

## ВОДОРΟΣЛИ ПЛАНКТОНА МАЛЫХ ВОДОЁМОВ ЮГА ЛЕСОСТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ (АЛЬГОФЛОРА: ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА)

© 2014 О.Г. Горохова, Паутова В.Н.

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 13.03.2014

По результатам изучения водорослей планктона малых водоёмов юга лесостепного Поволжья, находящихся на охраняемых территориях Самарской области, рассмотрена таксономическая структура альгофлоры и систематическое разнообразие.

**Ключевые слова:** Средне-Волжский биосферный резерват, малые водоёмы, таксономическая структура альгофлоры планктона

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение водорослей водоёмов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) позволяет рассмотреть функционирование этого компонента биоты в естественных условиях, что необходимо при оценке и контроле антропогенно изменённых водных экосистем, прогнозировании их состояния и разработке проблем восстановления, а также в формировании стратегии поддержания биоразнообразия [39, 36, 32].

Для Самарской области изучение водоёмов ООПТ в мало нарушенном (фоновом) состоянии особенно актуально в связи со значительной степенью антропогенной трансформации природной среды в регионе [34, 38, 40].

С 1998 по 2009 гг. в ходе комплексных гидробиологических работ ИЭВБ РАН были проведены исследования целого ряда разнотипных малых водоёмов на территории Средне-Волжского биосферного резервата (СВБР). К настоящему времени материалы исследований, касающиеся различных групп гидробионтов обобщены и опубликованы в ряде монографий, сборников и статей [6, 37, 13 и др.]. Изучение фитопланктона – первичного продуцента, участника процесса самоочищения, индикатора состояния водоёмов – имеет большое значение при проведении гидроэкологических исследований. Фитопланктон водоёмов СВБР был изучен по характеристикам флористического, структурного разнообразия и количественным параметрам [35, 7, 8, 9], оценен трофический статус водоёмов по биомассе фитопланктона и рассмотрены особенности состава преобладающих групп водорослей [10]. Впервые приведен полный таксономический список фитопланктона водоёмов СВБР с указанием встречаемости видов и их эколого-географических характеристик [11, 12].

Цель настоящей работы – дать характеристику таксономической структуры и оценить таксоно-

мическое разнообразие альгофлоры планктона малых водоёмов юга лесостепного Поволжья, находящихся на охраняемых территориях.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованные озёра находятся на границе лесостепной и степной зон юго-востока европейской части России; на охраняемых природных территориях Самарской области в пределах Средне-Волжского комплексного биосферного резервата (СВБР), включающего Жигулёвский заповедник, НП «Самарская Лука» и ряд территорий в переходной зоне резервата [16, 2]. В границах природного комплекса Самарской Луки в период проведения гидробиологических работ было обследовано более 30 различных водоёмов, режимные наблюдения с ежемесячным сбором проб проведены на 20 из них. На территории памятника природы «Рачейский бор» исследовано 3 небольших водоёма в ландшафте верховых болот (Рис. 1).



Рис. 1. Схема района проведения исследований (рамкой показаны места локализации водоёмов).

Горохова Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, o.gorokhova@yandex.ru; Паутова Валентина Николаевна, кандидат биологических наук

На Самарской Луке согласно Г.В. Обедиентовой [30] выделено пять физико-географических

районов. В восточной части – Жигулёвские горы, Восточное плато, разделенное на три подрайона и долина реки Волги. В западной части – Усольско-Комаровская равнина и юго-западная часть или Сызранско-Усинское междуречье. В.Е. Мельниченко [24] при ландшафтном районировании Самарской Луки выделяет шесть типов ландшафтов: Жигулевских гор, террасовидных равнин, увалистых равнин, карстующихся возвышенностей, надпойменных террас, волжской поймы.

Исследованные нами озёра разнообразны по происхождению, положению в ландшафтах, морфометрическим характеристикам, степени зарастания высшей водной растительностью, типу питания, гидрохимическим параметрам и сочетанию этих условий.

Из водоёмов Жигулёвского заповедника, расположенных в ландшафте Жигулёвских гор в районе плато, было исследовано 8 небольших водоёмов техногенного происхождения. Их возникновение здесь связано с добычей битуминозного песчаника (из которого выплавлялся гудрон), его запасы были исчерпаны к 1941 г., в старых карьерах постепенно сформировались озера, получившие название «Гудронных». В 40-50 гг. в Жигулях добывали нефть, а необходимый при бурении скважин глинистый раствор изготавливали из местных материалов, а также хранили в некоторых карьерах. Позднее в образовавшихся глиняных карьерах также появились небольшие водоёмы, аналогичные «Гудронным» [19, 1, 42]. Из исследованных нами восьми водоёмов Жигулёвского заповедника, 4 так называемых «Гудронных» (Гудронные 1, 2, 3, 4) и 4 в карьерах после выработки глины, у подножия горы Стрельной (Стрельные 5, 6, 7, 8). Им более 50 лет, это небольшие лесные озёра, по характеру водообмена бессточные, питающиеся за счет атмосферных осадков и поверхностного стока. Уровень воды в них в 2004-05 гг. испытывал сезонные колебания. Высшая водная и околородная растительность водоёмов сформирована [23]. Озёра малодоступны и редко посещаются людьми.

В ландшафте увалистых равнин и карстующихся возвышенностей Самарской Луки изучено 5 озёр в карстовых воронках – Бездонное, Малое Карстовое, Золотянка, Серебрянка и Ужиное, три последних водоёма находятся в лесном массиве, оз. М. Карстовое и Бездонное – на открытом пространстве. Водоёмы бессточные, питаются в основном за счет атмосферных осадков и поверхностного стока. Лишь оз. Ужиное в 2001 г. имело ещё и родниковое питание, которое в период наших наблюдений (до 2007 г.) не возобновлялось; в оз. Золотянка существует небольшой родник на склоне воронки, но за счёт него наполнения водой практически не происходит. Глубина оз. Золотянка в июле 2001 г. составляла 5,8 м, к осени 2002 г. она уменьшилась до 3,5 м, а в мае 2006 г. вода была только на дне воронки. В оз. Бездонное в

2002 г. глубина уменьшалась от 7,5 до 5,0 м, в июле 2003 г. воронка оказалась сухой, в мае 2006 г. на дне было немного воды, в августе воронка осушилась [8]. Высшая водная и околородная растительность наиболее развита в мелководном, заиленном оз. Серебрянка, в других озёрах бедна или почти отсутствует. Это связано в оз. Ужиное с его непостоянным водным режимом, а в трёх других, по-видимому, с морфометрическими особенностями: почти коническая форма воронок обуславливает отсутствие выраженной мелководной зоны.

В ландшафте карстующихся возвышенностей находятся оз. Харовое, Подгорское, а также пруд Верхний. Оз. Харовое, вероятно имеющее искусственное происхождение [22, 13], маленький, заросший высшей водной и околородной растительностью водоём, уровень воды относительно постоянен. Подгорское – зарастающий запрудный водоём с подземным и атмосферным питанием. Пруд Верхний, расположенный на окраине с. Торное, представляющий типичный запрудный водоём, имеет смешанное питание (атмосферное и подземное); погруженная растительность его бедна, воздушно-водная образует пояс [41]. Пруд Верхний и Подгорское используются местным населением, оз. Харовое мало посещается.

В ландшафте надпойменных террас на Самарской Луке расположены небольшие озёра: Клюквенное, Опкан, Лизинка, возникшие в понижениях рельефа у подножия Жигулей, на участках распространения мелких торфяников на месте древних староречий [30, 24]. Оз. Клюквенное – одно из вторичных водоёмов, на месте выработки торфа одноименного болота, длиной более 2 км, шириной до 50 м [22, 34]. Участок открытой воды, где проводили сбор проб, имел размер не более 3 га, глубину около 1,5 м, к осени мелел до 0,6 м. Берега заросли ивняком, развита водная и прибрежно-водная растительность, сохранившая некоторые черты болотной [41]. Озеро относится к памятникам природы [33]. Озёра Лизинка и Опкан, сильно мелеющие и зарастающие прибрежно-водной растительностью; оз. Опкан в период наших наблюдений пересыхало в июле-августе, оз. Лизинка окруженное лесом, представляет собой цепочку небольших водоёмов, соединенных весной и частично пересыхающих летом. Все водоёмы в разной степени используются местными жителями.

В ландшафте волжской поймы на юго-востоке Самарской Луки, находится наиболее крупное из исследованных озёр – Большое Шелехметское – древняя старица, участок одного из рукавов Волги [14]; оно относится к памятникам природы Самарской Луки, также как и расположенное рядом Клюквенное [15, 33]. Озеро отделено от Саратовского водохранилища дамбой в 2<sup>х</sup> км от места их соединения, в период половодья заливается волжской водой и на это время становится проточным;

летний сток в водохранилище возможен через трубу, проложенную в дамбе, в озере есть родники. Температурный режим во многом зависит от изменений температуры в Саратовском водохранилище, особенно в половодье; весеннее прогревание и осеннее охлаждение замедленны по сравнению с небольшими внутренними водоёмами Самарской Луки. Водоём окружен нешироким поясом прибрежно-водной растительности, погруженная особенно развита на мелководьях; озеро подвержено умеренному антропогенному воздействию [41].

Водоёмы на территории Рачейского бора (Сызранский район, у с. Ст. Рачейка) расположе-

ны в ландшафте верховых сфагновых болот – одних из наиболее сохранившихся в Самарской области [14, 15]. Водоёмы находятся на окраине болот Журавлиное, Моховое, Узилово и названы согласно их наименованиям. Болотные озёра неглубокие, в разной степени зарастающие высшей водной растительностью. Оз. Журавлиное, образовалось в 70-е годы после выемки торфа и имеет наибольшую глубину и размер, происхождение небольшого оз. Моховое вероятно также вторично. Болота Узилово и Моховое являются памятниками природы [15]. Водоёмы посещаются местным населением.

**Таблица 1.** Основные гидрологические и гидрохимические характеристики водоёмов\*

Водоём	Площадь, га	Глубина, м макс./сред.	Прозрачность, м	Цветность, °Pt	pH	Сумма ионов, мг/л	Робщ., мг/л
пойменное озеро (ландшафт волжской поймы), «НП Самарская Лука»							
Шелехметское	28	5,7/3,7	0,65-1,25	62	7,8 (7,7)	342,2 (370,0)	0,13 (0,2)
озёра в местах староречий (ландшафт надпойменной террасы), «НП Самарская Лука»							
Клюквенное	2,93	1,7/1,2	0,2-1,0	123	8,2 (7,5)	115,1 (111,4)	0,23 (0,35)
Опкан	5,87	1,2/0,6	0,1-0,3	176	7,5	141,7	0,26
Лизинка	-	0,9/0,6	до дна	344	6,7	147,5	1,21
пруды (ландшафт карстующихся возвышенностей), «НП Самарская Лука»							
Подгорское	0,31	2,6/2,0	0,3-1,1	64	8,8 (8,1)	336,2 (376,3)	0,48 (0,73)
Верхний	0,47	1,7/0,8	0,35-1,0	50	7,9	385,8	0,07
Харовое	0,04	1,9/1,0	0,6-1,5	54	8,1	278,3	0,32
карстовые озёра (ландшафт карстующихся возвышенностей), «НП Самарская Лука»							
Бездонное	0,14	7,5/5,9	0,2-1,1	55	8,4 (6,5)	136,3 (175,0)	0,46 (0,76)
М.Карстовое	0,02	3,5/2,7	0,2-0,4	54	8,2 (6,9)	101,3 (123,4)	2,46 (2,12)
Серебрянка	0,11	0,9/0,7	0,5-1,1	105	6,6	36,7	0,45
Золотянка	0,08	5,8/2,6	0,6-1,25	101	6,8 (5,9)	54,0 (59,5)	0,40 (0,07)
Ужиное	0,05	1,8/1,1	до дна	90	7,4	39,9	0,41
техногенные водоёмы (ландшафт Жигулёвских гор), Жигулёвский заповедник							
Гудронное 1	0,14	3,7/2,9	0,4-1,2	23	6,3 (5,7)	44,4 (81,6)	0,04 (0,52)
Гудронное 2	0,11	3,7/3,5	0,7-1,1	41	7,7 (6,4)	216,4 (416,5)	0,16 (1,38)
Гудронное 3	0,05	1,5/0,9	0,6-0,8	31	5,0 (5,0)	123,7 (129,8)	0,07 (0,20)
Гудронное 4	0,05	1,5/1,0	0,05-0,2	285	5,3 (5,3)	128,7 (149,6)	0,05 (0,05)
Стрельное 5	0,18	4,0/3,6	0,75-1,3	31	7,5 (6,7)	298,3 (489,6)	0,03 (0,43)
Стрельное 6	0,06	1,5/1,3	0,5-1,0	14	7,3 (7,3)	196,3 (206,5)	0,01 (0,19)
Стрельное 7	0,07	2,0/1,6	0,5-1,1	14	7,5 (6,7)	212,8 (228,6)	0,05 (0,35)
Стрельное 8	0,16	3,7/3,5	1,0-1,4	15	7,5 (6,7)	208,8 (405,6)	0,06 (0,23)
болотные водоёмы (ландшафт верховых болот), памятник природы «Рачейский бор»							
Узилово	< 0,3	1/0,76	0,25-0,6	71	6,9 (6,1)	85,4 (77,8)	0,24 (0,71)
Моховое	< 0,2	0,7/0,4	0,25-0,5	164	6,1	79,2	0,07
Журавлиное	< 7,0	1,5/1,2	0,3-0,6	197	6,2 (6,0)	88,2 (87,0)	0,05 (0,08)

\*Примечание: Данные по химическому составу воды и содержанию общего фосфора приведены по опубликованным в работах [34, 41; 29, 9] средним значениям; цифры в скобках – в придонном горизонте. Глубины и изменения величины прозрачности даны по измерениям на станции отбора проб, площадь водного зеркала – по замерам во время максимального наполнения озера.

В табл. 1 показаны основные характеристики исследованных нами водоёмов. Все они замкнутые (кроме пойменного) и относятся к морфометрически малым. Вода озёр пресная с минерализацией от очень малой до средней, в большинстве водоёмов – гидрокарбонатно-кальциевая, в некоторых (Золотянка, Гудронное 3, Моховое, Журавлиное) выражено преобладание сульфатного иона в течение всего периода открытой воды или весной (Серебрянка, Лизинка) [34, 41, 29, 9]. По величине рН это водоёмы со слабощелочной, близкой к нейтральной, слабокислой и кислой средой; по цветности воды – от олиго- до полигумозных [34, 41; 29, 9], с невысокой прозрачностью, величина которой в разных озёрах и в разные периоды составляла от нескольких десятков сантиметров до 1 метра (редко до 1,5). Во всех озёрах с глубиной более 2 м (табл. 1) летом наблюдалась устойчивая термическая стратификация. Для рассматриваемых водоёмов по данным гидрохимических исследований [34, 41, 29, 9] установлено высокое содержание общего фосфора в воде (табл. 1), по этому параметру, в соответствии с классификацией Vollenweider-Kerekes [49] они отнесены к эвтрофным и гиперэвтрофным. В публикации В.И. Номоконовой [29] содержатся сведения о средней за период открытой воды концентрации хлорофилла «а» в этих водоёмах; на основе анализа своих данных она оценивает их трофическое состояние так же как эвтрофное и гиперэвтрофное.

Наблюдения в исследованных озёрах проводили в период открытой воды: с конца апреля/начала мая по октябрь-ноябрь, зимний сбор проб был эпизодическим. Проведено 2 цикла наблюдений: в первый год пробы отбирали ежемесячно, во второй год в основные биологические сезоны – весной, летом и осенью. Отбор проб, ввиду небольших размеров водоёмов вели на одной станции, расположенной в месте наибольших глубин – чаще в центре озера наиболее свободном от высшей водной растительности. Для многих

водоёмов проведён дополнительный сбор проб в последующие годы с целью уточнения видового состава водорослей. Пробы для определения количественных показателей фитопланктона собраны и обработаны по общепринятым гидробиологическим методикам [25, 46, 43]. Сбор проб проводили в поверхностном горизонте воды и по глубине через один метр до дна, при глубинах менее метра дополнительным иногда был горизонт 0,5 м. Пробы объемом 0,5-1 литр отбирали батометром Рутнера, фиксировали раствором Люголя в модификации Г.В. Кузьмина [25], концентрировали фильтрацией через мембранные фильтры марки «Владипор» N 10 (с диаметром пор около 1 микрона) с применением вакуумного насоса. Пробы, собранные с целью более полного изучения качественного состава альгофлоры, обработаны живыми. Всего было собрано и обработано 895 альгологических проб. Для определения таксономической принадлежности диатомовых водорослей готовили постоянные препараты [25]. Определение, подсчет и измерение водорослей проведены в камере типа «Учинская», объемом 0,01 мл с применением микроскопов «Биолар» (Польша), Leica DM 4000B (Германия). За счётную единицу принималась клетка [43]; одновременно с подсчетом численности, проведены измерения линейных размеров клеток водорослей; биомасса вычислена счётно-объемным методом [21, 46]. Согласно взглядам Н.Н. Воронихина [5] на понятие «фитопланктон», учитывались все водоросли, встреченные в толще воды.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В фитопланктоне 23 озёр СВБР в период 1998-2009 гг. было выявлено 762 вида (909 с учетом внутривидовых таксонов и водорослей определенных до рода). Они относятся к 9 отделам, 18 классам, 32 порядкам, 85 семействам и 235 родам (табл. 2).

**Таблица 2.** Таксономическая структура альгофлоры планктона озер СВБР

Отделы	Число				Число таксонов			
	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Видовых	Внутри-видовых	Определено до рода	Всего
Cyanoprokaryota	1	3	9	38	83	3	4	90
Chrysophyta	3	4	7	16	51	2	13	66
Bacillariophyta	2	6	19	37	142	21	12	175
Xanthophyta	3	3	8	15	30	1	3	34
Cryptophyta	1	1	1	4	16	1	2	19
Dinophyta	1	2	7	10	24	1	6	31
Raphidophyta	1	1	1	2	3	0	0	3
Euglenophyta	1	1	2	6	102	43	2	147
Chlorophyta	5	11	31	107	311	21	12	344
Всего	18	32	85	235	762	93	54	909

При сравнении списков водорослей исследованных озёр и водохранилищ Нижней Волги [47] выявилась высокая степень их сходства – общими

оказались 85,5% внутривидовых таксонов. В целом в альгофлоре озёр (табл. 2) наибольшим богатством выделялся отдел Chlorophyta (344 вида и 252

внутривидовых таксона водорослей), на втором месте – Bacillariophyta (175), на третьем – Euglenophyta (147). В сумме они формировали 73,3 % общего состава, и альгофлору исследованных озёр можно назвать зелёно-диатомово-эвгленовой. Другие отделы представлены меньшим числом таксонов: Cyanoprokaryota (синезелёные водоросли) – 90, Chrysophyta – 66, Xanthophyta – 34, Dinophyta – 31, Cryptophyta – 19, Raphidophyta – 3. По насыщенности порядками, семействами и родами выделялись отделы Chlorophyta и Bacillariophyta, повышенным числом внутривидовых таксонов отличались отделы Chlorophyta, Bacillariophyta и Euglenophyta.

В табл. 3 для сравнения, показано видовое разнообразие отделов в исследованных нами водоёмах, в подробно изученных озёрах Дарвиновского [18] и Керженского [3] заповедников, расположенных, соответственно, в бассейне Верхней и Средней Волги, а также в зарегулированной Волге [17] и нижеволжских водохранилищах [47]. Озера Дарвиновского заповедника (Вологодская область) мелководные, слабоминерализованные с цветностью от 21 до 400 град. Pt-Co шкалы и рН от 4,4 до 7,3, различной степени трофности

[18]. Изученные озёра Керженского заповедника (Нижегородская область) маломинерализованные, с цветностью 62-500 град. Pt-Co шкалы и значениями рН 4,3-7,3, эвтрофные [3]. Как видно, по видовому разнообразию в альгофлоре озёр и водохранилищ лидируют зелёные и диатомовые водоросли, что характерно для большинства водоёмов и водотоков умеренной зоны [44, 45, 17, 18, 26, 31, 32, 47]. Цианопрокариоты, занимающие в водохранилищах Волги третью позицию, в озёрах уступают её эвгленовым. Пропорция зелёные-диатомовые-эвгленовые характерна для озёр Керженского [32, 3] и Дарвиновского [18] заповедников. Большое значение эвгленовых в водоёмах Керженского заповедника, Е.Л. Воденеева [3] связывает с заболоченностью территории и повышенной цветностью вод. К факторам, формирующим таксономическое разнообразие эвгленовых в озёрах Дарвиновского заповедника Л.Г. Корнева [18] относит рН и уровень трофии вод. В изученных нами озёрах СВБР положение эвгленовых обусловлено высокой степенью эвтрофирования местообитания, малой минерализацией, повышенной цветностью вод половины озёр (табл. 1), их мелководностью.

**Таблица 3.** Число видов, разновидностей и форм водорослей в различных отделах альгофлоры озёр на охраняемых территориях Поволжья, в водохранилищах Нижней Волги и каскаде волжских водохранилищ в целом\*

Отделы водорослей	Озёра охраняемых территорий			Водоохранилища	
	Дарвиновский заповедник	Керженский заповедник	СВБР	Нижней Волги	волжского каскада
Cyanoprokaryota	47/4	50/5	90/4	221/3	280/3
Chrysophyta	31/5	64/4	66/5	136/5	198/5
Bacillariophyta	93/2	149/2	175/2	574/2	698/2
Xanthophyta	9/8	22/7	34/6	76/6	86/6
Cryptophyta	16/7	12/8	19/8	31/8	37/8
Dinophyta	18/6	28/6	31/7	48/7	49/7
Raphidophyta	3/9	2/9	3/9	-	2/9
Euglenophyta	58/3	116/3	147/3	196/4	250/4
Chlorophyta	227/1	272/1	344/1	586/1	875/1
Всего	502	715	909	1868	2475

\*Данные приведены по: [3, 17, 18, 47], под чертой – ранги отделов по видовому богатству.

Список порядков, ранжированных по видовому богатству, возглавляли представители трёх ведущих отделов. Первые 10 мест занимали порядки Chlorococcales (22,2% от общего видового состава), Euglenales (16,2), Raphales (13,3), Desmidiiales (6,8), Chlamydomonadales (5,2), а так же Chromulinales (5,1), Chroococcales (3,9), Oscillatoriales (3,6), Heterococcales (3,3), Peridinales и Raphales (по 3,1). Они включали 780 видов, разновидностей и форм водорослей и представляли 85,8% их общего списка. Практически те же порядки (кроме Peridinales) являются ведущими в альгофлоре планктона водохранилищ Нижней Волги, где наиболее разнообразны диатомовые водоросли – доля порядка Raphales составляет 24 %, а роль Chlorococcales (16,7) и Euglenales (10) ниже [47]. В волжских водохранилищах лидиру-

ют по числу видов и внутривидовых таксонов порядки Raphales и Chlorococcales, составляющие в целом 22 и 19% от общего числа таксонов рангом ниже рода [17]. Порядки, занимающие в системе озёр СВБР первые 10 ранговых мест, оказались близкими к возглавляющим альгофлору озёр в Керженском заповеднике [3], из них первые три с очень близкой долей во флоре: Chlorococcales (21,3%), Euglenales (16,1) и Raphales, (14,5). В числе ведущих отсутствовали только Oscillatoriales и Heterococcales. В озёрах Дарвиновского заповедника [18] первые позиции также занимали порядки Chlorococcales (27,3%), Euglenales и Raphales (по 11,6), Desmidiiales (10,6). Сумма видов, разновидностей и форм водорослей в ведущих порядках альгофлоры водохранилищ и озёр в разных районах Поволжья объединяла 82-89% видов-

вого богатства. К монотипным порядкам в исследованных озёрах СВБР относились: *Biddulphioales*, *Rhizosoleniales*, *Rhizochloridales*, *Dunaliellales*, *Tetrasporales*, *Gonatozygales*, *Oedogoniales*. Двумя видами представлены порядки *Hibberdiales* и *Pedinellales*.

К семействам, занимающим по видовому богатству первые 10 мест и объединяющим 498 видов и внутривидовых таксонов водорослей (54,8% общего видового состава), относились *Euglenaceae* (15,8%), *Scenedesmaceae* (7,6), *Naviculaceae* (5,4), *Desmidiaceae* (5,2), *Chlorellaceae* (4,1), *Dinobryonaceae* (3,9), *Chlamydomonadaceae* (3,5), *Oocystaceae* (2,6), *Fragillariaceae* (2,5), *Nostocaceae* и *Cryptomonadaceae* (по 2,1%). В водохранилищах Нижней Волги список семейств возглавляют *Naviculaceae* (10,1 %), *Euglenaceae* (9,9) и *Scenedesmaceae* (4,9) – те же семейства, что и в озёрах, но в другой последовательности [47]. Монотипных семейств в озёрах СВБР было 19.

Ранжированный список родов возглавляли: *Trachelomonas* Ehr. (5,8%), *Scenedesmus* Meyen (5,2), *Euglena* Ehr. (4,0), *Phacus* Duj. (3,7), *Cosmarium* Corda (2,6), *Navicula* Bory (2,1), *Chlamydomonas* Ehr. (2,0), *Nitzschia* Hass. (1,8), *Closterium* Nitzs. и *Lepocinclis* Perty (по 1,7), *Fragilaria* Lyngb., *Synedra* Ehr., *Pinnularia* Ehr., *Gomphonema* Ag. и *Cryptomonas* Hansg. (по 1,5). Большинство из них возглавляют родовой спектр водорослей и в водохранилищах Нижней Волги [47]. Но если в озёрах первые три места в ранжированном списке занимают *Trachelomonas*, *Scenedesmus* и *Navicula*, то в водохранилищах – *Navicula* (6,2%), *Nitzschia* (3,6) и *Trachelomonas* (3,3), а род *Scenedesmus* (3,2) на четвертой позиции. Названные 15 родов, занимающие в альгофлоре исследованных озёр первые 10 мест по видовому богатству, составляли 36,6% общего списка водорослей. В системе озёр Керженского заповедника доля ведущих родов практически та же – 34,1% [3]. В альгофлоре планктона водохранилищ Нижней Волги роль десяти ведущих родов ниже – 29,6% [47]. Преобладали же в изученных озёрах СВБР монотипные роды – 107 (45,5%) от их общего числа, двухвидовых родов – 39 (16,6%), родов, представленных 3 и 4 внутривидовыми таксонами 10,6 и 5,5% соответственно.

По видовому составу озёра крайне разнообразны.

Количественными показателями систематического разнообразия могут служить «пропорции флоры»: среднее число видов в семействе (в/с), родов в семействе (р/с) и видов в роде (в/р), повышенные значения которых свойственны более богатым флорам [48]. Применение методов сравнительной флористики к оценке разнообразия альгофлор водоёмов СВБР показало, что наибольшая насыщенность семейств видами характерна для флоры эвгленовых и криптофитовых

водорослей, в связи с тем, что большая часть видов в этих отделах сосредоточена в 1-2 семействах. Насыщенность семейств родами в целом варьирует гораздо меньше (табл. 4). Эта направленность соблюдается и для флор водорослей отдельных озёр. В табл. 4 приведены «пропорции флоры» водорослей планктона озёр СВБР.

**Таблица 4.** Количественные показатели систематического разнообразия («пропорции флоры») отделов водорослей планктона озёр СВБР

Отдел	Пропорции флоры		
	в/с	р/с	в/р
Cyanoprokaryota	9,2	4,2	2,2
Chrysophyta	7,1	2,3	3,1
Bacillariophyta	7,4	1,9	3,8
Xanthophyta	3,8	1,9	2
Cryptophyta	16,0	4,0	4,0
Dinophyta	3,4	1,4	2,4
Raphidophyta	3,0	2,0	1,5
Euglenophyta	51,0	3,0	17
Chlorophyta	10,1	3,5	2,9
Всего	9,0	2,8	3,2

Родовой коэффициент (насыщенность рода видовыми таксонами), в альгофлоре рассматриваемых озёр равен 3,2 и не выходит за пределы, известные для других водоёмов. В озёрах Керженского заповедника этот показатель составляет 3,5 [3], Дарвиновского – 2,8 [18]. Для водохранилищ Волги коэффициент варьирует от 3,0 до 4,6, в среднем по каскаду – 3,8 [17]. Сравнение значений родового коэффициента по отделам показало, что наибольшая родовая насыщенность характерна для эвгленовых водорослей: в озёрах Керженского заповедника родовой коэффициент в этом отделе – 6,7, в водохранилищах Нижней Волги – 9,2. Для изученных водоёмов СВБР величина родового коэффициента в отделе эвгленовых очень высокое – 17,0 что отражает их значимое положение во флоре, и свидетельствует о высокой трофности этих озёр. В других отделах водорослей роды гораздо менее разнообразны в видовом отношении: *Cryptophyta* (4,0), *Bacillariophyta* (3,8), *Chrysophyta* (3,1), *Chlorophyta* (2,9), *Dinophyta* (2,4), *Cyanoprokaryota* (2,2), *Xanthophyta* (2,0), *Raphidophyta* (1,5). Насыщенность рода внутривидовыми таксонами также выше в отделе эвгленовых водорослей.

В целом проведение альгофлористического анализа фитопланктона 23 озёр СВБР выявило особенности его состава и структуры: основу видового разнообразия на уровне таксонов различного ранга создавали представители трёх ведущих отделов – им принадлежало наибольшее число ранговых мест и основная доля в формировании флоры водорослей. При сравнении таксономической структуры разных систем водоёмов волжского бассейна и водохранилищ, выявлена близость состава спектров ведущих порядков и семейств и их доля в альгофлоре планктона срав-

ниваемых систем водоёмов. Родовые спектры гораздо более специфичны и отражают особенности конкретных водных объектов, при этом величины родового коэффициента, как показателя систематического разнообразия флоры водорослей сопоставимы.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ, проект № 07-04-00370-а, № 07-04-96610 и в рамках программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (раздел «Динамика биоразнообразия и механизмы обеспечения устойчивости биосистем».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белевич Е.Ф.* Физико-географическое описание Куйбышевского заповедника (Воды и водоснабжение) // Бюлл. Самарская Лука. 1992. № 3. С. 237-247.
2. Биосферные резерваты бассейна реки Волги // Брынских М.Н., Неронов В.М., Луцкина А.А. Бюро ЮНЕСКО в Москве, 2010; Некоммерческое партнёрство «Биосферные резерваты Евразии». 2010. 64 с.
3. *Воденеева Е.Л.* Состав и структура фитопланктона гумозно-ацидных водоёмов. На примере водных объектов заповедника «Керженский» // Дисс. ... канд. биол. наук. Н. Новгород, 2006. 181 с.
4. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
5. *Воронихин Н.Н.* Растительный мир континентальных водоёмов. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1953. 411 с.
6. Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы / Под ред. Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Самара: Сам. НЦ РАН, 2007. 200 с.
7. *Горохова О.Г., Номоконова В.И.* Фитопланктон и условия его развития в малых озерах Жигулевского заповедника // Ресурсы экосистем Волжского бассейна: в 2-х томах / Отв. Ред. Чл-корр. РАН Г.С. Розенберг и проф. С.В. Саксонов: Т 1. Водные экосистемы. Тольятти: ИЭВБ РАН, «Кассандра», 2008. С. 120-124.
8. *Горохова О.Г., Паутова В.Н.* Фитопланктон слабоминерализованных карстовых озёр юга лесостепного Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН 2009. № 1 (4). Т 11. С. 671-676.
9. *Горохова О.Г., Номоконова В.И.* Фитопланктон и условия его развития в болотных озёрах юга лесостепного Поволжья (Самарская область) // Бюлл. «Самарская Лука» 2011. № 1. Т. 20. С. 71-78.
10. *Горохова О.Г.* Характеристика трофического состояния малых водоёмов Средне-волжского биосферного резервата по фитопланктону // «Вода: химия и экология», 2013. № 11. С. 46-53.
11. *Горохова О.Г.* Таксономический состав альгофлоры планктона водоемов охраняемых территорий Самарской области // Бюлл. «Самарская Лука» 2010, № 4. Т. 19. С. 51-71.
12. *Горохова О.Г.* Таксономический состав фитопланктона болотных водоемов на территории памятника природы «Рачейский бор» (Самарская область) // Бюлл. «Самарская Лука» 2013. Т. 22. № 2, С. 63-79.
13. *Жариков В.В., Горбунов М.Ю., Быкова С.В., Уманская М.В., Шерышева Н.Г.* Экология сообществ бактерий и свободноживущих инфузорий малых водоёмов Самарской Луки / под ред. Жарикова В.В. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. 193 с.
14. Зелёная книга Поволжья: Охраняемые природные территории Самарской области. Самара: кн. изд-во, 1995. 353 с.
15. Каталог памятников природы Куйбышевской области: составлен по материалам секции охраняемых природных территорий и областного музея краеведения // Сост. А.С. Захаров. Куйбышев. Кн. изд-во, 1989. 78 с.
16. *Краснобаев Ю.П., Чап Т.Ф.* Средне-Волжский комплексный биосферный резерват // Степной бюллетень. 2009. № 26. С. 27-30.
17. *Корнева Л.Г.* Альгофлора планктона водохранилищ волжского бассейна // Бот. журн. 2008. Т. 93, № 11. С. 1673-1690.
18. *Корнева Л.Г.* Альгофлора планктона слабоминерализованных озер верхневолжского бассейна // Бот. журнал. 2009. Т. 94. № 4. С. 481-491.
19. *Кудинов К.А.* Жигулевский заповедник // Заповедники европейской части РСФСР. II. М.: Мысль, 1989. С. 208-233.
20. *Лаврентьева Г.М., Бульон В.В.* Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресно-водных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л., 1981. 31 с.
21. *Макарова И.В., Пичкилы И.О.* К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона // Бот. журн. 1970. Т. 55, № 10. С. 1488-1494.
22. *Малиновская Е.И., Плаксина Т.И.* Флора Национального парка «Самарская Лука». Самара, 2000. 183 с.
23. *Матвеев В.И., Соловьёва В.В., Саксонов С.В.* Флора и растительность материковых водоёмов Жигулевского заповедника // Самарская Лука на пороге третьего тысячелетия. Тольятти, 1999. С. 105-109.
24. *Мельниченко В.Е.* Ландшафты Самарской Луки // Бюлл. Самарская Лука. 1991. № 1. С. 45-62.
25. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. 240 с.
26. *Михеева Т.М.* Структура и функционирование фитопланктона при эвтрофировании вод. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Минск., 1992. 63 с.
27. *Номоконова В.И., Горохова О.Г., Романова Е.П., Саксонов С.В., Конева Н.В.* Озёра в урочище Гудронный // Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара. СамНЦ РАН, 2007. С. 157-162.
28. *Номоконова В.И., Горохова О.Г., Саксонов С.И., Конева Н.В.* Озера на плато в районе горы Стрельной // Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара. СамНЦ РАН, 2007. С. 163-166.
29. *Номоконова В.И.* Гидрохимический режим и трофическое состояние озёр Самарской Луки и сопредельной территории // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 155-164.
30. *Обедиев Г.В.* Из глубины веков: геологическая история и природа Жигулей. Куйбышев, 1988. 216 с.
31. *Охапкин А.Г.* Фитопланктон Чебоксарского водохранилища. Тольятти, 1994. 275 с.
32. *Охапкин А.Г., Воденеева Е.Л., Юлова Г.А.* Фитопланктон водоемов заповедника «Керженский» (Нижегородская область) // Бот. журн. 2004. Т. 89, № 8. С. 1264-1275.
33. Памятники природы Куйбышевской области. Куйбышев. Кн. изд-во, 1986. 157 с.
34. *Паутова В.Н.* Лимнологические исследования в юго-восточной части Самарской Луки. Положение в ландшафте, гидрологические и гидрохимические особенности водоемов // Изв. Самар. НЦ РАН. 2001. Т. 3, № 2. С. 265-273
35. *Паутова В.Н., Матвеев В.И., Горохова О.Г., Соловьёва В.В., Номоконова В.И.* Альгологические исследования малых водоёмов лесостепной зоны Поволжья в историческом аспекте // Изв. Самар. НЦ РАН. 2008. Т. 10, № 5/1. С. 24-33.

36. *Прыткова М.Я.* Научные основы и методы восстановления озёрных экосистем при разных видах антропогенного воздействия. СПб.: Наука, 2002. 148 с.
37. Ресурсы экосистем Волжского бассейна: в 2 Т. / Отв. ред. Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. Тольятти: ИЭВБ РАН; «Кассандра», 2008. Т. 1. Водные экосистемы. 286 с.
38. *Розенберг Г.С., Саксонов С.В.* Краткая характеристика социально-экономических и природных условий Самарской области // Голубая книга Самарской области. Самара: СамНЦ РАН, 2007. С. 11-17.
39. *Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б.* Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара: СамНЦ РАН, 1999. 396 с.
40. *Розенберг Г.С.* Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2009. 477 с.
41. *Розенберг Г.С., Паутова В.Н., Поспелов А.П., Поспелова М.Д., Номоконова В.И., Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Малиновская Е.И., Горохова О.Г., Быкова С.В., Жариков В.В., Романова Е.П., Шошин А.А.* Комплексная характеристика некоторых водоемов юго-восточной части Национального парка «Самарская Лука» // Бюлл. Самарская Лука. 2006. № 18. С. 38-96.
42. *Розенцвет О.А., Саксонов С.В., Поспелова М.Д.* Сравнительное исследование липидов водных макрофитов озёр Жигулёвского заповедника // Изв. Самар. НЦ РАН, 2001. Т. 3. № 2. С. 310-319.
43. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
44. *Трифопова И.С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л., 1990. 184 с.
45. *Трифопова И.С.* Сукцессия массовых видов фитопланктона при эвтрофикации озёр // Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод. Ярославль, 1996. С. 100-101.
46. *Федоров В.Д.* О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ. 1979. 167 с.
47. Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовье реки. СПб.: Наука, 2003. 232 с.
48. *Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике Л.: ЛГУ, 1980. 176 с.
49. *Vollenweider R.A., Kerekes I.* The loading concept as basis for controlling eutrophication philosophy and preliminary results of the OECD program on eutrophication // Progr. Wat. Technol. 1980. V.12. N2. P. 5-38.

**ALGAS OF THE PLANKTON OF SMALL RESERVOIRS SOUTH OF THE FOREST-STEPPE VOLGA REGION (ALGAL FLORA: TAXONOMICAL STRUCTURE)**

© 2014 O.G. Gorokhova, V.N. Pautova

Institute of ecology of the Volga river basin of RAS, Togliatti

As a result of the study of small planktonic algae ponds south of the forest-steppe of the Volga region, located in the protected areas of the Samara region, considered taxonomic structure of algal flora and systematic diversity.

**Key words:** Samara region, small reservoirs, taxonomic structure of planktonic algal flora