica (O. Müller) Haworth
Cyclotella bodanica Eulenstein
Stephanodiscus alpinus Grunow
S. minutulus (Kützing) Grunow
S. parvus Grunow
Achnanthes amoena Hustedt
A. calcar Cleve
A. exigua Grunow var. *exigua*
A. joursacense Heribaud
A. lanceolata (Brebisson) Grunow var. *lanceolata*

Количественная характеристика таксономического состава диатомовых водорослей оз. Дальнее
(по системе Round et al., 1992)

Класс	Порядок	Семейство	Род
Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> , <i>Stephanodiscus</i>
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella</i> , <i>Diatoma</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Hannaea</i> , <i>Martyana</i> , <i>Meridion</i> , <i>Pseudostaurosira</i> , <i>Staurosira</i> , <i>Staurosirella</i> , <i>Synedra</i>
	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>
Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>
		Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> , <i>Cymbopleura</i> , <i>Encyonema</i>
		Gomphonemataceae	<i>Didymosphenia</i> , <i>Gomphonema</i> , <i>Reimeria</i>
	Achnanthes	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>
		Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>
	Naviculales	Cavinulaceae	<i>Cavinula</i>
		Neidiaceae	<i>Neidium</i>
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>
		Pinnulariaceae	<i>Caloneis</i> , <i>Pinnularia</i>
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>
		Naviculaceae	<i>Navicula</i>
		Stauroneidaceae	<i>Craticula</i> , <i>Stauroneis</i>
		Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i>
	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>
	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cymbellonitzschia</i> , <i>Hantzschia</i> , <i>Nitzschia</i>
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> , <i>Rhopalodia</i>
Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>	
3 класса	11 порядков	21 семейство	40 родов

- A. minutissima* Kützing var. *minutissima* (syn. *Achnanthes linearis* (W. Smith) Grunow)
A. oestrupii (Cleve-Euler) Hustedt var. *oestrupii*
A. peragalli Brun et Heribaud var. *peragalli*
Amphora copulata (Kützing) Schoeman et Archibald (syn. *Amphora ovalis* var. *affinis* (Kützing) Van Heurck, *Amphora ovalis* var. *libyca* (Ehrenberg) Cleve)
* *A. fagediana* Krammer
A. pediculus (Kützing) A. Schmidt (syn. *Amphora ovalis* Kützing var. *pediculus* Kützing)
Asterionella formosa Hassall var. *formosa*
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve var. *silicula* (syn. *Caloneis ventricosa* (Ehrenberg) Meister)
Cavinula pseudoscutiformis (Hustedt) D.G. Mann et Stickle (syn. *Navicula pseudoscutiformis* Hustedt)
* *Cocconeis neodiminuta* Krammer (рис. 1)
C. placentula Ehrenberg var. *placentula*
C. placentula Ehrenberg var. *euglypta* Ehrenberg
* *C. placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck (рис. 2)
* *C. scutellum* Ehrenberg var. *parva* (Grunow) Cleve
Craticula cuspidata (Kützing) D.G. Mann (syn. *Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing)
* *Cymatopleura elliptica* (Brebisson) W. Smith var. *hibernica* (W. Smith) Van Heurck
Cymatopleura librile (Ehrenberg) Pantocsek var. *librile* (syn. *Cymatopleura solea* (Brebisson et Godey) W. Smith)
* *Cymbella amplificata* Krammer (рис. 3)
* *C. cymbiformis* Agardh var. *cymbiformis* (рис. 4)
* *C. helvetica* Kützing (рис. 5)

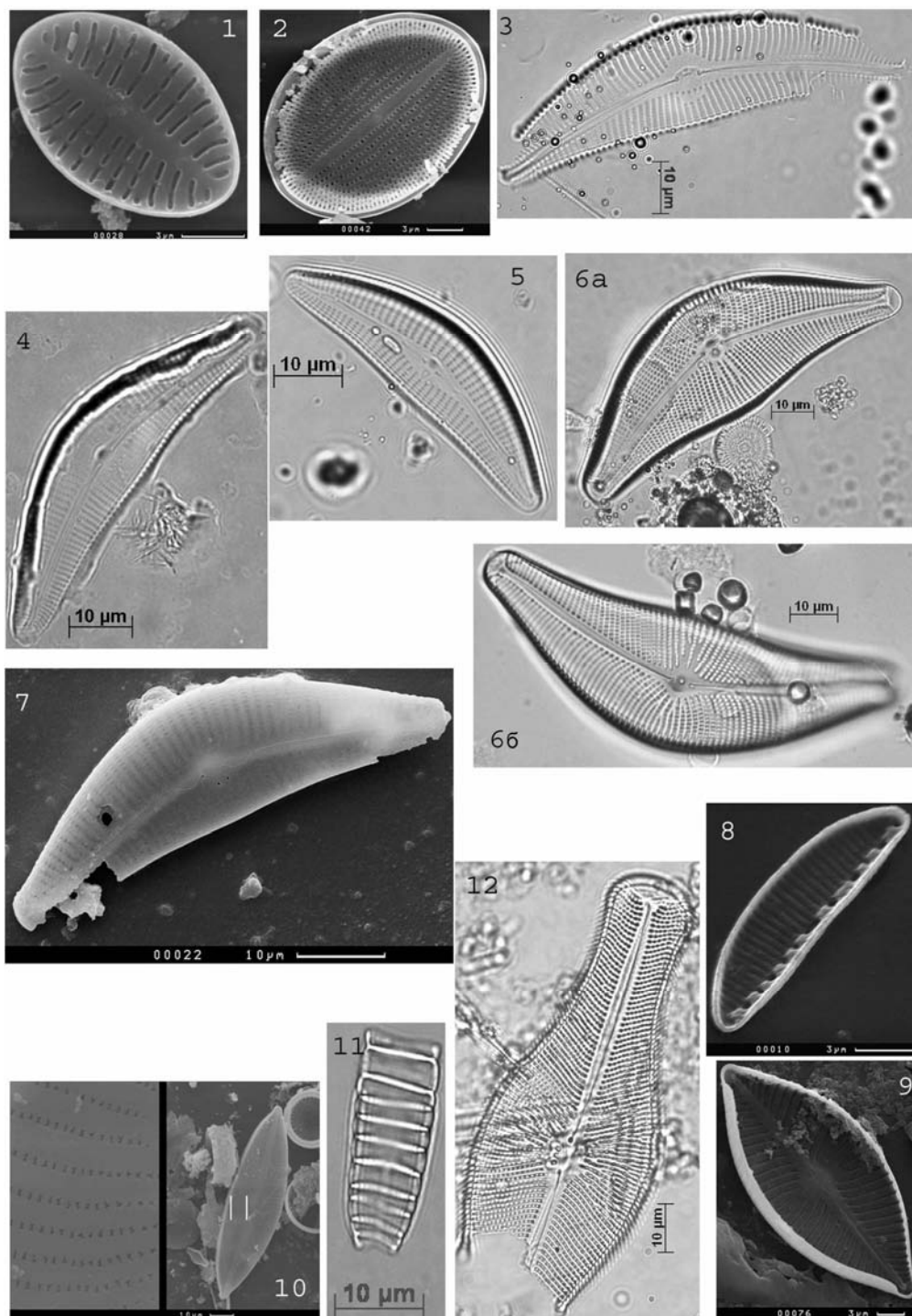


Рис. 1–12. 1 – *Cocconeis neodiminuta* Krammer, вид в СЭМ; 2 – *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, вид в СЭМ; 3 – *Cymbella amplificata* Krammer, вид в СМ; 4 – *Cymbella cymbiformis* Agardh var. *cymbiformis*, вид в СМ; 5 – *Cymbella helvetica* Kützing, вид в СМ; 6 – 6 а,б *Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve var. *kamtschatica* Krammer, вид в СЭМ; 7 – *Cymbella subcistula* Krammer, вид в СЭМ; 8 – *Cymbellonitzschia diluviana* Hustedt, вид в СЭМ; 9 – *Cymbopleura cuspidata* (Kützing) Krammer, вид в СЭМ; 10 – *Cymbopleura apiculata* Krammer, вид в СЭМ; 11 – *Diatoma vulgare* Bory var. *vulgare*, вид в СМ; 12 – *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt, вид в СМ

- * *C. mexicana* (Ehrenberg) Cleve var. *kamtschatica* Krammer (syn. *Cocconema kamtschaticum* Grunow) (рис. 6 а, б)
- C. neocistula* Krammer var. *neocistula* (syn. *Cymbella cistula* (Ehrenberg) Kirchner)
- C. neocistula* Krammer var. *islandica* Krammer
- * *C. subcistula* Krammer (syn. *Cymbella cistula* f. *minor* Grunow) (рис. 7)
- * *Cymbellonitzschia diluviana* Hustedt (рис. 8)
- * *Cymbopleura apiculata* Krammer (рис. 10)
- * *C. cuspidata* (Kützing) Krammer (рис. 9)
- Diatoma hyemalis* (Roth) Heiberg var. *hyemalis*
- * *D. mesodon* (Ehrenberg) Kützing (syn. *Diatoma hiemalis* var. *mesodon* (Ehrenberg) Grunow, *D. hyemale* var. *quadratum* (Kützing) Ross)
- * *D. vulgaris* Bory var. *vulgaris* (рис. 11)
- * *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt (рис. 12)
- Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve var. *elliptica*
- D. subovalis* Cleve
- Encyonema minutum* (Hilse) D.G. Mann (syn. *Cymbella ventricosa* Kützing, *Cymbella minuta* Hilse)
- * *E. muellerii* (Hustedt) D.G. Mann (syn. *Cymbella muellerii* Hustedt) (рис. 13)
- * *E. obscurum* (Krasske) D.G. Mann (syn. *Cymbella obscura* Krasske) (рис. 14)
- E. perpusillum* (A. Cleve) D.G. Mann (syn. *Cymbella perpusilla* Cleve)
- E. silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann (syn. *Cymbella ventricosa* Kützing, *Cymbella silesiacum* Bleisch)
- Epithemia adnata* (Kützing) Rabenhorst var. *adnata* (syn. *Epithemia zebra* (Ehrenberg) Kützing)
- E. adnata* (Kützing) Rabenhorst var. *porcellus* (Kützing) R. Ross
- E. sorex* Kützing var. *sorex*
- E. turgida* (Ehrenberg) Kützing var. *turgida*
- * *E. turgida* (Ehrenberg) Kützing var. *granulata* (Ehrenberg) Brun (рис. 15)
- Fragilaria bidens* Heiberg
- F. capucina* Desmazieres var. *capucina*
- F. vaucheriae* (Kützing) J.B. Petersen (syn. *Fragilaria intermedia* Grunow)
- Gomphonema acuminatum* Ehrenberg var. *acuminatum*
- G. acuminatum* Ehrenberg var. *brebisonii* (Kützing) Schönfeldt
- G. angustum* Agardh
- G. exiguum* Kützing var. *exiguum*
- G. gracile* Ehrenberg var. *gracile*
- G. hastatum* (Wislouch) Lange-Bertalot et Reichardt
- * *G. micropus* Kützing (рис. 16)
- * *G. olivaceum* (Hornemann) Brebisson var. *olivaceoides* (Hustedt) Lange-Bertalot (рис. 17)
- G. olivaceum* (Hornemann) Brebisson var. *olivaceum*
- G. quadripunctatum* (Østrup) Wislouch
- * *G. sarcophagus* Gregory (рис. 18)
- G. stauroneiforme* Grunow
- G. truncatum* Ehrenberg (syn. *Gomphonema constrictum* Ehrenberg var. *capitatum* (Ehrenberg) Cleve)
- * *G. tumidum* (Skvortzow) Lange-Bertalot et Reichardt (рис. 19)
- G. ventricosum* Gregory
- * *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst var. *acuminatum* (рис. 20)
- Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick var. *arcus*
- * *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow var. *amphioxys*
- Martyana martyi* (Heribaud) F.E. Round (syn. *Opephora martyi* Heribaud)
- Meridion circulare* (Greville) Agardh var. *circulare*
- Navicula abiskoensis* Hustedt

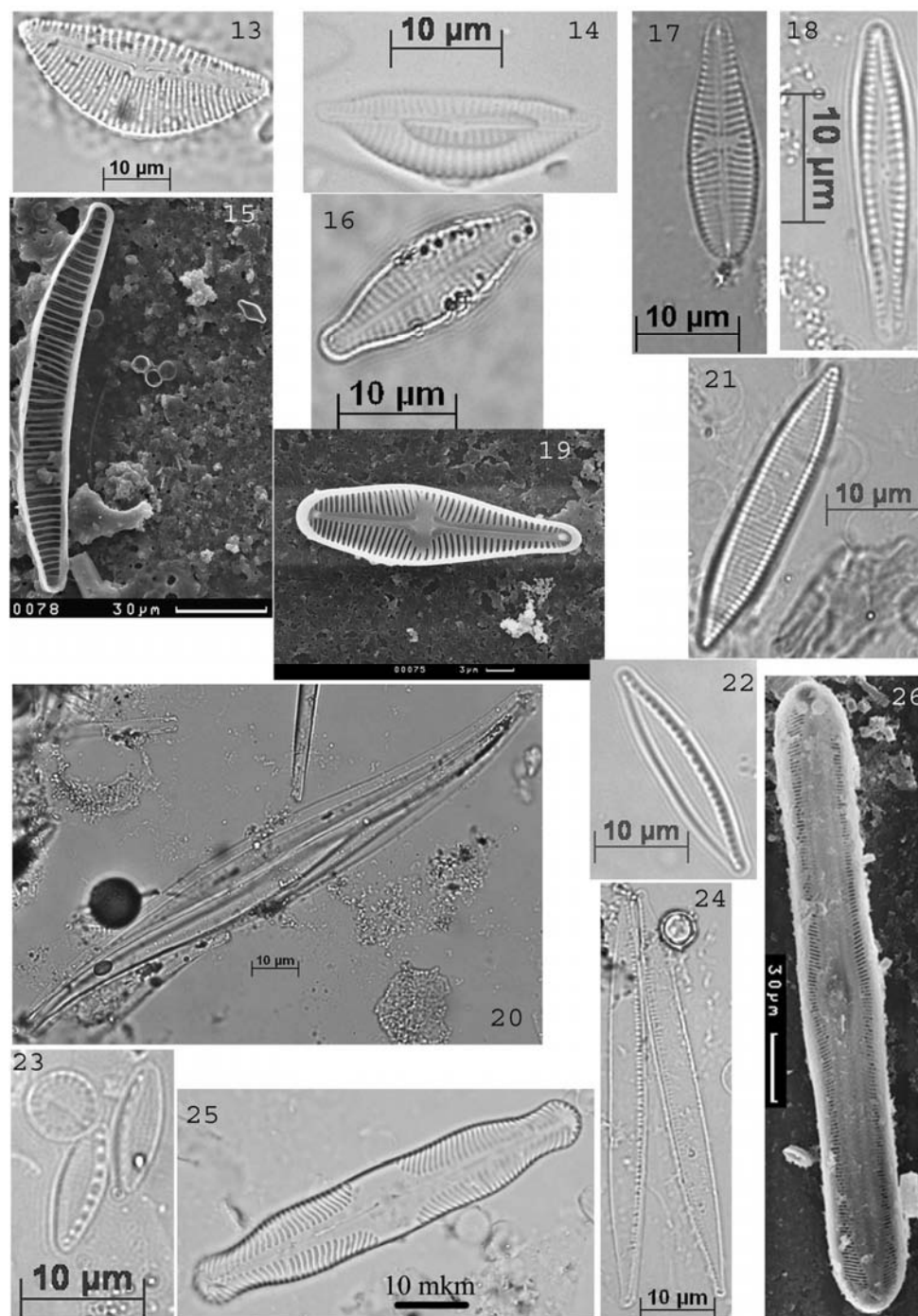


Рис. 13–26. 13 – *Encyonema muellerii* (Hustedt) D.G. Mann, вид в СМ; 14 – *Encyonema obscurum* (Krasske) D.G. Mann, вид в СМ; 15 – *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing var. *granulata* (Ehrenberg) Brun, вид в СЭМ; 16 – *Gomphonema micropus* Kützing, вид в СМ; 17 – *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brebisson var. *olivaceoides* (Hustedt) Lange-Bertalot, вид в СМ; 18 – *Gomphonema sarcophagus* Gregory, вид в СМ; 19 *Gomphonema tumidum* (Skvortzow) Lange-Bertalot et Reichardt, вид в СЭМ; 20 – *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst var. *acuminatum*, вид в СМ; 21 – *Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow var. *angustata*, вид в СМ; 22 – *Nitzschia fonticola* Grunow var. *fonticola*, вид в СМ; 23 – *Nitzschia inconspicua* Grunow, вид в СМ; 24 – *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith var. *palea*, вид в СМ; 25 – *Pinnularia interrupta* W. Smith var. *interrupta*, вид в СМ; 26 – *Pinnularia transversa* (A. Schmidt) A. Mayer, вид в СЭМ

- N. capitata* Ehrenberg var. *capitata*
N. cryptocephala Kützing var. *cryptocephala*
N. peregrina (Ehrenberg) Kützing var. *peregrina*
N. radiosa Kützing var. *radiosa*
Navicula sp.
 * *Neidium bisulcatum* (Langerstedt) Cleve var. *subampliatum* Krammer
Nitzschia amphibia Grunow var. *amphibia*
 * *N. angustata* (W. Smith) Grunow var. *angustata* (рис. 21)
 * *N. fonticola* Grunow var. *fonticola* (syn. *Nitzschia romana* Grunow) (рис. 22)
N. frustulum (Kützing) Grunow var. *frustulum*
N. frustulum (Kützing) Grunow var. *bulnheimiana* (Rabenhorst) Grunow
 * *N. inconspicua* Grunow (рис. 23)
 * *N. palea* (Kützing) W. Smith var. *palea* (рис. 24)
 * *N. paleaeformis* Hustedt
 * *Pinnularia gibba* Ehrenberg var. *linearis* Hustedt
 * *P. interrupta* W. Smith var. *interrupta* (рис. 25)
 * *P. transversa* (A. Schmidt) A. Mayer (рис. 26)
Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) Williams et Round var. *brevistriata* (syn. *Fragilaria brevistriata* Grunow, *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow var. *binodis* (Ehrenberg) Grunow)
Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek (syn. *Cymbella sinuata* Gregory)
Rhoicosphenia abbreviata (Agardh) Lange-Bertalot (syn. *Rhoicosphenia curvata* (Kützing) Grunow)
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba*
Sellaphora bacillum (Ehrenberg) D.G. Mann var. *bacillum* (syn. *Navicula bacillum* Ehrenberg)
S. pupula (Kützing) Mereschkowsky var. *pupula* (syn. *Navicula pupula* Kützing)
Stauroneis anceps Ehrenberg var. *sibirica* Grunow
 * *S. phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg var. *phoenicenteron*
Staurosira construens Ehrenberg (syn. *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow)
 * *Staurosirella leptostauron* (Ehrenberg) Williams et Round (syn. *Fragilaria leptostauron* (Ehrenberg) Hustedt)
S. pinnata (Ehrenberg) Williams et Round (syn. *Fragilaria pinnata* Ehrenberg)
Synedra acus Kützing var. *acus*
S. parasitica (W. Smith) Hustedt var. *parasitica*
S. tenera W. Smith var. *tenera*
S. ulna (Nitzsch) Ehrenberg var. *ulna*
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing var. *flocculosa*

* Виды, впервые отмеченные для диатомовой флоры оз. Дальнее.

Примечательно, что виды *Cymbella amplificata* Krammer и *Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve var. *kamtschatica* Krammer ранее найдены на Камчатке только в ископаемом состоянии (Krammer, 2002).

В литературе сравнительно немного данных об экологических и географических характеристиках диатомовых водорослей. С использованием этих данных был проведён эколого-географический анализ диатомовой флоры озера. По отношению к географической приуроченности большинство видов являются космополитами (рис. 27, А). По отношению к рН найденные виды оз. Дальнее можно характеризовать как обитающие в слабощелочных и нейтральных водах (рис. 27, Б), что хорошо согласуется с данными по рН для озера, приведёнными Ф.В. Крогиус с соавторами (1987). По отношению к солёности воды большинство видов диатомовых относится к группе индифферентов (рис. 27, В). Среди экологических групп наиболее многочисленной была группа бентосных водорослей (рис. 27, Г). По отношению к подвижности водных масс выявлено всего 23 индикаторных таксона, большая часть которых встречается в стоячих водоемах (рис. 27, Д).

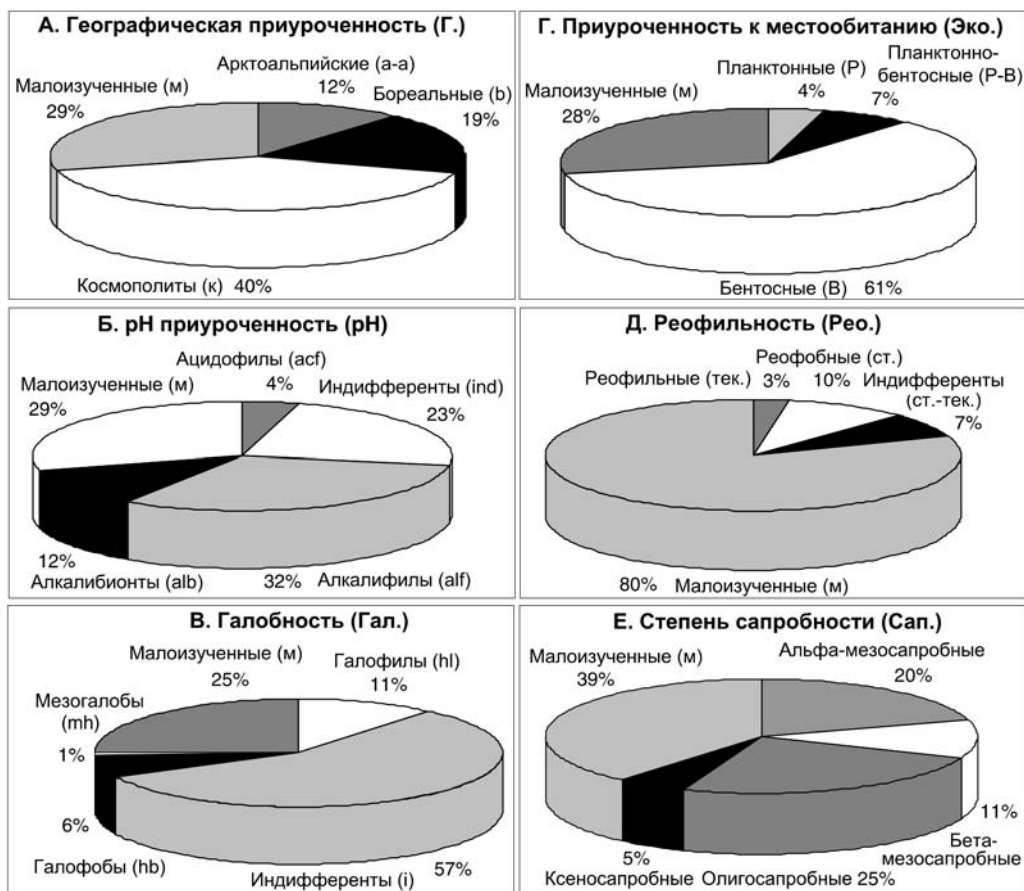


Рис. 27. Экологические и географические характеристики диатомовых водорослей оз. Дальнее

При анализе видов-индикаторов сапробности показано, что большинство из них относится к группе олигосапробов (рис. 27, Е). Это хорошо согласуется с данными (Крогиус и др., 1987) о смещении трофического состояния озера в сторону олиготрофии.

Заключение

Таким образом, диатомовая флора оз. Дальнее представлена 110 таксонами видового и внутривидового ранга (102 вида), относящимися к 40 родам, 21 семейству, 11 порядкам и 3 классам. Было отмечено 36 таксонов видового и внутривидового ранга, ранее не приводимых для флоры диатомей оз. Дальнее.

Диатомовая флора оз. Дальнее оценивается как пресноводная, обитающая в стоячих олиготрофных водах со слабощелочным и нейтральным значениями pH. По отношению к географической приуроченности большинство видов является космополитами.

Литература

- Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. Ч. 2. М.: ВНИИприроды, 2000. С. 60–150.
- Бухтиярова Л.Н. 1999. Bacillariophyta в биомониторинге речных экосистем. Современное состояние и перспективы использования // Альгология. Т. 9, № 3. С. 89–103.

- Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П.* и др. Водоросли: справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Том 2, вып. 2. СПб.: Наука, 1992. 125 с.
- Забелина М.М., Киселёв И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С.* Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Сов. наука, 1951. 919 с.
- Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Мениуткин В.В.* Тихоокеанский лосось-нерка в экосистеме озера Дальнего (Камчатка). Л.: Наука, 1987. 196 с.
- Шкурина Н.А., Лепская Е.В., Белякова Г.А.* Диатомовые водоросли озера Дальнее (Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. науч. тр. Вып. 7. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. С. 88–93.
- Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища / ред. Паутова В.Н., Розенберг Г.С. Тольятти, 1999. 262 с.
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R.* An Atlas of British Diatoms / ed. P.A. Sims. Bristol: Biopress Ltd., 1996. 601 p.
- Krammer K.* Diatoms of Europe. V. 3. Cymbella. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 2002. 584 p.
- Krammer K.* Diatoms of Europe. V. 4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 2003. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena; Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag, 1986. Bd 2, 1. 876 S.; 1988. Bd 2, 2. 596 S.; 1991a. Bd 2, 3. 576 S.; 1991b. Bd 2, 4. 437 S.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.* The Diatoms. Cambridge: Univ. Press, 1992. 650 p.