

## ВОДОРΟΣЛИ МИНЕРАЛИЗОВАННОГО ОЗЕРА УЛУГКОЛЬ (Россия, Хакасия)

Е.Г. Макеева<sup>1</sup>, Ю.В. Науменко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный природный заповедник “Хакасский”,  
655017, Абакан, ул. Цукановой, 164, e-mail: meg77@yandex.ru  
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова,  
655000, Абакан, просп. Ленина, 90

<sup>2</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,  
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: Naumenko55@ngs.ru

Приведены данные о флоре водорослей минерализованного оз. Улугколь (Государственный природный заповедник “Хакасский”). Таксономический список водорослей представлен 109 таксонами видового и внутривидового ранга, принадлежащими к 55 родам, 36 семействам, 9 классам и 5 отделам. По видовому разнообразию выделяются отделы *Bacillariophyta* – 67 таксонов, *Cyanoprocarvota* – 25 таксонов. Наибольшее число видов отмечено в бентосе. Доминанты планктонных и бентосных сообществ в основном относятся к галофильным и мезогалобным организмам.

**Ключевые слова:** альгофлора, доминирующий комплекс, минерализованное озеро, Хакасия, Южная Сибирь.

## THE ALGAE OF THE MINERALIZED ULUGKOL LAKE (Russia, Khakasia)

E.G. Makeeva<sup>1</sup>, Yu.V. Naumenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“Khakassky” State Nature Reserve,  
655017, Abakan, Tsukanovoi str., 164, e-mail: meg77@yandex.ru  
Katanov Khakass State University,  
655000, Abakan, Lenin str., 90

<sup>2</sup>Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,  
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: Naumenko55@ngs.ru

The data about algae flora of the mineralized Ulugkol Lake (The State Nature Reserve “Khakassky”). Taxonomic list of seaweed is presented by 109 taxons from specific and intraspecific rank, belonging to 55 genus, 36 families, 9 classes and 5 departments. With respect to species diversity, two division *Bacillariophyta* – 67 taxons and *Cyanoprocarvota* – 25 taxons, are distinguished. The greatest number of species has been noted in benthos. Dominants of the plankton and benthos associations are mainly applies to the halophilous and mesogalobous organisms.

**Key words:** algae flora, dominating complex, mineralized lake, Khakasia, South Siberia.

## ВВЕДЕНИЕ

Аридный климат, особенности литологического строения и гидрологического режима территории степной зоны Хакасии способствовали формированию минеральных озер, большинство из которых не имеют стока, а интенсивное испарение вызывает аккумуляцию растворенных в воде веществ. В пределах республики выделяется ряд бессточных областей: Беле-Ширинская, Улугкольская, Алтайская, Сользаводская и Утинская, приуроченных к Чебаково-Балахтинской и Южно-Минусинской котловинам. Улугкольская бессточная область в Уйбатской степи имеет площадь около 620 км<sup>2</sup>, образована в основном бассейном оз. Улугколь и примыкающих к нему более мелких бассейнов озер Усколь, Талое, Чалгысколь (Покровский и др., 2001). Улугколь является ключевой

орнитологической территорией международного статуса, входит в состав водно-болотных угодий, внесенных в Перспективный список Рамсарской конвенции (Водно-болотные угодья..., 2000). Основная часть акватории озера входит в состав заповедника “Хакасский” – участок “Камызякская степь с озером Улугколь”.

В альгологическом отношении этот водоем практически не изучен. Из литературных источников известна одна публикация Т.Н. Ануфриевой, Е.А. Ивановой (1997), где для озера указан вид *Synechocystis salina* Wisl.

Целью настоящей работы является описание флористического состава водорослей оз. Улугколь, структуры и экологии водорослевых сообществ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Улугколь (Улуг-Коль, Улук-Коль) – мелководный, сильноминерализованный водоем, площадью 7.5 км<sup>2</sup> (Водно-болотные угодья..., 2000), вытянутый в широтном направлении, сформирован в дефляционной котловине. С северной и западной сторон в него впадают три небольших ручья. Берега низкие, песчано-илистые, топкие. Дно ровное, полого опускающееся к восточной половине озера, где максимальная глубина составляет 3 м. Озерные грунты представлены серыми и черными илами, имеются грязевые отложения. Пелоиды оз. Улугколь соответствуют высокоминерализованным среднесульфидным иловым минерализованным лечебным грязям (Клопотова, 2004). Вдоль берегов, на мелководье, илы в значительной мере имеют примеси песка. В летние месяцы в прибрежье со дна наблюдается выделение сероводорода.

Питание водоема происходит за счет атмосферных осадков и подземного стока озерной долины (Кривошеев, 1991). Прозрачность по диску Секки за период исследования варьировала от 0.5 до 2.0 м. Активная реакция воды щелочная (рН = 9.4–9.8). В ионном составе преобладают: Na<sup>+</sup> – 6018 мг/л; Mg<sup>2+</sup> – 133.2; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 5722; Cl<sup>-</sup> – 3722; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 2662 мг/л (оригинальные данные, август 2007 г.). Минерализация за период составляла 18.3–21.7 г/л, что ниже значений, указанных ранее, – 28.5–51.5 г/л (Кусковский, Кривошеев, 1989; Кривошеев, 1991; Клопотова, 2004).

Погруженная растительность представлена *Potamogeton pectinatus* L. С северной части озеро окружено пойменными солончаковыми лугами и мочажино-кочкарниковым болотом, поросшим *Typha* sp., *Scirpus* sp., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Растительность, покрывающая берега водоема, носит выраженный солончаковый характер, с доминирующими видами: *Plantago salsa* Pall., *Salicornia europea* L., *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, *Leymus akmolinsensis* (Drob.) Tzvel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В оз. Улугколь обнаружено 99 видов водорослей, представленных 109 видовыми и внутривидовыми таксонами, относящимися к пяти отделам (*Bacillariophyta* – 67 видовых и внутривидовых таксонов, *Cyanoprocarvota* – 25, *Chlorophyta* – 9, *Euglenophyta* – 7, *Cryptophyta* – 1), 9 классам, 36 семействам и 55 родам (табл. 1). На долю диатомовых и синезеленых водорослей приходилось 83.8 % общего видового состава. Ведущие семейства (*Bacillariaceae* – 13 видов, *Cymbellaceae* – 7, *Merismopediaceae* – 6, *Pseudanabaenaceae* и *Naviculaceae* по 5 видов, *Phormidiaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Stauroneidaceae*, *Mastogloiaceae*, *Anomooneidaceae*, *Rhopalodiaceae* – по 4 вида) включали в себя 60.5 % видов (табл. 2).

Альгологический материал (130 планктонных, бентосных, перифитонных качественных проб) собирали с мая по сентябрь 2006–2009 гг. Отбор, фиксацию и обработку проб проводили по стандартным методикам (Водоросли, 1989). Пробы отбирали в центральной части озера и в прибрежье. Планктонные водоросли исследовали в сетных и батометрических пробах. Для концентрирования фитопланктона использовался седиментационный метод. Перифитон собирали с естественных субстратов при помощи скальпеля. Донные грунты отбирали лотом. Видовой состав определяли на фиксированном формалином и живом материале. Водоросли изучали с помощью световых микроскопов “Альтами” с увеличением от 400 до 1000 и “Amplival” Carl Zeiss, Jena с увеличением от 640 до 1600. Идентифицировали водоросли с помощью отечественных определителей, а также сводок зарубежных авторов (Ettl, 1983; Komarek, Fott, 1983; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a,b; Komarek, Anagnostidis, 1998, 2005). Эколого-географическая характеристика водорослей основана на данных, содержащихся в определителях и крупных сводках (Унифицированные методы..., 1977; Фитопланктон..., 2003; Барина и др., 2006; Комулайн и др., 2006).

Для выяснения значения отдельных видов в формировании водорослевых сообществ озера применяли относительную частоту встречаемости вида, которую рассчитывали как отношение числа проб, в которых найден вид, к общему их числу, принимаемому за 100 %. Распределение видов по группам активности проводилось в соответствии со значениями их относительной встречаемости, в результате в исследуемых водоемах выделены пять групп: особо активные (с частотой встречаемости свыше 75 %), высокоактивные (74–50), среднеактивные (49–23), малоактивные (22–5) и неактивные (менее 5 %).

Ведущие роды *Nitzschia* (9 видов), *Navicula* (5), *Oscillatoria*, *Cymbella* (по 4), *Spirulina*, *Synechocystis*, *Chroococcus*, *Mastogloia*, *Encyonema*, *Epithemia*, *Oocystis* (по 3 вида) содержали 43.2 % обнаруженных видов. Преобладание в родовом спектре *Nitzschia* и *Navicula* характерно для бентоса соленых и гиперсоленых озер Крыма (Неврова, Шадрин, 2005), Калмыкии (Бамбеева и др., 2009).

Оз. Улугколь характеризуется большим числом одновидовых семейств (41.7 % от общего числа семейств) и родов (54.5 %).

Ниже приводится список видов водорослей оз. Улугколь. **Сyanoprocarvota:** *Aphanothece salina* Elenkin et Danilov, *Aphanocapsa salina* Woronichin, *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing, *M. tenuis*

Таблица 1

## Систематический состав альгофлоры озера Улутколь

Отдел	Число видов (видов, разновидностей и форм)	Доля от общего числа видов (видов, разновидностей и форм), %
Cyanoprocarvota	25 (25)	25.2 (22.9)
Bacillariophyta	58 (67)	58.6 (61.5)
Cryptophyta	1 (1)	1.0 (0.9)
Euglenophyta	6 (7)	6.1 (6.4)
Chlorophyta	9 (9)	9.1 (8.3)
Всего:	<b>99 (109)</b>	<b>100 (100)</b>

*sima* Lemmermann, *Synechocystis aquatilis* Sauvageau, *S. crassa* Woronichin, *S. salina* Wislouch, *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli, *C. turgidus* (Kützing) Nägeli, *C. luteolus* Woronichin, *Pseudanabaena papillateterminata* (Kiselev) Kukk, *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek, *Phormidium breve* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek, *P. okenii* (C. Agardh) Gomont) Anagnostidis et Komárek, *Arthrospira jenneri* Stizenberger ex Gomont, *A. platensis* Gomont, *Spirulina major* Kützing ex Gomont, *S. subtilissima* Kützing ex Gomont, *S. tenuissima* Kützing, *Oscillatoria limosa* C. Agardh ex Gomont, *O. sancta* Kützing ex Gomont, *O. simplicissima* Gomont, *O. tenuis* C. Agardh ex Gomont, *Trichormus variabilis* (Kützing ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis var. *variabilis*, *T. variabilis* f. *tenuis* Popova. **Bacillariophyta:** *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round, *Diatoma tenuis* C. Agardh, *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kützing) D.M. Williams et Round, *Aneumastus tuscula* (Ehrenberg) D.G. Mann et A.J. Stickle, *Mastogloia elliptica* var. *dansei* (Thwaites) Cleve, *M. grevillei* W. Smith, *M. smithii* var. *lacustris* Grunow, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot, *Anomoeoneis sphaerophora* (Ehrenberg) Pfitzer, *A. costata* (Kützing) Hustedt, *Stauropora salina* (W. Smith) Mereschkowsky, *S. wislouchii* (Poretzky et Anisimova) D.G. Mann, *Cymbella affinis* Kützing, *C. aspera* (Ehrenberg) Cleve, *C. helvetica* Kützing, *C. balatonis* Grunow, *Encyonema lacustre* (C. Agardh) F.W. Mills, *E. perpusillum* (Cleve) D.G. Mann, *E. silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann, *Gomphonema salinarum* (Pantosek) Cleve, *Achnanthes brevipes* C. Agardh var. *brevipes*, *A. brevipes* var. *intermedia* (Kützing) Cleve, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula*, *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Sellaphora rectangularis* (Gregory) Lange-Bertalot et Metzeltin, *Pinnularia appendiculata* var. *budensis* Grunow, *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve, *D. pseudoovalis* Hustedt, *Navicula capitatoradiata* Germain, *N. cryptocephala* var. *veneta* (Kützing) Rabenhorst, *N. pusilla* var. *jacutica* Kiselev, *N. radiosa* Kützing, *N. oblonga* Kützing, *Stauroneis acuta* W. Smith,

Таблица 2

## Ведущие семейства и роды альгофлоры озера Улутколь

Семейство	Число видов	Доля от выявленных видов, %	Род	Число видов	Доля от выявленных видов, %
Bacillariaceae	13	13.1	<i>Nitzschia</i>	9	9.1
Cymbellaceae	7	7.1	<i>Navicula</i>	5	5.1
Merismopediaceae	6	6.1	<i>Oscillatoria</i>	4	4.0
Pseudanabaenaceae	5	5.1	<i>Cymbella</i>	4	4.0
Naviculaceae	5	5.1	<i>Synechocystis</i>	3	3.0
Phormidiaceae	4	4.0	<i>Chroococcus</i>	3	3.0
Oscillatoriaceae	4	4.0	<i>Spirulina</i>	3	3.0
Stauroneidaceae	4	4.0	<i>Mastogloia</i>	3	3.0
Mastogloiaceae	4	4.0	<i>Encyonema</i>	3	3.0
Anomoeoneidaceae	4	4.0	<i>Epithemia</i>	3	3.0
Rhopalodiaceae	4	4.0	<i>Oocystis</i>	3	3.0
Всего:	<b>60</b>	<b>60.5</b>		<b>43</b>	<b>43.2</b>

*S. phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg, *Craticula cuspidata* (Kützing) D.G. Mann, *C. halophila* (Grunow) D.G. Mann, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Halumphora coffeaeformis* (C. Agardh) Levkov, *H. hybrida* (Grunow) Levkov, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow, *Tryblionella hungarica* (Grunow) D.G. Mann, *Nitzschia bilobata* W. Smith, *N. commutata* Grunow, *N. dubia* W. Smith, *N. hybrida* Grunow, *N. frustulum* (Kützing) Grunow var. *frustulum*, *N. frustulum* var. *subsalina* Hustedt, *N. kittlii* Grunow, *N. microcephala* Grunow, *N. sublinearis* Hustedt, *N. tibetana* Hustedt, *Denticula kuetzingii* Grunow, *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing var. *argus*, *E. argus* var. *alpestris* (W. Smith) Grunow, *E. argus* var. *capitata* Fricke, *E. argus* var. *longicornis* (Ehrenberg) Grunow, *E. sorex* Kützing, *E. turgida* var. *capitata* Fricke, *E. turgida* var. *granulata* (Ehrenberg) Brun, *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller, *R. gibbavar. parallela* (Grunow) Holmboe, *R. ibberula* var. *vanheurckii* Otto Müller, *Surirella ovalis* Brébisson, *Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith. **Cryptophyta:** *Rhodomonas salina* (Wislouch) D.R.A. Hill et R. Wetherbee. **Euglenophyta:** *Trachelomonas hispida* var. *coronata* Lemmermann, *T. volvocina* Ehrenberg, *Euglenaformis proxima* (Dangeard) M.S. Bennett et Triemer, *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann, *Phacus caudatus* Hübner, *Eutreptia globulifera* Van Goor var. *globulifera*, *E. globulifera* var. *lata* Popova. **Chlorophyta:** *Dunaliella salina* Teodoresco, *Sphaerocystis planctonica* (Korshikov) Borelly, *Coelastrum microporum* Nägeli, *Hindakia tetrachotoma* (Printz) C. Bock, Pröschold et Krienitz, *Oocystis lacustris* Chodat, *O. marssonii* Lemmermann, *O. submarina* Lagerheim, *Botryococcus braunii* Kützing, *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing.

Анализ флоры показал присутствие в ней видов, имеющих ограниченный ареал в пределах

бывшего СССР. Так, *Diploneis pseudoovalis* отмечали в сазовых водоемах Салыкташа (Музафаров, 1958); *Nitzschia bilobata* – в литорали Белого и Японского морей (Гайл, 1950; Короткевич, 1960), в соленых озерах Тывы (Науменко, 1997); *Nitzschia kittlii* – в оз. Машаланкуль в Средней Азии (Музафаров, 1958), оз. Шара-Нур в Тыве (Науменко, 1997), озерах Гун и Буйр в Монголии (Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002); *Pseudanabaena papillaterminata* (*Phormidium papillaterminatum* Kiselev) – в соленых и пресных водоемах Западной Сибири, Северной Хакасии (Попова, 1946, 1947), Туркмении (Коган, 1960; Эргашев, 1968). Тропический вид *Arthrospira platensis* встречен единично, вероятно, занесен в озеро мигрирующими птицами.

На основании значений относительной частоты встречаемости выделены группы активности: особо активные (*Spirulina major*, *S. tenuissima*, *Synechocystis salina*, *Anomoeoneis costata*); высокоактивные (*Eutreptia globulifera*, *E. globulifera* var. *lata*, *Encyonema perpusillum*, *Oscillatoria tenuis*, *Anomoeoneis schaeerophora*, *Arthrospira jenneri*, *Oocystis submarina*, *Rhodomonas salina*, *Chroococcus turgidus*, *Sphaerocystis planctonica*, *Dunaliella salina*, *Ctenophora pulchella*); среднеактивные (*Phormidium breve*, *Nitzschia microcephala*, *Halamphora coffeaeformis*, *H. hybrida*, *Amphora ovalis*, *Aphanothece salina*, *Aphanocapsa salina*, *Craticula halophila*, *Euglenaformis proxima*, *Achnanthes brevipes*, *A. brevipes* var. *intermedia*, *Cladophora glomerata*, *Epithemia turgida* var. *capitata*); малоактивные (*Epithemia argus*, *Nitzschia frustulum*, *N. frustulum* var. *subsalina*, *Chroococcus minutus*,

*C. luteolus*, *Navicula radiosa*, *Pseudanabaena papillaterminata*, *Spirulina subtilissima*, *Oocystis lacustris*, *Mastogloia elliptica* var. *dansei*, *M. smithii* var. *lacustris* и др.). На долю неактивных видов приходилось 53.2 % общего состава.

#### Эколого-географическая характеристика.

По приуроченности к местообитанию самое большое число видов, разновидностей и форм водорослей оз. Улугколь относилось к группе бентосных (41.3 %). Планктонные виды составляли 31.2 %. Организмов обрастаний обнаружено 20.2 % (табл. 3).

Для 102 видов, разновидностей и форм водорослей известны данные по отношению к солености воды, что составляло 93.6 % от общего числа таксонов. Наибольшее число видов относилось к группе индифферентов (39.5 %). Данный факт можно объяснить тем, что озеро обогащается органическими веществами за счет массовых миграций птиц. Как известно, высокая трофность водоема может поднимать верхний уровень экологической амплитуды соленостности вида (Saros, Fritz, 2000). Среди индифферентов обычными были такие виды, как *Oscillatoria simplicissima*, *Cymbella affinis*, *C. helvetica*, *Epithemia argus*, *E. argus* var. *capitata*, *Nitzschia microcephala*, *Lepocinclis ovum*, *Sphaerocystis planctonica*, *Cladophora glomerata*. Основная масса индифферентных по отношению к солености видов имела низкую частоту встречаемости. Некоторые индифферентные к содержанию солей виды водорослей, развивающиеся в основном в пресных водах и найденные в оз. Улугколь,

Таблица 3

#### Эколого-географическая характеристика водорослей озера Улугколь

Эколого-географические группы	Число видов, разновидностей и форм	Доля, %	Эколого-географические группы	Число видов, разновидностей и форм	Доля, %
Местообитание			Распространение		
п	34	31.2	a-a	3	2.8
о	22	20.2	b	19	17.4
д	45	41.3	к	75	68.8
?	8	7.3	?	12	11.0
Галобность			Сапробность		
i	43	39.5	x-о; о-x	1	0.9
gl	37	33.9	о	10	9.2
mg	21	19.3	о-β; β-о	11	10.1
pg	1	0.9	β	29	26.6
?	7	6.4	β-α; α-β	9	8.3
Ацидофильность			α	8	7.3
i	31	28.4	p-α	2	1.8
alf	49	45.0	?	39	35.8
?	29	26.6			

Примечание: п – планктонный вид, д – донный вид, о – обрастатель, i – индифферент, gl – галофил, mg – мезогалоб, pg – полигалоб, alf – алкалофил, a-a – арктоальпийский, b – бореальный, к – космополит, x – ксеносапроб, о – олигосапроб, β – бета-мезосапроб, α – альфа-мезосапроб, p – полисапроб, знак вопроса (?) – таксоны, малоизученные в экологическом и географическом отношении.

например, *Merismopedia glauca*, *Oscillatoria sancta*, *O. simplicissima*, *Craticula cuspidata*, *Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *Amphora ovalis*, *Rhopalodia gibba*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia microcephala*, *Epithemia argus*, обнаружены в соленых озерах Египта (Hamed, 2008), Северной Америки (Blinn, 1993), *Cymbella helvetica*, *Nitzschia frustulum* – в Куяльницком лимане (Герасимюк и др., 2011).

Высока доля галофилов – 33.9 %. Наиболее массовые из них – *Synechocystis salina*, *Encyonema perpusillum*, *Oscillatoria tenuis*, *Anomoeoneis schaefferophora*, *Arthrospira jenneri*, *Oocystis submarina* и др. Группа мезогалобов представлена меньшим количеством таксонов – 19.3 %. Типичные представители мезогалобов: *Spirulina tenuissima*, *S. major*, *Anomoeoneis costata*, *Ctenophora pulchella*, *Halamphora coffeaeformis*, *Rhodomonas salina* – основные доминанты водорослевых сообществ. К группе полигалобов относился один вид – *Dunaliella salina*, входящий в состав доминантов фитопланктона. Повсюду, на всех континентах, за исключением Антарктиды, этот вид распространен в аридных зонах, т. е. в условиях, способствующих образованию водоемов с высокой степенью минерализации воды (Масюк и др., 2007). По частоте встречаемости основу населения оз. Улугколь составляют мезогалобные виды, а также галофильные организмы с широкой адаптацией к минерализации. Эти результаты согласуются с данными по другим минерализованным водоемам (Wen et al., 2005).

Данные по отношению к рН среды известны для 80 видов, разновидностей и форм водорослей, что составляло 73.4 % от общего числа зарегистрированных здесь таксонов. Среди них преобладали алкалофильные виды (45.0 %), менее многочисленны индифференты (28.4 %), группа ацидофилов отсутствовала. Среди алкалофилов доминанты бентосных группировок: *Anomoeoneis sphaerophora*, *Nitzschia frustulum*, *Halamphora coffeaeformis*, *Ctenophora pulchella*. К группе индифферентных по отношению к рН водорослей также относились массовые виды: *Oscillatoria tenuis*, *Encyonema perpusillum*, *Sphaerocystis planctonica*, *Oocystis submarina*.

Географический анализ флоры водорослей показал, что основная часть видовых и внутривидовых таксонов (68.8 %) относилась к широко распространенным или космополитным видам. Наиболее часто встречающимися в альгосообществах были следующие представители этой группы: *Spirulina major*, *S. tenuissima*, *Synechocystis salina*, *Anomoeoneis costata* и др. В группу бореальных видов входили 17.4 % видовых и внутривидовых таксонов, в основном это диатомовые водоросли – *Cymbella helvetica*, *Epithemia argus* и др. Арктоальпийская географическая группа составляла 2.8 % от

общего числа таксонов альгофлоры, это виды *Aphanothece salina*, *Rhopalodia gibba* var. *parallela*, *Nitzschia tibetana*.

В оз. Улугколь выявлено 70 видов-индикаторов сапробности (64.2 %). Из общего числа индикаторных видов выделялись β-мезосапробные формы, обитатели умеренно загрязненных водоемов (26.6 % от общего числа видовых и внутривидовых таксонов). К широко распространенным в озере β-мезосапробным формам относились: *Anomoeoneis sphaerophora*, *Nitzschia microcephala*, *Achnanthes brevipes*, *Cladophora glomerata*. Промежуточная группа о-β-, β-о-мезосапробов включала 10.1 % общего таксономического состава. Средней активностью в озере отличался только один о-β-мезосапробный вид – *Amphora ovalis*. Олигосапробные виды, разновидности и формы составляли 9.2 %, среди них некоторые доминирующие виды: *Encyonema perpusillum*, *Sphaerocystis planctonica*.

Суммарное содержание представителей α-мезосапробной и р-α-мезосапробной зон – 9.1 % выявленных таксонов, к ним относились доминирующие виды синезеленых водорослей: *Spirulina major*, *Arthrospira jenneri*, *Phormidium breve*, *Oscillatoria tenuis*.

**Структура сообществ. Фитопланктон** беден, обнаружено всего 20 видов, разновидностей и форм водорослей из 5 отделов (*Cyanoprocarota* – 9, *Chlorophyta* – 7, *Euglenophyta* – 2, *Bacillariophyta* и *Cryptophyta* по 1), для центральной части озера зафиксировано 15 видовых и внутривидовых таксонов. В мае ведущая роль принадлежала видам *Dunaliella salina* и *Eutreptia globulifera*. В июне–июле доминировали *Aphanothece salina*, *Aphanocapsa salina*, содоминантами выступали *Eutreptia globulifera* и *Sphaerocystis planctonica*. В августе основу фитопланктона составляли *Sphaerocystis planctonica* и *Oocystis submarina*, в сентябре – *Rhodomonas salina* и *Dunaliella salina*. Для прибрежного планктона с июня по август характерно массовое развитие *Spirulina tenuissima* и *Eutreptia globulifera*.

**Фитобентос.** В пробах грунта зарегистрировано 85 видовых и внутривидовых таксонов водорослей (*Bacillariophyta* – 60, *Cyanoprocarota* – 17, *Euglenophyta* – 5, *Chlorophyta* – 2, *Cryptophyta* – 1). Максимум развития микрофитобентоса приходился в среднем на глубину 0.5 м. С увеличением глубины количество водорослей резко уменьшалось. В центральной части озера выявлено всего 10 видовых и внутривидовых таксонов: *Synechocystis aquatilis*, *S. salina*, *Phormidium breve*, *Arthrospira jenneri*, *Spirulina major*, *S. tenuissima*, *Pseudanabaena papillaterminata*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *A. costata*, *Cladophora glomerata*. Весной и осенью преобладали *Phormidium breve* и *Cladophora glomerata*, летом же в пробах донного ила с центральной части озера встречались лишь *Anomoeoneis sphaero-*

*phora*, *A. costata* и *Synechocystis salina*. Массовое развитие *Cladophora glomerata* характерно для многих солоноватых и соленых водоемов Туркмении (Коган, 1972), Западной Сибири (Веснина и др., 2005).

Прибрежные грунты (ил, заиленный песок) отличались большим видовым разнообразием водорослей (85 видовых и внутривидовых таксонов) и интенсивным развитием цианопрокариот. Ежегодный доминирующий комплекс фитобентоса побережья состоял из *Arthrospira jenneri*, *Spirulina major*, *S. tenuissima* и *Oscillatoria tenuis*, его развитие достигало максимума к концу лета. Господство *Spirulina major* отмечено в некоторых соленых водоемах: в оз. Учум (Хакасия) при минерализации 20.0–23.5 г/л (Попова, Дегтерева, 1935), оз. Шаранур (Тыва) при минерализации 17.87 г/л (Науменко, 1997), в минерализованных озерах Среднее и Нижнее курорта “Старая Русса” Новгородской области (Капитонова, 2009), озерах Прикарабогазья (Коган и др., 1972), Северного Тибета (Wen et al., 2005). Из других представителей синезеленых в фитобентосе оз. Улугколь следует отметить вид *Synechocystis salina*, доминирование которого наблюдалось в мае, планктонные виды *Aphanothece salina* и *Aphanocapsa salina* встречались в бентосе в массовом количестве в августе–сентябре. В состав доминантов южного берега оз. Улугколь на протяжении всего периода исследования входила *Eutreptia globulifera*, что может быть обусловлено повышенным содержанием органических веществ, поступающих в воду в результате выпаса скота. В мае и сентябре в значительном количестве наблюдалось развитие криптофитовой водоросли *Rho-*

*domonas salina*. Представители диатомей *Anomoeoneis sphaerophora*, *A. costata* неизменно входили в число доминирующих видов. Встречаемость того или иного вида может зависеть от преобладания в водоеме определенных ионов. Для *Anomoeoneis sphaerophora* выявлена высокая положительная корреляция развития с гидрокарбонат-ионами (Blinn, 1993). Высокое содержание гидрокарбонатов в оз. Улугколь и доминирование *Anomoeoneis sphaerophora* подтверждают эти данные. На заиленных песках преобладали диатомовые водоросли *Epithemia argus* var. *capitata*, *Nitzschia frustulum*, *Ctenophora pulchella* и *Halamphora coffeaeformis*. Доминирование индифферентного вида *Nitzschia frustulum* отмечали в альгофлоре некоторых соленых озер Западного Узоя (Коган, 1972), оз. Моно (США) (Herbst, Blinn, 1998).

**Фитоперифитон.** В составе перифитона отмечено 74 вида, разновидности и формы водорослей (*Bacillariophyta* – 41, *Суанопсисария* – 21, *Chlorophyta* – 6, *Euglenophyta* – 5, *Cryptophyta* – 1). На тростнике обнаружено 64 видовых и внутривидовых таксона, постоянный доминант – *Encyonema perpusillum* (данный вид указан в числе доминантов для минерализованных озер Канады (Veres et al., 1995)), в мае преобладала *Spirulina tenuissima*, в июне–июле значительно были развиты *Anomoeoneis costata*, *Cladophora glomerata*, *Eutreptia globulifera*, в августе – *Halamphora coffeaeformis*, *Aphanocapsa salina*, *Synechocystis salina*, в сентябре – *Aphanocapsa salina*, *Spirulina tenuissima*, *Oscillatoria tenuis*. На рдесте гребенчатом выявлен 31 таксон, на осоке – 10, на данных растительных субстратах доминировала *Encyonema perpusillum*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, альгофлора оз. Улугколь представлена 109 внутривидовыми таксонами, включая номенклатурные типы видов из пяти отделов. Ведущими семействами были *Bacillariaceae*, *Cymbellaceae*, *Meristompediaceae*, *Pseudanabaenaceae* и *Naviculaceae*. В планктоне озера в разные периоды доминировали представители родов зеленых (*Dunaliella*, *Oocystis*, *Sphaerocystis*), эвгленовых (*Eutreptia*), синезеленых (*Aphanothece*, *Aphanocapsa*), криптофитовых (*Rhodomonas*) водорослей. В фитобентосе и фитоперифитоне основная роль принадлежала родам: *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Anomoeoneis*, *Halamphora*, *Encyonema*.

В озере преобладали бентосные, индифферентные по отношению к солености, алкалифильные, космополитные виды. Доминанты планктонных и бентосных сообществ в основном относились к галофилам и мезогалобам. Среди индикаторов сапробности преобладали β-мезосапробные виды; содержание представителей загрязненных α-, р-α-мезосапробных зон невелико, но массовое

их развитие в водоеме указывает на загрязнение озерных вод органическими веществами.

Особенности развития водорослей в оз. Улугколь определяются повышенной минерализацией воды, малыми глубинами, хорошей прогреваемостью озера, наличием притоков. Видовой состав водорослей озера можно охарактеризовать как солоновато-водный. Минерализация водоема является главным фактором, регулирующим видовое богатство альгофлоры озера, но, скорее всего, не единственным. Также воздействуют значение pH и ионный состав. Притоки влияют на видовое разнообразие диатомовых (основная масса видов которых сосредоточена в прибрежье), а также на подбор экологических форм (высокий процент олигогалобов).

Данные по флористическому составу, доминированию определенных видов синезеленых, диатомовых, зеленых водорослей в оз. Улугколь согласуются с аналогичными сведениями по минерализованным водоемам различных аридных территорий России и других государств.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ануфриева Т.Н., Иванова Е.А.** Биоразнообразие водной биоты озер Уйбатской группы (Заповедник "Чазы", Хакасия) // Проблемы сохранения биологического разнообразия Южной Сибири: Материалы I Межрегион. науч.-практ. конф. (19–22 мая 1997 г.). Кемерово, 1997. С. 193–194.
- Бамбева В.И., Бакташева Н.М., Дедова Э.Б.** Комплексная характеристика биоценоза гипергалинного водоема Калмыкии // Вестн. МГОУ. Сер. Естеств. науки. 2009. № 3. С. 20–24.
- Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.** Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Веснина Л.В., Митрофанова Е.Ю., Лисицина Т.О.** Планктон соленых озер территории замкнутого стока (юг Западной Сибири, Россия) // Сиб. экол. журн. 2005. Т. 2, № 2. С. 221–233.
- Водно-болотные угодья России.** Т. 3. Водно-болотные угодья, внесенные в Перспективный список Рамсарской конвенции / Под общ. ред. В.Г. Кривенко. М., 2000. № 3. 490 с.
- Водоросли:** Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. Киев, 1989. 608 с.
- Гайл Г.И.** Определитель фитопланктона Японского моря // Изв. ТИНРО. 1950. Т. 33. С. 3–177.
- Герасимюк В.П., Эннан А.А., Шихалева Г.Н.** Видовой состав бентоса Куяльницкого лимана (Северо-Западное Причерноморье, Украина) // Альгология. 2011. Т. 21, № 2. С. 226–240.
- Дорофеев Н.И., Цэцэгмаа Д.** Конспект флоры водорослей Монголии. М., 2002. 285 с.
- Капитонова Е.Ю.** Альгофлора минерализованных водоемов курорта "Старая Русса" (Новгородская область) // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Материалы II Всерос. конф. (Сыктывкар, 5–9 окт. 2009 г.). Сыктывкар, 2009. С. 192–193.
- Клопотова Г.Г.** Гидроминеральные лечебные ресурсы озер Минусинской котловины: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 2004. 25 с.
- Коган Ш.И.** К альгофлоре озер Чокрок и Донгуз-Аджи // Изв. АН ТуркССР. Сер. биол. 1960. № 3. С. 28–33.
- Коган Ш.И.** Водоросли водоемов Туркменской ССР. Ашхабад, 1972. Кн. 1. 250 с.
- Коган Ш.И., Садыков Х.С., Дубаева З.В.** Первые сведения об альгофлоре водоемов Прикарабагэзья и южного Устюрта (Северо-Западная Туркмения) // Бот. журн. 1972. № 4. С. 79–585.
- Комулайнен С.Ф., Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г.** Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск, 2006. 81 с.
- Короткевич О.С.** Диагномовая флора литорали Баренцева моря // Тр. Мурман. мор. биол. ин-та. 1960. Вып. 1 (5). С. 68–388.
- Кривошеев А.С.** Лечение и отдых на озерах Красноярского края. Красноярск, 1991. 93 с.
- Кусковский В.С., Кривошеев А.С.** Минеральные озера Сибири (юг Красноярского края). Новосибирск, 1989. 200 с.
- Масюк Н.П., Посудин И.Ю., Лилицкая Г.Г.** Фотодвижение клеток *Dunaliella* Teod. (*Dunaliellales*, *Chlorophyceae*, *Viridiplantae*). Киев, 2007. 264 с.
- Музафаров А.М.** Флора водорослей горных водоемов Средней Азии. Ташкент, 1958. 379 с.
- Науменко Ю.В.** Первые сведения об альгофлоре соленого озера Шара-Нур (Южная Тува) // Бот. журн. 1997. Т. 82, № 4. С. 39–46.
- Неврова Е.Л., Шадрин Н.В.** Донные диатомовые водоросли соленых озер Крыма // Морський екологіч. журн. 2005. Т. IV, № 4. С. 61–71.
- Покровский Д.С., Дутова Е.М., Булатов А.А., Кузванов К.И.** Подземные воды Республики Хакасия и водоснабжение населения / Под ред. Д.С. Покровского. Томск, 2001. 300 с.
- Попова Т.Г.** К познанию альгофлоры водоемов Северной Хакасии. Ч. I. Альгофлора водоемов Ширинской (Качинской) степи // Изв. Зап.-Сиб. фил. АН СССР. Сер. биол. 1946. Т. 1, вып. 2. С. 41–72.
- Попова Т.Г.** К познанию альгофлоры водоемов Северной Хакасии. Ч. II. Водоросли Июсо-Ширинской и Ачинской степей // Изв. Зап.-Сиб. фил. АН СССР. Сер. биол. 1947. Т. 2, вып. 1. С. 73–100.
- Попова Т.Г., Дегтерева М.** Озеро Учум (альгологический очерк) // Тр. Биол. НИИ. Томск, 1935. Т. 1. С. 197–221.
- Унифицированные методы исследования качества вод.** Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Прил. 2. Атлас сапробных организмов. М., 1977. 228 с.
- Фитопланктон Нижней Волги.** Водохранилища и низовье реки / Под ред. И.С. Трифионовой. СПб., 2003. 232 с.
- Эргашев А.Э.** Флора водорослей коллекторно-дренажной сети Голодной степи и ее значение. Ташкент, 1968. 252 с.
- Blinn D.W.** Diatom community structure along physico-chemical gradients in saline lakes // Ecology. 1993. V. 74, No. 4. P. 1246–1263.
- Ettl H.** Chlorophyta I. Phytomonadina // Susswasserflora von Mitteleuropa. Jena, 1983. Bd. 9. 807 S.
- Hamed A.F.** Biodiversity and Distribution of Blue-Green Algae / Cyanobacteria and Diatoms in Some of the Egyptian Water Habitats in Relation to Conductivity // Aust. J. Basic and Applied Sci. 2008. V. 2 (1). P. 1–21.
- Herbst D.B., Blinn D.W.** Experimental mesocosm studies of salinity effects on the benthic algal community of a saline lake // J. Phycology. 1998. V. 34, No. 5. P. 772–778.
- Komarek J., Anagnostidis K.** Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales // Susswasserflora von Mitteleuropa. Heidelberg, Berlin, 1998. Bd. 19/1. 548 S.

- Komarek J., Anagnostidis K.** Cyanoprocaryota 2. Teil: Oscillatoriales // Ibid. München, 2005. Bd. 19/2. 759 S.
- Komarek J., Fott B.** Chlorophyceae (Grünalgaen). Ordnung: Chlorococcales // Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Stuttgart, 1983. Bd. XVI, Teil 7, Hf. 1. 1044 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena, 1986. Bd. 2/1. 876 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Ibid. Jena, 1988. Bd. 2/2. 596 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Ibid. Stuttgart; Jena, 1991a. Bd. 2/3. 576 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Geamtliteraturverzeichnis // Ibid. Stuttgart; Jena, 1991b. Bd. 2/4. 434 S.
- Saros J.E., Fritz S.C.** Nutrients as a link between ionic concentration/composition and diatom distributions in saline lakes // Publ. J. Paleolimnology. 2000. V. 23. P. 449–453.
- Veres A.J., Pienitz R., Smol J.P.** Lake Water Salinity and Periphytic Diatom Succession in Three Subarctic Lakes, Yukon Territory, Canada // Arctic. 1995. V. 48, No. 1. P. 63–70.
- Wen Z., Mian-Ping Z., Xian-Zhong X., Xi-Fang L., Gan-Lin G., Zhi-Hui H.** Biological and ecological features of saline lakes in northern Tibet, China // Hydrobiologia. 2005. V. 541. P. 189–203.