

## ХАРОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (*CHARALES: STREPTOPHYTA*) ЮГА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

P.E. РОМАНОВ

## CHAROPHYTES (*CHARALES: STREPTOPHYTA*) OF THE SOUTH OF THE WEST-SIBERIAN PLAIN

R.E. ROMANOV

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, 630090 Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk, Zolotodolinskaya st., 101

Fax: +7 (383) 330–19–86; e-mail: romanov\_r\_e@mail.ru

На основе обобщенных литературных и оригинальных данных на юге Западно-Сибирской равнины обнаружены 24 вида харовых водорослей, в том числе 18 — в лесостепи, 16 — в степи и 11 — в долинах крупных рек. Имеющиеся данные, по-видимому, недостаточны для обоснованной охраны отдельных видов харовых водорослей на этой территории. Оценено сходство видового состава харовых водорослей различных регионов евро-западно-азиатского сектора Голарктики. Выявлено небольшое сходство по видовому составу *Charales* юга Западно-Сибирской равнины с Узбекистаном, юга Западной Сибири с Украиной.

**Ключевые слова:** харовые водоросли, Западно-Сибирская равнина, лесостепь, степь.

In water bodies of the south of the West-Siberian Plain were found 24 species of charophytes, including 18 species in the forest-steppe, 16 in the steppe and 11 species in large river valleys. Available data are apparently insufficient for protection of charophytes in this area. The similarity of species composition of charophytes from different regions of the euro-west-asian sector of the Holarctic was assessed. There is little similarity in species composition between the south of the West-Siberian Plain and Uzbekistan, and the south of Western Siberia and the Ukraine.

**Key words:** charophytes, *Charales*, West-Siberian Plain, forest-steppe, steppe.

### ВВЕДЕНИЕ

Западно-Сибирская равнина — одна из самых крупных низменных равнин земного шара, представляющая собой обширный участок земной поверхности, где изолинии количества тепла и годовых сумм осадков и, следовательно, географические зоны расположены строго широтно (Западная Сибирь, 1963). Зональность факторов окружающей среды может определять пространственное распределение таких своеобразных макроскопических живых организмов, как харовые водоросли, которые иногда играют значительную роль в формировании растительного покрова континентальных водоемов. Однако до настоящего времени пространственное распределение *Charales* юга Западно-Сибирской равнины детально не проанализировано из-за неравномерной изученности этой обширной территории.

Количество современных видов харовых водорослей в мировой флоре не превышает 450 (Krause, 1997). В мировом масштабе среди них преобладают эндемичные виды (более 62 %), только 7 видов являются космополитами, 8 — субкосмополитами (Khan, Sarma, 1984, цит. по: Борисова, 2005). В последние десятилетия обнаружено прогрессирующее снижение обилия, встречаемости многих видов харовых водорослей Европы, что отражает антропогенное изменение окружающей среды. Значительная часть видов *Charales* этого региона являются редкими и исчезающими, отдельные виды считают исчезнувшими с территории некоторых европейских стран. Составлены красные списки харовых водорослей ряда государств Европы, разработаны меры для их охраны. (Stewart, Church, 1992; Bryant et al., 2002; Паламарь-

Мордвинцева, Царенко, 2004; Blažencik et al., 2006). В «Красную книгу Российской Федерации» (2008) занесены два представителя рода *Chara* (*C. filiformis* Hertzsch, *C. strigosa* A. Br.), некоторые виды включены в региональные Красные книги, в частности, республики Татарстан (1995), Ленинградской области (2000), города Москвы (2001), Ненецкого автономного округа (2006) или предложены к включению (Патова и др., 2008). Для оценки необходимости охраны *Charales* юга Западной Сибири актуально создание информационной базы, обоб-

щающей все имеющиеся данные по этой группе.

Цель данной работы — характеристика видового состава харовых водорослей лесостепи и степи Западно-Сибирской равнины на основе обобщенных оригинальных и литературных данных в сравнении с другими регионами Евразии, а также оценка необходимости охраны отдельных видов. Конспект видов *Charales* юга Западно-Сибирской равнины будет опубликован в соавторстве с Л.М. Киприяновой (ИВЭП СО РАН, г. Новосибирск) в другой работе.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опубликованные данные обобщены из 32 печатных источников. Оригинальные данные получены совместно с Л.М. Киприяновой. Харовые водоросли собраны в водных объектах разных типов (озера, водотоки, временные водоемы) с различным химическим составом воды на территории Алтайского края и Новосибирской области в 1999–2007 гг. Всего обработано 97 сборов (более 200 гербарных листов и фиксированных проб). Водоросли идентифицировали по определителю М.М. Голлербаха и Л.К. Красавиной (1983), номенклатура приведена с учетом современных уточнений (Krause, 1997; Blümel, 2003).

В данной работе реализовано сравнение видового состава харовых водорослей различных регионов (преимущественно стран) евро-западно-азиатского сектора Голарктики (табл. 1), набор которых предопределили наличие флористических сводок по ним и доступность литературных источников. Очевидно, используемые для сравнения административные территории не отражают естественные природные контуры; во втором случае полученные результаты интерпретировать было бы удобнее. Однако этот вариант достижим только при наличии обширного массива первичных данных по всем сравниваемым территориям. Необходимо принять во внимание, что каждая из сопоставленных территорий в «нечетком» виде отражает индивидуальное сочетание естественных ландшафтов. Поэтому можно предположить, что результаты предпринятого сравнения отражают закономерности распределения харовых водорослей по умеренным широтам Евразии и позволяют определить место изученной флоры в ряду других. Сравнимые азиатские регионы находятся в зоне лесостепи или южнее, тогда как сравниваемые европейские регионы охватывают практически все географические зоны и подзоны Европы. На результатах сравнения, безусловно, отразился такой субъективный фактор,

как разная степень изученности, обуславливающая различную репрезентативность списков. Тем не менее, можно предположить, что его роль ниже по сравнению с объективными факторами, и полученные данные иллюстрируют пространственную неоднородность видового состава *Charales* евро-западно-азиатского сектора Голарктики.

Сравнение проводили на уровне видов, что, по-видимому, является в настоящее время единственно возможным вариантом сопоставления литературных данных с территории большей части бывшего СССР и европейских стран, учитывая небольшое количество внутривидовых таксонов в использованном многими авторами основном руководстве для определения харовых водорослей СССР (Голлербах<sup>1</sup>, Красавина, 1983). Для обеспечения сопоставимости исходных данных придерживались одинаковой и широкой трактовки объема видов (Шмидт, 1980). При этом принимали во внимание виды *Charales*, которые считают исчезнувшими в последнее время с территории некоторых европейских стран, на основании того, что, во-первых, их наличие характеризует распространение видов до периода значительной трансформации окружающей среды в результате антропогенной деятельности, во-вторых, возможно, что эти виды все же еще присутствуют на тех территориях, с которых нет современных данных об их вегетации, хотя бы в виде жизнеспособных ооспор. Очень показателен в этом отношении вид *Chara baueri* A. Br., который считали исчезнувшим из Центральной Европы с начала 1870-х годов. Относительно недавно в Германии и Польше были обнаружены несколько его популя-

<sup>1</sup> М.М. Голлербах считал нецелесообразным регистрировать наличие большинства описанных ранее разновидностей и форм харовых водорослей без их предварительного специального и очень тщательного монографического изучения (Голлербах, Красавина, 1983: 156, 164, 180), которое, к сожалению, не было реализовано для территории бывшего СССР.

Количество видов\* харовых водорослей различных регионов евро-западно-азиатского сектора Голарктики

№	Регион	Количество видов							Источники
		Nitella	Tolyrella	Nitellopsis	Lamprothamnium	Lychothamnus	Chara	Всего	
1	Пиренейский п-ов	11	4	1	1	-	19	36	Cirujano et al., 2007
2	Британские о-ва	10	4	1	1	-	18	34	Bryant, Stewart, Stace, 2002
3	Норвегия	7	4	-	1	-	14	26	Langangen, цит. по: Urbaniak, 2007
4	Швеция	10	4	1	1	-	18	34	Charophytes..., 2003; Blindow & Krause, Gardenfors, Blindow, цит. по: Urbaniak, 2007
5	Дания	7	3	1	1	-	14	26	Charophytes..., 2003; Olsen, Anderson, Mathiesen, цит. по: Urbaniak, 2007
6	Германия	10	4	1	1	1	20	37	Charophytes..., 2003; Korsch et al., 2008
7	Польша	9	4	1	-	1	18	33	Dambaska, 1964; Charophytes..., 2003; Urbaniak, 2007; Raabe, 2009
8	Белоруссия	5	-	1	-	-	13	19	Бурдыко, 1973; Михеева, 1999
9	Украина	10	2	1	1	-	24	38	Борисова, 2005
10	Латвия	9	2	1	-	-	14	26	Charophytes..., 2003; Zviedre, 2005, 2008; Dekere, Zviedre, цит. по: Urbaniak, 2007
11	Литва	10	2	1	-	1	19	33	Трайнаукайте, 1970; Charophytes..., 2003; Sinkevičienė, 2007
12	Эстония	5	2	1	-	-	13	21	Pork, 1954; Charophytes..., 2003; Martin, Torn, цит. по: Urbaniak, 2007
13	Ленинградская обл.	6	2	1	-	-	12	21	Zhakova, Balashova 2001; Charophytes..., 2003
14	Финляндия	8	2	1	-	-	13	24	Charophytes..., 2003; Appelgren et al., 2004; Langangen et al., Koistinen, Munsterhjelm, цит. по: Urbaniak, 2007
15	Среднее Поволжье	5	1	1	-	-	9	16	Жакова и др., 2001; Жакова, Соловьева, 2006
16	Долина нижней Волги	5	1	1	1	1	12	21	Живогляд, Кривоносов, 1982; Golub, Losev, Mirkin, 1991; Zhakova, 2006
17	Туркмения	2	-	1	1	-	11	15	Киреева, Шапова, 1939; Коган, 1973; Коган и др., 1985; Любезнов, 1992
18	Узбекистан	3	-	1	1	-	20	25	Забержинская, 1974; Шоякубов, 1979; Голлербах, Красавина, 1983
19	Киргизия	-	1	1	-	-	12	14	Мамбеталиева, 1963; Голлербах, Красавина, 1983; Каримова, 1996
20	Бассейн оз. Балхаш	2	-	1	1	-	22	26	Костин, Шоякубов, 1974; Носков, Козенко, 1974; Костин, 1987
21	юг Западно-Сибирской равнины	4	1	1	1	-	17	24	Обобщенные литературные и оригинальные данные
22	Монголия	2	-	-	-	-	9	11	Дорофеюк, Цэцегмаа, 2002; Свириденко, Свириденко, 2005а; Свириденко, Пяк, Свириденко, 2007
	Всего:	15	8	1	1	1	37	63	

Примечание: прочерк — представители рода не обнаружены. \* — объем каждого вида одинаков в каждом сравниваемом регионе.

ций (Raabe, 2009). Для обеспечения сопоставимости не принимали во внимание вид *Lamprothamnium sonderi* A. Garniel (Garniel, 2003), недавно описанный из Балтийского моря, и пока, по-видимому, найденный только на территории Германии. Учитывая распространение харовых водорослей не только в пресных, но и в олиго-, мезо- и полигалинных водах, для сравниваемых территорий учтены данные по всем имеющимся местообитаниям, то есть не только по разнотипным континентальным водным объектам, но и по прибрежным участкам Балтийского, Черного,

Каспийского, Аральского морей. Необходимо также учесть, что использованные для сравнения данные объединяют информацию о видовом составе харовых водорослей равнинных и горных территорий. Не бесспорным, но, возможно, оправданным, является включение во множество данных для сравнения находок *C. baueri* в Литве (как *C. scoparia* Bauer ex Reich.; Трайнаускайте, 1970) и Белоруссии (как *C. scoparia*; Бурдыко, 1973), хотя эти указания считают сомнительными (Голлербах, Красавина, 1983; Krause, 1997).

Видовой состав харовых водорослей различных регионов был сопоставлен с использованием симметричных мер сходства: коэффициента Сёрнсена-Чекановского —  $C_{SC}$  (Шмидт, 1980) и коэффициента Малышева —  $C_M$  (Малышев, 1976), на основе матрицы значений которого построены

графы, дополняющие друг друга при анализе сходства регионов. Наличие идентичных относительно высоких значений  $C_M$  послужило основанием для изменения алгоритма «максимального корреляционного пути», что предопределило наличие цикла.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первые данные о харовых водорослях юга Западно-Сибирской равнины опубликованы в конце XIX в. Ф. Рупрехт (Ruprecht, 1845, цит. по: Голлербах, 1950) указал *Chara vulgaris* L. из предгорий Северо-Западного Алтая («Алтай, Локтевск»), А. Браун и О. Нордстедт (Braun, Nordstedt, 1882) сообщили о виде *C. globularis* Thuill. (как *C. fragilis* Desv. in Loisel.), который собрал Х.Г. Эренберг — участник экспедиции А. Гумбольдта по Западной Сибири в 1829 г., возле Барнаула<sup>2</sup> в долине Верхней Оби. В начале XX в. В. Мигула (Migula, 1904) описал *C. sibirica* Mig. (*C. altaica* A. Br. in A. Br. et Nordst. emend Hollerb.) из оз. Чаны как новый для науки вид харовых водорослей. Я. Вильгельм (1930) сообщил о 9 популяциях 5 видов из 7 водоемов и водотоков. М.М. Голлербах (1950) по обобщенным литературным данным по 1935 г. указал 12 популяций 6 видов из 11 водоемов и водотоков. Б.Ф. Свириденко (2000) в юго-западной части Западно-Сибирской равнины (Северный Казахстан) выявил около 48 популяций 17 видов харовых водорослей из приблизительно 30 водоемов и водотоков. Недавно опубликованы первые данные о *Charales* Омской области (12 популяций, 7 видов в 6 водных объектах; Свириденко, Свириденко, 2005б). Информация о харовых водорослях большей части юга Западно-Сибирской равнины является фрагментарной и неполной, исключая юго-западную часть Западно-Сибирской равнины в Северном Казахстане.

По обобщенным литературным данным с 1841 по 2000 г., Т.А. Сафонова (2003) указала 30 видов *Charales* для Западной Сибири, в том числе 22 вида в лесостепи и степи, которые найдены в приблизительно 69 водоемах и водотоках (~117 популяций; Голлербах, 1950; Свириденко, 2000; Сафонова, 2003; и др.). По оригинальным данным, в разнотипных водных объектах Новосибирской области и Алтайского края обнаружены 14 видов харовых водорослей из 61 водоема и водотока (95 популяций), в том числе *Chara intermedia* A. Br. и *C. arcuatafolia* Vilh. — впервые на Западно-Сибирской равни-

не. С учетом литературных данных, к настоящему времени на юге этой территории найдены 24 вида из 5 родов, в том числе в лесостепи — 18, в степи — 16, в долинах крупных рек — 11 видов из приблизительно 122 водоемов и водотоков (~212 популяций, в том числе 117 в лесостепи, 58 в степи и 37 в долинах крупных рек; Романов, Киприянова, 2008). В сравнении с другими регионами по количеству видов харовых водорослей юг Западно-Сибирской равнины выглядит вполне представительно (см. табл. 1).

На юге Западно-Сибирской равнины обнаружены 17 видов *Chara*, 4 вида *Nitella* и по одному виду *Nitellopsis*, *Tolypella* и *Lamprothamnium* (см. табл. 1; Романов, Киприянова, 2008). Представители рода *Nitella* были найдены только в лесостепи и долинах крупных рек (табл. 2). Видовое разнообразие представителей рода *Chara* в степи и лесостепи идентично, в каждой из зон обнаружены 13 видов. В долинах крупных рек видовое разнообразие харовых существенно ниже, чем в степи и лесостепи. Единственным исключением является *C. braunii*: все обнаруженные популяции этого вида расположены в долинах крупных рек. Следовательно, видовой состав харовых водорослей долин крупных рек юга Западно-Сибирской равнины можно рассматривать как обедненный вариант разнообразия харовых окружающих территорий.

Несмотря на низкий уровень изученности других географических зон, можно предположить, что по сравнению с ними, видовое богатство и значение харовых водорослей в водных фитоценозах наибольшее в лесостепи и степи. Большинство видов харовых водорослей Северного Казахстана являются эксплерентами (Свириденко, 2000). Они часто доминируют в нарушенных в результате естественных причин фитоценозах или на начальных стадиях сукцессии. Можно предположить, что это справедливо для всего юга Западно-Сибирской равнины. Большая часть харовых водорослей может обладать конкурентным преимуществом над высшими растениями на периодически обводняющихся и пересыхающих участках водоемов, формирующихся вследствие значительных циклических сезонных и многолетних изменений их уров-

<sup>2</sup> В тексте место сбора ошибочно цитируется как «Баргаул» («Sibirien... bei Baraul nördl. von Altai (Ehrenberg)»: Braun, Nordstedt, 1882: 182).

ня воды (Шнитников, 1963; Максимов и др., 1986; Савкин и др., 2005).

По литературным и оригинальным данным, наибольшее количество видов и популяций харовых водорослей выявлено в озерах (~123 популяции 21 вида<sup>3</sup>), существенно меньшее — в реках (~27 популяций 8 видов: *Nitella mucronata* (A. Br.) Miquel in H.C. Hall emend. Wallm., *Tolypella prolifera* (Ziz ex A. Br.) Leonh., *Chara arcuatofolia*, *C. braunii* C.C. Gmelin, *C. contraria* A. Br. ex Kütz., *C. globularis* Thuill., *C. intermedia*, *C. vulgaris* L.), временных водоемах (~21 популяция 7 видов: *N. mucronata*, *T. prolifera*, *C. baueri* A. Br., *C. globularis*, *C. schaffneri* (A. Br.) T.F. Allen, *C. vulgaris*), прудах — (~14 популяций 8 видов: *N. mucronata*, *T. prolifera*, *C. aspera* Deth. ex Willd., *C. braunii*, *C. contraria*, *C. globularis*, *C. schaffneri*, *C. vulgaris*), водохранилищах — (5 популяций 5 видов: *T. prolifera*, *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) J. Gr., *C. virgata* Kütz., *C. vulgaris*), лагунах, заливах, полях и отногах (~8 популяций 5 видов: *C. altaica* A. Br. in A. Br. et Nordst. emend. Hollerb., *C. aspera*, *C. canescens* Desv. et Lois. in Lois., *C. contraria*, *C. tomentosa* L.), а также в болотах (единственная популяция *Nitella gracilis* (Smith) Ag.). В озерах наиболее часто встречаются *C. globularis* (18 %), *C. canescens* (12 %), *C. aspera*, *C. contraria* (по 11 %), *C. altaica* (10 %), в реках — *C. globularis* (37 %), *C. vulgaris* (26 %) и *N. mucronata* (11 %), во временных водоемах — *C. vulgaris* (33 %), *C. globularis* (29 %). Нужно подчеркнуть, что в подавляющем большинстве случаев харовые водоросли встречаются в реках или на участках рек, близких по гидрологическому режиму к стоячим водным объектам. Некоторые озера юга Западно-Сибирской равнины характеризуются высоким видовым богатством *Charales* в отличие от подавляющего большинства обследованных водных объектов, в которых количество видов харовых водорослей редко превышает 2–3. В частности, в оз. Большой Тарангул (Северо-Казахстанская область) обнаружены 9 видов (Свириденко, 2000), включая *C. canescens*, которая выявлена в его лагунах, в оз. Чаны выявлены 6 видов, в оз. Малые Чаны — 5 видов (Попова, 1980; Сафонова, Ермолаев, 1983; Киприянова, 2005; Свириденко, Юрлов, 2006).

По литературным и оригинальным данным, в лесостепи Западно-Сибирской равнины наиболее часто встречаются *C. globularis* (24 % от общего количества обнаруженных популяций харовых водорослей), *C. vulgaris* (18 %), *C. canescens* и *C. aspera* (по 10 %); в степи — *C. canescens* и *C. globularis* (по 12 %), *C. altaica* и *C. tomentosa* (по 10 %); в долинах крупных

<sup>3</sup> Это почти все выявленные виды, за исключением *Nitella mucronata*, *Chara baueri*, *C. kirghisorum* Lessing emend. Hollerb. (см. ниже).

рек — *C. globularis* (32 %) и *C. vulgaris* (13 %). По данным Е.В. Борисовой (2005), в водных объектах лесостепи Украины наиболее часто встречаются *C. vulgaris* (32 %) и *C. globularis* (13 %), в степи — *C. vulgaris* (18 %), *C. globularis* (13 %), *C. canescens* (11 % от общего количества обнаруженных популяций харовых водорослей, включая данные по долинам крупных рек).

Ряд видов *Charales* обнаружен лишь в немногих водных объектах юга Западно-Сибирской равнины. В казахстанском секторе известны 1–2 популяции *Nitella confervoacea* (Bréb.) A. Br. ex Leonh., *N. hyalina* (DC. in Lam. et DC.) Ag., *Nitellopsis obtusa*, *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Gr., *Chara baueri*, *C. kirghisorum*, *C. neglecta* Hollerb., *C. schaffneri*, *C. tenuispina* A. Br., в Новосибирской области — *N. obtusa*, *C. arcuatofolia*, *C. fischeri* Mig., *C. schaffneri*, в Алтайском крае — *Nitella gracilis*, *N. obtusa*, *L. papulosum*, *C. arcuatofolia*, *C. intermedia*. Нужно отметить, что точные местонахождения *C. kirghisorum* на охарактеризованной территории, по-видимому, не опубликованы<sup>4</sup>. Некоторые популяции *Charales* обнаружены в первой половине XX в., необходимо подтверждение их существования в настоящее время, так же как и присутствия некоторых видов. Во всяком случае, пока нет полных данных о редкой встречаемости, тенденции уменьшения встречаемости и обилия отдельных видов харовых водорослей на характеризующей территории, не идентифицированы угрожающие им факторы; следовательно, можно утверждать, что нет достаточных оснований для включения их в региональные Красные книги. По-видимому, на сегодняшний момент их можно отнести только к категории «с неопределенным статусом».

В сопоставленных регионах евро-западно-азиатского сектора Голарктики среди родов харовых водорослей наиболее насыщен видами *Chara* (см. табл. 1), на втором месте в подавляющем большинстве случаев находится *Nitella*, на третьем — *Tolypella*. Почти идентичные ранги родов *Charales* не позволяют реализовать сравнение на основании этого показателя, в меньшей степени зависящего от степени изученности по сравнению с видовым составом. Общими для всех множеств являются только 3 вида рода *Chara*: *C. aspera*, *C. tomentosa*, *C. vulgaris* (табл. 2).

При независимом использовании выбранных коэффициентов сходства видового состава *Charales* большие значения  $C_{sc}$ <sup>5</sup> по сравнению с  $C_M$  (табл. 3) можно воспринять как свидетельство значительного сходства сопоставленных регионов. И, наоборот,

<sup>4</sup> «Зап. Сибирь (в южн. и зап. районах)» (Голлербах, Красавина, 1983: 126).

<sup>5</sup> При значениях  $C_{sc} > 0.5$  принятых как сходство сравниваемых множеств.





Таблица 3

## Сходство видового состава харьковских водорослей различных регионов евро-западно-азиатского сектора Голарктики

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	100	41.5	-4.8	11.1	2.4	17.4	13.6	-25.0	21.7	10.0	28.6	-7.7	-15.0	-7.3	-11.1	-7.7	-45.0	-28.9	-56.1	-24.4	-27.3	-52.6
2	82.9	100	15.8	31.7	24.3	46.3	35.0	-21.1	13.0	24.3	35.0	-2.7	5.6	-2.6	-14.3	-2.7	-42.1	-31.8	-47.4	-27.3	-23.8	-50.0
3	64.5	73.3	100	42.9	25.0	23.1	27.8	-9.7	-15.6	25.0	18.9	3.2	3.2	12.5	-20.0	-23.5	-58.8	-45.0	-50.0	-46.3	-22.2	-53.3
4	71.4	79.4	83.3	100	52.9	64.1	62.2	2.9	6.4	42.9	43.6	14.3	14.3	31.4	-22.2	-2.7	-55.0	-43.5	-47.4	-33.3	-23.8	-63.2
5	67.7	76.7	76.9	86.7	100	40.5	37.1	0.0	-2.3	46.7	-12.2	24.1	13.3	3.0	-10.3	-6.3	-43.8	-45.0	-41.9	-40.0	-29.7	-53.3
6	74.0	84.5	76.2	90.1	82.5	100	78.4	-5.3	12.5	40.5	59.0	13.5	13.5	12.8	-13.5	5.3	-52.4	-36.2	-51.2	-31.9	-16.3	-60.0
7	72.5	80.6	78.0	89.6	81.4	94.3	100	5.9	8.7	57.6	66.7	17.6	17.6	8.1	-11.8	0.0	-60.0	-42.2	-45.9	-37.8	-22.0	-62.2
8	54.5	56.6	62.2	67.9	66.7	64.3	69.2	100	-28.6	10.3	15.2	-3.7	-3.7	-3.4	-8.3	-33.3	-38.5	-41.2	-46.2	-42.9	-39.4	-50.0
9	75.7	72.2	59.4	69.4	65.6	72.0	70.4	52.6	100	4.8	15.6	-5.0	-19.0	-11.6	-23.1	-19.0	-41.5	-7.0	-40.0	-9.1	-4.8	-55.0
10	71.0	76.7	76.9	83.3	84.6	82.5	88.1	71.1	68.8	100	57.6	48.1	24.1	22.6	0.0	-15.2	-58.8	-45.0	-33.3	-33.3	-29.7	-53.3
11	78.3	80.6	74.6	83.6	61.0	88.6	90.9	73.1	73.2	88.1	100	17.6	17.6	16.7	-3.0	0.0	-47.4	-36.4	-45.9	-19.0	-22.0	-48.6
12	63.2	65.5	68.1	72.7	76.6	72.4	74.1	65.0	64.4	85.1	74.1	100	36.0	33.3	21.7	-20.0	-51.7	-44.4	-20.0	-31.4	-27.3	-44.0
13	59.6	69.1	68.1	72.7	72.3	72.4	74.1	65.0	57.6	76.6	74.1	81.0	100	21.4	21.7	-10.3	-51.7	-37.1	-30.8	-38.9	-27.3	-44.0
14	63.3	65.5	72.0	79.3	68.0	72.1	70.2	65.1	61.3	76.0	73.7	80.0	75.6	100	-3.7	-27.3	-48.4	-35.1	-28.6	-36.8	-25.7	-50.0
15	61.5	60.0	57.1	56.0	61.9	60.4	61.2	62.9	55.6	66.7	65.3	75.7	75.7	65.0	100	-15.4	-41.7	-35.5	-39.1	-45.5	-14.3	-30.0
16	63.2	65.5	55.3	65.5	63.8	69.0	66.7	50.0	57.6	59.6	66.7	57.1	61.9	53.3	59.5	100	-33.3	-21.2	-50.0	-15.2	-27.3	-44.0
17	43.1	44.9	34.1	36.7	43.9	38.5	33.3	47.1	45.3	34.1	41.7	38.9	38.9	41.0	45.2	50.0	100	-3.7	-10.0	3.7	-21.4	5.9
18	52.5	50.8	43.1	44.1	43.1	48.4	44.8	45.5	63.5	43.1	48.3	43.5	47.8	49.0	48.8	56.5	65.0	100	-21.4	9.1	16.1	-33.3
19	36.0	41.7	40.0	41.7	45.0	39.2	42.6	42.4	46.2	50.0	42.6	57.1	51.4	52.6	46.7	40.0	62.1	56.4	100	-14.3	-18.5	-22.2
20	54.8	53.3	42.3	50.0	46.2	50.8	47.5	44.4	62.5	50.0	57.6	51.1	46.8	48.0	42.9	59.6	68.3	70.6	60.0	100	-14.3	-25.9
21	53.3	55.2	56.0	55.2	52.0	59.0	56.1	46.5	64.5	52.0	56.1	53.3	53.3	54.2	60.0	53.3	56.4	73.5	57.9	60.0	100	-20.0
22	38.3	40.0	37.8	31.1	37.8	33.3	31.8	40.0	36.7	37.8	40.9	43.8	43.8	40.0	51.9	43.8	69.2	50.0	56.0	54.1	57.1	100

Примечание. Верхняя правая часть таблицы — матрица коэффициентов Малышева, нижняя левая часть — матрица коэффициентов Сёрнсена-Чекановского. Условные обозначения см. в табл. 1.

на основе матрицы значений второго коэффициента можно сделать вывод об их существенных различиях и в большинстве случаев незначительном сходстве. Графическое сопоставление попарных значений выбранных мер сходства хорошо аппроксимирует линейная зависимость (рис. 1), коэффициент линейной корреляции Пирсона составляет 0.993. Сходство видового состава харовых водорослей сравниваемых регионов охарактеризовано на основании значений коэффициента Малышева, позволившего вычлнить наиболее значимые связи.

Наиболее сходны по видовому составу харовых водорослей страны, расположенные вокруг Балтийского моря ( $C_M > 0.5$ , за исключением северо-восточной Прибалтики — Эстонии, Финляндии и Ленинградской обл. России; рис. 2), особенно Швеция и Германия, Германия и Польша, Польша и Литва ( $C_M > 0.6$ ), что отражает их близкое географическое положение. Лишь при  $C_M > 0.05$  вершины графа, отражающие различные регионы Европы, являются связными друг с другом. При  $C_M > 0.4$  от графа отделяются Ленинградская обл., Финляндия, Украина, Среднее Поволжье, Белоруссия, долина

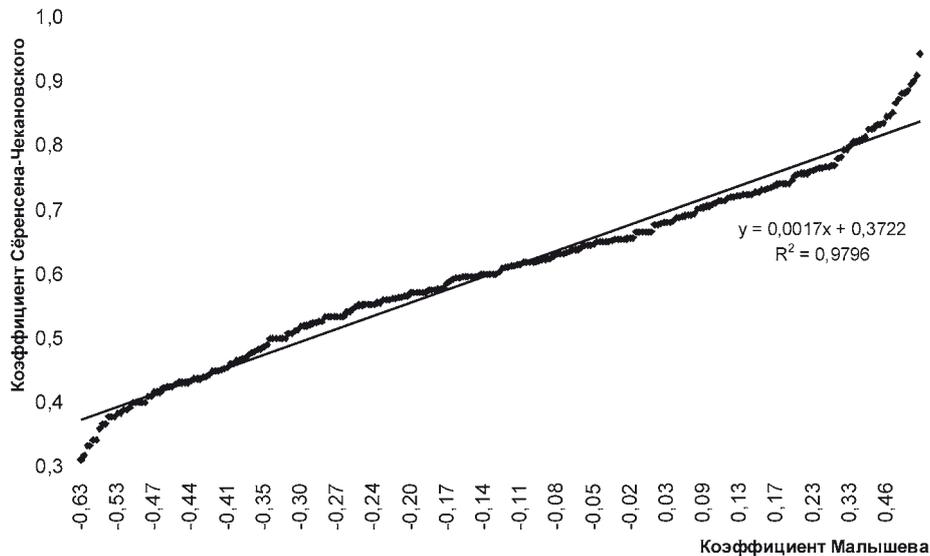


Рис. 1. Графическое сопоставление попарных значений коэффициентов Сёрнсена-Чекановского и Малышева, характеризующих сходство видового состава харовых водорослей различных регионов евро-западно-азиатского сектора Голарктики

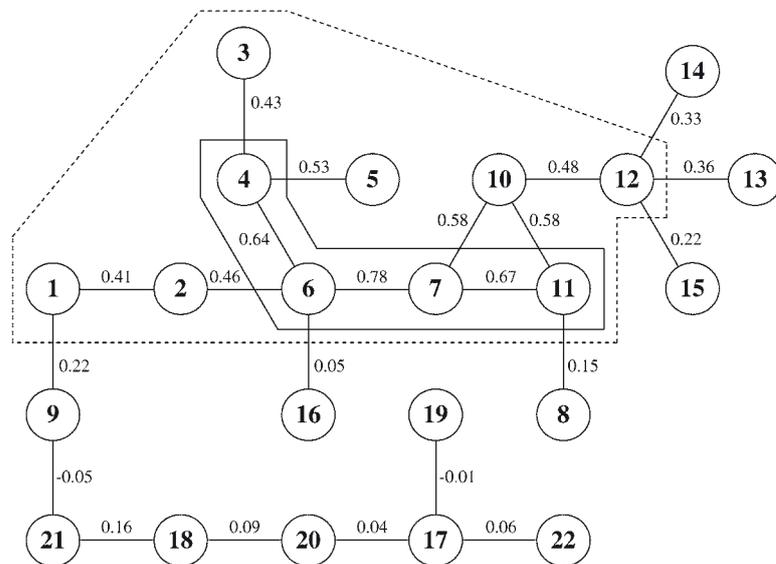


Рис. 2. Граф, отражающий сходство видового состава харовых водорослей различных регионов евро-западно-азиатского сектора Голарктики, построенный способом «максимального корреляционного пути» с изменением алгоритма на основе матрицы коэффициентов Малышева. Условные обозначения — см. табл. 1

Нижней Волги (рис. 2, 3). По сходству видового состава *Charales* Украина занимает пограничное положение по отношению к другим сравниваемым европейским регионам с одной стороны, и к азиатским регионам с другой (см. рис. 2). По-видимому, в некоторой степени это обусловлено присутствием на ее территории таких видов рода *Chara*, как *C. arcuatofolia*, *C. dominii* Villh., *C. fischeri*, *C. neglecta*, *C. schaffneri*, *C. uzbekistanica* Hollerb. (см. табл. 2). Можно предполагать, что здесь находятся северо-западные границы их ареалов.

Сходство между аридными голарктическими регионами Азии оказалось невелико по сравнению с европейскими. Положительные значения коэффициента Малышева при попарном сравнении первых не превышали 0.16 (см. табл. 3), все они отражены в графе на рис. 2. Юг Западно-Сибирской равнины наиболее сходен с Узбекистаном (0.16) по видовому составу харовых водорослей, это единственное положительное значение  $C_M$  при попарном сравнении исследуемой территории с другими.

Юг Западной Сибири сопоставлен с вышеперечисленными регионами по видовому составу харовых водорослей, учитывая обобщенные литера-

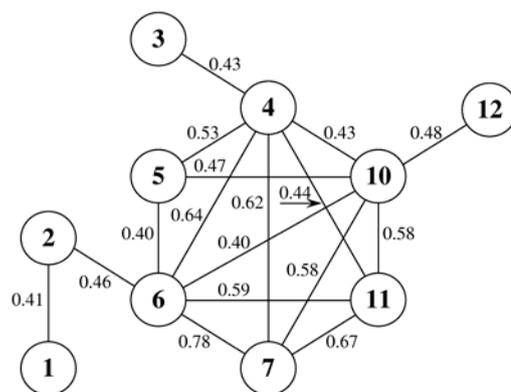


Рис. 3. Граф, отражающий сходство видового состава харовых водорослей различных регионов Европы на основе матрицы коэффициентов Малышева при  $C_M > 0.40$ . Условные обозначения — см. табл. 1. Изолированные вершины 8, 9, 13–22 не показаны

турные данные Т.А. Сафоновой (2003) по Горному Алтаю и Кузнецкому Алатау. Положительные значения коэффициента Малышева выявлены только между югом Западной Сибири и Украиной (0.21), Литвой (0.12), Узбекистаном (0.11), Германией (0.09), Польшей (0.05), Британскими островами (0.02).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По обобщенным литературным и оригинальным данным, на юге Западно-Сибирской равнины выявлены 24 вида харовых водорослей, в том числе в лесостепи — 18, в степи — 16, в долинах крупных рек — 11 видов. Имеющиеся данные, по-видимому, недостаточны для обоснованной охраны отдельных видов харовых водорослей на этой территории.

Оценено сходство видового состава харовых водорослей различных регионов евро-западно-азиатского сектора Голарктики. Наибольшее сходство демонстрируют страны, окружающие Балтийское море. Показано низкое сходство различных реги-

онов Северной, Средней и Центральной Азии, небольшое сходство по видовому составу *Charales* юга Западно-Сибирской равнины с Узбекистаном, юга Западной Сибири с Украиной.

Автор крайне признателен Л.М. Киприяновой за плодотворную совместную работу и разрешение использовать совместно полученные оригинальные данные для сравнительного анализа, Л.В. Жаковой (ЗИН РАН, г. Санкт-Петербург) и Б.Ф. Свириденко (Сургутский государственный университет) за ценные консультации, Ю.В. Науменко (ЦСБС СО РАН) за критические комментарии к рукописи статьи, особая благодарность Т.А. Сафоновой (ЦСБС СО РАН) за библиографическую помощь.

## ЛИТЕРАТУРА

- Базарова Б.Б., Итигилова М.Ц. Многолетняя динамика продуктивности водной растительности оз. Арахлей (Восточное Забайкалье) // Изв. РАН. Сер. биол. 2006. № 1. С. 81–85.
- Борисова Е.В. Видовой состав и распространение *Charales* в Украине // Альгология. 2005. Т. 15. № 2. С. 205–217.
- Бурдыко П.И. Харовые водоросли и некоторые особенности их экологии в водоемах Белоруссии // Харовые водоросли и их использование в исследовании биологических процессов клетки / Материалы к Всесоюз. симп. по изуч. харовых водорослей. Вильнюс, 1973. С. 60–66.
- Вильгельм Я. Дополнение к изучению харовых водорослей СССР // Изв. Гл. бот. сада СССР. 1930. Т. 29. Вып. 5–6. С. 582–596.
- Волобаев П.А. Флора и экологические закономерности распространения водных макрофитов Кузнецкого Алатау: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1991. 16 с.
- Голлербах М.М. Систематический список харовых водорослей, обнаруженных в пределах СССР по 1935 г. включительно // Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. 1950. Сер. 2. Вып. 5. С. 20–94.
- Голлербах М.М., Красавина Л.К. Харовые водоросли — *Charophyta*. Л., 1983. 190 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 14)
- Дорофеюк Н.И., Цэцэгмаа Д. Конспект флоры водорослей Монголии. М., 2002. 285 с. (Биологич. ресурсы и природные

- условия Монголии / Тр. совм. Рос.-Монг. компл. биол. экспедиции; Т. 42.)
- Жакова Л.В., Мингазова Н.М., Палагушкина О.В. Макрофиты солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья // Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья / Под ред. А.Ф. Алимова и Н.М. Мингазовой. Казань, 2001. С. 121–141.
- Жакова Л.В., Соловьева В.В. К изучению харовых водорослей водоемов Среднего Поволжья // Изв. Самарского НЦ РАН. 2006. Т. 8. № 1. С. 141–146.
- Живогляд А.Ф., Кривонос Г.А. О видовом составе и продуктивности харовых водорослей низовьев дельты Волги и Северного Каспия // Бот. журн. 1982. Т. 67. № 5. С. 672–674.
- Забержинская Э.Б. Донная растительность Туркменского залива // 5-я конференция по споровым растениям Средней Азии и Казахстана / Тез. докл. Ч. I. Ашхабад, 1974. С. 125–126.
- Западная Сибирь. М., 1963. 488 с.
- Каримова Б.К. Альгофлора водоемов юга Кыргызстана: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Бишкек, 1996. 46 с.
- Киприянова Л.М. Современное состояние водной и прибрежно-водной растительности Чановской системы озер // Сиб. экол. журн. 2005. Т. 12. № 2. С. 201–213.
- Киреева М.С., Шапова Т.Ф. Донная растительность восточного берега Каспийского моря // Бюл. МОИП, Отд. биол. 1939. Т. XLVIII. № 5-6. С. 32–52.
- Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. Кн. 2. Ашхабад, 1973. 210 с.
- Коган Ш.И., Любезнов Ю.Е., Садыков Х.С. и др. Водоемы Южного Туркменистана. Ашхабад, 1985. 224 с.
- Костин В.А. Материалы к изучению экологии харовых водорослей водоемов Или-Балхашского бассейна // Бот. материалы Гербария Института ботаники АН КазССР. 1987. Вып. 15. С. 128–133.
- Костин В.А., Шоякубов Р.Ш. Харовые водоросли оз. Балхаш и влияние на их распределение некоторых экологических факторов // Водоросли и грибы Средней Азии. Ташкент, 1974. С. 12–16.
- Красная книга природы Ленинградской обл. Т. 2: Растения и грибы. СПб., 2000. 671 с.
- Красная книга Ненецкого автономного округа. Нарьянмар, 2006. 448 с.
- Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М., 2008. 864 с.
- Красная книга города Москвы / Отв. ред. Б.Л. Самойлов, Г.В. Морозова. М., 2001. 624 с.
- Красная книга Республики Татарстан. Животные, растения, грибы. Казань, 1995. 453 с.
- Любезнов Ю.Е. Альгофлора водоемов Каракумского канала. Ашхабад, 1992. 128 с.
- Максимов А.А., Сипко Л.Л., Крайнов В.М. Озерный внутриводной природный цикл // Экология оз. Чаны. Новосибирск, 1986. С. 28–57.
- Малышев Л.И. Количественная характеристика флоры Путорана // Флора Путорана. Новосибирск, 1976. С. 163–186.
- Мамбеталиева С. Флора водорослей северного побережья оз. Иссык-Куль и ее значение в питании рыб: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1963. 16 с.
- Михеева Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. Минск, 1999. 396 с.
- Носков А.А., Козенко Э.П. Перифитон макрофитов водоемов зоны затопления Капчагайского водохранилища // 5-я конференция по споровым растениям Средней Азии и Казахстана / Тез. докл. Ч. II. Ашхабад, 1974. С. 278–279.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. *Charophyta* Крымского полуострова (Украина) // Альгология. 1998. Т. 8. № 1. С. 14–22.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М., Царенко П.М. Красный список *Charales* Украины // Альгология. 2004. Т. 14, № 4. С. 399–412.
- Патова Е.Н., Шабалина Ю.Н., Стерлягова И.Н. Редкие виды водорослей-макрофитов, рекомендуемые к внесению в Красную книгу Республики Коми // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI в. / Материалы всеросс. конф. Ч. 2. Петрозаводск, 2008. С. 68–70.
- Попова Т.Г. Основные черты распределения и состава водорослевого населения озер Чаны и Яркуль в период многоводья 1947–1948 гг. // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М., 1980. С. 3–44.
- Романов Р.Е., Киприянова Л.М. Харовые водоросли юга Западно-Сибирской равнины // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии / Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2008. С. 275–277.
- Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Сапрыкина Я.В., Марусин К.В. Основные гидролого-морфометрические и гидрохимические характеристики оз. Чаны // Сиб. экол. журн. Т. 12. № 2. 2005. С. 183–192.
- Сафонова Т.А. Харовые водоросли (*Charophyta*) в водоемах Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии / Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2003. С. 87–89.
- Сафонова Т.А., Ермолаев В.И. Водоросли водоемов системы оз. Чаны. Новосибирск, 1983. 152 с.
- Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск, 2000. 196 с.
- Свириденко Б.Ф., Пяк А.И., Свириденко Т.В. Находки харовых водорослей (*Charophyta*) в Монголии, Тыве и Хакасии // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2007. С. 299–302.
- Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Макроскопические водоросли оз. Толбо-Нуур (Западная Монголия) // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов / Материалы VII Междунар. конф. Т. 1. Кызыл, 2005а. С. 283–286.
- Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф. Харовые водоросли (*Charophyta*) в Омской области // Проблемы изучения растительного покрова Сибири / Материалы III Междунар. науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. П.Н. Крылова ТГУ. Томск, 2005б. С. 185–186.
- Свириденко Б.Ф., Юрлов А.К. Гиперценотическая организация растительности озер Барабинской равнины (Новосибирская область) // Вестник Омского государственного педагогического университета. Электронный журнал. 2006. www.omsk.edu
- Трайнаукайте И. Харовые водоросли (*Charophyta*) в водоемах Литовской ССР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1970. 22 с.
- Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л., 1980. 176 с.
- Шнитников А.В. Озера Западной Азии — индикаторы колебаний общей увлажненности их бассейнов // Озера полуаридной зоны. М.; Л. 1963. С. 4–74.
- Шоякубов Р.Ш. Харовые водоросли Узбекистана. Ташкент, 1979. 156 с.
- Appelgren K., Snickars M., Mattila J. *Chara connivens* Saltzm. ex A. Braun 1835 found in the Åland archipelago — a new species to Finland // Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica. 2004. 80. P. 11–13.
- Blažencik J., Stepanovic B., Blažencik Ž., Stevanovic V. Red data list of charophytes in the Balkans // Biodiversity and Conservation. 2006. 15. P. 3445–3457.
- Blümel C. Taxonomy and Nomenclature // Charophytes of the Baltic Sea / Ed. H. Schubert, I. Blindow, Rugell, 2003. (The Baltic Marine Biologists Publication; № 19). P. 261–284.
- Braun A., Nordstedt O. Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten A. Brauns's herausgegeben von Dr. O. Nordstedt. // Abh. K. Akad. Wiss. Berlin. 1882. 211 S. Pl. I–VII.

- Bryant J.A., Stewart N.F., Stace C.A. A checklist of *Characeae* of the British Isles // *Watsonia*. 2002. 24. P. 203–208.
- Cirujano S., Murillo P.G., Meco A., Zamudio R.F. Los carófitos ibéricos // *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 2007. Vol. 64(1). P. 87–102.
- Dąbbska I. Flora słodkowodna Polski. T. 13. *Charophyta* — Ramienice. Warszawa, 1964. 126 s.
- Garniel A. *Lamprothamnium sonderi* spec. nov. // *Charophytes of the Baltic Sea* / Ed. H. Schubert, I. Blindow. Rugell, 2003. (The Baltic Marine Biologists Publication; № 19). P. 163–167.
- Golub V.B., Losev G.A., Mirkin B.M. Aquatic and hydrophytic vegetation of the Lower Volga valley // *Phytocoenologia*. 1991. 20 (1). P. 1–63.
- Korsch H., Raabe U., van de Weyer K. Verbreitungskarten der Characeen Deutschlands // *Rostoker Meeresbiologische Beiträge. Heft 19* / Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften. Rostock, 2008. S. 57–108.
- Krause W. *Charales (Charophyceae)*. Jena, 1997. 202 s. (Süßwasserflora von Mitteleuropa. B. 18.)
- Migula W. *Characeae* Rossicae ex herbario horti Petropolitani, determinatae et descriptae a Prof. W. Migula (Karlsruhe) // *Тр. Императ. С.-Пб. бот. сада. СПб.*, 1904. Т. 23. Вып. 3. С. 533–539.
- Pork M. Eesti NSV määndvetiktained. Tartu, 1954. 30 lk.
- Raabe U. *Chara baueri* rediscovered in Germany — plus additional notes on Gustav Heinrich Bauer (1794-1888) and his herbarium // *IRGG news / International research group on charophytes*. 2009. 20. P. 13–16.
- Sinkevičienė Z. Long-term changes of macrophyte vegetation in lakes of the Dovinė river catchment area // *Ekologija*. 2007. 53 (2). P. 22–29.
- Stewart N.F., Church J.M. Red data books of Britain and Ireland: Stoneworts. Peterborough, 1992. 143 p.
- Urbaniak J. Distribution of *Chara braunii* Gmellin 1826 (Charophyta) in Poland // *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2007. Vol. 76, № 4. P. 313–320.
- Zhakova L.V. Check-list for Caspian Sea macroalgae // *Caspian Sea Biodiversity Project under umbrella of Caspian Sea Environment Program*. 2006. [http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian\\_macroalgae.html](http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian_macroalgae.html)
- Zhakova L., Balashova N. *Charophyta* of the Leningrad region, Russia // *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz*. 2001. H. 72. P. 23–26.
- Zviedre E. New species of *Charophyta Nitella translucens* (Pers.) C. Agardh 1807 in Latvia // *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 2005. 5 (2). P. 97–99.
- Zviedre E. Freshwater charophyte distribution and occurrence in Latvia // *5<sup>th</sup> IRGC Symposium 2008 in Rostock. Schedule, Lectures and Contacts*. Rostock, 2008. P. 34.