

Мелкоклеточные центрические диатомеи в доминантном комплексе осеннего фитопланктона Телецкого озера (Алтай, Россия)

Small-celled centric diatoms in dominant complex of Lake Teletskoye autumn phytoplankton (Altai, Russia)

Митрофанова Е. Ю.

Mitrofanova E. Yu.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия, emit@iwep.ru

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

Реферат. В работе представлены результаты исследования мелкоклеточных центрических диатомей в доминантном комплексе фитопланктона Телецкого озера на трех участках его акватории – Кыгинский залив, литораль (начало озера), Яйлю, пелагиаль (середина, на стыке широтной и меридиональной частей водоема) и Артыбаш, пелагиаль (окончание водоема перед истоком р. Бии) – в октябре 2018 г. Выявлено, что среди четырех видов-доминантов преобладала *Cyclotella delicatula* Genkal, составляя от 85 до 94 % от общей численности доминантов на разных участках. По размерным характеристикам большую долю в численности имели клетки *C. delicatula* со средними размерами – 4,00–4,99 мкм.

Ключевые слова. Доминантный комплекс, мелкоклеточные центрические диатомеи, Телецкое озеро, *Cyclotella delicatula*.

Summary. The results of small-celled centric diatoms study (October 2018) in the dominant complex of Lake Teletskoye phytoplankton in its three parts, i.e. the Kyginsky Gulf, littoral (the lake's beginning), Yailu, pelagic (mid, at the junction of latitude and meridian parts of the reservoir) and Artybash, pelagic (the lake's end before the source of Biya River) were presented. It was revealed that *Cyclotella delicatula* Genkal prevailed among four dominant species, making up 85–94% of the total number of dominants in different parts. In terms of dimensional characteristics, cells of *C. delicatula* with average size of 4.00–4.99 μm had a large ratio.

Key words. *Cyclotella delicatula*, dominant complex, small-celled centric diatoms, Teletskoye Lake.

Для оценки состояния доминантного комплекса фитопланктона Телецкого озера в октябре 2018 г. исследованы кремнийсодержащие водоросли в поверхностном слое на трех участках акватории водоема – Кыгинский залив, литораль (начало озера), Яйлю, пелагиаль (середина, на стыке широтной и меридиональной частей водоема) и Артыбаш, пелагиаль (окончание водоема перед истоком р. Бии). По результатам предыдущих исследований известно, что диатомовые являются преобладающей по численности группой в фитопланктоне озера в осенний период.

Пробы были отобраны с поверхности путем зачерпывания, профильтрованы (объем 10–50 мл) на лавсановые фильтры Millipore диаметром 10 мм с порами около 0,7 мкм, промыты 70 %-ным этиловым спиртом, высушены, наклеены на «столики» для электронного микроскопирования, напылены Au-Pd смесью, просмотрены, подсчитаны и измерены на СЭМ Hitachi S-3400N. Подсчет доминантов фитопланктона – мелкогабаритных центрических водорослей с диаметром панциря до 6 мкм – произведен с идентификацией до вида, что невозможно сделать в световом микроскопе. Кроме того, такая методика позволяет выявить особо нежные чешуйчатые золотистые водоросли, которые при фиксации формалином распадаются на чешуйки и шипики, практически неразличимые в световой микроскоп ввиду очень малых размеров.

В результате исследования среди мелкоклеточных центрических диатомей выявлено значительное преобладание по численности *Cyclotella delicatula* Genkal относительно других доминантов мелкокоразмерной группы (табл. 1). В разных частях акватории водоема *C. delicatula* составляла от 85 до 94 % от общей численности доминантов (рис. 1), при этом на ст. Яйлю (примерно середина длины озера по его продольной оси), она была максимальной при совсем незначительном вкладе *Stephanocostis chantaica* Genkal et Kuzmina и *Stephanodiscus makarovae* Genkal и отсутствии *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cl. et Möller. *S. chantaica* был вторым по значимости в группе доминантов по численности. Он относится к холодолюбивым видам, обитающим в олиготрофных алкалинных северных и горных водоемах Евразии (Куликовский и др., 2016). Для мезотрофных и эвтрофных водоемов отмечают *S. makarovae* (Куликовский и др., 2016), хотя ранее считали, что этот вид может развиваться и в олиготрофных водоемах (Куликовский, Девяткин, 2008). Для *S. minutulus*, напротив, распространение расширили от олиго- и мезотрофных водоемов (Куликовский, Девяткин, 2008) до олиго-, мезо- и эвтрофных алкалинных и слабо кислых водных объектов (Куликовский и др., 2016). Все эти виды постоянно развиваются в Телецком озере, но, как показали предыдущие исследования, соотношение их в доминантном комплексе различно в разные сезоны. Так, при изучении летнего фитопланктона в пелагиали Яйлю в июле 2009 г (Митрофанова, 2011), доля *C. delicatula* была значительно меньше и не превышала 50 % (рис. 1), а вклад остальных трех видов – выше, причем вторым по значимости был *S. minutulus*. Соотношение *C. delicatula*, *S. chantaica*, *S. minutulus* и *S. makarovae* в летнем фитопланктоне составляло 6,0 : 1 : 3,5 : 2,6, соответственно.

Таблица 1

Соотношение доминантов по численности в фитопланктоне Телецкого озера в октябре 2018 г.

	Виды			
	<i>Cyclotella delicatula</i>	<i>Stephanocostis chantaica</i>	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	<i>Stephanodiscus makarovae</i>
Кыгинский залив, литораль	205	20	3	1
Яйлю, пелагиаль	46,2	2,2	-	1
Артыбаш, пелагиаль	37,3	4,3	1,3	1

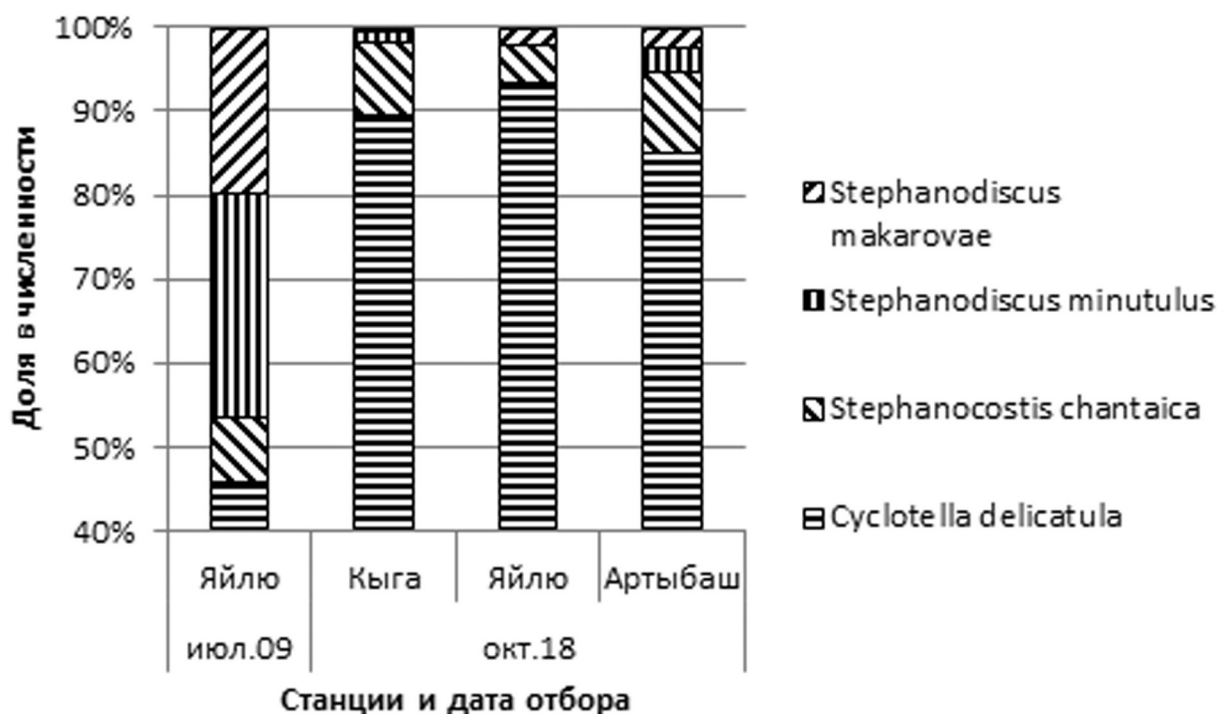


Рис. 1. Доля видов по численности в доминантном комплексе фитопланктона Телецкого озера в разных частях его акватории, 27 июля 2009 и 11–13 октября 2018 г.

Преобладание *C. delicatula* среди других мелкоклеточных центрических диатомей в осеннем фитопланктоне Телецкого озера может свидетельствовать о том, что к суровым условиям по температуре и турбулентности (шторма и перемешивание водной толщи) осенью более приспособлена *C. delicatula*, чем остальные виды данной размерной группы.

Кроме того, детально были изучены размерные характеристики *C. delicatula*, потому что диапазон размеров панцирей был широк. Так, на юге озера диаметр ее створок изменялся от 3,13 до 5,50 μm , в центральной части – 3,07–5,50, на севере – 3,37–5,55 μm (табл. 2). При этом средний диаметр створок был примерно на одном уровне в Кыгинском заливе и пелагиали Яйлю, и немного больше на севере в районе п. Артыбаш (рис. 2, левая группа столбцов на диаграмме).

Таблица 2

Морфометрические характеристики *Cyclotella delicatula* в фитопланктоне Телецкого озера в октябре 2018 г.

		Диаметр створки, мкм			
		3,00–5,99	3,00–3,99	4,00–4,99	5,00–5,99
Кыгинский залив, литораль	пределы	3,13–5,50	3,13–3,99	4,00–4,97	5,01–5,50
	среднее	4,13 ± 0,03	3,72 ± 0,02	4,33±0,02	5,18±0,04
	соотношение		6,1	7,4	1
Яйлю, пелагиаль	пределы	3,07–5,50	3,07–3,99	4,00–4,98	5,00–5,50
	среднее	4,11 ± 0,03	3,72 ± 0,02	4,30±0,02	5,19±0,04
	соотношение		5,7	6,2	1
Артыбаш, пелагиаль	пределы	3,37–5,55	3,37–3,99	4,00–4,96	5,07–5,55
	среднее	4,29 ± 0,04	3,77 ± 0,03	4,39 ± 0,03	5,27±0,05
	соотношение		3,5	9,1	1

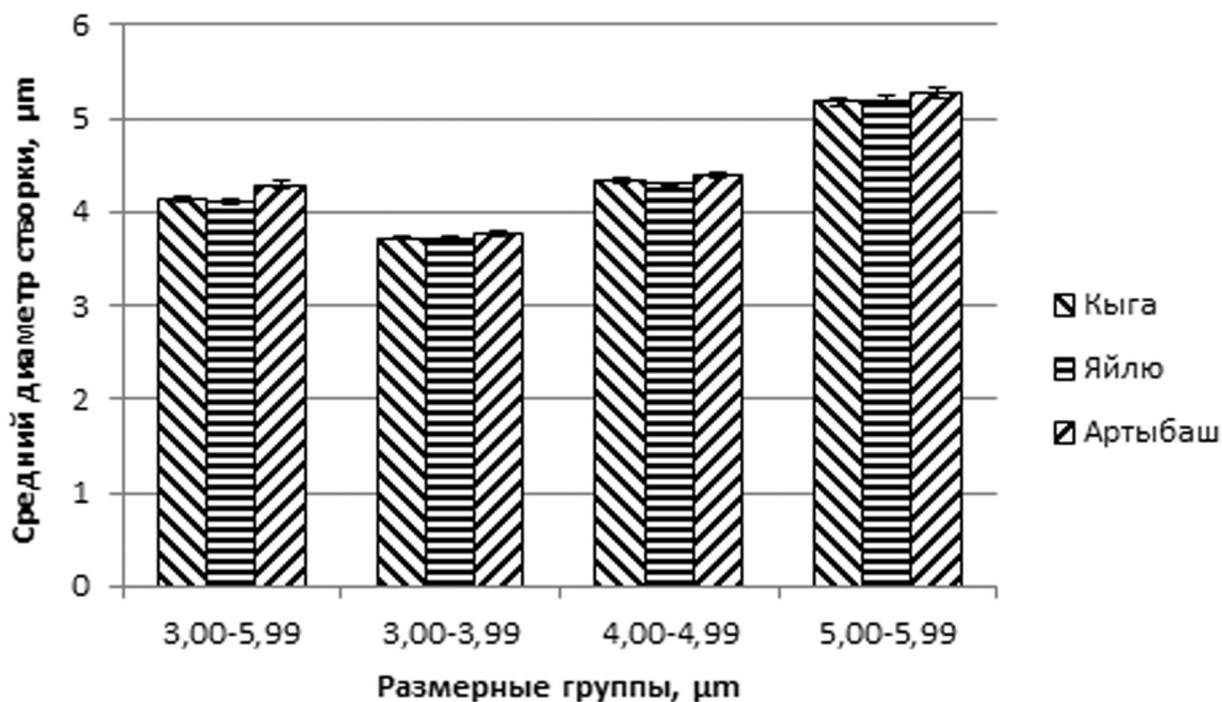


Рис. 2. Средний диаметр панциря *Cyclotella delicatula* Genkal в разных размерных группах вдоль по акватории озера 11–13 октября 2018 г.

Среди всего массива данных по диаметру створок *C. delicatula* от 3,00 до 5,55 μm были выделены три размерные подгруппы – 3,00–3,99, 4,00–4,99 и 5,00–5,55 (табл. 2), и оценен их вклад в доминантный комплекс фитопланктона. Выявлено, что доля створок со средним диаметром створок в каждой размерной подгруппе примерно одинаковая на юге озера и в его центральной части и несколько больше в северной широтной части водоема (рис. 2). Установлено, что наибольший вклад в численность фитопланктона во всех частях акватории озера вносят створки средней размерной группы (4,00–4,99 μm), а в районе п. Артыбаш доля створок с диаметром от 4,00 до 4,99 μm значительно выше (рис. 3).

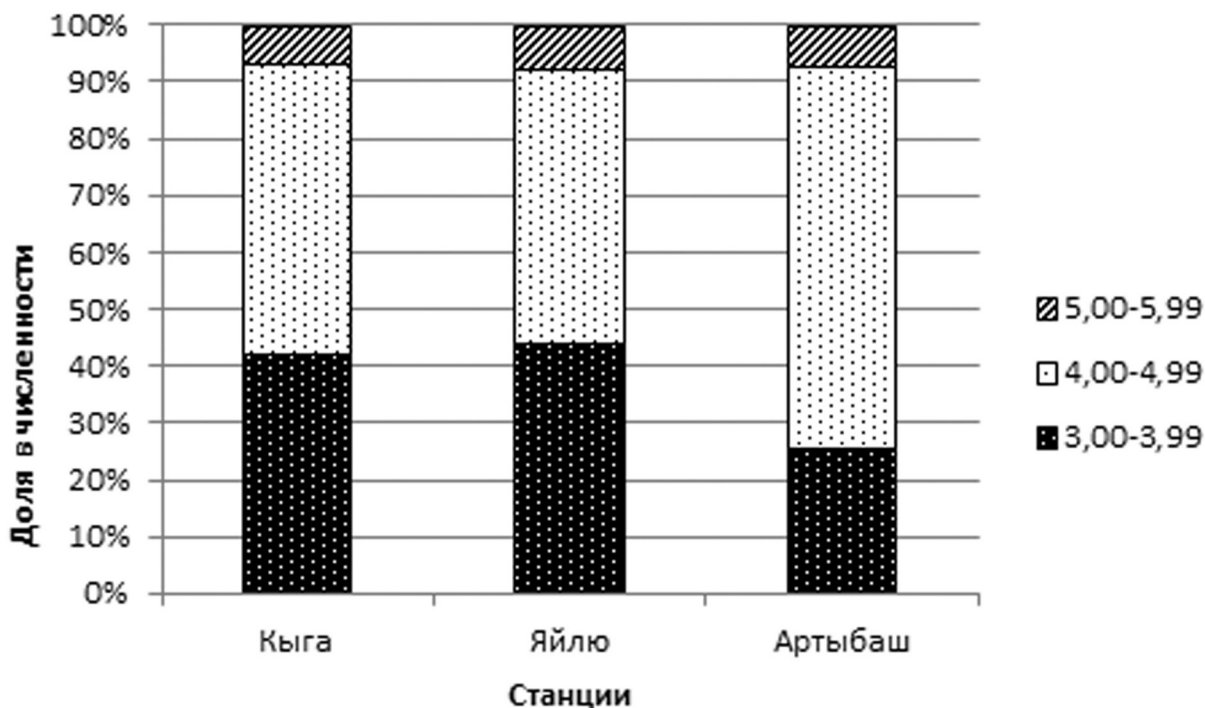


Рис. 3. Вклад различных размерных групп *Cyclotella delicatula* Genkal в комплекс доминантов по численности фитопланктона Телецкого озера 11–13 октября 2018 г.

Таким образом, в доминантном комплексе (по численности) осеннего фитопланктона Телецкого озера выявлены те же представители мелкогабаритных центрических диатомовых водорослей, что и в летнем сообществе водорослей водной толщи – *Cyclotella delicatula* Genkal, *Stephanocostis chantaica* Genkal et Kuzmina, *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cl. et Möller и *Stephanodiscus makarova* Genkal – но с другими значениями вклада в общую численность доминантов. Если в летнем фитопланктоне (Яйлю, пелагиаль, данные июля 2009 г.) соотношение этих видов было 6,0 : 1 : 3,5 : 2,6, то в осеннем (только на участке Яйлю, октябрь 2018 г.) – 46,2 : 2,2 : 0 : 1, соответственно. *C. delicatula* также преобладала среди доминантов мелкогабаритной группы, но с гораздо большим вкладом в общую численность.

Вдоль по акватории озера, от его южной части к северной, наблюдается увеличение среднего диаметра створок *C. delicatula*, что может свидетельствовать о более благоприятных условиях обитания для данного вида в северной мелководной широтной части озера, а именно незначительные глубины, меньшее волнение водной массы ввиду более узкой долины озера. Выявлено, что в популяции *C. delicatula* преобладают створки со средним размером створок (4,00–4,99 μm), что для каждого вида, вероятно, наиболее выгодно в функциональном плане, и может способствовать поддержанию экосистемы водоема в устойчивом состоянии. Следует отметить, что панцири с минимальными размерами (подгруппа 3,00–3,99 μm) больше встречаются в пелагиали центральной части озера (Яйлю), что, возможно, является ответом вида на неблагоприятные условия (перемешивание водной толщи), вследствие чего интенсифицируется процесс деления, что находит выражение в уменьшении размеров панцирей. Это позволяет популяции восполнять «унесенные» потоками на большие глубины (270–280 м) клетки.

Таким образом, в доминантном комплексе фитопланктона Телецкого озера осенью 2018 г. встречены те же виды мелкоклеточных центрических диатомей, что и в летний период, но доля *C. delicatula* в общей численности доминантов значительно выше. При анализе размерной структуры в популяции *C. delicatula* выявлено, что доля клеток со среднеразмерными панцирями (4,00–4,99 μm) выше таковой подгрупп с мелкими и большими диаметрами клеток, и вдоль по озеру от его южных участков к северным увеличивается средний размер панцирей данного вида.

Благодарности. Автор признателен д.б.н. Е. В. Лихошвай и к.б.н. А. Д. Фирсовой (ЛИН СО РАН) за предоставленное оборудование для отбора проб – шприц с воронкой диаметром 1 см.

ЛИТЕРАТУРА

- Куликовский М. С., Девяткин В. Г.* Центрические диатомовые (Bacillariophyta) водотоков средней части бассейна р. Селенга (Монголия) // Поволжский экологический журнал, 2008. – № 2. – С. 101–111.
- Куликовский М. С., Глуценко А. М., Генкал С. И., Кузнецова И. В.* Определитель диатомовых водорослей России. – Ярославль: Филигрань, 2016. – 804 с.
- Митрофанова Е. Ю.* Разнообразие центрических диатомовых водорослей в фитопланктоне как один из факторов и индикаторов устойчивости экосистемы глубокого олиготрофного озера (на примере оз. Телецкое, Горный Алтай, Россия) // Экология, 2011. – № 3. – С. 233–236.