

# **СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

Доклады III научной конференции  
26-27 ноября 2002 г.

---

## **ФИТОПЛАНКТОН ТОЛМАЧЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ**

### ***PHYTOPLANKTON OF TOLMACHEVA RESERVOIR IN THE INITIAL STAGE OF ITS EXISTENCE***

**Е.В.Лепская**

**Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
(КамчатНИРО),  
Петропавловск-Камчатский**

Озеро Толмачева, преобразованное в 1999 г. в Толмачевское водохранилище в результате строительства Толмачевской ГЭС, расположено на юге полуострова в межгорной депрессии – Толмачевском доле (рис. 1).

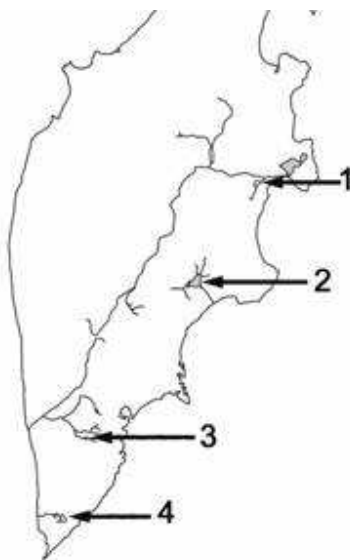


Рис. 1. Схема расположения оз. Толмачева относительно других известных озер Камчатского полуострова: 1 – оз. Азабачье; 2 – оз. Кроноцкое; 3 – оз. Толмачева; 4 – оз. Курильское

Рекогносцировочное обследование озера, проведенное в 1966 г. сотрудниками Камчатского отделения ТИНРО И.И. Куренковым, Б.П. Кожевниковым и А.Г. Остроумовым, показало, что по морфометрическим показателям (средняя глубина 7,9 м; максимальная глубина 26,0 м; площадь 11,2 км<sup>2</sup>) его можно отнести к крупным водоемам Камчатского полуострова. Однако главным результатом проведенных исследований явился вывод о том, что в озерной экосистеме отсутствует рыбное население. Этот факт, а также видовой состав планктонных ракообразных, их биомасса (0,3 г/м<sup>3</sup>) и значительная биомасса бентических организмов (67,0 г/м<sup>2</sup>) позволили рекомендовать оз. Толмачева в качестве водоема для вселения жилой формы нерки – кокани (Крохин, Куренков, 1967). Эксперимент был начат С.И. Куренковым и А.Г. Остроумовым в 1985 г. вселением 90 шт. производителей кокани из оз. Кроноцкое и продолжен в 1988 г. дополнительным запуском 800 шт. сеголетков из оз. Карымское (Куренков, 1993).

Наши исследования планктонных альгоценозов нерковых нерестово-нагульных озер Камчатки позволяют охарактеризовать эти системы как высокоспециализированные. Это означает, что в фитопланктонном сообществе доминантное ядро формируется, чаще всего, одним или несколькими видами диатомовых (иногда и на короткое время – цианобактериями) (Лепская Маслов, 1998; Лепская, Рассел, 1999; Лепская, 2000; Lepskaya, 2001). Видовое разнообразие в таких озерах, как правило, невелико. В многолетнем аспекте часто наблюдаются периоды, когда фитопланктонное сообщество переходит в монодоминантное состояние и характеризуется высокими значениями индекса доминирования. Среди комплекса факторов, инициирующих это явление, можно выделить температуру и содержание общего фосфора, как, например, в системе оз. Курильское (Лепская, 2002) и влияние пеплопадов, нередких в районе оз. Азабачье (Lepskaya et al., 1994).

Диатомовые водоросли из состава доминирующего комплекса с высокой степенью избирательности потребляются планктонными ракообразными и таким образом являются основой кормовой базы зоопланктонного сообщества (Лепская 1998, Лепская 2000).

Строительство Толмачевской ГЭС в истоке реки Толмачева привело к изменению озерной морфометрии и, следовательно, термического режима и биогенной нагрузки водоема (Базаркина, 2001; Уколова, 2001). Цель настоящей работы - анализ зарегулирования стока на флористическую и ценотическую структуру планктонного фитокомплекса Толмачевского водохранилища.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Таксономический состав планктонного альгоценоза определяли в батометрических пробах, отобранных в глубоководной части озера в слое 0-30 м с различной частотой. При систематизации фитосообщества использовали деление водорослей по отделам, принятое в серии отечественных определителей (Определитель пресноводных водорослей СССР, 1951, 1953, 1954). В таксономической характеристике отдела диатомовых (Bacillariophyta) классификация до рода была проведена по системе Ф. Роунда и др. (Round, Crawford, Mann, 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); Атлас диатомовых Британии (ed. by Sims, 1996); Определитель пресноводных водорослей США (Dillard, 1999). Синезеленые водоросли систематизировали по Голлербах, Косинской, Полянскому (1953), золотистые водоросли – по Матвиенко (1954).

Численность каждого таксона подсчитывали в 50 мл пробы воды с натуральной концентрацией планктонов, осажденной на мембранные фильтры “Millipore” с диаметром пор 0,8 мкм, которые окрашивали карболовым раствором эритрозина (Сорокин, Павельева, 1972).

Эколого-географическая характеристика отдельных видов частично заимствована из сводки “Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища” (1999), частично - из вышеперечисленных определителей и отредактирована согласно собственным наблюдениям.

Для репрезентативного сравнения по градиенту времени рассчитывали средневзвешенную численность планктонных водорослей различных таксонов для слоя 0-30 м.

Индекс видового богатства ( $d$ ) рассчитывали по формуле:

$d = (S-1) / \lg N$ , где  $S$  – число видов,  $N$  – число особей

Индекс Симпсона ( $c$ ) рассчитывали по формуле:

$$c = \sum (n_i / N)^2;$$

Индекс разнообразия находили как разность между единицей и индексом Симпсона (Одум, 1986).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Преобразование оз. Толмачева в Толмачевское водохранилище кардинальным образом изменило морфометрические характеристики водоема (рис. 2).

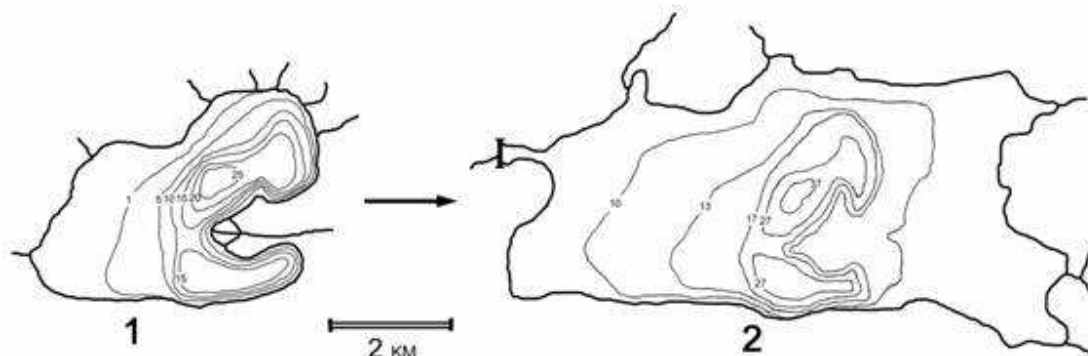


Рис. 2. Карта-схема оз. Толмачева (1) и Толмачевского водохранилища (2)

Площадь водного зеркала увеличилась до 40 км<sup>2</sup>, максимальная глубина до 38 м. Наряду с этим значительно расширилась площадь мелководья с глубинами, не превышающими 10 м, что привело к заметному повышению температуры воды в безледный период (Базаркина, 2001).

В водохранилищах уже в начальной стадии их образования стартовые условия формирования биоценозов определяются внешними воздействиями. Но в отличие, например, от водохранилищ европейской части России, где под внешними воздействиями подразумевается антропогенное загрязнение, формирование ценоза Толмачевского водохранилища происходит в природной среде. Тем не менее, дополнительное поступление биогенов и аллохтонного органического вещества с затопленной площади и увеличившегося водосбора должно тем или иным образом отразиться на структурных и количественных характеристиках первичного трофического звена экосистемы – фитопланктона.

**Флористическая характеристика.** Первое и последующие исследования планктонных проб, собранных малой сетью Джеди, показали, что в планктонном альгоценозе оз. Толмачева доминируют диатомовые из родов *Aulacoseira*, *Asterionella*, *Tabellaria*, *Diatoma*, *Synedra*. Очень редко наблюдали массовое развитие цианобактерий рода *Anabaena* (Базаркина, 2001). Однако данные, полученные этим методом, не дают полного представления о планктонной флоре, т.к. исследователями зачастую учитываются только массовые и относительно крупные одиночные и колониальные формы водорослей. Изучение батометрических проб пополнило список планктонных водорослей озера и водохранилища (табл. 1).

С 1999 г. в планктоне Толмачевского водохранилища обнаружено 39 таксонов, которые относятся к шести отделам: Bacillariophyta (диатомовые); Cyanophyta (синезеленые или цианобактерии); Chlorophyta (зеленые); Chrysophyta (золотистые), Pyrrophyta (пиррифитовые) и Haptophyta (гаптофитовые). Из них со знаком открытой номенклатуры приведены 24 таксона, среди которых 20 определены до рода и 4 идентифицированы в рамках отдела. Наиболее полно проработана систематика диатомовых. Неудовлетворительное систематическое описание представителей других отделов связано, прежде всего, с отсутствием определителей и атласов **пресноводных** водорослей, разработанных для Камчатского полуострова, изобилующего эндемичными видами. Кроме ранее отмеченных в планктоне водорослей были также найдены виды родов *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Staurosira*, *Stephanodiscus*, *Urosolenia* (диатомовые), *Microcystis*, *Synechocystis*, *Synechococcus* (цианобактерии), *Ankistrodesmus*, *Chlorococcum*, *Crucigenia*, *Oocystis*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Tetrastrum*, *Ulothrix*, (зеленые), *Dinobryon*, *Mallomonas* (золотистые).

Таблица 1. Видовой состав, эколого-географическая характеристика и численность (клеток/мл) планктонных водорослей оз. Толмачева (1999 г.) и Толмачевского водохранилища (2000-2001 гг.)

Таксон	Эколого-географическая характеристика	Численность		
	Местообитание	Год		
Bacillariophyta	Распространение	1999	2000	2001
	Галобность			
	Отношение к pH			
	Сапробность			
<i>Aulacoseira subarctica</i> (O. Müll.) Haworth	П, С-а, И, Ал, -	8651	126	129
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	П, К, И, Ал, о-β	208	2512	88
<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hust.	П, К, И, Ин, β(α)	0	0	3
<i>C. tripartita</i> Håkansson	П, Б, -, -, -	156	1	8
<i>C. spp.</i>	-	0	12	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	П, К, Гл, Ал, о-β	61	0	3
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	П, Б, И, Ал, α	0	1	0
<i>N. cf. filiformis</i> (W. Sm.) Hust.	-, Б, Гл, -, -, -	0	0	1
<i>Staurosira elliptica</i> (Schum.) Williams et Round	Л-П, К, И, Ал, о-β	33	0	0
<i>Stephanodiscus spp.</i>	-	8	0	1
<i>Synedra acus</i> Kütz.	П, К, И, Ал, о-β	0	42	0
<i>S. cf. actinastroides</i> Lemm.	П, К, И, -, -, -	24	0	0
<i>S. cf. delicatissima</i> (W. Sm.) Lange Bertalot	П, К, Гл, -, -, о-β	4	0	0
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	П, К, И, Ин, β	8	0	0
<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i> (Kütz.) Grun.	П, К, И, Ал, β	2	0	0
<i>S. vaucheriae</i> Kütz.	Л, К, -, -, -, β	0	0	1
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	П, К, И, Ин, о-β(β)	6	0	1
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	П, С-а, И, Ац, χ-о(β)	74	28	4
<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L. Sm.) Round & Crawford (аукоспоры)	П, К, И, Ин, β	0	0	2
Cyanophyta				
<i>Anabaena cf. flos-aqua</i> (Lyngb.) Bréb.	П, К, И, -, β	124	0	12
<i>Microcystis spp.</i>	-	0	295	0
<i>Synechocystis cf. aquatilis</i> Sauv.	П, -, Гл, -, β	32	0	336
<i>Synechococcus spp.</i>	-	22	1660	187
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus spp.</i>	-	4	0	26
<i>Chlorococcum spp.</i>	-	0	584	0
<i>Crucigenia spp.</i>	-	0	91	44
<i>Oocystis spp.</i>	-	4	0	0
<i>Pediastrum spp.</i>	-	0	893	1
<i>Scenedesmus spp.</i> 1	-	0	183	0
<i>S. spp.</i> 2	-	0	591	0
<i>Sphaerocystis spp.</i>	-	0	1456	0
<i>Tetrastrum spp.</i>	-	0	7	0

Ulotrix spp.	-	0	267	0
Genus sp. sp.	-	0	900	0
Chrisophyta				
Dinobrion spp.	-	0	0	25
Mallomonas spp.	-	0	0	45
Genus sp. sp.	-	0	7	74
Dinophyta				
Genus sp. sp.	-	2	0	0
Haptophyta				
Genus sp. sp.	-	0	0	8

Условные обозначения. Местообитание: П – планктон, Л – литораль; распространение: К – космополит, Б – бореальный, С-а – северо-альпийский; галообность: И – индифферент, Гл – галофил; отношение к pH: Ин – индифферент, Ал – алкалофил, Ац – ацидофил; сапробность: о – олигосапробный, β – βмезосапробный, α – αмезосапробный, χ – ксеносапробный, (-) – нет данных

Среди известных таксонов преобладают облигатные и факультативные планктонные организмы широкого распространения, или свойственные бореальной холодноводной зоне. По отношению к солености большинство видов индифферентны или являются слабыми галофилами, предпочитающими нейтральные или слабощелочные воды олиго-мезотрофных водоемов (табл. 1).

**Видовое богатство и видовое разнообразие.** Прежде чем перейти к характеристике этих параметров определимся с их значениями. Видовое богатство характеризуется общим числом видов независимо от их количественных показателей. При описании видового разнообразия обязательно учитывается значимость вида.

Несмотря на то, что заполнение Толмачевского водохранилища началось в 1997 г., предполагается, что до завершения этого процесса в сентябре 1999 г. фитопланктонное сообщество сохраняло облик, свойственный озерной системе. Последующие два года (2000-2001) планктонный альгоценоз функционировал в условиях сформированного водохранилища.

В озерном планктоне наибольшим видовым богатством характеризовались диатомовые (табл. 2).

Таблица 2. Количество таксонов, определенных в фитопланктонном сообществе оз. Толмачева (1999 г.) и Толмачевского водохранилища (2000-20001 гг.)

Отдел	Год		
	1999	2000	2001
Bacillariophyta	12	7	11
Chlorophyta	2	11	3
Chrisophyta	0	7	3
Cyanophyta	3	2	3
Dinophyta	1	0	0

Haptophyta	0	0	1
Всего видов	18	27	21

В первый год существования водохранилища по количеству видов доминировали зеленые водоросли. Увеличилось число видов цианобактерий. Количество таксонов диатомовых снизилось. В 2001 г. диатомовые вновь занимают лидирующее положение по видовому богатству. Общее число видов, характеризующее видовое богатство водоема, с созданием водохранилища несколько увеличилось (табл. 2).

Видовое разнообразие, учитывающее значимость каждого вида в системе, характеризуется несколькими индексами, среди которых были выбраны индекс видового богатства, индекс Симпсона и индекс разнообразия. Индекс видового богатства учитывает в равной степени количество видов и их значимость, средние его значения свидетельствуют о примерно равнозначном вкладе видов в формирование сообщества и характерны для более или менее выровненных сообществ. Высокие значения индекса видового богатства проявляются либо в монодоминантных сообществах, либо в сообществах с относительно большим количеством видов, но имеющих одинаково малую значимость. Индекс Симпсона характеризует уровень доминирования в системе. Под значимостью вида в данном случае понимается его численность в единице объема.

Из значений численности различных планктонных водорослей следует, что вклад их в ценотическую структуру фитопланктонного сообщества неравнозначен (табл. 1). В озере, как по количеству видов, так и по абсолютной численности, доминировали диатомовые. Фитопланктон являл собой монодоминантную систему, в которой массовым видом была *Aulacoseira subarctica*. Несмотря на высокий индекс Симпсона (0,84) и незначительную величину индекса разнообразия (0,16), индекс видового богатства в озерном фитопланктонном сообществе был довольно высоким (0,68) за счет огромной численности одного вида. В водохранилище индекс Симпсона уменьшился почти в шесть раз (0,15 – 2000 г., 1,18 – 2001 г.). Соответственно, резко увеличился индекс разнообразия – 0,85 и 0,82, соответственно. Индекс видового богатства в первый год существования водохранилища самый низкий за рассматриваемый период (0,47). При этом в 2000 г. отмечено наибольшее число видов в фитопланктоне (табл. 2), третья часть которых имела значительную численность (табл. 1). Наибольшей величины индекс видового богатства (0,93) достиг в 2001 г., когда число видов осталось на уровне 2000 г., а значимость их оказалась невелика.

Таким образом, антропогенное преобразование экосистемы оз. Толмачева в Толмачевское водохранилище привело к увеличению видового богатства и видового разнообразия. Является ли это положительным фактором с точки зрения дальнейшего использования водоема как нерестово-нагульного для жилой формы нерки, кокани? Для ответа на этот вопрос рассмотрим **многолетние сукцессии** в фитопланктонном сообществе и определимся со значением планктонных водорослей в обеспечении устойчивыми кормовыми ресурсами зоопланктонного сообщества.

По количеству видов в оз. Толмачева до и после его преобразования в водохранилище выделяется отдел диатомовых. Однако его численное доминирование наблюдали только в озерной системе и в начале формирования фитопланктонного сообщества водохранилища в первой половине 2000 г. (рис. 3). Образование водохранилища привело к изменению видовой структуры фитопланктона.

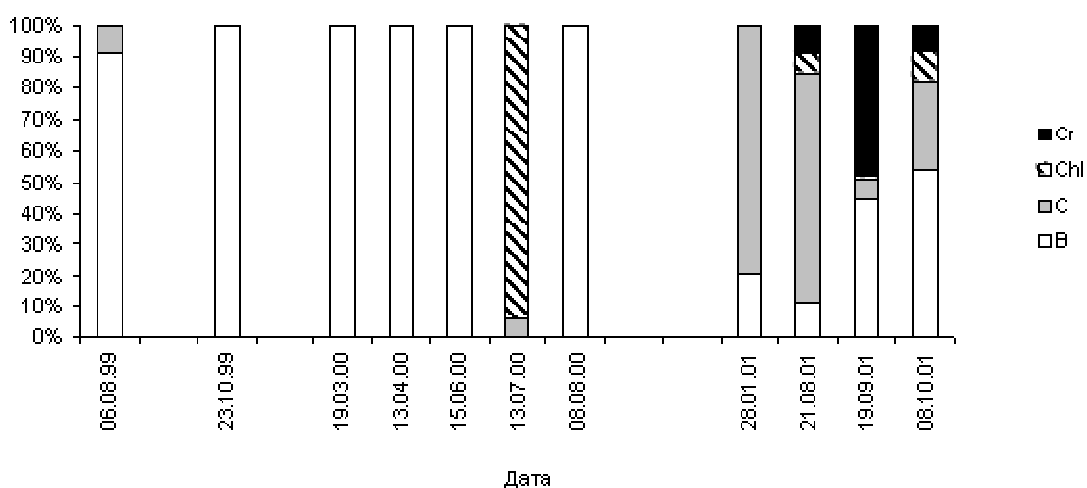


Рис. 3. Относительная численность водорослей отделов, доминирующих в планктоне Толмачевского водохранилища в 1999-2001 гг. Условные обозначения: Cr – золотистые; Chl – зеленые; C – цианобактерии; B – диатомовые

В озере в летнее время обычно доминировала *Aulacoseira subarctica*. В водохранилище в первый год существования аулякозеира уступила место *Asterionella formosa*. В июле 2000 г. наблюдали кратковременное и обильное «цветение» зеленых водорослей (13900 клеток/мл), которые практически вытеснили из альгоценоза другие группы. Кардинальная же структурная перестройка фитоценоза произошла на второй год существования водохранилища (рис. 3). Диатомовые перестали быть доминирующей группой, им на смену пришли цианобактерии и золотистые водоросли. Среди немногочисленных диатомей чаще всего отмечали астерионеллу. Несколько видов цианобактерий, относящиеся к классу Chroococceae (два из рода *Microcystis*, один из рода *Synechocystis* и один из рода *Aphanothece*) в массе развивались в январе, конце августа и в заметном количестве в октябре (1200, 850, 200 клеток/мл, соответственно). Осенью происходило интенсивное цветение *Mallomonas* sp., которое началось в конце августа и закончилось в октябре.

Результаты современных исследований питания ракообразных говорят о высокой степени избирательности последних при использовании растительных кормовых ресурсов. Как в озере, так и в водохранилище, в зоопланктоне доминировала копепода *Cyclops scutifer*. Наиболее предпочитаемыми видами для этих ракообразных являются диатомовые и зеленые водоросли (Монаков и др., 1972; Монаков, 1998), размеры которых не должны превышать 60 мкм (Крючкова, 1989).



Эти выводы подтверждаются и нашими данными по питанию циклопа в озерах Курильское и Азабачье (Лепская, 1998; Лепская, 2000). Вопрос о питании планктонных рачков синезелеными водорослями до сих пор однозначно не решен. Однако последними работами показана высокая вероятность деградации зоопланктонных сообществ при длительном питании цианобактериями, например, рода *Microcystis* (Demott, 1999), которые при относительно невысоких концентрациях общего фосфора, растворенного в воде и низком соотношении минеральный азот/минеральный фосфор продуцируют сильнодействующий нейротоксин микроцистин (Kotak et al., 2000).

По нашим данным копеподы оз. Саранное (о. Беринга) в период одновременного массового развития аулякозеиры (диатомовые) и анабены (цианобактерии) избирательно питаются диатомовыми.

Таким образом, в озере (1999 г.), несмотря на небольшое видовое богатство, фитопланктон, в котором доминировала аулякозеира, обеспечивал полноценным кормом зоопланктонное сообщество. В водохранилище в первый год (2000 г.) произошло увеличение разнообразия в фитопланктонном сообществе за счет обильного появления новых видов зеленых водорослей и интенсивного развития цианобактерий. В диатомовом комплексе доминирующее положение заняла астерионелла, используемая рачками в меньшей степени. В опытах по исследованию усвояемости копеподами растительных кормов показано, что при потреблении акантодиаптомусом зеленой водоросли рода *Scenedesmus* индекс усвоения был на среднем уровне и чуть меньше, чем при потреблении диатомеи *Stephanodiscus* (Монаков, 1998). Таким образом, в 2000 г. кормовые условия зоопланктона можно оценить как удовлетворительные. В 2001 г. при доминировании синезеленых водорослей зоопланктонное сообщество развивалось в крайне неблагоприятных условиях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преобразование оз. Толмачева в Толмачевское водохранилище существенно изменило облик фитопланктонного сообщества водоема, что выразилось в уменьшении видового разнообразия диатомовых и увеличении в первый год значимости зеленых, а во второй – золотистых водорослей и цианобактерий. Частая смена фитопланктонной доминанты на уровне отделов и значительный размах в численности отдельных фитопланктеров свидетельствуют о несбалансированности видовой структуры фитопланктона на начальном этапе формирования собственного фитопланктонного сообщества водохранилища.

Несмотря на увеличение видового разнообразия планктонного альгоценоза водохранилища, виды, формировавшие в озере кормовую базу зоопланктонного сообщества, утратили доминирующее положение.

Учитывая вышесказанное, следует полагать, что стабилизация гидрохимического режима, связанная с минерализацией органического вещества, смытого с затопленной площади, должна привести к более устойчивой структуре фитопланктона с преобладанием диатомовых и зеленых водорослей. Однако изменившийся в сторону увеличения температуры воды в безледный период

термический режим обусловит появление большего количества относительно теплолюбивых таксонов и их преимущественное развитие.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базаркина Л.А. 2001. Изменения в зоопланктоценозе озера Толмачева в связи со строительством ГЭС // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. II науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 9-10 апреля 2001 г.). Петропавловск-Камчатский: Камшат. С.149-151.

Глезер З.И., Макарова И.В., Моисеева А.И., Николаев В.А. 1992. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т.II. Вып.2. СПб.: Наука. 95 с.

Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. М.: Советская наука. 652 с.

Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука. 619 с.

Крохин Е.М., Куренков И.И. 1967. Толмачевское озеро (результаты рекогносцировки). Архив КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский. 29 с.

Крючкова Н.М. 1989. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона. М.: Наука. 124 с.

Куренков С.И. 1993. Результаты интродукции кокани в озерах Камчатки. №Гос. регистрации 1880073029. Архив КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский. 28 с.

Лепская Е.В. 1998. Попытка частичной реконструкции диатомовой составляющей фитопланктона оз. Курильское (Южная Камчатка) по результатам изучения питания *Cyclops scutifer* Sars. // Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее: Тез. докл. регион. науч. конф. (Магадан, 31 марта-2 апреля 1998 г.). Магадан. С.12.

Лепская Е.В. 2000. Фитопланктон оз. Азабачье и его роль в питании массовых видов зоопланктона // Исслед. биологии и динамики числен. пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. КамчатНИРО. Вып.V. С.152-160.

Лепская Е.В. 2002. Особенности фито- и микропланктонного сообщества озера Курильское во второй половине 90-х гг. XX века // Исслед. биологии и динамики числен. пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. КамчатНИРО. Вып.VI. С.55-66.

Лепская Е.В. Маслов А.В. 1998. Многолетняя динамика фитопланктонного сообщества оз. Курильское (Южная Камчатка). // Исслед. биологии и динамики числен. пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. КамчатНИРО. Вып.IV. С.182-188.

Лепская Е.В., Рассел Чарльз. 1999. Доминантная флора лососевых озер юга Камчатки (Россия) // Тез. докл. II Международн. конф. «Актуальные проблемы современной альгологии» (Киев, май 1999 г.). Альгология. Т.9. №2. С.73.

Матвиенко А.М. 1954. Золотистые водоросли. М.: Советская наука. 188 с.

Монаков А.В., Носова И.А., Сорокин Ю.И. 1972. О питании *Cyclops scutifer*. // Тр. ИБВВ АН СССР. Вып.13 (16). С.27-31.

Одум Ю. 1986. Экология. М.: Мир. Т.2. 376 с.

Сорокин Ю.И., Павельева Е.Б. 1972. К количественной характеристике экосистемы пелагиали озера Дальнего на Камчатке // Тр. ИБВВ АН СССР. Вып.23 (26). С.24-38.

Уколова Т.К. 2001. Особенности химического состава воды нерковых нерестово-вырастных озер Камчатки и о. Беринга // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. II науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 9-10 апреля 2001 г.). Петропавловск-Камчатский: Камшат. С.164-165.

Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища. Ред. Паутова В.Н., Розенберг Г.С. Тольятти. 1999. 262 с.

An Atlas of British Diatoms. 1996. Ed. by Sims. Biopress Limited. 600 p.

Canter-Lund H., Lund John W.G. 1998. Freshwater Algae. Biopress Limited. 360 p.

Demott William R. 1999. Foraging strategies and growth inhibition in five daphnids feeding on mixtures of a toxic cyanobacterium and a green algae // Freshwater Biol. 42. №2. P.263-274.

Dillard G.E. 1999. Common Freshwater Algae of the United States. Berlin, Stuttgart: Cramer in der Gebr.-Borntraeger-Verl.-Buchh. 173 p.

Kotak B.G., Lam A. K.-Y., Prepas E.E., Hrudey S.E. 2000. Role of chemical and physical variables in regulating microcystin-LM concentration in phytoplankton of eutrophic lakes // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol.57. №8. P.1584-1593.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. Bacillariophyceae 3 // Süßwasserflora von Mitteleuropa/ Band 2/3. 576 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1997. Bacillariophyceae 1 // Süßwasserflora von Mitteleuropa/ Band 2/1. 876 p.

Lepskaya E.V. 2001. Common *Stephanodiscus* Ehr. species in salmon Kamchatka Lakes // Proceedings of the 16th International Diatom Symposium (A. Economou - Amilli, ed.). University of Athens. Greece. P.333-346.

Lepskaya E.V., Bazarkina L.A., Lupikina E.G. 1994. The impact of pyroclastics upon flora and fauna of some lakes (Kamchatca Peninsula and Kunashir Island, Kuriles) // Abstracts of International Volcanological Congress (Ankara, 12-16 September, 1994).

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. 1996. The Diatoms. Cambridge University Press. 747 p.