

## СООБЩЕНИЯ

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СОЛОНОВАТЫХ ВОДОЕМОВ  
ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА “ГОЛУБЫЕ ОЗЕРА” (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ)© 2019 г. Р. П. Токинова<sup>1,\*</sup>, Д. С. Любарский<sup>1</sup><sup>1</sup> Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан  
ул. Даурская, 28, Казань, 420087, Россия

\*e-mail: r.tokin@rambler.ru

Поступила в редакцию 18.03.2019 г.

После доработки 05.10.2019 г.

Принята к публикации 08.10.2019 г.

Приводятся результаты изучения видового и фитоценотического разнообразия макрофитов в солончатоводных озерах и ручьях природного заказника “Голубые озера” (Среднее Поволжье) в вегетационный период 2017 и 2018 гг. Выявлено 43 вида из 34 родов и 23 семейств; из них 9 видов – макроводоросли, 6 видов – мхи и 28 – цветковые растения. Впервые отмечены 19 видов. В структуре флоры присутствуют представители 5 экотипов, из которых 16 видов (37%) относятся к настоящим водным растениям (гидрофиты). В синтаксономической структуре водной и прибрежно-водной растительности выделено 18 ассоциаций из 13 формаций. Класс настоящей водной растительности наиболее разнообразен: 8 формаций, с ценотической насыщенностью ~1.5 асс./формацию, что превышает таковую прибрежно-водного (1.33 асс./формацию) и околородного (1.0 асс./формацию) классов. В растительном покрове озер преобладают сообщества макроскопических водорослей, доля вклада которых в зарастание водоемов достигает от 30 до 70% при степени зарастания от 38 до 81%. Среди них ведущая роль принадлежит формациям харовых Charophyteta (*Chara contraria*) и зеленых нитчатых водорослей Chlorophyteta (*Cladophora glomerata*, *Spirogyra* sp.). Во всех озерах отмечены ценозы *Spirogyra* sp., ранее не указывавшиеся. Сравнительный анализ динамики растительного покрова оз. Большое Голубое за 80-летний период указывает на снижение доли сообществ цветковых растений в зарастании озера и замещение их ценозами водорослей.

*Ключевые слова:* макрофиты, зеленые нитчатые водоросли, видовой состав, фитоценозы, альгоценозы, степень зарастания, Голубые озера, Татарстан

DOI: 10.1134/S0006813619100119

Государственный природный заказник регионального значения “Голубые озера”, образованный 12 декабря 1994 г., расположен в лесной зоне Вятско-Камской возвышенности на правом берегу р. Казанки в пределах ее первой и второй надпойменных террас (координаты N 55°54'24.52", E 49°09'26.46", Среднее Поволжье, Республика Татарстан (РТ)). Его достопримечательностью является комплекс из трех небольших озер – Большое Голубое (площадь зеркала 2.73 га), Малое Голубое (другое название Малое Голубое-1, 0.32 га) и Проточное (или Малое Голубое-2, 0.24 га), относящихся к редкому для Среднего Поволжья типу солончатовых карстовых водоемов. Это холодноводные сточные озера, образованные мощными родниками с дебитом от 240 до 690 л/сек, температура воды в которых постоянна на протяжении всего года – 6–8°C. Вода сульфатно-кальциевого класса с минерализацией 2.3–2.5 мг/дм<sup>3</sup> и жесткостью

32–35°Ж (данные Института проблем экологии и недропользования, ИПЭН АН РТ). Выход на поверхность восходящих напорных источников создает на дне озер углубления в форме воронок, наиболее глубокие из которых получили собственные имена (Большая и Малая пучины в оз. Бол. Голубое). Озера отличает высокая скорость водообмена от 2.9 (Бол. Голубое) до 8.2 (Проточное) и 12.6 раз/сут. (Мал. Голубое) (данные ИПЭН, 2014 г.). Вода озер характеризуется высокой прозрачностью – до дна (максимальная глубина в Большой пучине 15.7 м), и особым аквамаринным цветом. Донные отложения озер представлены, главным образом, темно-серыми и серыми илами, имеющими сапропелевидную консистенцию и устойчивый запах сероводорода. Содержание органического вещества минимально в опесчаненных осадках Мал. Голубого (5%), возрастает в Проточном (7.9%) и максимально в илистых отложениях Бол. Голубого озера (12.1%) (Ivanov et al., 2016). В связи с высокой привлекательностью и транспортной доступностью, озера активно используются жителями г. Казани в рекреационных целях.

Первые гидрботанические исследования озер были проведены на Бол. Голубом в 1938–1939 гг. (Khomyakova, 1941; Kurbangaliyeva, Kashevarova, 1946). В ходе этих работ был кратко охарактеризован видовой состав макрофитов, выделено, в общей сложности, 13 растительных ассоциаций, отмечена значительная степень участия в сложении гидрофитной растительности озера *Myriophyllum spicatum* L. и водоросли *Chara* sp. По итогам исследований была подготовлена карта растительности (Khomyakova, 1941), однако, сама карта к сообщению не прилагалась. Вновь исследования на озере были продолжены в 1996 и 1998–2000 гг. экспедицией Зоологического института РАН совместно с Казанским университетом в рамках проекта по комплексному изучению солонатоводных карстовых озер Среднего Поволжья (Unikal'nyye..., 2001). Впервые были исследованы экосистемы Мал. Голубого и Проточного озер. В ходе работ выполнено картирование растительности и выявлены доминирующие растительные сообщества, их продукционные характеристики; составлен список обнаруженных видов, основное внимание в котором сделан на виды “водного ядра”. Всего в Голубых озерах было выявлено 12 видов водного ядра. В растительном покрове оз. Бол. Голубое выделено 17 ассоциаций. Отмечено, что наибольший вклад в зарастание озер вносят сообщества харовой, хвостниковой и харово-кладофоровой ассоциаций. Озера отнесены к макрофитному типу водоемов с чрезмерной (более 70% для Бол. Голубого и 54% для Мал. Голубого) и очень большой (43% для Проточного) степенью зарастания.

В период 2014–2018 гг. изучение наземных и водных экосистем природного заказника “Голубые озера” проведено комплексной экологической экспедицией ИПЭН АН РТ, в рамках которой были проведены гидрохимические, гидрботанические и гидробиологические исследования (Sibgatullina, 2015; Ivanov et al., 2016; Tokinova et al., 2017). В представленной статье подводятся итоги изучения видового и синтаксономического разнообразия растительного покрова солонатоводных озер и ручьев заказника, полученные в ходе данной экспедиции.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Гидрботанические исследования озер Бол. Голубое, Мал. Голубое, Проточное и пяти ручьев, впадающих и вытекающих из них, проведены в июле – сентябре 2017 г. и в июне 2018 г. Описание водной и прибрежно-водной растительности осуществлено по общепринятым методам (Katanskaya, 1956; Papchenkov, 2001). Изучение растительности проведено путем детально-маршрутного обследования с подробным описанием водных и прибрежно-водных фитоценозов. Крупные сообщества описывались на учетных площадках размером 100 м<sup>2</sup>, меньшие – в пределах их границ.

На оз. Бол. Голубое заложено 25 пробных площадок, на 11 из которых описания проведены ежемесячно в период с июля по октябрь 2017 г. и в июне 2018 г. На Мал. Голубом – 6 пробных площадок в пределах озера, 2 – в западном ручье, 1 – в восточном ручье. На оз. Проточное – 22 пробные площадки в пределах озера (4 из которых описаны дважды: в июле и сентябре 2017 г.) и 2 площадки – во впадающем ручье. Всего заложено 58 пробных площадок (из них 53 – на озерах) и выполнено 106 геоботанических описаний.

Были составлены карты-схемы зарастания озер с привязкой ключевых точек к координатам GPS. На схемы нанесены контуры растительных сообществ с обозначением доминантов. Границы сообществ определены глазомерно, с уточнением контуров по аэрофотоснимкам, полученным с помощью квадрокоптера DJI Phantom 2 Vision. Береговая линия, размеры и форма озер определены по спутниковым фотоснимкам (Yandex.ru, SASplanet) и фондовым картографическим материалам ИПЭН АН РТ. Показатели степени зарастания озер рассчитаны как отношение площади зарослей на водоеме к площади акватории этого водоема, выраженное в процентах (Papchenkov, 2001).

Выделение растительных ассоциаций проведено на основе доминантно-детерминантного подхода (Papchenkov, 2001, 2003b). Номенклатура видов приводится по следующим сводкам и определителям (Vinogradova et al., 1980; Czerepanov, 1981; Gollerbakh, Krasavina, 1983; Papchenkov, 2001; Ignatov, Ignatova, 2004). Авторы названий таксонов приводятся в табл. 1 или при первом упоминании в тексте. При анализе географического распространения видов использована классификация ареалов, заимствованная из сводок по сосудистым растениям (Papchenkov, 2001), по мохообразным (Bakin, Shafigullina, 2012) и по макроводорослям (Varinova et al., 2006).

Для анализа состава, пространственного распределения сообществ макрофитов и зарастания оз. Бол. Голубое в ретроспективной динамике проведено сравнение с литературными данными за 1930-е гг. и 1998–2000 гг. (Khomyakova, 1941; Kurbangaliyeva, Kashevarova, 1946; Unikal'nyye..., 2001).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономическая, экологическая и географическая характеристики структуры растительности макрофитов. Таксономический состав макрофитов в солонатоводных озерах и ручьях природного заказника “Голубые озера” включает 43 вида и 34 рода из 23 семейств (табл. 1). Большая часть таксонов относится к цветковым растениям – 28 видов (или 65%), к моховидным – 6 видов и к макроскопическим водорослям – 9 видов (в т.ч. харовых – 1, красных – 2 и зеленых – 6 видов). Три вида семейства зигнемовых водорослей определены до таксонов родового ранга, так как были представлены только стерильными стадиями.

Из приведенного перечня, 19 видов ранее не были известны в составе растительного покрова Голубых озер, среди них 13 видов цветковых, 5 видов водорослей (в т.ч. 2 вида красных и 3 – зеленых) и 1 вид мхов. Четыре вида относятся к редким представителям региональной флоры. Среди них особо следует отметить листостебельные мхи *Fontinalis antipyretica*, занесенный в Красную книгу РТ со статусом III категории (Krasnaya..., 2016), и *Calliargon giganteum*. Из харовых водорослей – вид *Chara contraria*, встреченный в Большом и Малом Голубых озерах, которые известны как одни из двух известных его местообитаний на территории РТ (Tokinova et al., 2019). Весьма редкой для региона является находка шелковника Кауфмана (*Batrachium kauffmanii*). Ранее этот вид указывался для оз. Бол. Голубое как *Ranunculus pseudoflaccidus* Petunn. 1907

**Таблица 1.** Видовой состав и распространение макрофитов в озерах и ручьях природного заказника “Голубые озера” с указанием эколого-географических характеристик видов  
**Table 1.** The species composition and distribution of macrophytes in the lakes and streams of the nature reserve “Golubye Oзера”, with ecological and geographical characteristics of the species

№	Таксон Taxon	Распространение в озерах и ручьях Distribution in the lakes and streams						Экотип Ecotype
		Bg	Mg	Mg1	Mg2	Pg	Pg1	
<b>Цветковые растения/Flowering plants</b>								
Сем. Typhaceae								
1	<i>Typha angustifolia</i> L.	+						II
2	<i>Typha latifolia</i> L.	+						II
Сем. Poaceae								
3	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+				+		III
4	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.*	+						III
5	<i>Phragmites australis</i> (Caw) Trin. ex Sleud.	+						III
Сем. Cyperaceae								
6	<i>Carex acuta</i> L.*	+		+				III
7	<i>Carex pseudocyperus</i> L.*	+						IV
8	<i>Carex riparia</i> L.*	+						III
9	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	+						IV
Сем. Juncaceae								
10	<i>Juncus articulatus</i> L.	+						IV
Сем. Lemnaceae								
11	<i>Lemna minor</i> L.	+						I
12	<i>Lemna trisulca</i> L.	+						I
Сем. Potamogetonaceae								
13	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	+						I
Сем. Cariophyllaceae								
14	<i>Stellaria media</i> L.*					+	+	(V)
Сем. Onagraceae								
15	<i>Epilobium palustre</i> L.	+				+		IV
16	<i>Lythrum salicaria</i> L.*	+						III
Сем. Scrophulariaceae								
17	<i>Veronica beccabunga</i> L.					+		III
18	<i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.*					+		III
Сем. Lamiaceae								
19	<i>Lycopus europeus</i> L.*	+				+		IV
20	<i>Mentha arvensis</i> L.*	+						IV
Сем. Ranunculaceae								
21	<i>Ranunculus repens</i> L.	+	+			+	+	IV
22	<i>Batrachium kauffmanii</i> (Clerc.) V. Krecz.					+		I
Сем. Callitrichaceae								
23	<i>Callitriche palustris</i> L.*					+		I
24	<i>Callitriche germaphroditica</i> L.*			+		+		I
Сем. Rosaceae								
25	<i>Filipendula ulmaria</i> L.*	+				+		IV

№	Таксон Taxon	Распространение в озерах и ручьях Distribution in the lakes and streams						Экотип Ecotype
		Bg	Mg	Mg1	Mg2	Pg	Pg1	
		Сем. Rubiaceae						
26	<i>Galium palustre</i> L.*	+				+		IV
		Сем. Hippuridaceae						
27	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	+						III
		Сем. Solanaceae						
28	<i>Solanum dulcamara</i> L.	+						IV
		<b>Мхи/Mosses</b>						
		Сем. Fontinalaceae						
29	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	+	+	+				I
		Сем. Calliergonaceae						
30	<i>Calliergon giganteum</i> (Schamp.) Kindb	+						III (I)
31	<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.	+						(III)
		Сем. Amblystegiaceae						
32	<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	+				+		VI (I)
33	<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce.		+				+	III
34	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.*				+	+		III (I)
		<b>Водоросли/Algae</b>						
		Сем. Charophyceae						
35	<i>Chara contraria</i> A. Br.	+	+					I
		Сем. Batrachospermaceae						
36	<i>Batrachospermum atrum</i> (Huds.) Harv.*	+						I
37	<i>Batrachospermum</i> sp. 1 ( <i>B. moniliforme</i> Roth aut <i>B. sporulans</i> Sirod.)*	+						I
		Сем. Cladophoraceae						
38	<i>Cladophora glomerata</i> L.	+	+			+		I
39	<i>Aegagropila linnaei</i> Kützing*, эпилитная форма/epilitic form		+					I
		Сем. Zygnemataceae						
40	<i>Spirogyra</i> sp. ster.	+	+			+		I
41	<i>Zygnema</i> sp.* ster.	+						I
42	<i>Mougeotia</i> sp. ster.	+						I
		Сем. Chaetophoraceae						
43	<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) Ag.*	+						I

Примечание.

“\*” – виды, впервые указываемые для озер и ручьев природного заказника “Голубые озера”.

Озера и ручьи. Bg – оз. Большое Голубое; Mg – оз. Малое Голубое и вытекающие ручьи – западный Mg1 и восточный Mg2; Pg – оз. Проточное и впадающий ручей Pg1.

Экотипы: I – гидрофиты, II – гелофиты, III – гигрогелофиты, IV – гигрофиты, V – гигромезофиты и мезофиты; в скобках (I, III, V) – экотип в условиях изучаемых озер.

Note.

“\*” – species indicated for the first time in the nature reserve “Golubye Oзера”.

Lakes and streams. Bg – Bol'shoye Goluboye Lake; Mg – Maloye Goluboye Lake, Mg1 – western stream, Mg2 – eastern stream; Pg – Protochnoye Lake, Pg1 – inflowing stream.

Ecotypes: I – hydrophytes, II – helophytes, III – hygrophelophytes, IV – hygrophytes, V – hygromezophytes and mezo-phytes; (I, III, V) – ecotype in the conditions of the studied lakes.

(Khomuyakova, 1941) – номенклатурное название, которое позднее было сведено в синонимы к *V. kauffmanii* (Konspekt..., 2012; Movergoz, Bobrov, 2016). Крупные заросли этого вида обнаружены в оз. Проточном около ключей в средней части озера и вокруг карстовых воронок.

В географической структуре преобладают виды с гюларктическим (49%) и гемикосмополитным (34%) типами ареала. В отношении природно-климатической (широтной) зональности большая часть видов (92%) имеет плюризоняльное и субплюризоняльное распространение.

В экологической структуре флоры выявлено 5 эготипов. Среди настоящих водных растений (эготип гидрофиты) обнаружено 16 видов (37%), которые относятся к “водному ядру” (Pарchenkov, 2001). В составе последнего выделены растения двух экологических групп: макроскопические водоросли и водные мхи – 10 видов, и погруженные укореняющиеся растения – 6 видов. Прибрежно-водные растения представлены 2 эготипами: гелюфиты с группой высокоотравных гелюфитов – 3, и гигрогелюфиты – 11 видов. Заходящие в воду околородные растения представлены гигрофитами – 12 видов и группой гигромезюфитов и мезюфитов – 1 вид.

Все исследуемые озера относятся к макрофитному типу. Согласно классификации водоемов по степени зарастания (Pарchenkov, 2001), их можно отнести к классам значительно заросших (оз. Проточное, 37.8%) и очень сильно заросших (Большое и Малое Голубые, 72% и 81%) озер (табл. 2).

**Синтаксономический состав.** Растительный покров озер Бол. Голубое, Мал. Голубое, Проточное и связанных с ними ручьев описывается 13 формациями и 18 ассоциациями (табл. 2). Настоящая водная растительность представлена 8 формациями (62%) и 12 ассоциациями (75%); ценотическая насыщенность гидрофитных формаций характеризуется в среднем 1.5 асс./формацию. В гелюфитной растительности выделяется 3 формации и 4 ассоциации (1.33 асс./формацию). Наименьшим синтаксономическим разнообразием выделяется гигрофитная растительность – 2 формации и 2 ассоциации (1.0 асс./формацию). Высокое синтаксономическое разнообразие группы формаций макроводорослей и водных мхов – своеобразная черта Голубых озер. Основное значение в растительном покрове принадлежит сообществам макроводорослей формаций Charophyteta и Chlorophyteta. Так, в Бол. Голубом суммарная доля площадей, занятых харовыми и зелеными нитчатными водорослями, достигает 59.8% от площади озера, в Мал. Голубом – 70% и в Проточном – 29.8%.

Сообщества зеленых нитчатых водорослей широко распространены в различных континентальных водных объектах, однако, классификации их фитоценозов в отечественной литературе уделяется мало внимания (Pарchenkov, 2001, 2003b; Bobrov et al., 2005). В некоторых случаях, образуемые ими сообщества выделяются в “проценозы” – временные нестабильные группировки макрофитов, способные к быстрому и массовому развитию в течение некоторой части вегетационного сезона (Sviridenko et al., 2012). В экосистеме Голубых озер нитчатые макроводоросли *Spirogyra* sp. присутствовали в ходе всего вегетационного сезона (с апреля по октябрь), формируя стабильные фитоценозы на протяжении периода наших исследований в 2017–2018 гг. (по последним наблюдениям и в 2019 г.). Ассоциация спирогировая (*Spirogyretum rugum*) является единственной общей для всех трех озер. Ее ценозами заняты значительные площади дна мелководий с глубиной до 0.5–1.0 (редко до 2.0) метров. Так, в Мал. Голубом спирогирой занято до 70% площади дна озера. *Spirogyra* sp. образует сообщества, обычно моноспецифические, занимающие придонное положение и имеющие проективное покрытие с 85–99% в Бол. Голубом и Мал. Голубом и в Проточном – от 90% до 20% (при возрастании глубины до 2 м).

**Таблица 2.** Синтаксономическая структура растительности Голубых озер, распространение ассоциаций и доля их сообществ в зарастании озер (в % от площади озера)  
**Table 2.** Syntaxonomic structure of aquatic vegetation of the "Golubye Ozera" lakes, distribution of associations and share of their communities in lake overgrowth (% of the lake area)

Класс формаций Class of formations	Формации Formations	Ассоциации Associations	оз. Бол. Голубое Bolshoye Gol- uboye Lake	оз. Мал. Голубое Maloye Gol- uboye Lake	оз. Протоочное Protochnoye Lake	
Настоящая водная (гидрофитная) растительность – Aquirhytosa genuina	Charophyteta	<b>Группа формаций Макроводоросли и волные мхи – Aquirhytosa macroalgae et muscosa</b>				
		1. Charetum contraria	26.5	–	–	
	Chlorophyteta	2. Cladophoretum glomerata	6.6	–	14.2	
		3. Chareto-Cladophoretum glomerata	12.3	–	–	
	Fontinalieta antipyreticae	4. Spirogyretum purum	14.4	70	15.6	
		5. Fontinalietum antipyreticae	1.4	9.4	–	
	Calliergonieta giganteum	6. Calliergono-Fontinalietum antipyreticae	0.6	–	–	
		7. Calliergonetum giganteum	0.5	–	–	
	Воздушно-водная (гелофитная) растительность – Aquirhebosa helophyta	Potameta pectinati	<b>Группа формаций Погруженные укореняющиеся гидрофиты – Aquirhebosa genuine submersa radicans</b>			
			8. Potametum pectinate	0.1	–	–
Batrachieta		9. Batrachietum kauffmannii	–	–	4.3	
		10. Callitriche palustrae+ Batrachietum kauffmannii	–	–	2.2	
Callitricheta palustrae		11. Callitrichetum palustrae	–	–	1.2	
		<b>Группа формаций Гидрофиты, свободно плавающие на поверхности воды – Aquirhebosa genuina natans</b>				
Lemno minori-Spironeteleto		12. Lemnetum minori	<0.1	–	–	
		<b>Группа формаций Высокогравные гелофиты – Aquirhebosa helophyta proceta</b>				
Турхета angustifoliae		13. Turphetum angustifoliae	0.3	–	–	
		14. Turphetum latifoliae	<0.1	0.3	–	
Phragmiteta australis	15. Phragmitetum australis	4.7	–	–		
	16. Drepanoclado-Phragmitetum australis	1.7	–	–		
Сарicareta acutae	17. Caricetum acutae	3.0	0.9	–		
	18. Agrostetum stoloniferae	–	–	0.3		
<b>Степень зарастания озер, %/Degree of overgrowing of lakes, %</b>		<b>72.0</b>	<b>80.6</b>	<b>37.8</b>		

Сообщества, образуемые цветковыми растениями, по количеству формаций (9) превышают таковое макроводорослей и мхов (4), однако по насыщенности ассоциациями уступают им (для сравнения — 1.22 асс./форм. у первых и 1.75 асс./форм. у последних). Также они существенно уступают им по степени участия в зарастании озер, занимая не более 8.0% и 9.8% от их площади (для Проточного и Бол. Голубого, соответственно); в Мал. Голубом — 1.2%.

Характеристика сообществ макрофитов в оз. Бол. Голубое. Для озер Мал. Голубое и Проточное характеристика ценотической структуры приведена ранее (Lyubarskiy, 2018); здесь мы остановимся на описании таковой для Бол. Голубого. Для наглядного отображения пространственного расположения фитоценозов в оз. Бол. Голубое составлена схематическая карта его зарастания (рис. 1). Из трех озер растительность Бол. Голубое выделяется наиболее высоким синтаксономическим разнообразием, 13 ассоциаций (в Мал. Голубом — 4, в Проточном — 6 ассоциаций). Ниже приведен перечень выделенных ассоциаций с их краткой характеристикой.

*Charetum contraria*: доминант *Chara contraria*, чаще всего произрастает в виде чистых зарослей; число видов — 3, встречаются *Cladophora glomerata*, *Juncus articulatus*; проективное покрытие 80–95%; сообщества расположены в срединной и южной частях озера с умеренным течением и с понижениями дна до 1–2 м, в которых образуются обширные харовые поля; доля сообществ в зарастании озера — 26.5%.

*Chareto-Cladophoretum glomerata*: доминанты *Chara contraria*, талломы которого занимают нижний бентосный ярус, и *Cladophora glomerata*, чьи слоевища оплетают верхние части талломов харовых водорослей и поднимаются к поверхности; число видов — 6, встречаются *Drepanocladus aduncus*, *Lemna minor*, *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp.; проективное покрытие около 100%; сообщества расположены в северной части озера южнее Малой пучины и в южной части озера, вдоль берега на глубине 0.5–1 м; доля сообществ в зарастании озера — 12.3%.

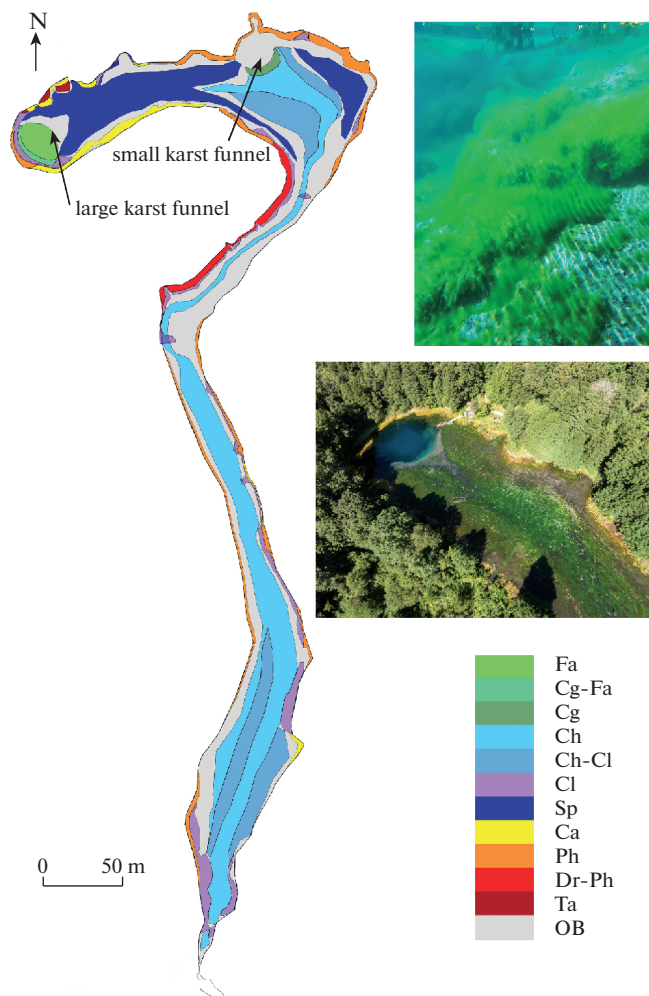
*Cladophoretum glomerata*: доминант *Cladophora glomerata*, слоевища которого образуют плавающие на поверхности воды водорослевые маты, прорастающие мхом *Drepanocladus aduncus*; число видов — 5, встречаются *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp., *Lemna minor*; проективное покрытие близко к 100%; сообщества расположены преимущественно в южной части озера, чаще в прибрежной зоне; доля сообществ в зарастании озера — 6.6%.

*Spirogyretum purum*: доминант *Spirogyra* sp.; число видов — 5, встречаются *Chara contraria*, *Cladophora glomerata*, *Calliergon giganteum*, *Drepanocladus aduncus*; проективное покрытие 85–99%, с возрастанием глубины до 2 м — снижается до 20%; сообщества расположены ниже по течению от карстовой воронки Большая пучина на мелководьях с замедленным течением; доля сообществ в зарастании озера — 14.4%.

*Fontinalietum antipyreticae*: доминант *Fontinalis antipyretica*; число видов — 4, в том числе 2 вида рода *Batrachospermum*, в конце лета появляются колонии *Chaetophora elegans*; проективное покрытие 80–95%; сообщества расположены в Большой пучине у выхода подземных вод, в прикрепленном к субстрату виде покрывают склоны карстовой воронки, особенно южный и западный, практически от самого дна (15–16 м) и до 0.5–1 м; доля сообществ в зарастании озера — 1.4%.

*Calliergonetum giganteum*: доминант *Calliergon giganteum*; число видов — 2, встречены нити *Cladophora glomerata*; проективное покрытие около 99%; сообщества расположены на южной бровке Малой пучины; доля сообществ в зарастании озера — 0.5%.





**Рис. 1.** Схема зарастания макрофитами оз. Бол. Голубое в 2017 г. (не обозначены фитоценозы с вкладом в зарастание озера менее 0.1%). На фото сверху вид на альгоценоз *Spirogyra* sp. под водой, внизу – с высоты птичьего полета.

**Fig. 1.** The scheme of macrophyte overgrowing of the Bol'shoye Goluboye Lake in 2017 (phytocenoses with a share of less than 0.1% are not marked). Photo: *Spirogyra* sp. algalcenosis at the bottom of the lake (above), and its view from the height (below).

Ca – Caricetum acutae; Cg – Calliergonetum giganteum; Cg-Fa – Calliergono-Fontinalietum antipyreticae; Ch – Charetum contraria; Ch-Cl – Chareto-Cladophoretum glomerata; Cl – Cladophoretum glomerata; Fa – Fontinalietum antipyreticae; Ph – Phragmitetum australis; Dr-Ph – Drepanoclado-Phragmitetum australis; Ta – Typhetum angustifoliae; Pp – Potametum pectinati; Sp – Spirogyretum purum; OB – open bottom places.

Calliergono-Fontinalietum antipyreticae: доминанты *Fontinalis antipyretica* и *Calliergon giganteum*; число видов – 5, встречаются *Batrachospermum atrum*, *Cladophora glomerata*, *Drepanocladus aduncus*; проективное покрытие 80–90%; сообщества расположены на склоне и над склоном Большой пучины с глубины 0.5–1 м и до уреза воды; доля сообществ в зарастании озера – 0.6%.

Potametum pectinati: доминант *Potamogeton pectinatus*; число видов – 2, в некоторые годы встречается *Spirogyra* sp.; проективное покрытие до 20%; сообщества расположены юго-западнее края Большой пучины; доля сообществ в зарастании озера – 0.1%.

Lemnetum minori: доминант *Lemna minor*; число видов – 3, встречается *Cladophora glomerata* и *Lemna trisulca*; сообщества разбросаны вдоль берега озера, по краю ценозов высокотравных гелофитов; доля сообществ в зарастании озера <0.1%.

Phragmitetum australis: доминант *Phragmites australis*; число видов – 10, встречаются *Carex acuta*, *C. pseudocyperus*, *C. riparia*, *Solanum dulcamara*, *Cladophora glomerata* и некоторые другие; проективное покрытие около 70%; сообщества расположены по урезу воды вдоль значительной части береговой линии; доля сообществ в зарастании озера – 4.7%.

Drepanoclado-Phragmitetum australis: доминанты *Phragmites australis* и *Drepanocladus aduncus*, образующие сплошной моховой покров в нижнем ярусе гелофитных ценозов; число видов – 5, встречаются *Epilobium palustre*, *Lycopus europeus*, *Cladophora glomerata*; проективное покрытие 100%; сообщества расположены на западном берегу в срединной части озера, от уреза воды до глубины в несколько сантиметров; доля сообществ в зарастании озера – 1.7%.

Caricetum acutae: доминант *Carex acuta*; число видов – 11, встречаются *Scirpus sylvaticus*, *Glyceria fluitans*, *Agrostis stolonifera*, *Galium palustre* и др.; проективное покрытие 65–75%; сообщества расположены небольшими группами по урезу воды, главным образом, в северной части озера; доля сообществ в зарастании озера – 3.0%.

Typhetum angustifoliae: доминант *Typha angustifolia*; число видов – 11, встречаются *Carex acuta*, *C. pseudocyperus*, *Scirpus sylvaticus*, *Glyceria fluitans* и *Epilobium palustre*, в воде – *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Cladophora glomerata*, *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp.; проективное покрытие 50–70%; сообщества расположены в северо-западной части озера; доля сообществ в зарастании озера – 0.3%.

Typhetum latifoliae: доминант *Typha latifolia*; число видов – 10, встречаются *Carex acuta*, *C. pseudocyperus*, *Glyceria fluitans* и *Epilobium palustre*, в воде – *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Cladophora glomerata*, *Spirogyra* sp. и *Mougeotia* sp.; сообщества расположены в северо-западной части озера; доля сообществ в зарастании озера <0.1%.

Изменение структуры растительного покрова оз. Бол. Голубое в ретроспективной динамике. Основу современной растительности Голубых озер составляют ценозы макроводорослей *Chara contraria*, *Cladophora* sp. и *Spirogira* sp., которые по занимаемым площадям значительно превосходят фитоценозы цветковых растений. При сравнении с данными предшествующих исследований (Khomyakova, 1941; Kurban-galiyeva, Kashevarova, 1946; Unikal'nyue..., 2001) можно проследить некоторые тенденции в изменении растительности озера Бол. Голубое. Степень его зарастания с 2000 г. по 2017 г. почти не изменилась – 70% и 72%, соответственно. Заметная перестройка произошла в структуре гидрофитных водорослевых группировок. Сообщества *Chara contraria* вытеснили *Hippuris vulgaris* и *Juncus articulatus* из срединной и южной частей озера. Обширные площади мелководий в срединной части озера заняли представители рода *Spirogyra*, которые ранее, в 1998 и 2000-х гг., в составе макрофитов не упоминались.

Наиболее существенные изменения произошли в сообществах, образованных цветковыми растениями. Степень зарастания донных биотопов ими в озере сократилась с 16% в 2000 г. до 9.8% в 2017 г., изменился их видовой и синтаксономический составы. Не были обнаружены популяции нескольких видов, ранее выступавших в качестве основных ценозообразователей растительного покрова Бол. Голубого: *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia palustris* L., *Calamagrostis canescens* (Web.) Roth, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. и мха *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. Beauv. Сообщества *Myriophyllum spicatum* в 1938–1939 гг. занимали наибольшие площади в Бол. Голубом, преимущественно в его

срединной и южной частях (Khomyakova, 1941; Kurbangaliyeva, Kashevarova, 1946). К концу 90-х годов уруть утратила свое ценозообразующее значение; отмечалось лишь ее присутствие (Unikal'nyue..., 2001). Ценоз *Zannichellia palustris* в 2000 г. указывался для северной части озера (Unikal'nyue..., 2001), однако, ко времени наших исследований, популяция этого вида также не сохранилась. Утратили свое значение как ценозообразователи *Hippuris vulgaris* и *Juncus articulatus*, но они еще встречаются в виде единичных куртин.

На фоне этих изменений достаточно стабильно присутствуют, не снижая своего значения с 1930-х гг., ценозы формаций *Phragmiteta australis* и *Cariceta acutae*, формирующие вдоль берега озера узкий пояс зарослей. Также постоянное присутствие в Бол. Голубом имеют сообщества гидрофильных мхов.

Причиной изменений, происходящих в гидрофильной растительности оз. Бол. Голубое, является комплекс взаимообусловленных факторов. Тенденцией, прослеживаемой в 80-летний период наблюдений за озером, является изменение его гидрологического режима – снижение площади зеркала и уровня воды. Последний, примерно до середины XX века, регулировался плотиной мельницы, расположенной в южном конце озера (перед впадением в р. Казанку). Точных данных о площади озера на тот период времени нет (Kurbangaliyeva, Kashevarova, 1946), но, по ориентировочным оценкам, она могла составлять не менее 6 га. Сокращение площади зеркала оз. Бол. Голубое в последующем периоде, при довольно постоянном объеме подземного питания, способствовало усилению его проточности и повышению более, чем вдвое коэффициента суточного водообмена. По условиям проточности гидрологический режим в Бол. Голубом приблизился к таковому в двух других озерах, растительный покров которых также характеризуется слабым участием цветковых растений (табл. 2).

Взросшую роль *Spirogyra* sp. в сложении растительного покрова оз. Большое Голубое, мы связываем, в значительной мере, с последствиями спуска воды из озера в осенне-зимний период 2013–2014 гг. Для реализации проекта по благоустройству и реконструкции стока из озера, уровень воды в нем был значительно снижен. При этом обширная мелководная зона озера оказалась осушенной и в условиях низких зимних температур подверглась промерзанию. В последующем 2014 г. наблюдалось снижение площади зарастания озера и сокращение видового разнообразия водных растений (Palagushkina et al., 2018). Как показывают наши наблюдения в 2017 г., участки, некогда занятые водными цветковыми растениями, были замещены ценозами зеленых нитчатых водорослей. Значительному присутствию альгоценозов *Spirogyra* sp. в Бол. Голубом, а также в двух других озерах, способствует, возможно, высокий уровень рекреационной нагрузки. На это указывает расположение спирогиры на мелководьях в непосредственной близости от зон, специально оборудованных для купания и подводного плавания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуемые озера относятся к макрофитному типу с очень сильной (Большое и Малое Голубые) и значительной (Проточное) степенью зарастания. Основную роль в сложении растительного покрова озер играют гидрофитные группировки макроскопических водорослей: формации харовых Charophyteta (*Chara contraria*) и зеленых водорослей Chlorophyteta (*Cladophora glomerata*, *Spirogira* sp.), суммарное участие ценозов которых в зарастании озер достигает 70% (Мал. Голубое), 59.8% (Бол. Голубое) и 29.8% (Проточное) от площади зеркала вод.

Общими для экосистем исследованных озер являются альгоценозы, образованные *Spirogyra* sp. Значительному присутствию спирогиры в озерах способствует, возможно, высокий уровень рекреационной нагрузки.

Цветковые растения формируют более разнообразные по составу фитоценозы, однако, по степени участия в зарастании озер, они существенно уступают водорослям – 1.2% (Мал. Голубое), 9.8% (Бол. Голубое) и 8% (Проточное) от площади озер.

Сравнительный анализ динамики растительного покрова оз. Большое Голубое за 80-летний период указывает на сокращение доли участия в зарастании озера сообществ цветковых растений и замещению их сообществами водорослей. По-видимому, это обусловлено как постепенным изменением гидрологического режима озера в исторически обозримом прошлом времени, так и кратковременным резким снижением уровня воды в зимний период 2013–2014 гг.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[Bakin, Shafigullina] Бакин О.В., Шафигуллина Н.Р. 2012. Флора листостебельных мхов болот Татарстана. – Учен. зап. Казан. гос. ун-та. Сер. Естеств. науки. 154 (1): 155–164.

[Barinova et al.] Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив. 498 с.

[Bobrov et al.] Бобров А.А., Киприянова Л.М., Чемерис Е.В. 2005. Сообщества макроскопических зеленых нитчатых и желтозеленых сифоновых водорослей (Cladophoretea) некоторых регионов России. – Растительность России. СПб. 7: 50–58.

[Czerepanov] Черепанов С.К. 1981. Сосудистые растения СССР. Л. 509 с.

[Gollerbakh, Krasavina] Голлербах М.М., Красавина Л.К. 1983. Харовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 14. Л. 190 с.

[Ignatov, Ignatova] Игнатов М.С., Игнатова Е.А. 2004. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 2. Fontinalaceae – Ambistegiaceae. М. С. 609–944.

[Ivanov et al.] Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Маланин В.В., Марасов А.А., Шамаев Д.Е., Рупова Э.Х. 2016. Характеристика донных отложений Голубых озер г. Казани. – Российский журнал прикладной экологии. 3: 19–22.

[Katanskaya] Катанская В.М. 1956. Методика исследования высшей водной растительности. – В кн.: Жизнь пресных вод. М., Л. С. 160–182.

[Khomuyakova] Хомякова И.М. 1941. Растительность Голубого озера. – Учен. зап. Казан. гос. Ун-та. 101 (3): 5–6.

[Konspekt...] Конспект флоры Восточной Европы. Т. 1. 2012. М., СПб. 630 с.

[Krasnaya...] Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). 2016. Казань. 760 с.

[Kurbangaliyeva, Kashevarova] Курбангалиева Х.М., Кашеварова О.В. 1946. Гидробиологическая характеристика Голубого озера. – Учен. зап. Казан. ун-та. 106 (3): 71–91.

[Lyubarsky] Любарский Д.С. 2018. Растительность Малых Голубых озер (ГПЗ “Голубые Озера”, Татарстан). – В сб.: Сборник научных трудов молодых ученых. Казань. С. 129–135.

[Movergoz, Bobrov] Мовергоз Е.А., Бобров А.А. 2016. Сравнительная морфология и биология водяных лютиков *Ranunculus circinatus*, *R. trichophyllus* и *R. kauffmannii* (*Batrachium*, Ranunculaceae) в Средней России. – Труды ИБВВ РАН. 76 (79): 93–118.

[Palagushkina et al.] Palagushkina O.V., Zaripova N.R., Mingazova N.M., Yurutkin T.O. 2018. Influence of unreasoned economic activity on the condition of macrophytes of the Bol'shoye Goluboye Lake. – In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 107 (1): 1–4.

[Parchenkov] Папченков В.Г. 2001. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль. 214 с.

[Parchenkov] Папченков В.Г. 2003а. О классификации растений водоемов и водотоков. – В сб.: Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике. Рыбинск. С. 23–26.

[Papchenkov] Папченков В.Г. 2003б. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности. – В сб.: Гидробиотика: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотике. Рыбинск. С. 126–131.

[Papchenkov] Папченков В.Г. 2003с. Динамика и индикационные свойства растительного покрова вод. – В сб.: Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М. С. 187–210.

[Sibgatullina] Сибгатуллина М.Ш. 2015. Рекреационная дигрессия растительного покрова на территории заказника “Голубые озера”. – Российский журнал прикладной экологии. 2: 15–19.

[Sviridenko] Свириденко Б.Ф. 1997. Структура водной флоры Северного Казахстана. – Бот. журн. 82 (11): 46–57.

[Sviridenko et al.] Свириденко Б.Ф., Мамонтов Ю.С., Свириденко Т.В. 2012. Использование гидромакрофитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Сургут. 231 с.

[Tokinova et al.] Токинова Р.П., Бердник С.В., Буторова Л.Е., Любарский Д.С., Андреева М.Г., Абрамова К.И., Любин П.А. 2017. Биоразнообразие Голубых озер Приказанья. – Российский журнал прикладной экологии. 4: 16–20.

[Tokinova et al.] Токинова Р.П., Любарский Д.С., Буторова Л.Е. 2019. Особенности населения макрофитов и фитофильной фауны в озере Комсомольское (г. Казань) в зимний период. – В сб.: Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Матер. II Международной конференции. Ч. 2. Казань. С. 341–345.

[Unikal'nyue...] Уникальные экосистемы солончатоводных карстовых озер Среднего Поволжья. 2001. Казань. 256 с.

[Vinogradova et al.] Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Слобникова Н.В. 1980. Зеленые, красные и бурые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 13. Л. 248 с.

## FLORA AND VEGETATION OF BRACKISH WATERBODIES OF THE NATURE RESERVE “GOLUBYE OZERA” (MIDDLE VOLGA REGION)

R. P. Tokinova<sup>a,#</sup> and D. S. Lyubarsky<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of TAS  
Daur'skaya Str., 28, Kazan, 420087, Russia

<sup>#</sup> e-mail: r.tokin@rambler.ru

The results of studying species and phytocenotic diversity of macrophytes in brackish lakes and streams of the nature reserve “Golubye Ozera” (Middle Volga region) during the vegetation period of 2017 and 2018 are presented. The list of revealed species includes 43 species from 34 genera and 23 families, among them there are macroalgae (9 species), mosses (6) and flowering plants (28). 19 plant species were noted for the first time for the nature reserve. The representatives of 5 ecotypes are present in the flora structure, 16 species of which (37%) are true aquatic plants (hydrophytes). 18 associations from 13 formations are distinguished in the syntaxonomic structure of aquatic and semiaquatic plants. The class of aquatic vegetation is the most various (8 formations with a coenotic saturation of ~1.5 ass./formation) and exceeds semiaquatic (1.33 ass./formation) and riparian, near-water (1.0 ass./formation) classes. The communities of macroscopic algae are predominant in the lake vegetation cover. Their share in the overgrowing of water reaches from 30 to 70% with the degree of overgrowing from 38 to 81%. Among them, the leading role belongs to Charophyteta (*Chara contraria*) and Chlorophyteta the green filamentous algae (*Cladophora glomerata*, *Spirogyra* sp.). In all lakes it is noted the appearance of cenoses *Spirogyra* sp., that was not registered early. A comparative analysis of the vegetation cover dynamics of Bol'shoje Goluboye Lake indicates a decrease in the share of flowering plant communities in overgrowing of the lakes and their replacement with algal cenoses during the 80-year period.

**Keywords:** macrophytes, green filamentous algae, species composition, phytocenoses, algal cenoses, degree of overgrowing, Golubye Ozera, Tatarstan

## REFERENCES

- Bakin O.V., Shafigullina N.R. 2012. Moss Flora of Bogs in Tatarstan. — Uchen. Zap. Kazan. Univ. Ser. Estestv. Nauki. 154 (1): 155–164 (In Russ.).
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. 2006. Bioraznoobraziye vodorosley-indikatorov okruzhayushchey sredy [Biodiversity of algae – indicators of environmental]. Tel'-Aviv. 498 p. (In Russ.).
- Bobrov A.A., Kipriyanova L.M., Chemeris E.V. 2005. Communities of macroscopic green filamentous and yellow-green siphon algae (Cladophoretea) in some regions of Russia. — Vegetation of Russia. St. Petersburg. 7: 50–58 (In Russ.).
- Czerepanov S.K. 1981. Sosudistyye rasteniya SSSR [Vascular plants of the USSR]. Leningrad. 509 p. (In Russ.).
- Gollerbakh M.M., Krasavina L.K. 1983. Kharovye vodorosli. Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR [Chara algae. Key to freshwater algae of the USSR]. T. 14. Leningrad. 190 p. (In Russ.).
- Ignatov M.S., Ignatova E.A. 2004. Moss flora of the Middle European Russia. Vol. 2. Fontinalaceae – Ambistegiaceae. Moscow. P. 609–944 (In Russ.).
- Ivanov D.V., Ziganshin I.I., Malanin V.V., Marasov A.A., Shamaev D.E., Rupova E.Kh. 2016. Characteristics of the Golubye lakes sediments of Kazan. — Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii. 3: 19–22 (In Russ.).
- Katanskaya V.M. 1956. Metodika issledovaniya vysshey vodnoy rastitel'nosti [Methods of research of higher aquatic vegetation]. — In: Zhizn' presnykh vod. Moscow-Leningrad. P. 160–182 (In Russ.).
- Khomyakova I.M. 1941. Rastitel'nost' Golubogo ozera [Vegetation of the Blue Lake]. — Uchen. Zap. Kazan. Univ. 101 (3): 5–6 (In Russ.).
- Konspekt flory Vostochnoy Yevropy [Synopsis of the flora of Eastern Europe]. T. 1. 2012. Moscow – St. Petersburg. 630 p. (In Russ.).
- Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan (zhivotnyye, rasteniya, griby) [Red data book of the Tatarstan Republic (animals, plants, fungi)]. 2016. Kazan. 760 p. (In Russ.).
- Kurbangaliyeva Kh.M., Kashevarova O.V. 1946. Gidrobiologicheskaya kharakteristika Golubogo ozera [Hydrobiological characteristics of the Blue Lake]. — Uchen. Zap. Kazan. Univ. 106 (3): 71–91 (In Russ.).
- Lyubarskiy D.S. 2018. Rastitel'nost' Malykh Golubykh ozer (GPZ “Golubye Ozera”, Tatarstan) [Vegetation of the Small Blue Lakes (reserve “Golubye Ozera”, Tatarstan)]. — In: Sbornik nauchnykh trudov molodykh uchenykh. Kazan. P. 129–135 (In Russ.).
- Movergoz E.A., Bobrov A.A. 2016. Comparative morphology and biology of water crowfoots *Ranunculus circinatus*, *R. trichophyllus* and *R. kauffmannii* (*Batrachium*, Ranunculaceae) in Central Russia. — Trudy Inst. Biol. Vnutr. Vod RAN. 76 (79): 93–118 (In Russ.).
- Palagushkina O.V., Zaripova N.R., Mingazova N.M. and Yarutkin T.O. 2018. Influence of unreasoned economic activity on the condition of macrophytes of the Bol'shoye Goluboye Lake. — In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 107 (1): 1–4.
- Papchenkov V.G. 2001. Rastitel'nyy pokrov vodoyemov i vodotokov Srednego Povolzh'ya [Vegetation of reservoirs and watercourses of the Middle Volga]. Yaroslavl. 214 p. (In Russ.).
- Papchenkov V.G. 2003a. O klassifikatsii rasteniy vodoyemov i vodotokov [About the classification of plants of reservoirs and watercourses]. — In: Gidrobotanika: metodologiya, metody: Materialy Shkoly po gidrobotanike. Rybinsk. P. 23–26 (In Russ.).
- Papchenkov V.G. 2003b. Dominantno-determinantnaya klassifikatsiya vodnoy rastitel'nosti [Dominant-determinant classification of aquatic vegetation]. — In: Gidrobotanika: metodologiya, metody: Materialy Shkoly po gidrobotanike. Rybinsk. P. 126–131 (In Russ.).
- Papchenkov V.G. 2003c. Dinamika i indikatsionnyye svoystva rastitel'nogo pokrova vod [Dynamics and indicative properties of water vegetation]. — In: Ekologicheskoye sostoyaniye malykh rek Verkhnego Povolzh'ya. Moscow. P. 187–210 (In Russ.).

Sibgatullina M.Sh. 2015. Recreational digression of plant cover in the territory of wildlife area “The Blue lakes”. – *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii*. 2: 15–19 (In Russ.).

Sviridenko B.F. 1997. The structure of aquatic flora of Northern Kazakhstan. – *Botanicheskii Zhurnal*. 82 (11): 46–57 (In Russ.).

Sviridenko B.F., Mamontov Yu.S., Sviridenko T.V. 2012. Ispol'zovaniye gidromakrofitov v kompleksnoy otsenke ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'yektov Zapadno-Sibirskoy ravniny [The use of hydro-macrophytes in the integrated assessment of the ecological status of water bodies of the West Siberian Plain.]. Surgut. 231 p. (In Russ.).

Tokinova R.P., Berdnik S.V., Butorova L.Ye., Lyubarskiy D.S., Andreyeva M.G., Abramova K.I., Lyubin P.A. 2017. Biodiversity of the Golubye lakes of Kazan. – *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii*. 4: 16–20 (In Russ.).

Tokinova R.P., Lyubarskiy D.S., Butorova L.Ye. 2019. Features of the structure of macrophytes and associated fauna in Komsomol'skoye Lake (Kazan) in winter. – In: *Lakes of Eurasia: problems and solutions. II Internat. Confer. Part 2. Kazan*. P. 341–345 (In Russ.).

Unikal'nyye ekosistemy solonovatovodnykh karstovykh ozer Srednego Povolzh'ya [Unique ecosystems of brackish-water karst lakes of the Middle Volga]. 2001. Kazan. 256 p. (In Russ.).

Vinogradova K.L., Gollerbakh M.M., Zauyer L.M., Sdobnikova N.V. 1980. *Zelenye, krasnye i burye vodorosli. Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR* [Green, red and brown algae. Key to freshwater algae of the USSR]. T. 13. Leningrad. 248 p. (In Russ.).