

УДК 582.261

**ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ОЗЕРА ДАЛЬНЕЕ (КАМЧАТКА)****Н. А. Шкурина (МГУ), Е. В. Лепская, Г. А. Белякова (МГУ)**

Исследовали диатомовую флору озера Дальнее в пробах из коллекции лаборатории мониторинга КамчатНИРО за почти сорокалетний период. Флора диатомовых (Bacillariophyta) представлена 86 таксонами видового и внутривидового ранга, относящимися к 36 родам, 19 семействам, 10 порядкам и 3 классам. Среди массовых видов преобладают представители 2 классов — Coscinodiscophyceae и Fragilariophyceae. Эколого-географический анализ диатомовой флоры озера показал, что она характеризуется как индифферентная, с преобладанием бентосных форм, обычных для стоячих водоёмов с нейтральной и слабощелочной реакцией. Большинство отмеченных таксонов является космополитами.

*N. A. Shkurina (Moscow State University), E. V. Lepskaya, G. A. Belyakova (Moscow State University). Diatoms of the lake Dalneye (Kamchatka) // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 7. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2004. P. 88–93.*

Diatom flora of the lake Dalneye has been studied by samples collected in the Laboratory of Environmental Monitoring, KamchatNIRO, for the period of almost forty years. Diatom flora (Bacillariophyta) is represented by 86 taxons of species and interspecies rank, classified to be of 36 genera, 19 families, 10 orders and 3 classes. The dominance among the mass species is representatives of 2 classes — Coscinodiscophyceae and Fragilariophyceae. Ecology-geographical analysis of the diatom flora of the lake has indicated it to be characterized as fresh-water with dominance of benthic forms usual in stagnant watersheds exhibiting neutral and low-alkaline reaction. Majority of mentioned taxons are cosmopolites.

Озеро Дальнее, расположенное на юго-востоке Камчатского полуострова, представляет значительный практический и научный интерес в связи с тем, что оно является нерестово-нагульным водоёмом нерки (*Oncorhynchus nerka* Walb.). Оно расположено недалеко от Петропавловска-Камчатского, поэтому научные исследования на озере ведутся уже более полувека и касаются в основном изучения ихтиофауны, влияния на нее абиотических и биотических факторов. 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.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Материалом для данной работы послужили сетные пробы планктона и батометрические пробы фитопланктона, собранные в различные годы сотрудниками КамчатНИРО и являющиеся частью коллекции лаборатории мониторинга озерных экосистем. Всего нами обработаны пробы за 13 лет: 1946, 1957, 1964–1970, 1972, 1977, 1979, 1980 гг. Однако следует подчеркнуть, что далеко не все годы представлены полностью. Например, за 1946, 1957, 1966, 1968, 1969, 1977 и 1980 гг. пробы сохранились всего за 1–2 месяца.

Пробы отбирали в центральной части озера малой планктонной сетью Джеди, облавливая слой воды 0–50 м, и батометром Нансена с горизонтов 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 м. Фиксацию проводили 40% формалином.

Для удаления органического содержимого из клеток препараты обрабатывали перекисью водорода при нагревании. Качество выжигания проверяли, просмотрев содержимое покровного стекла под свето-

вым микроскопом. Покровное стекло с образцом заключали в расплавленный бальзам и прижимали до застывания.

Изучение диатомовых проводили методами световой (СМ) и электронной сканирующей (СЭМ) микроскопии, для чего использовали следующую микроскопическую технику: световой микроскоп Ломо микмед-1; световой микроскоп Olympus BX 41 с цифровой фотокамерой Olympus kamedia и сканирующий электронный микроскоп Cam Scan S-2. При просмотре препаратов диатомовые водоросли фотографировали. Фотографии обрабатывали в программе Photoshop.

При классификации диатомовых водорослей за основу была принята система Роунда с коллегами (Round et al., 1992). Для видовой и внутривидовой идентификации диатомей использовали, главным образом, общепринятое в международном диатомологическом сообществе руководство Краммера и Ланге-Берталота (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b) и российские издания: «Диатомовые водоросли» (Забелина и др., 1951) и «Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные)» (1992). Видовые названия отдельных таксонов, не найденных нами в вышеперечисленных руководствах, взяты из Атласа диатомовых Британии (Hartley et al., 1996).

Пробы, имевшиеся в нашем распоряжении, неоднократно концентрировались для хранения в коллекции и поэтому утратили количественный характер. Тем не менее для выделения структурообразующего комплекса планктонных диатомовых была проведена относительная оценка обилия видов по частоте встречаемости их в препаратах. К массовым видам были отнесены те, которые отмечались от одного до нескольких экземпляров в каждом поле зрения.

Данные для эколого-географической характеристики водорослей взяты из работ Вассера с коллегами (1989), Бухтияровой (1999) и Бариновой с колле-

гами (2000) и монографии «Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища» (1999).

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Первые и до недавнего времени наиболее полные сведения о таксономическом составе фитопланктона озера относятся к 40-м годам XX века. Благодаря определениям П.И. Усачева было показано, что озерная альгофлора состояла в основном из диатомей, зеленых и, в меньшей степени, синезеленых водорослей. Именно эти данные в виде списка приводятся в работе Крогиус с соавторами (1987). По данным этих авторов, к диатомовым водорослям (Bacillariophyta) отнесено 9 видовых и внутривидовых таксонов: *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. subsp. *italica*, *Cyclotella bodanica* Eulenst., *Synedra acus* var. *angustissima* Cr., *S. ulna* (Nitzsch) Ehr. var. *ulna*, *Fragilaria virescens* Ralfs, *Asterionella formosa* Hass., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Nitzschia* sp.,

*Navicula* sp., при этом *Stephanodiscus hantzschii* отмечен в числе ведущих по численности видов.

По нашим данным, диатомовая флора оз. Дальнее представлена 86 таксонами видового и внутривидового ранга, относящимся к 36 родам, 19 семействам, 10 порядкам и 3 классам (список, табл. 1). В таксономической структуре исследованных диатомовых класс *Coscinodiscophyceae* представлен незначительно (6 видов, относящихся к 3 родам, 2 семействам и 2 порядкам), что характерно для континентальных водоемов. Самым многочисленным по числу таксонов является класс *Bacillariophyceae*, насчитывающий 66 таксонов видового и внутривидового ранга. Они относятся к 7 порядкам, 16 семействам и 22 родам.

**Список диатомовых водорослей оз. Дальнее**  
*Aulacoseira subarctica* (O. Muller) Haworth;  
*Cyclotella bodanica* Eulenstein (рис. 1, 2);

Таблица 1. Характеристика таксономического состава диатомовых водорослей озера 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>Fragilaria</i> <i>Asterionella</i> <i>Staurosirella</i> <i>Staurosira</i> <i>Martyana</i> <i>Diatoma</i> <i>Hannaea</i> <i>Meridion</i> <i>Pseudostaurosira</i> <i>Synedra</i> <i>Tabularia</i>			
			Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>	
				Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> <i>Encyonema</i>	
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> <i>Gomphonis</i> <i>Reimeria</i>	
			Achnanthes	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>	
				Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	
			Bacillariophyceae	Naviculales	Cavinulaceae	<i>Cavinula</i>
					Neidiaceae	<i>Neidium</i>
					Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>
					Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> <i>Caloneis</i>
Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>					
Naviculaceae	<i>Navicula</i>					
Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> <i>Craticula</i>					
Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>				
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>				
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> <i>Rhopalodia</i>				
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>		
3 класса	10 порядков	19 семейств	36 родов			

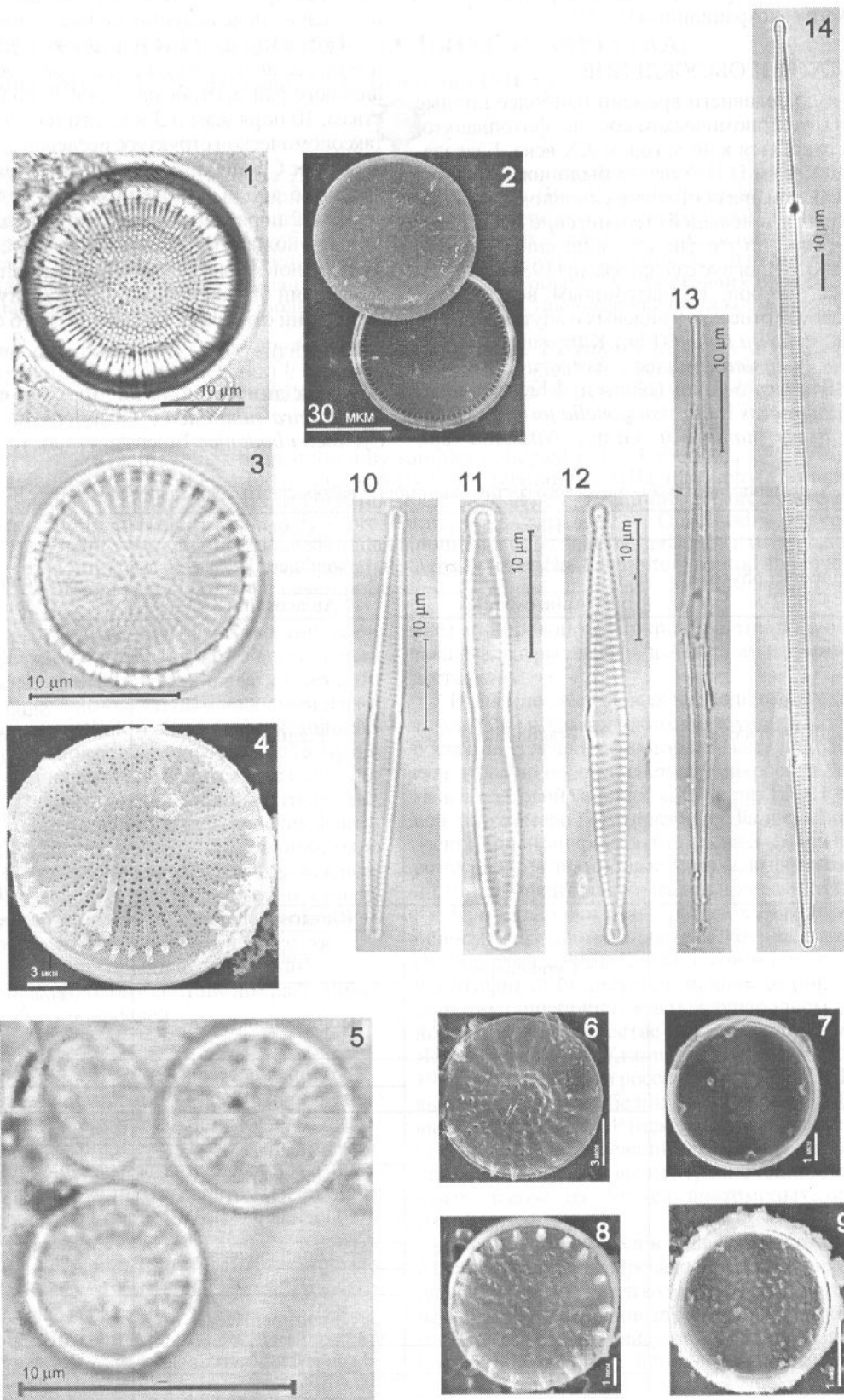


Рис. 1–14. Структурообразующие виды диатомового комплекса оз. Дальнее. 1, 2 — *Cyclotella bodanica* (1 — вид в СМ; 2 — вид в СЭМ); 3, 4 — *Stephanodiscus alpinus* (3 — вид в СМ; 4 — вид в СЭМ); 5 — комплекс мелкоклеточных *Stephanodiscus*, вид в СМ; 6, 7 — *S. minutulus*, вид в СЭМ; 8, 9 — *Stephanodiscus* cf. *parvus*, вид в СЭМ; 10 — *Fragilaria capucina*; 11 — *F. bidens*; 12 — *F. vaucheriae*; 13 — *Synedra tenera*; 14 — *S. ulna*. 10–14 — вид в СМ

- Stephanodiscus alpinus* Hustedt (рис. 3, 4);  
*S. minutulus* (Kützing) Cleve et Möller (рис. 6, 7);  
*S. cf. parvus* Grunow (рис. 8, 9);  
*Stephanodiscus* sp.;  
*Achnanthes amoena* Hustedt;  
*A. calcar* Cleve;  
*A. clevei* Grunow var. *rostrata* Hustedt;  
*A. exigua* Grunow;  
*A. joursacense* Heribaud;  
*A. lanceolata* (Brebisson) Grunow;  
*A. lanceolata* (Brebisson) Grunow var. *rostrata* (Østrup) Hustedt;  
*A. minutissima* Kützing (syn. *A. linearis* (W. Smith) Grunow);  
*A. oestrupii* (Cleve-Euler) Hustedt;  
*A. peragalli* Brun et Heribaud;  
*Amphora copulata* (Kützing) Schoeman et Archibald (syn. *A. ovalis* var. *affinis* (Kützing) Van Heurck, *A. ovalis* var. *libyca* (Ehrenberg) Cleve);  
*A. ovalis* (Kützing) Kützing;  
*A. pediculus* (Kützing);  
*A. Schmidt* (syn. *A. ovalis* Kützing var. *pediculus* Kützing);  
*Asterionella formosa* Hassal;  
*Aulacoseira subarctica* (O. Müller) Hanorth  
*Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve (syn. *C. ventricosa* (Ehrenberg) Meister);  
*Cavinula pseudoscutiformis* (Hustedt) Mann et Stickle (syn. *Navicula pseudoscutiformis* Hustedt);  
*Cocconeis placentula* Ehrenberg;  
*C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow;  
*Craticula cuspidata* (Kützing) D. G. Mann (syn. *Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing);  
*Cymatopleura librile* (Ehrenberg) Pantocsek (syn. *C. solea* (Brebisson et Godey) W. Smith);  
*Cymbella cistula* (Ehrenberg) Kirchner;  
*C. tumida* (Brebisson) Grunow;  
*Diatoma hiemale* (Roth) Heiberg;  
*Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve;  
*D. subovalis* Cleve;  
*Encyonema minutum* (Hilse) D. G. Mann (syn. *Cymbella ventricosa* Kützing, *C. minuta* Hilse);  
*E. perpusillum* (A. Cleve) D. G. Mann (syn. *Cymbella perpusilla* Cleve);  
*E. silesiacum* (Bleisch) D. G. Mann (syn. *Cymbella ventricosa* Kützing, *C. silesiacum* Bleisch);  
*Epithemia adnata* (Kützing) Rabenhorst (syn. *E. zebra* (Ehrenberg) Kützing);  
*E. adnata* var. *porcellus* (Kützing) R. Ross;  
*E. sorex* Kützing;  
*E. turgida* (Ehrenberg) Kützing (syn. *E. turgida* (Ehrenberg) Kützing var. *zebrine* Rabenhorst);  
*Fragilaria bidens* Heiberg (рис. 11);  
*F. brevistriata* Grunow;  
*F. capucina* Desmazières (рис. 10);  
*F. inflata* (Heiden) Hustedt;  
*F. vaucheriae* (Kützing) J. B. Petersen (syn. *F. intermedia* Grunow; *Synedra vaucheriae* Kützing) (рис. 12);  
*Gomphoneis olivaceum* (Hornemann) Ross et Sims (syn. *Gomphonema olivaceum* Hornemann);  
*G. quadripunctatum* (Østrup) Ross et Sims (syn. *Gomphonema quadripunctatum* (Østrup) Wislouch);  
*Gomphonema acuminatum* Ehrenberg;  
*G. acuminatum* Ehrenberg var. *brebisonii* (Kützing) Schonfeldt;  
*G. angustum* Agardh;  
*G. gracile* Ehrenberg;  
*G. exiguum* Kützing;  
*G. hastatum* (Wislouch) Lange-Bertalot et Reichardt;  
*G. stauroneiforme* Grunow;  
*G. truncatum* Ehrenberg (syn. *G. constrictum* Ehrenberg var. *capitatum* (Ehrenberg) Cleve);  
*G. ventricosum* Gregory;  
*Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick;  
*Martyana martyi* (Heribaud) F. E. Round (syn. *Opephora martyi* Heribaud);  
*Meridion circulare* (Greville) Agardh;  
*Navicula abiskoensis* Hustedt;  
*N. capitata* Ehrenberg;  
*N. cryptocephala* Kützing;  
*N. peregrina* (Ehrenberg) Kützing;  
*N. radiosa* Kützing;  
*Navicula* sp.;  
*Neidium iridis* (Ehrenberg) Cleve;  
*Nitzschia amphibia* Grunow;  
*N. dissipata* (Kützing) Grunow var. *media* (Hantsch) Grunow;  
*N. frustulum* (Kützing) Grunow;  
*N. frustulum* (Kützing) Grunow var. *bulheimiana* (Rabenhorst) Grunow;  
*N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith;  
*Nitzschia* sp.;  
*Pinnularia subcapitata* Gregory;  
*Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) Williams et Round (syn. *Fragilaria brevistriata* Grunow, *F. construens* (Ehrenberg) Grunow var. *binodis* (Ehrenberg) Grunow);  
*Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek (syn. *Cymbella sinuata* Gregory);  
*Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot (syn. *R. curvata* (Kützing) Grunow);  
*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller;  
*Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky (syn. *Navicula pupula* Kützing);  
*S. bacillum* (Ehrenberg) D. G. Mann (syn. *Navicula bacillum* Ehrenberg);  
*Stauroneis anceps* Ehrenberg var. *siberica* Grunow;  
*Staurosira construens* Ehrenberg (syn. *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow);  
*Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) Williams et Round (syn. *Fragilaria pinnata* Ehrenberg);  
*Synedra acus* Kützing;  
*S. parasitica* (W. Smith) Hustedt;  
*S. tenera* W. Smith (рис. 13);  
*S. ulna* (Nitzsch) Ehrenberg (рис. 14);  
*Tabularia fasciculata* (Agardh) Williams et Round (syn. *Synedra fasciculata* (Agardh) Kützing,  
*S. tabulata* (Agardh) Kützing).

При сравнении раннего и полученного нами списков диатомовых подтверждается наличие таких видов, как *Cyclotella bodanica*, *Asterionella formosa*, *Synedra acus* и *S. ulna*. Вид, который в списке Усачева приводится как *Melosira italica* subsp. *italica*, согласно современным представлениям следует отнести к *Aulacoseira subarctica*. Необходимо отметить, что электронномикроскопические исследования ультраструктур створок мелкоклеточных диатомовых из рода *Stephanodiscus* не выявили наличия в пробах указанного ранее (Крогиус и др., 1987) вида *Stephanodiscus hantzschii*.

Несмотря на обилие таксонов диатомовых, к массовым можно отнести лишь 9 видов из семейств *Stephanodiscaceae* и *Fragilariaceae*. Это *Cyclotella*

Таблица 2. Распределение массовых видов по годам и характеристика их сапробности

Вид	1946	1957	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1972	1977	1979	1980	Индекс сапробности
<i>Cyclotella bodanica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Fragilaria bidens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+				+		-
<i>F. capucina</i>		+					+		+			+		β
<i>F. vaucheriae</i>	+	+		+	+	+	+				+	+		β-α
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	+			+	+	+	+	+	+			+	+	α
<i>S. minutulus</i>						+	+		+					α
<i>S. cf. parvus</i>					+	+	+	+	+	+				-
<i>Synedra ulna</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		β
<i>S. tenera</i>												+		

Таблица 3. Эколого-географическая характеристика диатомовых водорослей оз. Дальнее

Характеристика	Число видов
Географическая приуроченность	
Космополитные	38
Бореальные	14
Аркто-альпийские	8
Малоизученные	22
Приуроченность к местообитанию	
Планктонные	4
Планктонно-бентосные	7
Бентосные	48
Малоизученные	23
Галобность	
Индиференты	48
Галофилы	10
Мезогалобы	1
Галофобы	5
Малоизученные	18
Отношение к pH	
Индиференты	19
Алкалифилы	30
Алкалибионты	7
Ацидофилы	3
Малоизученные	23
Степень сапробности	
α-мезосапробы	1
β-α-мезосапробные	5
β-мезосапробные	21
χ β-мезосапробные	9
Олигосапробные	17
Ксеносапробные	1
Малоизученные	28
Реофильность	
Индиференты	6
Реофильные	2
Реофобные	8
Малоизученные	66

*bodanica*, *Stephanodiscus alpinus* (рис. 1–4), комплекс мелкоклеточных *Stephanodiscus* (рис. 5), состоящий из *S. minutulus* (рис. 6, 7) и *S. cf. parvus* (рис. 8, 9), а также *Fragilaria capucina*, *F. bidens*, *F. vaucheriae*, *Synedra tenera* и *S. ulna* (рис. 10–14). Однако не для всех лет можно применить эту оценку к каждому из перечисленных видов (табл. 2).

Например, *Cyclotella bodanica* характеризуется как массовый в течение всего периода исследований. Обильного развития довольно часто могут достигать *Synedra ulna*, *Stephanodiscus alpinus*, *Fragilaria bidens* и *F. vaucheriae* (табл. 2). Реже, в течение 4–6 лет, отмечены как массовые *Fragilaria capucina* и *Stephanodiscus cf. parvus*. Редко, в течение 1–3 лет, массового развития достигали *Synedra tenera* и *Stephanodiscus minutulus*, соответственно.

По нашим данным, наиболее богатыми массовыми видами оказались 1967, 1968 и 1979 гг. — из общего числа таксонов с оценкой «массовый» в это время отмечено 8 видов. Наименьшее количество массовых видов характерно для 1980 г.

Особо отметим, что *Aulacoseira subarctica* не являлась массовым видом как в период с 1946 по 1980 гг., так и (по данным Лепской) в 1999 и 2000 гг.

В литературе сравнительно немного сведений о географической и экологических характеристиках диатомовых водорослей. Используя эти данные для эколого-географической характеристики диатомовых оз. Дальнее, можно отметить, что в отношении географической приуроченности большинство видов являются космополитами (табл. 3).

Среди экологических групп наиболее многочисленна группа бентосных водорослей, которые попадают в толщу воды с речным и литоральным стоками и поэтому в планктоне отмечаются, как правило, единично. По отношению к галобности в оз. Дальнее преобладают виды-индиференты. Второе место по численности занимают галофилы. По отношению к pH большинство видов относится к группе водорослей-алкалифилов, обитающих в слабощелочных и нейтральных водах. Характеристика по отношению к подвижности водных масс имеется только для 16 найденных в озере таксонов. Большая часть из них встречается в стоячих водоемах. По отношению к сапробности (содержанию органического вещества в воде) большинство диатомовых относится к группе β-мезосапробов. В эту же группу входят и массовые виды диатомовых (табл. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что диатомовая флора оз. Дальнее представлена 86 таксонами видового и внутривидового ранга (80 видов), относящихся к 36 родам, 19 семействам, 10 порядкам и 3 классам.

Структурообразующий комплекс формируют 9 массовых видов: *Cyclotella bodanica*, *Fragilaria bidens*, *F. capucina*, *F. vaucheriae*, *Stephanodiscus alpinus*, *S. minutulus*, *S. cf. parvus*, *Synedra ulna*, *S. tenera* из семейств Stephanodiscaceae и Fragilariaceae.

Диатомовую флору оз. Дальнее формируют космополитные, бентические, индифферентные виды — β-мезосапробы, предпочитающие стоячие воды со слабощелочным и нейтральным значениями рН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баринова С.С., Медведева Л.А. 1996. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 364 с.

Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2000. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. Часть II. М.: ВНИИприроды. 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. 1989. Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка, 608 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). 1992. Том II. Вып. 2. СПб.: Наука, 125 с.

Забелина М.М., Киселёв И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. Определитель пресно-

водных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 916 с.

Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Менишуткин В.В. 1987. Тихоокеанский лосось-нерка в экосистеме озера Дальнего (Камчатка). Л.: Наука, 196 с.

Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища. 1999 / Под редакцией В.Н. Паутовой, Г.С. Розенберга. Тольятти: Ин-т экол. Волж. бас. РАН, 265 с.

Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996. An Atlas of British Diatoms. Bristol: Biopress Ltd., 601 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. Zn: Subwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Teil 1. Naviculaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, Jena, 876 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. Zn: Subwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, Jena, 596 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae. Zn: Subwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, Jena, 576 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. Bacillariophyceae. Zn: Subwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Teil 4. Achnanthaceae, Literaturverzeichnis.— Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, Jena, 437 p.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. 1992. The Diatoms. Cambridge: Univ. Press, 650 p.