

**К ХАРАКТЕРИСТИКЕ АЛЬГОФЛОРЫ ПЕЛАГИАЛИ  
НЕКОТОРЫХ ОЗЕР КАМЧАТКИ**

**Е.В. Лепская<sup>1</sup>, Е.Г. Лупикина<sup>2</sup>, А.В. Маслов<sup>1</sup>, Т.К. Уколова<sup>1</sup>, В.Д. Свириденко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Набережная, 18, Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия.*

*E-mail: Ekaterina@kamniro.kamchatka.ru*

<sup>2</sup>*Институт вулканологии ДВО РАН, Бульвар Пийпа, 9, Петропавловск-Камчатский, 683006, Россия*

В работе впервые представлен уточненный список планктонных водорослей пелагиали озер Камбальное, Курильское, Этамьнк, Азабачье и Паланское с указанием отдельных морфометрических характеристик озер, элементов температурного и гидрохимического режима. Показано, что различия в географическом положении, происхождении и лимнологии озер определяют особенности флоры планктонных альгоценозов. Наибольшим видовым разнообразием характеризуется отдел диатомовых (Bacillariophyta). Степень изученности водоемов влияет на нахождение единичных заносных, редко встречаемых видов и видов, имеющих короткий период массового развития, и, следовательно, на представление о видовом разнообразии. Структурообразующий комплекс формируется, как правило, диатомовыми из классов Coscinodiscophyceae Round & Crawford и Fragilariophyceae Round. Соотношение таксонов зависит от морфометрических особенностей водоемов. Независимо от морфометрических и гидрологических характеристик озер и их географического положения доминантное ядро планктонных альгоценозов представлено диатомовыми из класса Coscinodiscophyceae: *Aulacoseira subarctica* и мелкоклеточным *Stephanodiscus minutulus*.

**FOR PELAGIC ALGOFLORA CHARACTERISTIC  
OF SOME KAMCHATKA LAKES**

**E.V. Lepskaya<sup>1</sup>, E.G. Lupikina<sup>2</sup>, A.V. Maslov<sup>1</sup>, T.K. Ukolova<sup>1</sup>, V.D. Sviridenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatka Institute for Fisheries Research and Oceanography, Naberezhnaya str. 18, Petropavlovsk-Kamchatsky 683000 Russia. E-mail: Ekaterina@kamniro.kamchatka.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Volcanology, Far Eastern Division, Russian Academy of Sciences, Piip blvd. 9, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006, Russia*

Corrected species lists of the plankton pelagic algae of the lakes Kambal'noye, Kuril'skoye, Etamynk, Azabachje Palanskoye and Derzhavina are presented in this paper for the first time with the indication of some morphometric characteristics of the lakes and data on their water temperature and hydrochemistry. It is shown that the differences in geographical location, origin and limnology of the lakes determine peculiarities of the flora of the plankton algalocenoses. The degree of knowledge on the flora of each water basin depends on the duration of the period of observations. It also influences frequency of finding of single introduced and seldom met species and, hence, forms the conception of the species diversity of each particular basin. The division of diatomic algae (Bacillariophyta) has the greatest species diversity. The structure-forming complex of the flora is formed, as a rule, by diatoms of the classes Coscinodiscophyceae Round et Crawford and Fragilariophyceae Round. The ratio of the taxa depends on morphometric peculiarities of the reservoirs. The dominant nucleus of the plankton algalocenoses includes diatoms of the class Coscinodiscophyceae: *Aulacoseira subarctica* and small-celled *Stephanodiscus minutulus* irrespective of morphometric and hydrological characteristics of lakes and their geographical location.

Сведения о современных планктонных альгологических сообществах озер Камчатского полуострова фрагментарны и немногочисленны (Еленкин, 1914; Воронихин, 1937; Куренков, 1972; Крогиус и др., 1987; Баринаова, Медведева; 1996).

Комплексный подход к исследованию камчатских озер позволил получить оригинальные данные о таксономическом составе их современных планктонных альгоценозов, выделить доминантные, субдоминантные и случайные таксоны, проследить пространственную, сезонную и межгодовую изменчивость в зависимости от гидрологических и гидрохимических параметров водоемов (Лепская, 1998, 2000; Лепская и др., 1998; Лепская, Маслов, 1998; Лепская, Рассел, 1999). Использование методов электронной микроскопии привело к уточнению систематического положения ряда доминирующих диатомовых таксонов (Генкал, 1991, 1993; Лепская, 2001a; Genkal, 1993; Lepskaya, 2001).

Цель настоящей работы – ревизия архивных, литературных и собственных данных авторов для уточнения систематического состава и характеристики планктонных альгоценозов пелагиали некоторых камчатских озер (Камбальное, Курильское, Этамынк, Державина, расположенных на территории Южно-Камчатского заказника, оз. Азабачье, имеющего статус особо охраняемой территории, и оз. Паланское в заказнике "Паланское озеро") (рис. 1).



Рис. 1. Географическое положение изучаемых озер: 1 – оз. Камбальное, 2 – оз. Курильское, 3 – оз. Этамынк, 4 – оз. Державина, 5 – оз. Азабачье, 6 – оз. Паланское

### Материалы и методы

Рассматриваемые озера являются нерестово-нагульными водоемами для тихоокеанского лосося нерки, за исключением безрыбного оз. Державина, и имеют разную степень изученности. На оз. Курильское комплексные наблюдения ведутся круглогодично в течение двадцати лет, оз. Азабачье исследуется по аналогичной схеме с 1986 г. Изучение оз. Паланское проводили в 90-е годы XX в., озера Камбальное, Этамынк и Державина посещались эпизодически в 1997-2000 гг.

Отбор проб фитопланктона в озерах Курильское и Азабачье проводили по возможности круглогодично; в озерах Паланское, Державина, Этамынк и Камбальное – в летний период после освобождения их ото льда батометром Нансена и малой сетью Джели. Наиболее полно охвачен летне-осенний безледный период.

Таксономический состав водорослей исследовали как в батометрических, так и в сетных пробах. Видовую принадлежность диатомовых определяли в постоянных препаратах (среда Эльшьева) методом световой микроскопии. Для уточнения таксономической принадлежности диатомовых из классов *Coscinodiscophyceae* и *Fragilariophyceae* ультраструктуры панцирей исследовали в электронном сканирующем микроскопе (JEOL JSM-25S).

Количество "живых" водорослей в планктоне подсчитывали в 50 мл пробы, отфильтрованной на мембранные фильтры СЫНПОР № 3 и 2, которые окрашивали карбо-

Таблица 1

## Количество исследованных фитопланктонных и гидрохимических проб в 1980-2000 гг.

Озеро	Фитопланктонные пробы		Гидрохимические пробы
	батометрические	сетные	
Паланское	118	6	27
Азабачье	195	-	-
Курильское	1966	5	700
Этамынк	9	9	9
Державина	8	8	8
Камбальное	13	5	5
Всего	2309	33	749

ловым раствором эритрозина (Сорокин, Павельева, 1972). Биомассу рассчитывали для отдельных составляющих фитопланктона с учетом их численности и средних клеточных объемов.

Биогены в воде определяли стандартными гидрохимическими методами (Алекин и др., 1973). Количество обработанных проб представлено в табл. 1.

При систематизации альгофлоры использовали деление водорослей по отделам, принятое российскими альгологами в серии "Определитель пресноводных водорослей СССР". В таксономической характеристике отдела диатомовых (*Bacillariophyta*) классификация до рода была проведена по системе Ф. Роунда с соавторами (Round et al., 1996). Видовые названия приняты согласно определителям "Диатомовые водоросли" (Забелина и др., 1951); "Диатомовые водоросли СССР" (1992); *Süßwasserflora: Band 2/1, 2/3* (Krammer, Lange-Bertalot, 1991, 1997). В работе также были использованы Атлас микрофотографий пресноводных водорослей Великобритании (Canter-Lund, Lund, 1998); Определитель пресноводных водорослей США (Dillard, 1999). Синезеленые водоросли (*Cyanophyta*) определяли по М.М. Голлербах с соавторами (1953), золотистые водоросли (*Chrysophyta*) – по А.М. Матвиенко (1954), динофлагелляты (*Dinophyta*) – по Г.В. Коноваловой (1998).

Недавними исследованиями показано, что для оценки видовой структуры сообщества и мониторинга его состояния достаточно использовать несколько наиболее массовых, структурообразующих видов (Саматов, 2000). В настоящей работе структурообразующими считали таксоны с оценкой частоты встречаемости 3-6 баллов (см. условные обозначения к табл. 3). Внутри структурообразующего комплекса таксоны объединяются в доминантное ядро (оценка частоты встречаемости 5-6 баллов с численностью 101 клетка/мл и более) и в группу субдоминант (оценка частоты встречаемости 3-4 балла с численностью 11-100 клеток/мл).

### Краткая лимнологическая характеристика озер

Различия в географическом положении (рис. 1) и происхождении озер обуславливают особенности их морфометрии, температурного режима, гидрохимических и продукционных характеристик (табл. 2).

Близость холодного Охотского моря и относительно высокое положение над уровнем моря способствуют длительному пребыванию озер Камбальное, Этамынк и Державина подо льдом (с конца ноября до конца июня). Тем не менее в летний период из-за их небольших размеров и мелководности наблюдается интенсивный прогрев водной поверхности и, вероятно, всего эвфотического слоя.

Сложный термический режим оз. Курильское обусловлен интенсивным влиянием ветров западного и восточного направлений и либо наличием, либо отсутствием ледового покрова в каждый конкретный год. Длительность ледостава на оз. Курильское колеблется от нескольких дней до пяти месяцев или ледовый покров не формируется. Период открытой воды в озерах Азабачье и Паланское в среднем продолжается с середины июня до конца октября.

Геологическое строение и площадь водосбора, особенности циркуляции водных масс, которые в том числе зависят от глубины озер, в большой степени определяют своеобразие их гидрохимического режима. В глубоком олиготрофном оз. Курильское концентрация минерального фосфора в пелагиали в слое 0-200 м близка к аналитическому нулю, в более мелководных озерах она на порядок выше (табл. 2). Содержание

Таблица 2

Краткая лимнологическая характеристика озер

Показатель	Паланское (Николаев, 1993)	Азабачье (Николаев, Николаева, 1991)	Курильское (Николаев, Николаева, 1991)	Этамынк *	Державина *	Камбальное архивные данные
Площадь, км <sup>2</sup>	28,35	56,45	77,05	0,45	< 1,0	2,15
Максимальная глубина, м	28	36,8	316	около 15	-	15
Средняя глубина, м	14,8	18,2	195,2	-	-	4
Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	623,7	486,0	392	-	-	-
Площадь прибрежного мелководья, 0–5 м, %	16,3	16,5	1,0	-	-	70,5
Высота над уровнем моря, м	276	6	104	160	150	304
Происхождение	Лаво-под- прудное (Остроумов, 1985)	Реликтовое (Крохин, 1972)	Кальдерное (Остроумов, 1985)	Тектониче- ское	Лаво-под- прудное	Кратерное (Остроумов, 1985)
DS, м, средняя для летнего периода	5,0	3,0	10	2,4	4,3	3,5
t °C поверхности, средняя для летнего периода *	11,06	11,66 (Бугаев, 1995)	6,52	13,6	12,04	12,4
PO <sub>4</sub> , mgP l <sup>-1</sup> *	0,013	0,042 (Крохин, 1972)	0,006	0,034	0,048	0,0223
NO <sub>3</sub> , mgN l <sup>-1</sup> *	0,006	-	0,119	0,137	0,008	-
Fe <sup>3+</sup> , mg l <sup>-1</sup> *	0,019	-	0,03	0,044	0,027	0,016
Si, mg l <sup>-1</sup> *	1,71	4,43 (Крохин, 1972)	0,819	7,5	6,23	1,84
Биомасса фитопланктона (mg l <sup>-1</sup> ), средняя за вегетационный период *	0,33	0,56	0,52	2,04	0,34	1,12

\* – собственные данные

нитратов в озерах Курильское и Этамынк почти в 20 раз выше, чем в остальных. По количеству железа выделяются озера Курильское, Этамынк и Державина, что объясняется высокой степенью ожелезненности прилегающего пирокластического чехла, образованного в голоцене (устное сообщение И.Ф. Делемень). Высокая концентрация кремния в воде озер Этамынк и Державина создается благодаря разгрузке гидротермальных вод вулкана Дикий Гребень. Воды оз. Азабачье обогащаются кремнием во время пеплопадов при выбросах вулканов Ключевской группы и Шивелуч.

Площадь прибрежной мелководной зоны влияет на степень развития литоральной планктонной и бентической флоры, которая, попадая в пелагиаль с латеральным стоком, дополняет разнообразие пелагической облигатной планктонной альгофлоры. В нерестово-выростных лососевых озерах, а также в оз. Державина мелководной зоной условно можно считать зону нереста лососей, максимальная глубина которой 5 м. Прибрежное мелководье хорошо развито в оз. Камбальное. В озерах Паланское и Азабачье площадь его значительно меньше, а в оз. Курильское она составляет только 1% (табл. 2). В горных озерах Этамынк и Державина по визуальной оценке мелководная зона также развита слабо.

Прозрачность воды по диску Секки (DS), которая характеризует количество общей взвеси в воде, меняется от 2,4 м в оз. Этамынк до 10,0 м в оз. Курильское (табл. 2).

Тем не менее, несмотря на вышеперечисленные различия, рассматриваемые водоемы, исключая озера Этамынк и Камбальное, близки по величине средней за вегетационный период биомассе фитопланктона (табл. 2). Более высокие ее значения в оз. Эта-

мынк и оз. Камбальное – результат того, что пробы в этих водоемах отбирали только в период максимального развития планктонных водорослей.

### Систематический состав планктонной альгофлоры обследованных озер

Таксономическая изученность разных отделов пресноводных планктонных водорослей в нашей работе неравнозначна. Подробнее представлена систематика диатомовых (Bacillariophyta). Для таксонов диатомовых, переведенных в другие роды согласно системе Ф. Роунда с соавторами (Round et al., 1996), дополнительно даны прежние названия, что делает возможным не сопровождать их иллюстративным материалом. Систематика отделов Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Dinophyta по разным причинам отражена в меньшей степени. Тем не менее мы посчитали необходимым не исключать из общего списка альгофлоры представителей перечисленных отделов, не определенных до вида, чтобы не исказить представление о таксономическом составе планктонных озерных альгоценозов. Общий список видов пелагических планктонных водорослей исследуемых озер с оценкой частоты их встречаемости по шестибалльной шкале представлен в табл. 3. Для некоторых видов, включенных в нее, после валидного названия в скобках приводятся старые названия.

Таблица 3

Таксономический состав пелагического фитопланктона обследованных озер

№ п/п	Таксон	Оз. Паланское	Оз. Азабачье	Оз. Курильское	Оз. Этамынк	Оз. Державина	Оз. Камбальное
	<b>Отдел BACILLARIOPHYTA</b>						
1	<i>Achnanthes calcar</i> Cl.	1	-	-	-	-	-
2	<i>A. lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	1	-	2	-	2	-
3	<i>A. pinnata</i> Hust.	1	-	-	-	-	-
4	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	1	1	2	-	-	-
5	<i>A. ovalis</i> var. <i>gracilis</i> Ehr.	1	-	1	-	-	-
6	<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i> Kütz.	1	-	1	-	-	-
7	<i>A. perpusilla</i> Grun.	-	-	1	-	-	-
8	<i>A. cf. perpusilla</i> Grun.	1	-	-	1	-	-
9	<i>Amphipleura pellicuda</i> Kütz.	1	-	-	-	-	-
10	<i>Asterionella formosa</i> Hass.	1-3	1-6	-	-	-	1-6
11	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Sim.	-	-	-	-	1	-
12	<i>A. subarctica</i> (O.Müll.) Haworth ( <i>Melosira italica</i> subsp. <i>subarctica</i> O. Müll.)	1-5	1-6	6	1-6	4	2-6
13	<i>Campylodiscus noricus</i> Ehr.	1-3	2	-	-	-	-
14	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hust.) Mann & Stickle ( <i>Navicula pseudoscutiformis</i> Hust.)	-	1	-	-	-	-
15	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	2	1	-	1	-	1
16	<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenz.	-	-	1	-	-	-
17	<i>C. cf. kuetzingiana</i> Thw.	-	-	2	-	-	-
18	<i>C. ocellata</i> Pant.	3	-	-	-	-	-
19	<i>C. operculata</i> (Ag.) Kütz.	-	-	1	-	-	-
20	<i>C. pseudostelligera</i> Hust.	-	-	2-6	-	-	-
21	<i>C. tripartita</i> Håkansson	2-5	-	5	-	2	-
22	<i>Cymatopleura elliptica</i> var. <i>nobilis</i> (Hantzsch) Hust.	1	-	-	-	-	-
23	<i>C. solea</i> (Bréb.) W. Sm.	1-3	-	-	-	-	-
24	<i>Cymbella cistula</i> (Hemp.) Grun.	1	-	2	-	-	-
25	<i>C. hebridica</i> (Greg.) Grun.	-	1	2	-	-	-

Продолжение табл. 3

№ п/п	Таксон	Продолжение табл. 3					
		Оз. Паланское	Оз. Азабачье	Оз. Курильское	Оз. Этамынк	Оз. Державина	Оз. Камбальное
26	<i>C. lanceolata</i> (Ehr.)	-	1	-	-	-	-
27	<i>C. ventricosa</i> Kütz.	1	-	1	1	-	-
28	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	-	-	1	-	-	-
29	<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	3	2	-	0-4	-	1
30	<i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	-	-	2	2	2	-
31	<i>D. hiemale</i> var. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grun.	-	-	2	-	-	-
32	<i>D. vulgare</i> Bory	1	-	-	-	-	-
33	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt	-	1	-	-	-	-
34	<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cl.	1-3	-	1	-	-	-
35	<i>D. pseudoovalis</i> Hust.	1	-	-	-	-	-
36	<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	-	1	-	-	-	-
37	<i>E. turgida</i> (Ehr.) Kütz.	-	1	-	-	-	-
38	<i>Eunotia parallela</i> Ehr.	1	-	-	-	-	-
39	<i>E. praerupta</i> Ehr.	1	-	-	-	-	-
40	<i>Eunotia</i> sp.	-	-	-	-	1	-
41	<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	-	2	3	-	-	-
42	<i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> Rabenh.	2	2	-	-	-	-
43	<i>F. crotonensis</i> Kitt.	2	-	3	-	-	2
44	<i>F. intermedia</i> Grun.	-	1	1	1-3	2	1
45	<i>F. mazamaensis</i> (Sover.) L.-B.	-	-	1	1	-	-
46	<i>F. virescens</i> (Куренков, 1972)	-	?	-	-	-	-
47	<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.	-	-	2	-	-	-
48	<i>G. cf. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz.	-	-	1	-	-	-
49	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	1	-	-	-	-	-
50	<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Patr. ( <i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kütz.)	1	-	2	1	-	1
51	<i>Martyana</i> sp.	-	-	-	-	2	-
52	<i>Melosira varians</i> Ag.	-	1	1	-	-	-
53	<i>Meridion circulare</i> Ag.	2	1	2	-	-	-
54	<i>M. circulare</i> var. <i>constricta</i> (Ralfs) V. H.	-	-	2	-	-	-
55	<i>Navicula</i> cf. <i>fossalis</i> Krasske	1	-	1	-	-	-
56	<i>N. cf. radiosa</i> Kütz.	1	-	-	-	-	-
57	<i>Nitzschia</i> cf. <i>acicularis</i> W. Sm.	2	-	-	1	-	-
58	<i>N. acuminata</i> (W. Sm.) Grun.	1	-	-	-	-	-
59	<i>N. amphibia</i> Grun.	-	-	1	-	-	-
60	<i>N. angularis</i> W. Sm.	-	2	-	-	-	-
61	<i>N. angustata</i> f. <i>acuminata</i> A. Mayer	1	-	-	-	-	-
62	<i>N. closterium</i> (Ehr.) W. Sm.	-	2	-	-	-	-
63	<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun.	-	2	-	-	-	-
64	<i>N. fonticola</i> Grun.	-	1	-	-	-	-
65	<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grun.	-	-	1	-	-	-
66	<i>N. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i> (Rabenh.) Grun.	-	1	-	-	-	-
67	<i>N. gracilis</i> Hantzsch	-	1	-	-	-	-
68	<i>N. gracilis</i> var. <i>minor</i> Skabitsch.	-	-	-	-	-	-
69	<i>N. cf. hantzschiana</i> Rabenh.	-	1	-	-	-	-
70	<i>N. cf. holsatica</i> Hust.	1	-	1	-	-	-
71	<i>N. intermedia</i> Hantzsch	-	1	-	-	-	-
72	<i>N. lanceolata</i> W. Sm.	-	-	1	-	-	-

Продолжение табл. 3

№ п/п	Таксон	Продолжение табл. 3					
		Оз. Паланское	Оз. Азабацье	Оз. Курильское	Оз. Этамьнк	Оз. Державина	Оз. Камбальное
73	<i>N. lanceolata</i> var. <i>minor</i> V. H.	-	-	1	-	-	-
74	<i>N. longissima</i> f. <i>parva</i> V. H.	-	1	-	-	-	-
75	<i>N. lorenziana</i> var. <i>incurva</i> Grun.	-	1	-	-	-	-
76	<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	1	-	1	-	-	-
77	<i>N. paleacea</i> Grun.	-	-	-	-	2	-
78	<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	-	1	1	-	-	-
79	<i>N. cf. vermicularis</i> ((Kütz.) Grun.	1	-	-	-	-	-
80	<i>N. vitrea</i> Norm.	-	1	-	-	-	-
81	<i>Pinnularia</i> cf. <i>appendiculata</i> (Ag.) Cl.	-	-	-	1	-	-
82	<i>P. major</i> (Kütz.) Cl.	-	1	-	-	-	-
83	<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) W. Sm.	-	1	-	-	-	-
84	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	-	-	2	-	-	-
85	<i>Placoneis gastrum</i> (Ehr.) Mereschk. ( <i>N. cf. gastrum</i> Ehr.)	1	-	-	-	-	-
86	<i>Pseudostaurosira</i> sp. (Grun.) Will. et Round ( <i>Fragilaria construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehr.) Grun.; <i>F. brevistriata</i> Grun.)	1	1	-	1	-	-
87	<i>Punctastriata</i> sp. Will. et Round ( <i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>lancettula</i> Schum.	-	1	-	-	-	-
88	<i>Punctastriata</i> sp. 1	-	-	-	1	1	1
89	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grun.	2	2	-	-	-	-
90	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll.	1	1	2	-	-	-
91	<i>R. gibberula</i> (Ehr.) O. Müll.	-	-	-	1	-	-
92	<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschk. ( <i>Navicula pupula</i> Kütz.)	1	-	-	-	-	-
93	<i>Sellaphora</i> sp. ( <i>Navicula pupula</i> var. <i>elliptica</i> Hust.)	1	-	-	-	-	-
94	<i>S. seminulum</i> (Grun.) Mann. ( <i>Navicula seminulum</i> Grun.)	1	-	-	-	-	-
95	<i>Stauroneis parvula</i> Grun.	-	-	1	-	-	-
96	<i>Staurosira construens</i> (Ehr.) Will. et Round ( <i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.)	2	1	2	1-3	1-4	1
97	<i>S. elliptica</i> (Schumann) Will. et Round	-	-	-	-	1-3	-
98	<i>Staurosirella</i> sp. (Grun.) Will. et Round ( <i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.; <i>F. leptostauron</i> (Ehr.) Hust.)	2	1	-	1	-	-
99	<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hust.	3	1-3	3-5	6	-	-
100	<i>S. minutulus</i> (Kütz.) Cl. et Möll.	3	1-6	-	5	1-6	1
101	<i>Stephanodiscus</i> sp.	-	-	4	-	-	-
102	<i>Surirella robusta</i> Ehr.	2	1	-	-	-	-
103	<i>S. robusta</i> var. <i>splendida</i> Ehr.	1	-	-	-	-	-
104	<i>Synedra amphycephala</i> Kütz.	-	-	1	-	-	-
105	<i>Synedra</i> cf. <i>actinastroides</i> Lemm.	1-6	-	-	-	-	1-6
106	<i>S. cf. acus</i> Kütz.	-	1	-	1	-	-
107	<i>S. cf. tabulata</i> (Ag.) Kütz.	3	2	4	1-3	-	1
108	<i>S. cf. tenera</i> W. Sm.	-	1-3	4	1	-	-
109	<i>S. cyclopum</i> Brutschy	-	-	-	-	5	-
110	<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	3	3	4	1-2	-	2
111	<i>S. ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> (Ehr.) Grun.	-	1	-	-	-	-
112	<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i> (Kütz.) Grun.	3	3	4	1-2	-	-
113	<i>S. ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kütz.) V. H.	-	1	-	-	-	-
114	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	3	1	1	-	-	3
115	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.	3	-	1	-	-	3
116	<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Smith) Round et Crawford	1	2	-	-	-	2

Окончание табл. 3

№ п/п	Таксон	Оз. Паланское					
		Оз. Азабачье	Оз. Курильское	Оз. Этамынк	Оз. Державина	Оз. Камбальное	
	<b>Отдел CYANOPHYTA</b>						
117	<i>Anabaena cf. planktonica</i> Brun.	-	2	-	-	-	-
118	<i>Aphanothece</i> sp.	2	2	2	-	2	-
119	<i>Coccolopia limnetica</i> Troitzk.	-	-	1	-	-	-
120	<i>Dactylococcopsis</i> sp.	-	2	2	-	-	-
121	<i>Microcystis</i> sp.	-	1-4	1-3	2	-	1
122	<i>Phormidium</i> sp.	-	2	-	1	-	-
123	<i>Synechocystis</i> sp.	-	2	-	-	-	-
	<b>Отдел CHLOROPHYTA</b>						
124	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-	-	4	-	2	-
125	<i>Closterium</i> sp.	-	1	-	-	-	-
126	<i>Crucigenia</i> sp.	2	-	-	-	-	1
127	<i>Microspora</i> sp.	-	-	-	-	5-6	-
128	<i>Oocystis</i> sp.	2	-	3	1	-	-
129	<i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory	-	1	-	-	-	-
130	<i>Pediastrum</i> sp.	1	1	-	-	1	-
131	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	2	-	2	-	-	1
132	<i>Volvox</i> sp.	1	1	-	-	-	-
	<b>Отдел CHRYSOPHYTA</b>						
133	<i>Dinobryon</i> sp.	1-3	-	-	-	2	-
134	<i>Mallomonas</i> sp.	1-3	1	1	-	-	-
	<b>Отдел DINOPHYTA</b>						
135	<i>Ceratium</i> sp.	1-3	-	-	-	-	0-5
136	<i>Gymnodinium</i> sp.	-	-	1	-	-	-

Условные обозначения: частота встречаемости: (-) – не отмечено; (1) – 1-5 клеток/мл; (2) – 6-10 клеток/мл; (3) – 11-50 клеток/мл; (4) – 51-100 клеток/мл; (5) – 101-1000 клеток/мл; (6) – более 1000 клеток/мл; (?) – только литературные данные.

### Озеро Паланское

Первые сведения о фитопланктоне оз. Паланское приводятся в неопубликованной работе Ф.В. Крогиуса (архивные данные). И.И. Куренковым в сетной пробе, отобранной в сентябре в центральной части водоема, отмечено большое количество типично планктонных (*Melosira italica*, *Melosira* sp., *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*) и немного крупных бентосных диатомовых (*Cyatopleura solea*, *Surirella robusta*). Названия водорослей приводятся так, как они даны авторами. Сезонные и межгодовые сукцессии фитопланктонного сообщества оз. Паланское за период с 1990 по 1995 г. описаны в работе Е.В. Лепской с соавторами (1998).

За десятилетний период исследований в пелагическом планктоне оз. Паланское отмечено 66 видовых и внутривидовых таксонов, относящихся к пяти отделам пресноводных водорослей: Bacillariophyta (57), Chlorophyta (5), Cyanophyta (1), Dinophyta (1); Chrysophyta (2), и неидентифицированные представители последнего отдела. Наиболее многочисленны и разнообразны Bacillariophyta. Несмотря на то что фитопланктонное сообщество представлено более шестьюдесятью видами, структурообразующий комплекс формируют девятнадцать таксонов водорослей из трех отделов (табл. 3). Это пятнадцать видов и один подвид диатомовых: пять из класса Coscinodiscophyceae (*Aulacoseira subarctica*, *Cyclotella tripartita*, *C. ocellata*, *Stephanodiscus alpinus*, *S. minutulus*), во-



семь из класса Fragilariophyceae (*Asterionella formosa*, *Diatoma elongatum*, *Synedra* cf. *actinastroides*, *S. ulna*, *S. ulna* var. *danica*, *S. cf. tabulata*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*) и три из класса Bacillariophyceae (Haeckel) (*Diploneis elliptica*, *Campylodiscus noricus*, *Cymatopleura solea*). Частью структурообразующего комплекса являются также два таксона из отдела Chrysophyta (*Mallomonas* sp., *Dinobryon* sp.) и один таксон из отдела Dinophyta (*Ceratium* sp.). Доминантное ядро формируется тремя видами планктонных диатомовых: *Aulacoseira subarctica*, *Cyclotella tripartita*, *Synedra* cf. *actinastroides*. К субдоминантам относятся как облигатные, так и факультативные планктонные водоросли из отделов Bacillariophyta, Chrysophyta и Dinophyta. Часть организмов этой группы отмечается в фитопланктоне в течение всего вегетационного периода и имеет стабильную численность, редко превышающую 100 клеток/мл. Это *Cyclotella ocellata*, *Stephanodiscus alpinus*, *S. minutulus*, *Diatoma elongatum*, *Synedra ulna*, *S. ulna* var. *danica*, *S. cf. tabulata*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* и *Cymatopleura solea*. Иногда наблюдаются кратковременные флуктуации численности *Campylodiscus noricus* и цианобактерий, предположительно *Microcystis* sp.

Как правило, максимальная биомасса отмечается в сентябре–октябре в период наибольшего прогрева пелагиали и поступления биогенов с осенним паводком.

### Озеро Азабачье

Первые сведения о фитопланктоне оз. Азабачье приводит А.А. Еленкин (1914). Им были исследованы пробы, собранные в июле 1909 г. экспедицией Ф.П. Рябушинского. В сводной таблице, где представлены данные о систематическом составе "фитопланктона озер, заливов и рек Усть-Камчатского района", А.А. Еленкин для оз. Азабачье указывает три вида планктонных водорослей, все из отдела Bacillariophyta: "*Fragilaria virescens* Ralfs., *Synedra acus* var. *angustissima* Grun. и *Melosira crenulata* (Ehrbg.) Kütz. (разные формы)" (Еленкин, 1914. С. 38). В гидробиологической сводке по оз. Азабачье И.И. Куренков дополняет список фитопланктона тринадцатью видами диатомовых, шестью видами зеленых и одним видом синезеленых водорослей (Куренков, 1972).

В настоящее время в пелагическом планктоне оз. Азабачье найдено 60 видовых и внутривидовых таксонов, относящихся к 4 отделам: Bacillariophyta (49); Cyanophyta (6); Chlorophyta (4); Chrysophyta (1), а также неидентифицированные представители последнего отдела. Как по количеству видов, так и по численности доминируют диатомовые (табл. 3). В зависимости от температуры и соотношения биогенов в течение вегетационного периода структурообразующими видами могут быть *Aulacoseira subarctica*, *Stephanodiscus minutulus*, *Asterionella formosa*, *Microcystis* sp. Сразу после таяния льда в воде развивается мелкоклеточный *S. minutulus*, по мере истощения запасов минерального фосфора его замещает *A. subarctica*. *A. formosa* как субдоминанта всегда обнаруживается в летний период, но при попадании в озеро пеплов от извержений вулкана Безымянный (Ключевская группа) численность астерионеллы может достигать  $10^4$  клеток/мл (Куренков, 1966, Lepskaya et al., 1994). Микроцистис интенсивно развивается в середине лета в период наибольшего прогрева водной толщи (10,0-9,0°C).

Для сезонного развития фитопланктона характерно два более или менее выраженных пика: весенний – в начале июня и осенний – в сентябре–октябре.

### Озеро Курильское

Таксономический состав планктонной флоры оз. Курильское исследовался в сетных пробах Н.Н. Воронихиным (Воронихин, 1937), Такаши Курохаги (Kurohagi, 1962) и Г.В. Кузьминым (Павельева, Ларионов, 1979). Было показано, что в озерном фитопланктоне преобладали диатомовые, среди которых к доминантным видам, согласно систематическим представлениям того времени, отнесли *Melosira italica*, а к субдоминантным – *Stephanodiscus astraea*, *Cyclotella comta*, *Synedra ulna* var. *ulna* et var. *danica*.

В соответствии с современной классификацией в составе планктонной альгофлоры глубоководной части оз. Курильское определено 59 видовых и внутривидовых таксонов, относящихся к 5 отделам: Bacillariophyta (50); Cyanophyta (4); Chlorophyta (3); Dinophyta

(1); Chrysophyta (1) (табл. 3). К последнему отделу отнесли неидентифицированные до рода водоросли. Наибольшим видовым богатством отличается отдел диатомовых. Ядро планктонного фитоценоза озера формируется пятью видами Bacillariophyta, среди которых доминирует *Aulacoseira subarctica*. Субдоминантными таксонами в зависимости от температуры и содержания в воде общего фосфора являются *Cyclotella tripartita*, *C. pseudostelligera*, *Stephanodiscus alpinus* и мелкоклеточный *Stephanodiscus* sp. (рис. 2), который найден пока только в оз. Курильское (Lepskaya, 2001).

Продуцирование фитопланктонной биомассы в вегетационный период происходит волнообразно и зависит от количества общего фосфора, циркулирующего в системе (Лепская, 2001б). В годы с высоким суммарным поступлением фосфора с нерестующей рыбой наблюдали три пика "цветения" фитопланктона (июнь, август, начало октября). При уменьшении его поступления в озеро отмечали две или одну продукционную волну в течение всего сезона вегетации.

Проведенные нами в 1980-2001 гг. наблюдения показали, что межгодовая динамика средних за вегетационный период значений фитопланктонной биомассы носит волнообразный характер (Лепская, 2001б).

#### Озеро Этамынк

В фитопланктонном сообществе оз. Этамынк обнаружено 26 видовых и внутривидовых таксонов: Bacillariophyta (23); Cyanophyta (2); Chlorophyta (1).

Структурообразующий комплекс в озерном фитопланктоне формируют четыре вида Bacillariophyceae: три из класса Coscinodiscohyceae (*Aulacoseira subarctica*, *Stephanodiscus alpinus*, *S. minutulus*) и один из класса Fragilariophyceae (*Diatoma elongatum*). Экология комплекса *Stephanodiscus* подробно рассмотрена в нашей работе (Lepskaya, 2001).

#### Озеро Державина

В летнем пелагическом фитопланктоне оз. Державина отмечено 19 видовых и внутривидовых таксонов: Bacillariophyta (14), Cyanophyta (1), Chlorophyta (3), Chrysophyta (1). Три таксона отдела Bacillariophyta приводятся с открытой номенклатурой (табл. 3), это *Punctastriata* sp. (рис. 3), *Martyana* sp. (рис. 4) и *Eunotia* sp. (рис. 5). *Aulacoseira italica* (рис. 6), *Synedra cyclopum* (рис. 7 а, б) не отмечены пока более ни в одном из описываемых водоемов.

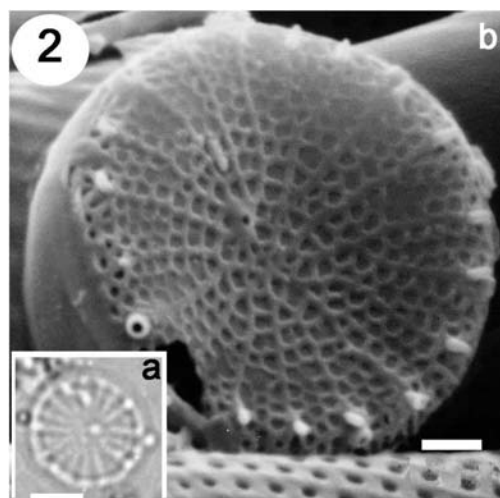


Рис. 2. *Stephanodiscus* sp. из оз. Курильское: а – вид в световой микроскоп (СМ); б – вид в сканирующий электронный микроскоп (СЭМ). Масштабная линейка 1,0 мкм

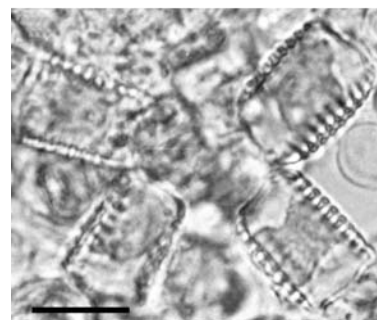


Рис. 3. *Punctastriata* sp., вид в СМ, оз. Державина. Масштабная линейка 10,0 мкм

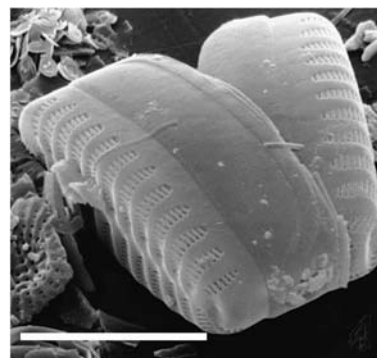


Рис. 4. *Martyana* sp., вид в СЭМ, оз. Державина. Масштабная линейка 10,0 мкм

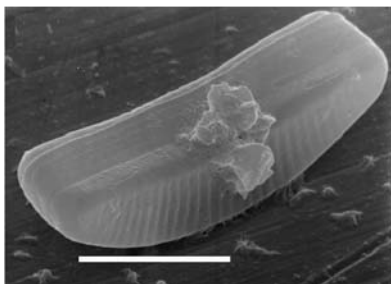


Рис. 5. *Eunotia* sp., вид в СЭМ, оз. Державина. Масштабная линейка 10,0 мкм

Створки *Synedra cyclosum* характеризуются высоким полиморфизмом (рис. 8–13).

В середине июля сразу после освобождения ото льда в поверхностном слое при температуре около 7,0°C в массе развиваются *Stephanodiscus minutulus*, а в слое 0–10 м – *Synedra cyclosum*. Как и в других местах обитания, например в канадских и североамериканских озерах (Gaiser, Bachmann, 1993), *Synedra cyclosum* в это время является типичным эпибионтом и в изобилии встречается прикрепленной к хитиновому покрову рачков *Cyclops scutifer* и *Daphnia pulex*, а также к их яйцам, экзuviaм и детритным хлопьям.

В сетном планктоне в массе встречается *Microspora* sp., смываемая с прибрежных камней, и прикрепленные к ней колониальные диатомовые из рода *Staurosira*.

Структурообразующий планктонный комплекс оз. Державина летом состоит из двух видов Bacillariophyta: один из класса Coscinodiscophyceae – *Stephanodiscus minutulus* и один из класса Fragilariophyceae – *Synedra cyclosum*.

### Озеро Камбальное

В сентябре 1963 г. И.И. Куренков (архивные данные) отметил в оз. Камбальное обильное развитие планктонных диатомовых (*Melosira italica* и *Melosira* sp. sp., *Nitzschia actinastroides* Lemm., *Tabellaria fenestrata*) и динофитовой водоросли *Ceratium* sp.

Летом 1997–1999 гг. в фитопланктоне оз. Камбальное обнаружено 20 видовых и внутривидовых таксонов: Bacillariophyta (16), Cyanophyta (1), Chlorophyta (2), Dinophyta (1) (табл. 3). Наибольшим видовым разнообразием отличается отдел Bacillariophyta, внутри которого максимальным количеством таксонов (12) представлен класс Fragilariophyceae (табл. 4). Структурообразующими в озере являются пять видов диатомовых:

Т а б л и ц а 4

Таксономическая структура пелагической планктонной альгофлоры исследуемых озер (предварительный анализ)

Озеро	N	Bacillariophyta						Cyanophyta			Chlorophyta			Chrysophyta			Dinophyta			
		Σn	Класс	n	%	n <sub>d</sub>	n <sub>s</sub>	Σn	n <sub>d</sub>	n <sub>s</sub>	Σn	n <sub>d</sub>	n <sub>s</sub>	Σn	n <sub>d</sub>	n <sub>s</sub>	Σn	n <sub>d</sub>	n <sub>s</sub>	
Паланское	66	58	Coscinodiscophyceae	6	10	2	3													
			Fragilariophyceae	16	29	1	7	1	0	0	5	0	0	2	0	2	1	0	0	
			Bacillariophyceae	36	61	0	3													
Азабачье	60	49	Coscinodiscophyceae	5	10	2	0													
			Fragilariophyceae	18	37	1	3	6	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Bacillariophyceae	26	53	0	0													
Курильское	59	50	Coscinodiscophyceae	9	18	5	0													
			Fragilariophyceae	17	34	0	6	4	0	1	3	0	2	1	0	0	1	0	0	
			Bacillariophyceae	24	48	0	0													
Этамынк	26	23	Coscinodiscophyceae	3	13	3	0													
			Fragilariophyceae	14	61	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Bacillariophyceae	6	26	0	0													
Державина	19	14	Coscinodiscophyceae	4	28	1	1													
			Fragilariophyceae	7	50	1	2	1	0	0	2	1	0	1	10	0	0	0	0	
			Bacillariophyceae	3	22	0	0													
Камбальное	20	16	Coscinodiscophyceae	3	19	1	0													
			Fragilariophyceae	12	75	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	
			Bacillariophyceae	1	6	0	0													

Условные обозначения: N – общее количество таксонов; Σn – количество таксонов каждого отдела; n – количество таксонов каждого класса диатомовых; n<sub>d</sub> – количество доминантных таксонов с численностью > 101 клетки/мл (оценка 5 и 6); n<sub>s</sub> – количество субдоминантных таксонов с численностью 11–100 клеток/мл (оценка 3 и 4)

четыре из класса Fragilariophyceae (*Asterionella formosa*, *Synedra* cf. *actinastroides*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*) и один вид из класса Coscinodiscophyceae (*Aulacoseira subarctica*). К доминантным можно отнести *Aulacoseira*, *Asterionella* и *Synedra*, *Tabellaria* занимает субдоминантное положение. Максимум развития численности и биомассы фитопланктона отмечается в июле или августе. При этом обычно доминирует представитель одного рода, и тогда численность остальных составляющих структурообразующего комплекса в два и более раз меньше.

#### Сравнительная характеристика пелагических планктонных фитокомплексов озер

В пелагическом фитопланктоне приведенных выше камчатских озер обнаружено 136 видовых и внутривидовых таксонов, из них 39 со знаком открытой номенклатуры. Наиболее многочисленны среди водорослей представители Bacillariophyta, составляющие 84 % от общего числа обнаруженных видов. Водоросли других отделов распределены следующим образом: 7 % – Chlorophyta, 5 % – Cyanophyta и по 2 % приходится на представителей отделов Chrysophyta и Dinophyta.

Видовое разнообразие внутри отдела Bacillariophyta зависит от величины водоема, а степень его выявления – от длительности наблюдений за озерными планктонными альгоценозами. Например, в больших озерах с интенсивным перемешиванием водной массы (Паланское, Азабачье, Курильское), где велся регулярный многолетний мониторинг, значительным видовым разнообразием характеризуется класс Bacillariophyceae: 48-61% от общего числа диатомовых таксонов. Однако представители этого класса встречаются единично и являются заносными. В малых озерах Этамьнк, Державина и Камбальное, напротив, наиболее разнообразны представители класса Fragilariophyceae, которые попадают в планктон с латеральным стоком. Наименьшее число видов характерно для класса Coscinodiscophyceae, представители которого, тем не менее, являются основой комплекса видов-доминантов фитопланктона всех перечисленных выше озер (табл. 4).

Как правило, диатомовые доминируют и по численности, формируя структурообразующий комплекс озерных пелагических планктонных альгоценозов. Это облигатные планктеры из класса Coscinodiscophyceae и факультативные из класса Fragilariophyceae. Соотношение представителей этих классов бывает разным. Например, в озерах Курильское и Этамьнк структурообразующими являются диатомеи класса Coscinodiscophy-

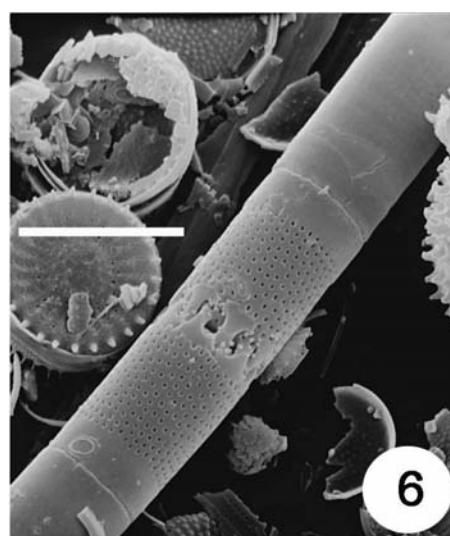


Рис. 6. *Aulacoseira italica*, вид в СЭМ, оз. Державина. Масштабная линейка 10,0 мкм

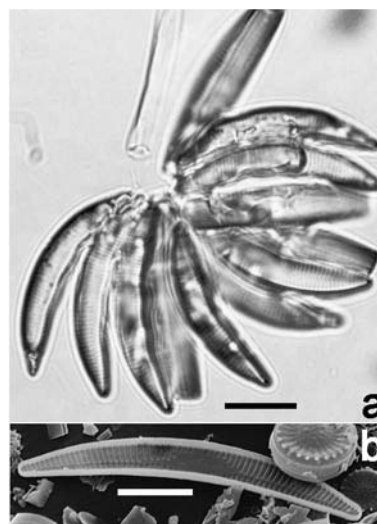


Рис. 7. *Synedra cyclopus* из оз. Державина: а – вид в СМ; б – вид в СЭМ. Масштабная линейка 10,0 мкм

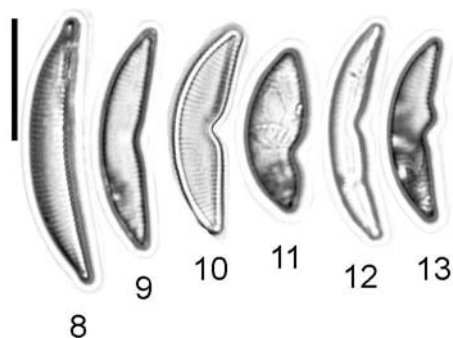


Рис. 8-13. *Synedra cycloptum* из оз. Державина, полиморфизм створки, вид в СМ. Масштабная линейка 10,0 мкм

рильское и Паланское. *Cyclotella pseudostelligera* обнаружена как ко-доминант в оз. Курильское. Но не исключено, что ее распространение гораздо шире, так как обнаружение и определение этого вида крайне затруднено мелкими размерами и требует специальных электронно-микроскопических исследований. Космополитный вид *Asterionella formosa* имеет значительное развитие в озерах с относительно небольшими средними глубинами и хорошо развитой зоной прибрежного мелководья (Паланское, Азабачье, Камбальное). В сравнительно мелководных озерах западного побережья Камчатки (Паланское и Камбальное), водосборы которых покрыты в большой степени тундрой и лугами, в состав доминантного комплекса входят *Synedra* cf. *actinastroides* (Bacillariophyta) и *Ceratium* sp. (Dinophyta). Помимо этого в оз. Паланское может кратковременно доминировать *Campylodiscus noricus*. Особняком среди исследованных озер стоит оз. Державина. В нем наряду с обычным для камчатских озер *Stephanodiscus minutulus* доминирующее ядро формируется эпибионтом *Synedra cycloptum* и попадающей в толщу воды с литоральных валунов *Microspora* sp.

### Выводы

Различия в географическом положении, происхождении и лимнологии озер определяют особенности флоры планктонных альгоценозов.

Степень изученности водоемов влияет на нахождение единичных заносных и редко встречаемых видов и, следовательно, на представление о видовом разнообразии.

Наибольшим видовым разнообразием характеризуется отдел диатомовых (Bacillariophyta).

Структурообразующий комплекс формируется, как правило, диатомовыми из классов Coscinodiscophyceae и Fragilariophyceae. Соотношение таксонов зависит от морфометрических особенностей водоемов.

Независимо от морфометрических и гидрологических характеристик озер и их географического положения в состав доминантного ядра планктонных альгоценозов входят диатомовые из класса Coscinodiscophyceae: *Aulacoseira subarctica* и мелкоклеточный *Stephanodiscus minutulus*.

### Литература

- Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 269 с.  
 Баринаева С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.

- Бугаев В.Ф. Азиатская нерка. М.: Колос, 1995. 464 с.
- Воронихин Н.Н. Фитопланктон Курильского озера // Тр. Тихоокеан. комитета. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. Т. 4. С. 177–188.
- Генкал С.И. К морфологии и систематике *Cyclotella kisselevii* O. Korotk. (*Bacillariophyta*) // Альгология. 1991. Т. 1, № 3. С. 17–23.
- Генкал С.И. Вопросы идентификации крупноклеточных водорослей рода *Stephanodiscus* Ehr. (*Bacillariophyta*) // Альгология. 1993. Т. 3, № 1. С. 13–18.
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезеленые водоросли. М.: Сов. наука, 1953. 652 с.
- Диатомовые водоросли СССР / Ред. З.И. Глезер, И.В. Макарова, А.И. Моисеева, В.А. Николаев. СПб.: Наука, 1992. Т. 2, вып. 2. 125 с.
- Еленкин А.А. Камчатская экспедиция Федора Павловича Рябушинского. Ботанический отдел. Вып. 2. Споровые растения Камчатки: 1) Водоросли, 2) Грибы. 1914. С. 1–402.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомовые водоросли. М.: Сов. наука, 1951. 619 с.
- Коновалова Г.В. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 1998. 300 с.
- Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Меншуткин В.В. Тихоокеанский лосось-нерка в экосистеме озера Дальнего (Камчатка). Л.: Наука, 1987. 196 с.
- Крохин Е.М. Озеро Азабачье (физико-географический очерк) // Изв. ТИНРО. Петропавловск-Камчатский, 1972. Т. 82. С. 3–17.
- Куренков И.И. Гидробиологическая характеристика озера Азабачьего по материалам 1949–1963 гг. // Изв. ТИНРО. Петропавловск-Камчатский, 1972. Т. 82. С. 33–49.
- Лепская Е.В. Особенности биоты двух озер как реакция на поствулканическую деятельность вулкана Дикий Гребень (Южная Камчатка) // Тез. докл. Первой междунаро. науч. конф. "Вулканизм и биосфера". Туапсе, 1998. С. 122.
- Лепская Е.В., Лупкина Е.Г., Миловская Л.В., Сиротенко И.Н., Свириденко В.Д. Фитопланктон оз. Паланское (Камчатка) как показатель состояния его экосистемы // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Сборник научных трудов КоТИНРО. Вып. 4. Петропавловск-Камчатский, 1998. С. 179–181.
- Лепская Е.В., Маслов А.В. Многолетняя динамика фитопланктонного сообщества оз. Курильское (Южная Камчатка) // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Сборник научных трудов КоТИНРО. Вып. 4. Петропавловск-Камчатский, 1998. С. 182–188.
- Лепская Е.В., Рассел Ч. Доминантная флора лососевых озер юга Камчатки (Россия) // Альгология. 1999. Т. 9, № 2. С. 73.
- Лепская Е.В. Фитопланктон оз. Азабачье и его роль в питании массовых видов зоопланктона // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. 2000. Вып. 5. С. 152–160.
- Лепская Е.В. Разнообразие факультативных планктонных диатомовых семейства *Fragilariophyceae* Greville в озерах Камчатки и острова Беринга // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы II науч. конф. 9–10 апреля 2001 г. Петропавловск-Камчатский: Камшат, 2001а. С. 56–57.
- Лепская Е. В. Фитопланктон неркового нерестово-нагульного озера Курильское (Южная Камчатка) // Тез. докл. VIII Съезда Гидробиол. о-ва РАН. Калининград, 16–23 сентября 2001 г. Калининград, 2001б. С. 186.
- Матвиенко А.М. Золотистые водоросли. М.: Сов. наука, 1954. 188 с.
- Николаев А.С., Николаева Е.Т. Некоторые аспекты лимнологической классификации нерковых озер Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский, 1991. Вып. 1, ч. 1. С. 3–17.
- Николаев А.С. Озеро Паланское (лимнологический очерк) // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский, 1993. Вып. 2. С. 3–20.
- Остроумов А.Г. Нерестовые озера Камчатки // Вопр. географии Камчатки. 1985. Вып. 9. С. 47–56.
- Павельева Е.Б., Ларионов Ю.В. Пролуцирование органического вещества в оз. Курильском // Журн. общ. биологии. 1979. Т. 40, № 5. С. 689–697.
- Саматов А.Д. Видовая структура зоопланктонного сообщества Авачинской губы // Проблемы гидробиологии на рубеже веков: Тез. докл. междунаро. конф. 2000. СПб.: ЗИН РАН-РГО, 2000. С. 161–162.

- Сорокин Ю.И., Павельева Е.Б. К количественной характеристике экосистемы пелагиали озера Дальнего на Камчатке // Тр. ИБВВ АН СССР. 1972. Вып. 23 (26). С. 24–38.
- Canter-Lund H., Lund J. W.G. *Freshwater Algae*. Bristol: Biopress Limited, 1998. 360 p.
- Dillard G.E. *Common Freshwater Algae of the United States*. 1999. 173 p.
- Gaiser E.E., Bachmann R.W. The ecology and taxonomy of epizoic diatoms on Cladocera // *Limnol. Oceanogr.* 1993. 38(3). P. 628–637.
- Genkal S.I. Large-celled, undulate species of the genus *Stephanodiscus* Ehr. in USSR reservoirs: morphology, ecology and distribution // *Diatom Research*. 1993. V. 8, N 1. P. 45–64.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae 3* // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena; Stuttgart; New York: Gustav Fischer, 1991. Bd 2/3. S. 576.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae 1* // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm: Gustav Fischer, 1997. Bd 2/1. S. 876.
- Kurenkov I.I. The Influence of Volcanic Ashfall on Biological Processes in the Lake // *Limnology and oceanography*. 1966. V. 11, N 3. P. 426–429.
- Kurohagi T. A Note of the Plankton of Kurilskoe Lake, southern Kamchatka Peninsula, collected in early August 1961 // *Sci. Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery*. 1962. N 17. P. 99–105.
- Lepskaya E.V., Bazarkina L.A., Lupikina E.G. The impact of pyroclastics upon flora and fauna of some lakes (Kamchatka peninsula and Kunashir island, Kuriles) // *Int. Volkanological Congress*. Ankara, 1994.
- Lepskaya E.V. Common *Stephanodiscus* Ehr. species in salmon Kamchatka Lakes. In *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Diatom Symposium* / Eds A. Economou-Amilli. Athens: University of Athens, 2001. P. 333–346.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. *The Diatoms*. Cambridge: University Press, 1996. 747 p.