

ЗООЛОГИЯ

УДК 591.524.1(470.12)

В. Л. Зайцева, Д. А. Филиппов, Е. В. Лобуничева

ЗООПЛАНКТОН МОЧАЖИН ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ*

В настоящей статье отражены результаты исследования зоопланктона мочажин верховых болот центральной части Вологодской области. Всего обнаружено 36 видов (14 видов коловраток, 13 — ветвистоусых и 9 — веслоногих ракообразных), список которых приводится. Для сезонной динамики зоопланктона мочажин характерно увеличение биомассы осенью в связи с благоприятными термическими условиями. Средние значения биомассы зоопланктона и состав доминантов были стабильны в течение трех лет наблюдений. Изменения плотности зоопланктона обусловлены межгодовыми колебаниями уровня болотно-грунтовых вод. Библиогр. 31 назв. Ил. 3. Табл. 2.

Ключевые слова: зоопланктон, мочажина, болото Шиченгское, Вологодская область.

V. L. Zaytseva¹, D. A. Philippov², E. V. Lobunicheva¹

ZOOPLANKTON OF RAISED BOGS HOLLOW IN THE CENTRAL PART OF THE VOLOGDA REGION

¹ Vologda Laboratory, State Research Institute on Lake and River Fisheries, 5, ul. Levicheva, Vologda, 160012, Russian Federation; zayceva_v@inbox.ru, lobunicheva_ekata@mail.ru

² I. D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences, pos. Borok, Nekouzskiy p-n, Yaroslavl'skaya obl., 152742, Russian Federation; philippov_d@mail.ru

This article presents the study of zooplankton of raised bog hollows in the central part of the Vologda Region. In total, 36 species (14 — Rotatoria, 13 — Cladocera, 9 — Copepoda, listed in the article) were found in the Shichenskoe mire. The most taxa were registered in spring. Detritus consumers, second-order filterers, and predators predominated. Characteristic features of studied communities were as follows: domination of Rotatoria and Copepoda, mainly small-sized, and constant presence of meiobenthos. In autumn, total biomass increased due to auspicious thermal conditions. Mean values of zooplankton biomass and composition of the domination complex were stable during three years of study. Changes in zooplankton density were determined by interannual fluctuations of mire water level. Zooplankton communities of raised bog hollows of south and middle taiga vary in species composition and quantitative parameters, but are similar in ecological groups and seasonal dynamics. Refs 31. Figs 3. Tables 2.

Keywords: zooplankton, hollow, Shichenskoe mire, Vologda Region.

В. Л. Зайцева (zayceva_v@inbox.ru), Е. В. Лобуничева (lobunicheva_ekata@mail.ru): Вологодская лаборатория, Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства, Российская Федерация, 160012, Вологда, ул. Левичева, 5; Д. А. Филиппов (philippov_d@mail.ru): Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Российская Федерация, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок

* Работа выполнена при поддержке РФФИ №14-04-32258 мол_а

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2016

Введение

Мочажины — замкнутые между положительными формами микрорельефа (грядами, кочками) обводненные понижения на болотах — являются неотъемлемым компонентом верховых болот и входят в состав кочковато-мочажинных, грядово-мочажинных и грядово-мочажинно-озерковых комплексов [1]. Мочажины сфагновых болот вторичны по своему происхождению [2]. Они могут иметь различные размеры, конфигурацию, особенности растительного покрова (хотя в таежной зоне наиболее обычны травяно-сфагновые и сфагновые), уровень болотно-грунтовых вод и, как правило, без значительных участков открытой воды.

Мочажины как один из специфических типов болотных водоемов представляют значительный интерес для познания структурно-функциональных особенностей болотных экосистем. В последнее время исследования биологических и экологических аспектов болотных водоемов предложено рассматривать в рамках отдельного научного направления — гидробиологии болот [3].

Гидробиологические исследования мочажин на болотах России крайне немногочисленны. В частности, результаты изучения микрофауны этого типа водных объектов на болотах Карелии отражены в работах З. И. Филимоновой с соавторами [4–7].

На территории Вологодской области, несмотря на ее значительную заболоченность (около 17% территории) [8], гидробиологические исследования болот начались только 7–8 лет назад. К настоящему времени получены сведения о составе, структуре и количественных характеристиках зоопланктона мочажин и озерков южнотаежного болота Алексеевское [9–12], пойменных болот бассейна Онежского озера [13], а также роли *Utricularia intermedia* Науне в сообществах проточных топей и приозерных болот [14, 15].

В настоящей работе охарактеризованы состав, доминантные комплексы, количественные характеристики зоопланктона сфагновых мочажин типичного верхового болота, расположенного в пределах средней тайги в границах Вологодской области.

Территория исследования

Для исследований было выбрано типичное для среднетаежной подзоны болото — Шиченгское (рис. 1). Болото представляет собой крупную (15,9 тыс. га) болотную систему, сформировавшуюся в озерно-ледниковой котловине и имеющую лимногенное происхождение. В ее центральной части расположено внутриволотное дистрофное озеро Шиченгское (1,02 тыс. га). В настоящее время болото находится на олиготрофной (атмосферного питания) стадии развития [16]. Значительная часть Шиченгского болота с 1987 г. входит в состав регионального комплексно-заказника «Шиченгский» [17].

На болоте широко распространены грядово-мочажинные и кочковато-мочажинные комплексы. Флора мочажин крайне бедна и в целом типична для верховых болот Европейского Севера. В ее состав входит 18 видов высших растений. Среди сосудистых растений наиболее обычны кустарнички (*Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*) и травянистые растения (*Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Rhynchospora alba*, *Eriophorum vaginatum*, *Drosera anglica*,

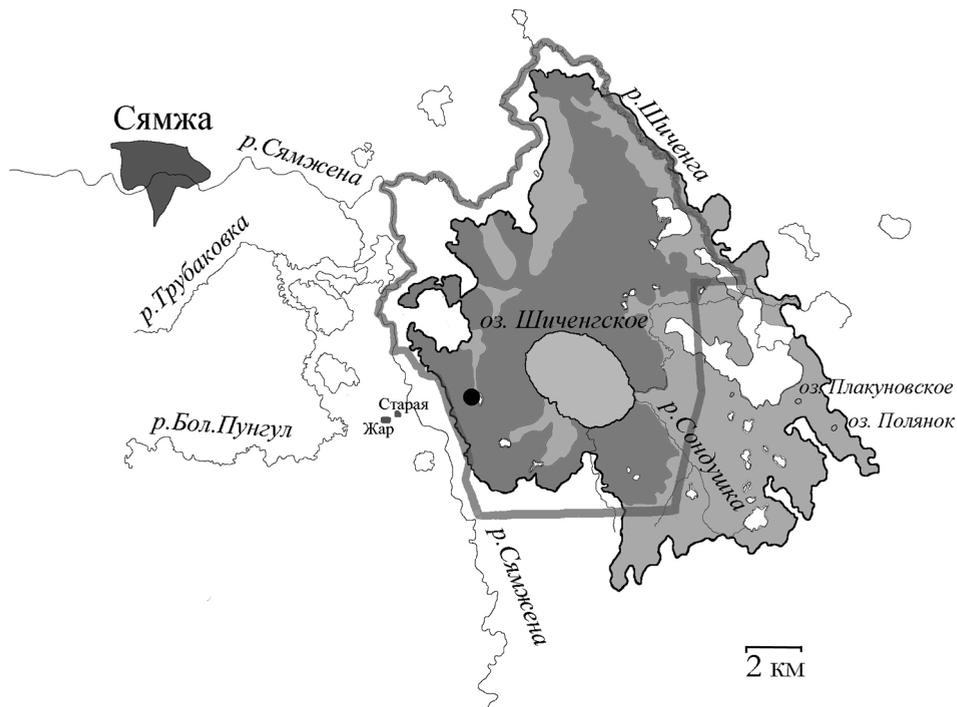


Рис. 1. Картограмма территории исследования: черной жирной линией обозначены границы Шиченгского болота, серой линией — границы заказника, черным пунансом — место отбора гидробиологических проб.

D. obovata, крайне редко и малообильно отмечается *D. rotundifolia*). Среди мохообразных доминируют 6 видов сфагновых мхов (*Sphagnum cuspidatum*, *S. balticum*, *S. angustifolium*, реже *S. fallax*, *S. majus* и *S. magellanicum*), менее обильно представлены *Warnstorfia fluitans* и *Cladopodiella fluitans* [18, 19]. Именно эти виды формируют шейхцериево-сфагновые, шейхцериево-топяноосоково-сфагновые, очеретниково-осоково-сфагновые и шейхцериево-очеретниково-сфагновые ценозы, преобладающие в растительном покрове мочажин Шиченгского болота.

В мочажинах грядово-мочажинных комплексов верхние горизонты сложены шейхцериево-сфагновыми и сфагновыми мочажинными верховыми торфами. По физико-химическому составу (рН 4,0; степень разложения 5%; степень насыщенности основаниями 47 и др.) они являются типично торфяно-болотными верховыми грунтами. Влияние подстилающих пород и грунтовых вод на них минимально, водно-минеральное питание происходит исключительно за счет атмосферного переноса осадков и пыли [20].

В сравнении с другими типами водоемов данного болота (озеро Шиченгское, проточная топь, ручей) воды мочажин значительно лучше прогреваются [16] и характеризуются низкими значениями цветности, кислотности, общей минерализации, содержания карбонатов, марганца, общего железа, фосфатов. Колебания большинства гидрохимических показателей в течение вегетационного сезона и ряда лет наблюдений в мочажинах несколько меньше таковых в других болотных водоемах. Это во многом связано со спецификой мочажин как водных объектов, прежде все-

го это их небольшие размеры и уровень стояния болотных вод, активное влияние сфагновых мхов, покрывающих до 90–95% их поверхности. Ниже приведены основные физико-химические параметры болотных вод изученных шейхцериево-сфагновых мочажин [по: 16, с дополнениями] (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химическая характеристика болотных вод мочажин

Параметры	Год	Месяц				
		V	VI	VII	VIII	IX
Температура, °С	2012	14	18	22	16	11
	2013	16	—	23	—	13
	2014	23	—	24	—	13
Цветность	2012	89,1	121,0	124,2	127,0	115,4
	2013	74,6	—	118,0	—	102,0
	2014	111,0	—	139,0	—	89,6
Минерализация, мг/л	2012	94,4	104,0	143,6	162,0	86,3
	2013	84,5	—	242,3	—	214,9
	2014	107,1	—	159,6	—	198,5
рН	2012	4,3	4,1	4,1	4,0	4,0
	2013	4,6	—	4,4	—	4,9
	2014	4,3	—	4,1	—	3,9
Перманганатная окисляемость, мг О/л	2012	32,0	39,2	60,0	68,8	45,6
	2013	19,6	—	22,8	—	88,0
	2014	47,0	—	89,6	—	38,0
Содержание карбонатов, мг/л	2012	6,0	3,0	6,0	12,0	3,0
	2013	18,0	—	30,0	—	24,0
	2014	<6,0	—	<6,0	—	12,0

Материал и методика

Полевые исследования были выполнены Д. А. Филипповым. Отбор проб зоопланктона проводили ежемесячно с мая по сентябрь 2012 г., а также в мае, июле, сентябре 2013 и 2014 гг. в пределах одной станции (59°56'30" с. ш., 41°16'57" в. д.) — шейхцериево-сфагновой мочажины. Сбор материала осуществляли путем процеживания фиксированного объема воды (от 5 до 50 л) через количественную планктонную сеть Джели (размер ячеек 74 мкм). Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Ежемесячно отбирали три пробы, всего было собрано и обработано 33 пробы.

Камеральная обработка гидробиологических проб проводилась в соответствии с рядом методик [21–23 и др.]. Численность и биомассу зоопланктона рассчитывали по формулам связи массы и длины тела [24]. При характеристике зоопланктона использовали такие показатели, как число видов (общее и по таксономическим группам), их встречаемость (отношение числа проб, где вид был обнаружен, к общему числу проб [25]), индекс видового разнообразия Шеннона и индекс доминирования Симпсона, рассчитанные по численности и биомассе [25]. Выделяли комплекс доминантных видов (виды с относительными численностью и биомассой более 5% [26]), рассчитывали общие численность и биомассу зооплан-

ктон и отдельных таксономических групп. Для оценки сходства видового состава зоопланктона мочажин использовали индекс Съёренсена—Чекановского [25]. При анализе полученных результатов рассчитывали стандартное отклонение, стандартную ошибку и коэффициент вариации показателей. Достоверность различий средних значений анализируемых характеристик оценивали преимущественно по критерию Стьюдента ($\alpha = 0,05$), для некоторых характеристик в связи с небольшим объемом выборки использовали критерий Розенбаума ($\alpha = 0,05$) [27].

Результаты

В составе зоопланктона шейхцерицево-сфагновой мочажины Шиченгского верхового болота обнаружено 36 видов гидробионтов из 25 родов и 16 семейств (табл. 2). В отдельные сезоны было зафиксировано от 25 до 33 видов планктонных организмов.

Таблица 2. Видовой состав зоопланктона мочажины

Таксон	Период исследования											
	2012 г.					2013 г.			2014 г.			
	V	VI	VII	VIII	IX	V	VII	IX	V	VII	IX	
ROTIFERA												
Bdelloiidae												
<i>Bdelloida</i> sp.	☒	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
Brachionidae												
<i>Keratella paludosa</i> (Lucks, 1912)	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	
Colurellidae												
<i>Colurella</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
Conochilidae												
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	☒	+	+	+	+	+	+	+	☒	+	+	
Gastropodidae												
<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	
Lecanidae												
<i>Lecane (Monostyla) lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>L. (M.) scutata</i> (Harring et Myers, 1926)	☒	☒	+	+	+	+	+	+	☒	+	+	
<i>L. (s. str.) stichaea</i> Harring, 1913	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
Notommatidae												
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Monommata longiseta</i> (Muller, 1786)	+	☒	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Notommata aurita</i> (Muller, 1786)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Testudinellidae												
<i>Testudinella emarginula</i> (Stenroos, 1898)	☒	☒	☒	+	☒	+	+	+	+	+	+	
Trichocercidae												
<i>Trichocerca (s. str.) longiseta</i> (Schränk, 1802)	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
Trichotriidae												
<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	

Таксон	Период исследования										
	2012 г.					2013 г.			2014 г.		
	V	VI	VII	VIII	IX	V	VII	IX	V	VII	IX
CLADOCERA											
Acantholeberidae											
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O. F. Muller, 1776)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chydoridae											
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	☒	☒	☒	☒	+	☒	☒	+	☒	☒	+
<i>Alona</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1901)	+	+	+	-	-	+	☒	-	-	+	+
<i>A. excisa</i> (Fischer, 1854)	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>A. nana</i> (Baird, 1850)	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Chydorus ovalis</i> Kurz, 1875	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
<i>C. sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	☒
<i>Pleuroxus</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Daphniidae											
<i>Scapholeberis microcephala</i> Sars, 1890	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macrothricidae											
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fischer, 1849)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Polyphemidae											
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COPEPODA											
Cyclopidae											
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	-	-	-	☒	☒	+	-	☒	+	+	☒
<i>D. nanus</i> (Sars, 1863)	-	-	-	-	☒	+	+	☒	-	+	☒
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1838)	+	+	☒	☒	☒	+	☒	☒	+	☒	☒
<i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>E. serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	-	+	+	+	-	☒	-	-	+	☒
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Paracyclops affinis</i> (Sars, 1863)	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
<i>Cyclops</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	☒	+	+	☒
Всего таксонов	24	20	21	21	19	24	20	16	19	22	19
ROTIFERA	10	11	9	8	7	12	9	7	9	9	8
CLADOCERA	9	6	7	7	5	6	5	2	5	5	4
COPEPODA	5	3	5	6	7	6	6	7	5	8	7
Всего за сезон			33				26			25	

Примечание. «-» — вид не обнаружен, «+» — вид обнаружен, «☒» — доминирующий вид.

По величине видового богатства в зоопланктоне мочажины преобладают коловратки (14) и кладоцеры (13). Циклопы представлены 9 видами, в том числе

факультативно планктонными организмами (*Eucyclops macruroides*, *E. serrulatus*, *Paracyclops affinis*). Набор видов достаточно постоянен, так две трети выявленных организмов (10 видов коловраток и 14 видов ракообразных) встречались в течение всего (трехлетнего) периода наблюдений.

Наиболее часто в составе зоопланктона встречаются коловратки (*Cephalodella gibba*, *Conochilus unicornis*, *Lecane scutata*, *Monommata longiseta*, *Testudinella emarginula*). Среди ракообразных высокие показатели встречаемости (70% и более) характерны лишь для четырех эврибионтных видов (*Alona rectangula*, *Kurzia latissima*, *Ectocyclops phaleratus*, *Paracyclops affinis*).

Видовое богатство зоопланктона в мочажинах меняется на протяжении вегетационного сезона. Наибольшее число видов (24) отмечено весной, когда в составе сообщества интенсивно развиваются коловратки. К концу лета разнообразие коловраток и ветвистоусых ракообразных несколько снижается, а число видов обнаруженных циклопов возрастает.

Зоопланктон мочажины характеризуется высоким видовым разнообразием. Средние за период наблюдений значения индекса Шеннона, рассчитанные по численности зоопланктона, составляют $3,4 \pm 0,05$ бит, по биомассе — $2,9 \pm 0,07$ бит. При этом значения индекса в разные сезоны и годы исследований достоверно не различаются. Относительная выравненность сообщества зоопланктона мочажин подтверждается и средними значениями индекса доминирования Симпсона ($0,13 \pm 0,01$ по численности, $0,19 \pm 0,01$).

За весь период наблюдений средние показатели численности зоопланктона составляли 736 ± 72 тыс. экз./м³, а биомассы — $1,53 \pm 0,15$ г/м³. Исследования 2012 г. показали, что средние значения численности и биомассы зоопланктона в сентябре достоверно выше, чем в начале лета (рис. 2). Максимальные значения этих показателей отмечены в августе (636 ± 254 тыс. экз./м³, $1,29 \pm 0,71$ г/м³). В весенний период в мочажинах по численности доминируют коловратки (50% от общей численности и 25% от биомассы), а в середине лета их сменяют ракообразные (90% и 97% соответственно) (рис. 3). Осенью доминантами являются веслоногие ракообразные, составляя 83% общей численности и 92% биомассы зоопланктона.

Рост численности и биомассы зоопланктона в осенний период, не характерный для большинства водных объектов таежной зоны, по всей видимости, во многом связан со специфическими абиотическими условиями мочажин. Благодаря низкой теплоотдаче сфагновых мхов и верхних горизонтов торфяных залежей, а также происходящим в них процессам органического окисления, температура воды в мочажинах снижается медленнее, чем в других болотных водоемах. В результате здесь формируются благоприятные для водных организмов термические условия обитания, что особенно проявляется в осенний период. При этом многие планктонные животные позднее переходят в стадию покоя, что и вызывает общее увеличение численности и биомассы зоопланктона. Подобные особенности зоопланктона отмечались и ранее в сходных водоемах олиготрофных болот [10].

В течение трехлетнего периода исследований средние значения численности и биомассы зоопланктона мочажин достоверно не различались (рис. 3). Коэффициенты вариации обоих показателей за весь период наблюдений практически равны и составляют для численности 56%, для биомассы — 57%. При этом достаточно стабилен состав видов-доминантов зоопланктона мочажин. Осно-

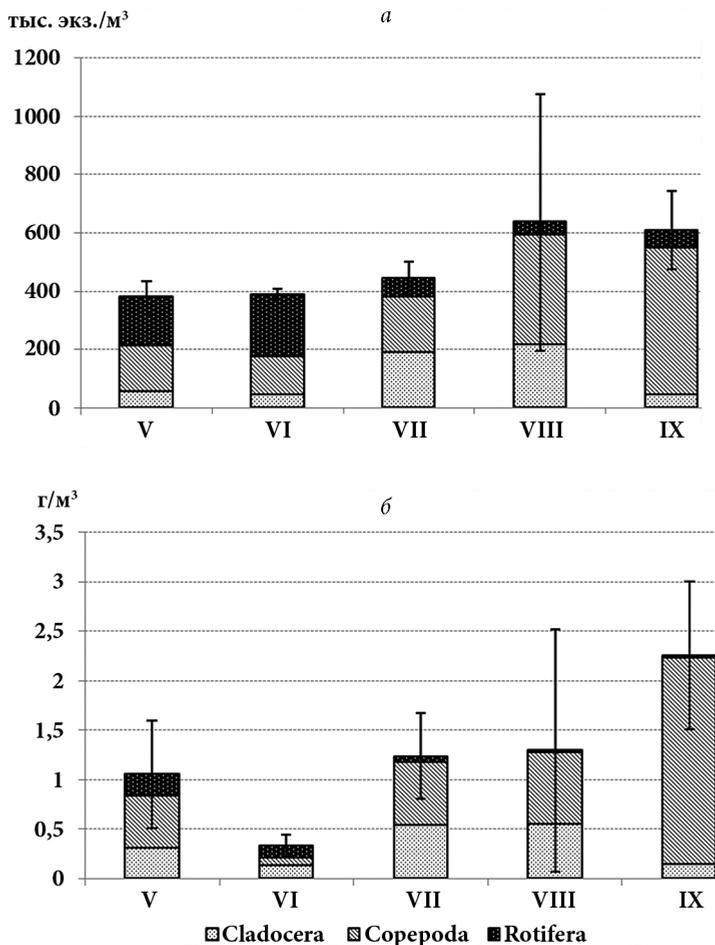


Рис. 2. Сезонная динамика средних показателей численности (а) и биомассы (б) зоопланктона мочажины в 2012 г.

ву доминирующего комплекса составляли веслоногие ракообразные (*Diacyclops bicuspidatus*, *D. nanus*, *Ectocyclops phaleratus*, *Eucyclops serrulatus*, *Paracyclops affinis*). Среди коловраток высокая численность была характерна для *Conochilus unicornis*, *Lecane scutata*, *Monommata longiseta*, *Testudinella emarginula*, клadoцер — для *Alona rectangula* и *Kurzia latissima* (табл. 2).

Минимальная численность планктонных животных мочажины была отмечена в 2012 г. (476,9 тыс. экз./м³). В 2013 и 2014 гг. она составляла 1023,8 тыс. экз./м³ и 854,9 тыс. экз./м³ соответственно. Средние значения биомассы зоопланктона изменялись аналогично (рис. 3). Наибольшие значения биомассы были зафиксированы в 2013 г. (1,9 г/м³). Выявленные изменения численности и биомассы зоопланктона, вероятно, связаны с межгодовыми колебаниями уровня болотно-грунтовых вод, что отражалось как на количественных характеристиках сообщества, так и на их структуре. Например, в маловодный 2013 г. в составе зоопланктона мочажин

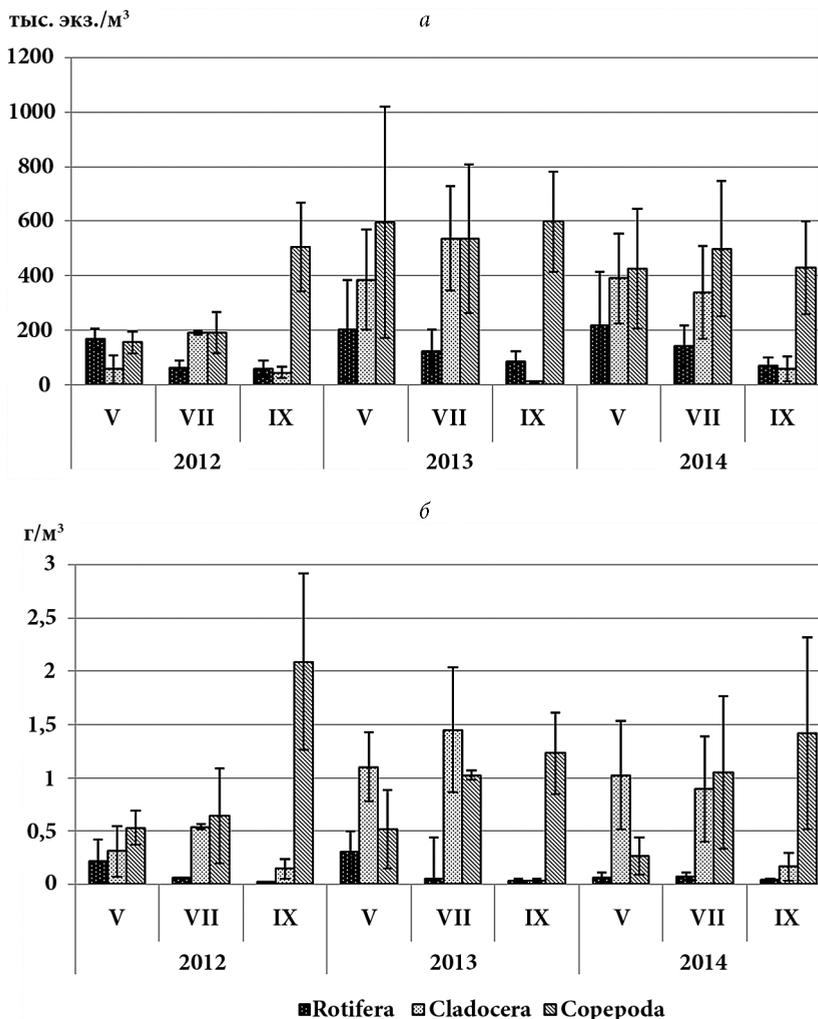


Рис. 3. Динамика средней численности (а) и биомассы (б) разных групп зоопланктона мочажины в 2012–2014 гг.

в течение всего периода наблюдений отмечалась повышенная плотность факультативных планктонных организмов (*Paracyclops affinis*).

Обсуждение

По сравнению с другими водоемами Шиченгского болота зоопланктон мочажин характеризуется меньшим видовым богатством. Так, по результатам гидробиологической съемки 2012 г. во внутриболотном озере Шиченгское зафиксировано 45 видов, в проточной топи — 42, в болотном ручье — 37, а в мочажинах — 33 [28]. Полученные результаты соответствуют выявленной ранее (на примере мочажин нескольких болот Республики Карелия [4, 5] и олиготрофного болота Алексеевское-1 Вологодской области [10]) закономерности, проявляющейся в обеднении

состава планктонных сообществ болотных водоемов с увеличением их зарастания и изменением физико-химических свойств болотных вод.

В составе зоопланктона мочажин болота Шиченгское преобладают виды, распространенные и в других типах водных объектов Вологодской области (*Conochilus unicornis*, *Trichotria truncata*, *Alonella nana*, *Chydorus sphaericus*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*), что является проявлением зональности при формировании сообществ болотных водоемов. Однако, в отличие от большинства водных объектов региона неболотного происхождения, среди зоопланктеров мочажин отсутствуют многие эврибионтные и эвритопные организмы, часто встречаемые в кислых водоемах [29, 30], например *Ceriodaphnia quadrangula*, *Holopedium gibberum*, *Bosmina longispina* морфотип «*obtusirostris*». По-видимому, интенсивное развитие сфагновых мхов и, как следствие, малый объем воды в олиготрофных мочажинах неблагоприятны для этих видов. При этом в болотных водоемах мезоэвтрофных и мезоолиготрофных болот встречаются виды, сходные с ними по экологическим требованиям [5].

Часть обнаруженных планктонных животных исследованного водоема — типичные обитатели сфагновых болот и прибрежных зарослей (*Keratella paludosa*, *Lecane lunaris*, *Chydorus ovalis*, *Kurzia latissima*, *Streblocerus serricaudatus*, *Diacyclops nanus*, *Ectocyclops phaleratus*). В отличие от мочажин болота Алексеевское-1 [10], в мочажине Шиченгского болота высокой встречаемостью характеризовались преимущественно болотные и зарослевые виды коловраток (*Cephalodella gibba*, *Conochilus unicornis*, *Lecane scutata*, *Monommata longiseta*, *Testudinella emarginula*) и ракообразных (*Alona rectangula*, *Kurzia latissima*, *Ectocyclops phaleratus*, *Paracyclops affinis*). Характерной чертой сообществ этих водных объектов является доминирование организмов мелких размеров (например, *Alona rectangula*, *Alonella exigua*) и постоянное присутствие представителей мейобентоса (*Ectocyclops phaleratus*, *Paracyclops affinis*).

Исследования водоемов на нескольких болотах на севере Республики Карелия выявили значительное сходство состава планктонных сообществ в мочажинах близкорасположенных болотных массивов одного трофического статуса [5]. Кроме того, было показано, что наименьшие видовое богатство и количественные характеристики зоопланктона свойственны мочажинам олиготрофных болот.

Таксономическое сходство зоопланктона мочажин болот Шиченгское и Алексеевское-1, несмотря на сходство их трофического статуса, незначительно, что подтверждается величиной индекса Сьёренсена—Чекановского (0,32). Возможно, это связано со значительной территориальной разобщенностью изученных болотных массивов (70 км между объектами) и различиями в их генезисе.

В целом, фауна мочажин олиготрофных болот Вологодской области значительно богаче фауны сходных водоемов Карелии, выше и количественные показатели развития зоопланктеров. Среднесезонные значения численности и биомассы зоопланктона в мочажинах Шиченгского болота (491,0 тыс. экз./м³, 1,2 г/м³) превышают таковые в мочажинах болота Алексеевское-1 (120,3 тыс. экз./м³, 0,4 г/м³) более чем в три раза. В олиготрофных мочажинах Карелии гидрофауна исчисляется единичными экземплярами. По численности и биомассе зоопланктон олиготрофных мочажин Вологодской области сходен с таковым водоемов эвтрофных и мезотрофных болот Карелии [4].

Заключение

Таким образом, состав и структура зоопланктона мочажин верховых болот связаны с абиотическими условиями и особенностями этих водоемов. К таковым можно отнести небольшой объем воды при значительных колебаниях ее уровня в течение вегетационного сезона, интенсивный рост и развитие растений (прежде всего гидро- и гигрофильных сфагновых мхов), особые физико-химические характеристики болотных вод (низкие значения цветности, кислотности, общей минерализации, содержания карбонатов, фосфатов и ряда ионов). В подобных условиях формируются специфичные сообщества, в составе которых развиваются как эврибионтные, так и адаптированные к болотным местообитаниям организмы, имеющие преимущественно мелкие размеры.

Структура зоопланктона болотных мочажин может значительно различаться и зависит прежде всего от степени их обводненности. Однако характер сезонной динамики развития отдельных групп зоопланктеров и их вклад в общие численность и биомассу сходны в изученных олиготрофных мочажинах Вологодской области. Весной наибольшей численности достигают коловратки, в летний период в составе сообщества преобладают ракообразные, осенью с развитием второй генерации ярко выражено доминирование циклопов. Подобные закономерности выявлены для большинства таежных водоемов [31]. Отличительной особенностью зоопланктона мочажин являются сравнительно высокие значения численности и биомассы осенью. Это связано с более благоприятным для организмов тепловым режимом, который формируется благодаря высокой теплоемкости торфов.

Благодарности

Авторы благодарят В. А. Филиппова за помощь в проведении полевых исследований и В. В. Юрченко за помощь в подготовке картосхемы.

Литература

1. Ниценко А. А. О классификации болотных комплексов // Бот. журн. 1960. Т. 45, № 11. С. 1630–1639.
2. Богдановская-Гиенэф И. Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа (на примере Полистово-Ловатского массива). Л.: Наука, 1969. 188 с.
3. Филиппов Д. А. Гидробиология болот // Болота Северной Европы: разнообразие, динамика и рациональное использование. Междунар. симп. (Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.): тез. докл. Петрозаводск, 2015. С. 75–76.
4. Филимонова З. И., Белоусова Н. А. О микрофауне малых болотных водоемов Карелии // Вопросы комплексного изучения болот. Петрозаводск, 1973. С. 69–84.
5. Филимонова З. И., Козлова Р. П. Биоценозы различных элементов гидрографической сети болот в Калевальском районе // Пути изучения и освоения болот Северо-Запада. Л.: Наука, 1974. С. 25–31.
6. Филимонова З. И., Юрковская Т. К. К вопросу изучения биоценозов ультрадистрофных водоемов болот южной Карелии // Учен. записки Карельского пед. ин-та. Петрозаводск, 1964. Т. 15. Вопросы гидробиологии водоемов Карелии. С. 97–103.
7. Филимонова З. И., Юрковская Т. К. О биоценозах некоторых типов водоемов прибалтийских болот в бассейне реки Нюхчи // Болота Карелии и пути их освоения. Петрозаводск, 1971. С. 80–88.
8. Филоненко И. В., Филиппов Д. А. Оценка площади болот Вологодской области // Труды Института. 2013. №7 (60). С. 3–11.
9. Филиппов Д. А. Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель). Вологда: Изд-во «Сад-Огород», 2010. 217 с.

10. Лобуничева Е. В., Филиппов Д. А. Зоопланктон мочажин печорско-онежских олиготрофных болот (Вологодская область) // Вестн. Томск. гос. пед. ун-та. 2009. Вып. 3 (81). С. 82–86.
 11. Лобуничева Е. В. Зоопланктон малых водоемов разных ландшафтов Вологодской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2009. 20 с.
 12. Lobunicheva E. V., Philippov D. A. Zooplankton in hollow-pools (using raised bogs in Vologda Oblast, Russia, as an example) // *Inland Water Biology*. 2011. Vol. 4, N 2. P. 173–178.
 13. Лобуничева Е. В., Филиппов Д. А. Зоопланктон пойменных болот и рек северо-запада Вологодской области // Вестн. Костромского гос. ун-та им. Н. А. Некрасова. 2012. Т. 18, № 5. С. 9–13.
 14. Зайцева В. Л., Филиппов Д. А., Лобуничева Е. В., Михайлова А. А. Влияние *Utricularia intermedia* на структуру сообществ водных беспозвоночных болотных водоемов // Изв. Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 5. С. 276–281.
 15. Михайлова А. А., Зайцева В. Л., Лобуничева Е. В. Сезонная динамика питания *Utricularia intermedia* Наупе в приозерных болотных сообществах национального парка «Русский Север» (Вологодская область) // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 28 февраля 2014 г. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2014. Ч. 9. С. 76–78.
 16. Филиппов Д. А. Гидрохимическая характеристика внутриболотных водоемов (на примере Шиченгского верхового болота, Вологодская область) // Вода: химия и экология. 2014. №7(73). С. 10–17.
 17. Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области / гл. ред. Г. А. Воробьев. Вологда, 1993. 256 с.
 18. Филиппов Д. А., Бойчук М. А. Мхи Шиченгского ландшафтного заказника (Вологодская область) // Вестн. Северного (Арктического) федерального ун-та. Сер. Естеств. науки. 2015. №2. С. 80–89.
 19. Филиппов Д. А., Дулин М. В. Печеночники Шиченгского ландшафтного заказника (Вологодская область) // Бюл. Брянского отд-ния РБО. 2015. №1(5). С. 14–21.
 20. Романис Т. В., Филиппов Д. А. Свойства торфяных отложений болотных водоемов верхового болота Шиченгское (Вологодская область) // V Междунар. молодежная науч. конф. «Экология — 2015»: Материалы (22–24 сентября 2015 г.). Архангельск, 2015. С. 53–54.
 21. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / гл. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
 22. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
 23. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
 24. Балушкина Е. В., Винберг Г. Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979. С. 58–79.
 25. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
 26. Лазарева В. И., Лебедева И. М., Овчинникова Н. К. Изменения в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища за 40 лет // Биология внутренних вод. 2001. № 4. С. 62–73.
 27. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003. 304 с.
 28. Разнотипные болотные водоемы и их структурные компоненты / Филиппов Д. А., Лобуничева Е. В., Гусев Е. С., Стройнов Я. В., Зайцева В. Л., Романис Т. В., Юрченко В. В. // XXII Всероссийская молодежная науч. конф. «Актуальные проблемы биологии и экологии». Материалы докл. 6–10 апреля 2015 г. Сыктывкар, 2015. С. 5–11.
 29. Пидгайко М. Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука, 1984. 207 с.
 30. Лазарева В. И. Особенности экологии ветвистоусых ракообразных в кислых озерах юга Вологодской области // Современные проблемы изучения ветвистоусых ракообразных. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 100–114.
 31. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Для цитирования:** Зайцева В. Л., Филиппов Д. А., Лобуничева Е. В. Зоопланктон мочажин верховых болот центральной части Вологодской области // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. Биология. 2016. Вып. 2. С. 4–17. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.201

References

1. Nitzenko A. A. O klassifikatsii bolotnykh kompleksov [On the classification of the micro-relief complexes of oligotrophic bogs]. *Botan. zhurn. [Botanical Journal]*, 1960, vol. 45, no. 11, pp. 1630–1639. (In Russian)
2. Bogdanowskaya-Guihéneuf Y. D. Zakonomernosti formirovaniia sfagnovykh bolot verkhovogo tipa (na primere Polistovo-Lovatskogo massiva) [Regularities of forming of sphagnum raised bogs (by the example of Polistovo-Lovatskiy mire massif)]. Leningrad, Nauka Publ., 1969. 188 p. (In Russian)
3. Philippov D. A. [Mire hydrobiology]. *Bolota Severnoi Evropy: raznoobrazie, dinamika i ratsional'noe ispol'zovanie. Mezhdunar. simp. (Petrozavodsk, 2–5 sentiabria 2015 g.). Tez. dokl. [Mires of Northern Europe: biodiversity, dynamics, management. Int. Symp. (Russia, Petrozavodsk, September, 2–5). Abstracts]*. Petrozavodsk, 2015, pp. 75–76. (In Russian)
4. Philimonova Z. I., Belousova N. A. [On the microfauna of small mire waterbodies in Karelia]. *Voprosy kompleksnogo izucheniia bolot [Problems of comprehensive studies of mires]*. Petrozavodsk, 1973. pp. 69–84. (In Russian)
5. Philimonova Z. I., Kozlova R. P. [Biocoenoses of different elements of the hydrographic network of swamps in the Kaleva district]. *Puti izucheniia i osvoeniia bolot Severo-Zapada [Ways of studying and exploring mires of the North-West]*. Leningrad, Nauka Publ., 1974, pp. 25–31. (In Russian)
6. Philimonova Z. I., Yurkovskaya T. K. [On the study of biocoenosis of ultradistropic waterbodies of mires of Southern Karelia]. *Uchen. zapiski Karelskogo ped. in-ta. T. 15. Voprosy gidrobiologii vodoemov Karelii [Transactions of Karelian Pedagogical Institute. Vol. 15. Problems of hydrobiology of waterbodies of Karelia]*. Petrozavodsk, 1964, pp. 97–103. (In Russian)
7. Philimonova Z. I., Yurkovskaya T. K. [On the biocoenoses of certain types of waterbodies in dystrophic bogs of the River Nyukhcha basin]. *Bolota Karelii i puti ikh osvoeniia [Mires of Karelia and ways of their exploration]*. Petrozavodsk, 1971, pp. 80–88. (In Russian)
8. Filonenko I. V., Philippov D. A. Otsenka ploshchadi bolot Vologodskoi oblasti [Estimation of the area of mires in the Vologda Region]. *Trudy Instorfa [Proceedings of Instorf]*, 2013, no. 7(60), pp. 3–11. (In Russian)
9. Philippov D. A. *Rastitel'nyi pokrov, pochvy i zhivotnyi mir Vologodskoi oblasti (retrospektivnyi bibliograficheskii ukazatel')* [Plants, soils and animals of the Vologda Region (retrospective bibliographical index)]. Vologda, Sad-Ogorod Publ., 2010. 217 p. (In Russian)
10. Lobunicheva E. V., Philippov D. A. Zooplankton mochazhin pechorsko-onezhskikh oligotrofnykh bolot (Vologodskaia oblast') [Zooplankton of raised bogs hollows of Pechora-Onegensis province (Vologda Region)]. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2009, vol. 3 (81), pp. 82–86. (In Russian)
11. Lobunicheva E. V. *Zooplankton mal'nykh vodoemov raznykh landshaftov Vologodskoi oblasti*. Avtoref. dis. kand. biol. nauk [Zooplankton of small waterbodies of different landscapes of Vologda Region. Thesis of PhD Sci. (Biol.)]. Borok, 2009. 20 p. (In Russian)
12. Lobunicheva E. V., Philippov D. A. Zooplankton in hollow-pools (using raised bogs in Vologda Oblast, Russia, as an example). *Inland Water Biology*, 2011, vol. 4, no. 2, pp. 173–178.
13. Lobunicheva E. V., Philippov D. A. Zooplankton poimennykh bolot i rek severo-zapada Vologodskoi oblasti [Zooplankton of floodplain swamps and rivers of North-West of Vologda Region]. *Vestnik of Nekrasov Kostroma State University*, 2012, vol. 18, no. 5, pp. 9–13. (In Russian)
14. Zaytseva V. L., Philippov D. A., Lobunicheva E. V., Mikhaylova A. A. Vliianie *Utricularia intermedia* na strukturu soobshchestv vodnykh bespozvonochnykh bolotnykh vodoemov [Influence of *Utricularia intermedia* on the aquatic invertebrate community structure in mire water tracks]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*, 2014, vol. 16, no. 5, pp. 276–281. (In Russian)
15. Mikhaylova A. A., Zaytseva V. L., Lobunicheva E. V. [Seasonal dynamics of diet of *Utricularia intermedia* Hayne in the lakeside mire communities in the national park “Russkiy Sever” (Vologda Region)]. *Nauka, obrazovanie, obshchestvo: problemy i perspektivy razvitiia: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 28 fevralia 2014 g. [Science, education, society: development problems and perspectives: Proceedings of International scientific conference]*. Tambov, TROO “Biznes-Nauka-Obshchestvo” Publ., 2014, part 9, pp. 76–78. (In Russian)
16. Philippov D. A. Gidrokhimicheskaiia kharakteristika vnutribolotnykh vodoemov (na primere Shichenskogo verkhovogo bolota, Vologodskaia oblast') [Hydrochemical characteristics of mire water tracks (by the example of Shichenskoe raised bog, Vologda Region)]. *Voda: khimiia i ekologiia [Water: chemistry and ecology]*, 2014, no. 7(73), pp. 10–17. (In Russian)
17. *Osobo okhraniaemye prirodnye territorii, rasteniia i zhivotnye Vologodskoi oblasti [Specially protected natural areas, plants and animals of the Vologda Region]*. Ed. by G. A. Vorobyev. Vologda, 1993. 256 p. (In Russian)

18. Philippov D. A., Boychuk M. A. Mkh Shichenskogo landshaftnogo zakaznika (Vologodskaia oblast') [Mosses of the Shichenskiy Landscape Reserve (Vologda Region)]. *Vestn. Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo un-ta [Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series Natural Sciences]*, 2015, no. 2, pp. 80–89. (In Russian)

19. Philippov D. A., Dulin M. V. Pechochniki Shichenskogo landshaftnogo zakaznika (Vologodskaia oblast') [Liverworts of the Shichenskiy Landscape Reserve (Vologda Region)]. *Biulleten' Bryanskogo otd-nia RBO [Bulletin of Bryansk department of Russian botanical society]*, 2015, no. 1(5), pp. 14–21. (In Russian)

20. Romanis T. V., Philippov D. A. [Properties of peat sediments in mire waterbodies of Shichenskoe raised bog (Vologda Region)]. *V Mezhdunar. molodezhnaia nauch. konf. "Ekologiya — 2015": Materialy (22–24 sentiabria 2015 g.) [V Int. Scientific Conference of Young Scientists "Ecology — 2015": Proceedings of the 5th Int. Scientific Conference of Young Scientists]*. Arkhangelsk, 2015, pp. 53–54. (In Russian)

21. *Metodika izucheniia biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov [Procedures of studying of biogeocoenoses of inland waterbodies]*. Ed. by F. D. Mordukhay-Boltovskoy. Moscow, Nauka Publ., 1975. 240 p. (In Russian)

22. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiia [Methodological guidelines for collecting and processing materials for hydrobiological studies of freshwater bodies. Zooplankton and its production]*. Leningrad, GosNIORKH Publ., 1982. 33 p. (In Russian)

23. *Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii. T. 1. Zooplankton [Identification guide to zooplankton and zoobenthos of freshwater bodies of European Russia. Vol. 1. Zooplankton]*. Eds V. R. Alekseev, S. Ya. Tsalolikhin. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010. 495 p. (In Russian)

24. Balushkina E. V., Vinberg G. G. [The relationship between body length and weight of planktonic crustaceans]. *Eksperimental'nye i polevye issledovaniia biologicheskikh osnov produktivnosti ozer [Experimental and field studies of the biological bases of lake productivity]*. Leningrad, 1979, pp. 58–79. (In Russian)

25. Pesenko Yu. A. *Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh [Principles and methods of quantitative analysis of faunal studies]*. Moscow, Nauka Publ., 1982. 287 p. (In Russian)

26. Lazareva V. I., Lebedeva I. M., Ovchinnikova N. K. *Izmeneniia v soobshchestve zooplanktona Rybinskogo vodokhranilishcha za 40 let [Changes in the zooplankton community of the Rybinsk reservoir for 40 years]. Biologiya vnutrennikh vod [Biology of Inland Waters]*, 2001, no. 4, pp. 62–73. (In Russian)

27. Ivanter E. V., Korosov A. V. *Vvedenie v kolichestvennuiu biologiyu [Introducing a quantitative biology]*. Petrozavodsk, 2003. 304 p. (In Russian)

28. Philippov D. A., Lobunicheva E. V., Gusev E. S., Stroynov Ya. V., Zaytseva V. L., Romanis T. V., Yurchenko V. V. [Polytypic mire waterbodies and their structural components]. *XXII Vserossiiskaia molodezhnaia nauch. konf. "Aktual'nye problemy biologii i ekologii". Materialy dokl. 6–10 aprelia 2015 g. [XXII All-Russian Scientific Conference of Young Scientists "Actual problems of biology and ecology". Proceeding Book]*. Syktyvkar, 2015, pp. 5–11. (In Russian)

29. Pidgayko M. L. *Zooplankton vodoemov Evropeiskoi chasti SSSR [Zooplankton of waterbodies of the European part of the USSR]*. Moscow, Nauka Publ., 1984. 207 p. (In Russian)

30. Lazareva V. I. [Ecology of the Cladocera in small acid lakes in the south of the Vologda Region]. *Sovremennye problemy izucheniia vetvistousykh rakoobraznykh [Current problems in the study of Cladocera]*. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1992, pp. 100–114. (In Russian)

31. Andronikova I. N. *Strukturno-funktsional'naiia organizatsiia zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov [Structural and functional organization of zooplankton of lake ecosystems of different trophic types]*. St. Petersburg, Nauka Publ., 1996. 189 p.

For citation: Zaytseva V. L., Philippov D. A., Lobunicheva E. V. Zooplankton of raised bogs hollows in the central part of the Vologda Region. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Series 3. Biology*, 2016, issue 2, pp. 4–17. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.201

Статья поступила в редакцию 22 ноября 2015 г., принята 2 марта 2016 г.

Сведения об авторах:

Зайцева Вера Леонидовна — аспирант

Филиппов Дмитрий Андреевич — кандидат биологических наук

Лобуничева Екатерина Валентиновна — кандидат биологических наук

Zaytseva Vera L. — post graduate student

Philippov Dmitriy A. — PhD

Lobunicheva Ekaterina V. — PhD