

УДК 574.583:595.324

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАЗВИТИИ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (Cladocera) БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ., РОССИЯ)

© 2023 г. А. С. Семенова^{a, b, *}, М. Г. Напреенко^c

^aАтлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия

^bИнститут биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук, пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., Россия

^cБалтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

*e-mail: a.s.semenowa@mail.ru

Поступила в редакцию 16.03.2023 г.

После доработки 20.04.2023 г.

Принята к публикации 10.05.2023 г.

Впервые проведены исследования ветвистоусых ракообразных (Cladocera) ряда водоемов и водотоков болот Калининградской обл.: двух крупных верховых — болот Целау и Большое, а также осушительных каналов шести торфоместорождений. Всего в исследованных водных объектах отмечен 41 вид Cladocera. Обнаружено четыре ранее не указанных для области вида Cladocera, а также ряд редких и уязвимых видов — *Flavolona rustica*, *Scapholeberis microcephala*, *Streblocerus serricaudatus* и *Holopedium gibberum*. Cladocera играли ключевую роль в функционировании болотных экосистем, в особенности верховых болот, формируя существенную долю численности и биомассы зоопланктона и достигая высокого количественного развития в отдельных водоемах. Наибольшее значение в болотных экосистемах имели вторичные фильтраторы и хищники. Наиболее разнообразной и уникальной была фауна Cladocera малонарушенных экосистем верховых болот, особенно болота Целау. Тем не менее, комплексы Cladocera в нарушенных экосистемах дренажных каналов сохранили некоторые черты естественных водоемов. Последнее обстоятельство важно в прикладном отношении и позволяет рассматривать эти каналы как рефугиумы, обладающие потенциалом естественного восстановления фауны Cladocera в ходе реализации программы повторного заболачивания торфяников.

Ключевые слова: болотные экосистемы, ветвистоусые ракообразные, редкие виды, состав, структура, обилие, трофическая структура, Калининградская обл.

DOI: 10.31857/S032096522305011X, **EDN:** SJONTD

ВВЕДЕНИЕ

В России исследованиям болот в целом и зоопланктона болот в частности посвящено не так много работ, в настоящее время проводятся исследования зоопланктона болот Псковской, Вологодской областей (Черевичко, 2009; Лобуничева, Филиппов, 2011, 2017; Зайцева и др., 2016, 2017) и некоторых других (Лоскутова и др., 2010; Черевичко, 2012; Шевелева и др., 2014; Аксенова и др., 2020; Уманская и др., 2020). Однако на фоне многочисленных исследований других водных экосистем болота до сих пор остаются крайне малоизученными.

Болота занимают ~6% территории Калининградской обл. (0.8 тыс. км²), среди них есть довольно крупные, почти не затронутые хозяй-

ственной деятельностью массивы, а также и те, на которых активно ведется добыча торфа (Напреенко, 2000). Болотные экосистемы региона труднодоступны и в малой степени затронуты хозяйственной деятельностью человека, поэтому они способны выступать эталонами ненарушенных либо малонарушенных биотопов, где в естественном состоянии могут сохраняться многие биологические сообщества. В связи с этим важность изучения биоты болотных водоемов и водотоков трудно переоценить.

Фауна ветвистоусых ракообразных в разнообразных водных объектах Калининградской обл. довольно подробно исследована (Науменко, 2008; Полупина, 2013; Shibaeva et al., 2017), однако зоопланктон водоемов и водотоков болот региона до настоящего времени почти не изучен. Имеются лишь отрывочные сведения о фауне коловраток,

Сокращения: ТМ — торфоместорождение.

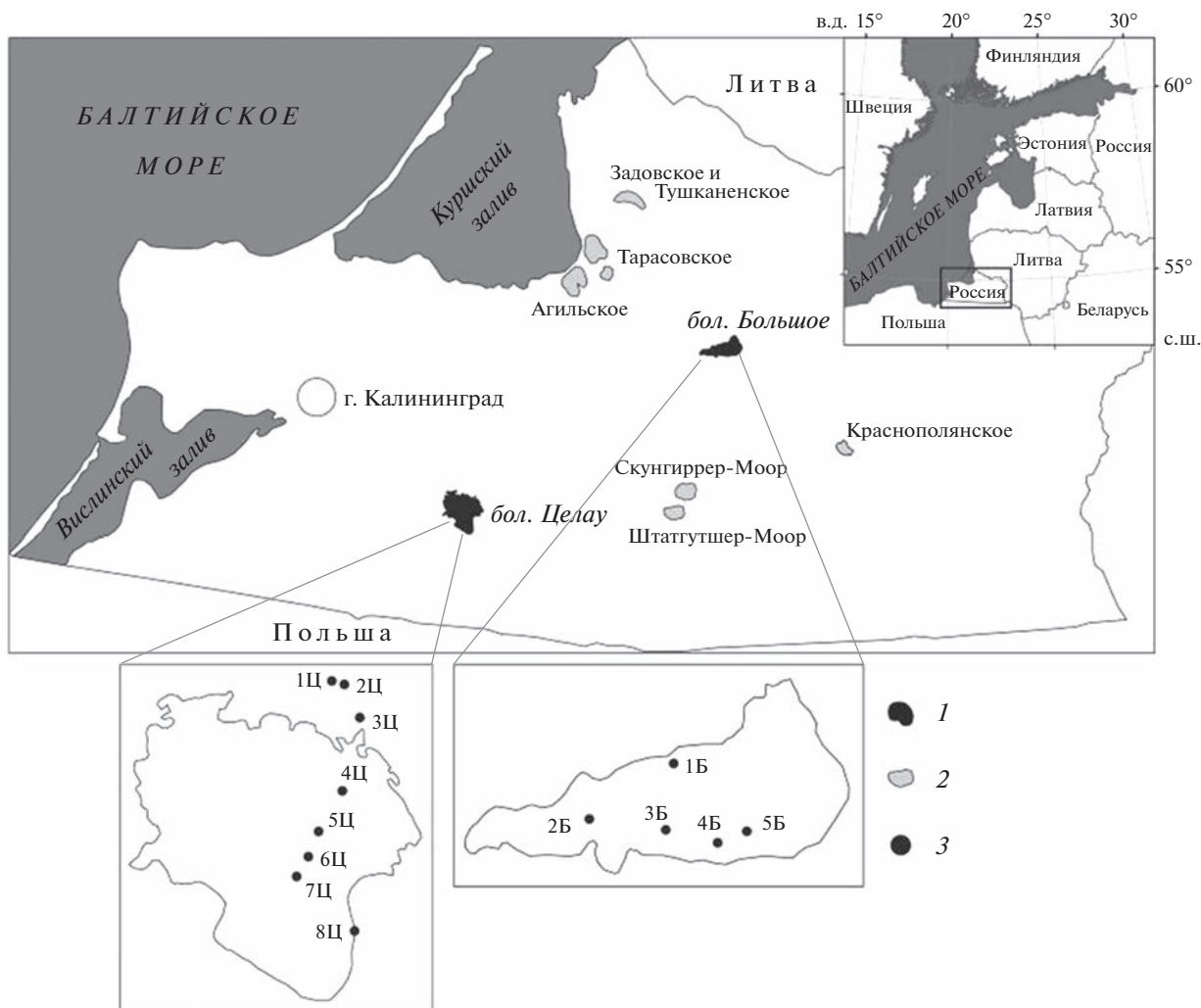


Рис. 1. Карта-схема расположения исследованных болотных экосистем Калининградской обл. и станций отбора проб (1Ц–8Ц; 1Б–5Б) в пределах верховых болот. 1 – верховые болота, 2 – торфоразработки, 3 – станции отбора проб.

полученные еще в начале XX в. (Steinecke, 1916), сведения о видовом составе ветвистоусых ракообразных болотных экосистем в целом, а также его количественном развитии в доступной литературе отсутствуют. В то же время флора и фауна некоторых других групп в этих водных объектах в настоящее время исследована детально (Напреенко, 2000; Напреенко-Дорохова, Напреенко, 2015). Все это и определило актуальность исследований.

Цель работы – получить и проанализировать сведения о видовом составе и количественном развитии ветвистоусых ракообразных болотных экосистем Калининградской обл.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зоопланктон исследовали в мае и августе–сентябре 2017 г. на двух крупных верховых болотах Калининградской обл.: Целау (восемь станций) и

Большое (пять станций), а также в ряде осушительных каналов, отводящих воду при разработке шести ТМ: Агильское, Задовское и Тушканенское, Тарасовское (участок “Полесское II”), Штатгутшер-Моор, Краснополянское и Скунгиррер-Моор (рис. 1). В бол. Целау пробы отбирали в мае, в бол. Большое – в августе, в каналах ТМ – в мае и сентябре. На болотах Целау и Большое изучены водоемы и водотоки прилегающей территории (временный водоем на лугу у краевой зоны болота, вытекающая из болота река, заболоченный лес, краевое низинное болото), а также вторичные водоемы центральной зоны болот (грядово-мочажинный комплекс и озерки). Пробы в осушительных каналах ТМ отбирали перед их впадением в магистральные мелиоративные каналы.

Болото Целау расположено в Правдинском р-не Калининградской обл. на водоразделе рек Про-

хладная, Байдуковка и Гвардейская, его площадь вместе с прилегающими заболоченными участками леса достигает ~2500 га (25 км²). Это классическое верховое олиготрофное болото западно-прибалтийского типа с отчетливо выраженным грядово-мочажинным и несколькими озерковыми комплексами, состоящими из ~40 крупных и >200 мелких озерков; считается одним из последних сохранившихся в Центральной Европе относительно крупных верховых болот. Природный комплекс бол. Целау — один из наиболее ценных в природоохранном отношении участков Калининградской обл., важный для сохранения видового и ландшафтного разнообразия. В его пределах обитает большое количество редких видов сосудистых растений, мхов, лишайников, насекомых и птиц. Болото Целау является объектом Красной книги Калининградской обл. и перечня ключевых орнитологических территорий России (Красная..., 2010), включено в списки ценных болот России, рекомендуемых к охране по программе “Человек и биосфера” ЮНЕСКО (проект TELMA) и в рамках Рамсарской конвенции (Боч, Напреенко, 1999; Напреенко, 2000; Неронов, Королева, 2013; Напреенко-Дорохова, Напреенко, 2015).

Болото Большое находится в Черняховском р-не, в северо-восточной части лесного массива Гремячий, занимает площадь ~600 га (6 км²). Это хорошо сохранившееся, относительно крупное верховое болото, в пределах которого распространены редкие в области болотные растительные ассоциации: фитоценозы грядово-мочажинного комплекса, “желтых” мочажин, “красных” зыбунов и др. Включено в Красную книгу Калининградской области (Красная..., 2010), рекомендовано к охране по программе TELMA (Напреенко, 2000). В 1963–2005 гг. бол. Большое входило в заказник “Каменский”, в ходе недавних исследований болоту предложено придать статус “лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ)” в рамках добровольной лесной сертификации (Напреенко et al., 2021). Тем не менее, статус ООПТ (особо охраняемых природных территорий) болотам Большое и Целау не присвоен.

В настоящее время в Калининградской обл. разрабатывают >10 ТМ, при их освоении проводят осушение торфяной залежи посредством сброса излишней воды через осушительные каналы. Из обследованных нами шести ТМ три (Штатгутшер-Моор, Скунгиррер-Моор и Краснополянское) находятся в Черняховском р-не, два (Агильское и Тарасовское) — в Полесском р-не, одно (Задовское и Тушканенское) — в Славском р-не.

Зоопланктон отбирали путем процеживания фиксированного объема воды (30–100 л) через планктонную сеть с размером ячеи 68 мкм. Пробы фиксировали 40%-ным формалином с сахаро-

зой (Haney, Hall, 1973) до конечной концентрации в пробе 2–4%. Обработку и анализ проб проводили по стандартным методикам, в том числе разработанным для болот (Методика..., 1975; Филиппов и др., 2017). Виды Cladocera идентифицировали по определителям (Flößner, 2000; Władzki, Rybak, 2016; Коровчинский и др., 2021б). В работе использовали стереомикроскоп Nikon SMZ800N и бинокулярный микроскоп Микмед-5 (ЛОМО). К доминирующим относили виды, формирующие >5% численности/биомассы ракообразных. При описании трофической структуры сообществ экогруппы выявляли на основе работ (Чуйков, 1981, 2018). Статистический анализ полученных данных проводили в пакете программ Microsoft Office Excel и PRIMER 6. Сходство сообществ Cladocera в исследованных водоемах и водотоках оценивали методами кластерного анализа и многомерного неметрического шкалирования (MDS-анализ) стандартизированных и трансформированных данных по численности таксонов по коэффициенту Брея—Кертиса (Clarke, Gorley, 2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Характеристика исследованных водоемов и водотоков. Температура воды в мае в водоемах и водотоках бол. Целау колебалась в пределах 20–28°C, в осушительных каналах ТМ — 15–18°C, в бол. Большое в августе — 21–24°C, в каналах ТМ в сентябре — 18–20°C. Вода на станциях исследований была слабокислой или кислой: в водоемах и водотоках бол. Большое рН изменялся от 3.6 до 6.0, в бол. Целау — от 3.5 до 5.4, в осушительных каналах ТМ — от 5.5 до 6.5. Электропроводность в водоемах и водотоках бол. Целау варьировала в пределах 25–80 мкСм/см, бол. Большое — 27–110 мкСм/см. Скорость течения в осушительных каналах ТМ изменялась от 0 до 0.1 м/с, самая высокая скорость течения отмечена в осушительном канале ТМ Задовское и Тушканенское. Ширина каналов была 0.4–4.8 м, глубина ($h_{\max}$) — 0.2–2.5 м.

Видовой состав и структура Cladocera. Ветвистоусые ракообразные исследованных болотных экосистем Калининградской обл. представлены 41 видом из девяти семейств. Высокое число видов отмечено в сем. Chydoridae (9) и родах *Ceriodaphnia* (4), *Alonella*, *Daphnia* и *Pleuroxus* (по 3) (табл. 1). Большинство встреченных видов (24 вида или 58%) распространены в Северной Евразии и шире, меньшее число (11 видов или 27%) — только в Северной Евразии, совсем небольшое число видов (по 2 или 5%) — в Западной, Центральной и Восточной Европе, северных областях Северной Евразии или на севере Голарктики и шире. Наибольшее число видов отмечено в водоемах и водотоках болот (35 видов): в бол. Целау 30 видов (8–12), в бол. Большое — 18 (3–8), в осуши-

тельных каналах ТМ всего было зарегистрировано 24 вида, в отдельных каналах — от 3 до 13 видов.

В результате проведенных исследований выявлено четыре новых для Калининградской обл. вида Cladocera — *Flavalona rustica*, *Macrothrix rosea*, *Scapholeberis microcephala* и *Streblocerus serricaudatus*, также найдено девять видов, редко встречающихся в водоемах области. Виды *Flavalona rustica* и *Macrothrix rosea* зафиксированы в бол. Большое, *Streblocerus serricaudatus* — в болотах Целау и Большое, *Scapholeberis microcephala* — в бол. Целау и осушительном канале ТМ Скунгиррер-Моор. Отмечено девять видов-индикаторов кислых вод, восемь видов-индикаторов гумидных водоемов и пять видов-сфагнофилов (табл. 1). Почти все виды-индикаторы кислых вод и виды-сфагнофилы встречены в верховых болотах, в осушительных каналах ТМ найдены лишь некоторые из них. Из выявленных видов наиболее часто (в 90% проб) встречался *Chydorus sphaericus*, менее часто (в >40% проб) — *Alonella excisa* и *A. nana*, еще реже (в 20–40% проб) — *Scapholeberis mucronata*, *Pleuroxus truncatus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus ovalis*, *Acantholeberis curvirostris* и *Polyphemus pediculus*. Остальные виды встречались крайне редко.

Среди доминирующих по численности видов в водоемах и водотоках верховых болот отмечены *Acantholeberis curvirostris*, *Alonella excisa*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. reticulata*, *Chydorus ovalis*, *Ch. sphaericus*, *Pleuroxus truncatus*, *Polyphemus pediculus*, *Scapholeberis mucronata*; среди доминирующих по биомассе — все вышеперечисленные виды, а также *Alonopsis elongata*, *Daphnia cristata*, *D. galeata*, *Simocephalus vetulus* (табл. 2, 3). В водоемах с меньшим значением pH, расположенных в центральной зоне, доминировали *Acantholeberis curvirostris*, *Alonella excisa*, *Alonopsis elongata*, *Chydorus ovalis*, *Ch. sphaericus*, *Polyphemus pediculus*, *Scapholeberis mucronata*, в водоемах и водотоках краевой зоны — *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. reticulata*, *Chydorus ovalis*, *Ch. sphaericus*, *Daphnia cristata*, *D. galeata*, *Pleuroxus truncatus*, *Simocephalus vetulus*. В осушительных каналах ТМ по численности доминировали *Alonella excisa*, *A. nana*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. reticulata*, *Chydorus sphaericus*, *Coronatella rectangula*, *Daphnia pulex*, *Macrothrix laticornis*, *Pleuroxus aduncus*, *Scapholeberis mucronata* и *Simocephalus vetulus*, по биомассе — те же виды (за исключением *Alonella nana*), а также *Simocephalus serrulatus* и *Scapholeberis microcephala*. От весны к осени происходила смена доминирующих видов Cladocera (табл. 4), постоянно в оба сезона в составе доминантов отмечен только *Chydorus sphaericus*.

Кластерный и MDS-анализ показали очень высокую специфичность фауны Cladocera изученных водоемов и водотоков. Уже на уровне сходства в 30–40% происходит разделение стан-

ций, расположенных в центральной зоне верховых болот Целау и Большое, а также станций в осушительных каналах ТМ и в водоемах и водотоках краевой зоны болот (рис. 2). При уровне сходства в 40% выделяются шесть групп наиболее сходных по составу и обилию Cladocera станций. К первой группе относятся станции бол. Целау (4Ц–8Ц) и бол. Большое (3Б и 5Б), расположенные в озерах и мочажинах болот, а также в обводненных канавах. Особняком находится ст. 4Б (вторая группа) в крупной мочажине, переходящей в озерко, в которой велика доля *Polyphemus pediculus*. Она наиболее близка к ст. 6Ц (в канавных озерах), где доля этого вида также велика. Оставшиеся группы станций объединяют: ст. 2Б в необводненной канаве и в осушительном канале ТМ Задовское и Тушканенское (третья группа); станции на окраине бол. Целау во временном пруду (1Ц) и р. Гвардейская (2Ц) и в осушительных каналах ТМ Агильское и Краснополянское (четвертая группа); станции в осушительных каналах ТМ Скунгиррер-Моор, Штатгутшер-Моор и ст. 3Ц в бобровом городке (пятая группа); ст. 1Б на краю в низинном болоте и в осушительном канале ТМ Тарасовское (шестая группа).

Количественное развитие Cladocera. Ветвистосые ракообразные играют ключевую роль в зоопланктонных сообществах верховых болот, достигая в бол. Большое 32–53% численности и 54–91% биомассы зоопланктона, в бол. Целау — 24–67% численности и 45–98% биомассы зоопланктона (рис. 3). В среднем для бол. Большое Cladocera формировали 43 ± 4 и $65 \pm 7\%$ численности и биомассы, что сходно со средними величинами, полученными для бол. Целау — 45 ± 6 и $62 \pm 8\%$ соответственно. При переходе от водоемов и водотоков краевой зоны к центральной роль Cladocera в них возрастала. В осушительных каналах ТМ роль Cladocera была ниже, чем в верховых болотах. Весной они формировали 6–53% численности и 9–67% биомассы зоопланктона, осенью — 6–81% численности и 28–77% соответственно, при этом в отдельных каналах возрастало значение веслоногих ракообразных и коловраток (рис. 4). В целом в осушительных каналах доля Cladocera в численности и биомассе зоопланктона увеличивалась от весны к осени.

Численность и биомасса зоопланктона в бол. Большое колебались от 25 до 279 тыс. экз./м³ и от 0.2 до 1.8 г/м³ соответственно, в среднем достигая 127 ± 53 тыс. экз./м³ и 1.0 ± 0.3 г/м³ (рис. 5а). Максимальные количественные показатели Cladocera были отмечены на станциях 1Б, 3Б и 5Б. Численность и биомасса зоопланктона водоемов и водотоков бол. Целау варьировали от 14 до 202 тыс. экз./м³ и от 0.1 до 6.3 г/м³, соответственно, в среднем — 103 ± 28 тыс. экз./м³ и 1.7 ± 0.7 г/м³ (рис. 5а). Количественное развитие зоо-

Таблица 1. Видовой состав ветвистоусых ракообразных болотных водоемов и водотоков Калининградской обл. в 2017 г.

Таксон	Болото		Торфоместорождение						Встреча- емость, %	Распространение по: (Коровчинский и др., 2021a)
	Б	Ц	А	ЗТ	К	СМ	Т	ШМ		
Тип Arthropoda										
Класс Branchiopoda Latreille, 1816										
Надотряд Cladocera Latreille, 1829										
Отряд Ctenopoda Sars, 1865										
Сем. Holopedidae Sars, 1865										
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach, 1855 s.l.** , a, o	–	+	–	–	–	–	–	–	3	CCE+
Сем. Sididae Baird, 1850										
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776) r	–	+	–	–	–	–	–	–	3	CE
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848) s. str. r	+	–	–	–	–	–	–	–	3	CE+
Отряд Anomopoda Sars, 1865										
Сем. Daphniidae Straus, 1820										
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894 s.l.**	+	–	–	–	–	–	–	–	3	CE+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+	–	–	–	–	+	–	14	CE+
<i>C. pulchella</i> Sars, 1862 s.l.	–	+	–	–	–	+	–	–	7	CE+
<i>C. quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785) s.l.	+	+	–	–	+	–	–	–	28	CE+
<i>Daphnia</i> (<i>D.</i>) <i>galeata</i> Sars, 1863	–	+	–	–	–	–	–	+	10	CE
<i>D. (D.) cristata</i> Sars, 1862 r	–	+	–	–	–	–	–	–	3	CCE
<i>D. (D.) pulex</i> (L., 1758) s.l.	–	–	–	–	–	+	+	–	7	CE+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776) s.l.	+	+	–	–	–	+	–	+	38	CE+
<i>S. microcephala</i> Sars, 1890 s.l.* , a, r, c, o	–	+	–	–	–	+	–	–	7	CCE
<i>Simocephalus</i> (<i>S.</i>) <i>vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	–	+	–	–	–	17	CE
<i>S. (Crowncephalus) serrulatus</i> (Koch, 1841)** , a	–	+	–	–	–	+	–	–	7	CE+
Сем. Ilyocryptidae Smirnov, 1992										
<i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1878	–	+	–	–	–	+	–	–	7	CE
Сем. Acantholeberidae Smirnov, 1976										
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F. Müller, 1776)** , a, r, c	+	+	–	–	–	–	–	–	24	CE+
Сем. Macrothricidae Norman et Brady, 1867 emend. Smirnov, 1976										
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	–	+	–	–	+	+	–	–	10	CE+
<i>M. rosea</i> (Jurine, 1820)* , a	+	–	–	–	–	–	–	–	3	E
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fischer, 1849)* , a, o	+	+	–	–	–	–	–	–	7	CE+
Сем. Bosminidae Baird, 1845 emend. Sars, 1865										
<i>Bosmina</i> (<i>Bosmina</i>) <i>longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	–	–	–	–	+	–	–	–	3	CE+
<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857	–	+	–	–	–	–	–	–	3	CE
<i>B. (E.) cf. thersites</i> Poppe, 1887	–	+	–	–	–	–	–	–	3	CE
Сем. Chydoridae Dybowki et Grochowski, 1894										
<i>Acroperus angustatus</i> Sars, 1862**	–	+	–	–	–	–	–	–	7	CE
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1785)	–	–	–	–	+	–	–	–	3	CE
<i>A. guttata</i> Sars, 1862 s.l.	–	+	+	–	–	+	–	–	10	CE+
<i>Alonopsis elongata</i> (Sars, 1861)** , a	–	+	–	–	–	–	–	–	10	CE
<i>Coronatella</i> (<i>C.</i>) <i>rectangula</i> (Sars, 1861)	–	+	–	–	–	–	–	+	7	CE+
<i>Flavalona costata</i> (Sars, 1862)	+	+	+	+	–	–	–	–	17	CE+
<i>F. rustica</i> (Scott, 1895)* , a, r	+	–	–	–	–	–	–	–	3	CE+

Таблица 1. Окончание

Таксон	Болото		Торфоместорождение						Встречаемость, %	Распространение по: (Коровчинский и др., 2021a)
	Б	Ц	А	ЗТ	К	СМ	Т	ШМ		
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	—	—	+	—	—	—	—	—	3	СЕ+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)**, а, с	+	+	+	+	+	—	—	—	45	СЕ+
<i>A. nana</i> (Baird, 1850)	+	+	+	—	+	+	—	—	41	СЕ+
<i>A. exigua</i> (Lilljeborg, 1853)	—	—	—	—	+	—	—	—	3	СЕ+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	+	+	+	+	+	90	СЕ
<i>Ch. ovalis</i> Kurz, 1875 а, г, с	—	+	—	—	+	+	—	—	28	ССЕ+
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841) s.l.	+	+	—	—	—	—	—	—	7	СЕ
<i>Paralona pigra</i> (Sars, 1862)**, г	+	—	—	—	—	—	—	—	3	СЕ+
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	—	—	+	—	—	+	—	—	7	СЕ+
<i>P. truncatus</i> (O. F. Müller, 1785)**	+	+	+	—	+	+	—	+	31	СЕ+
<i>P. trigonellus</i> (O.F. Müller, 1785) с	—	+	—	—	—	—	—	—	3	Е
Отряд Onychopoda Sars, 1865										
Сем. Polyphemidae Baird, 1845										
<i>Polyphemus pediculus</i> (L., 1758)	+	+	—	—	—	—	—	—	24	СЕ+
Всего видов	18	30	9	3	11	13	3	5		

Примечание. Б — Большое, Ц — Целау; А — Агильское, ЗТ — Задовское и Тушканенское, К — Краснополянское, СМ — Скунгиррер-Моор, Т — Тарасовское, участок “Полесское II”, ШМ — Штатгутшер-Моор; Е — Западная, Центральная и Восточная Европа, включая горные области; СЕ — Северная Евразия или шире (СЕ+); ССЕ — северные области Северной Евразии или север Голарктики (ССЕ+). а — ацидофильный вид, вид-индикатор повышенной кислотности (по: Андроникова, 1992; Fryer, 1993; Коровчинский и др., 2021a), г — вид гумидных водоемов (по Андроникова, 1992; Коровчинский и др., 2021a), с — вид-сфагнофилл, часто отмечающийся среди мхов рода *Sphagnum* (по: Błędzki, Rybak, 2016), о — уязвимый вид, который подлежит/рекомендован к охране в Европе (Błędzki, Rybak, 2016).

* Вид отмечен впервые для Калининградской обл.

** Редкий вид для Калининградской обл.

планктона в осушительных каналах ТМ было значительно ниже, весной численность и биомасса изменялись от 2 до 31 тыс. экз./м³ и от 0.01 до 0.26 г/м³ соответственно, осенью — от 6 до 37 тыс. экз./м³ и от 0.02 до 0.31 г/м³ (рис. 56). Максимальные количественные показатели зоопланктона в весенний период отмечены в канале ТМ Штатгутшер-Моор, минимальные — в канале ТМ Тарасовское (рис. 56). Максимальные количественные показатели зоопланктона осенью наблюдали в осушительном канале Агильского ТМ, минимальные — в осушительном канале ТМ Скунгиррер-Моор.

Трофическая структура Cladocera. Встреченные ветвистоусые ракообразные относились к пяти экологическим группам по: (Чуйков, 2018): плавающие первичные фильтраторы, питающиеся мелкодисперсным детритом, бактерио- и фитопланктоном (1б); плавающие активные хищники, питающиеся зоопланктоном (3б); ползающие и плавающие вторичные фильтраторы, питающиеся детритом и бактериями с подводных субстратов (5б); ползающие и плавающие собиратели, фитодетритофаги (6а) и плавающие и прикрепляющиеся к субстрату первичные фильтраторы, питающиеся

мелкодисперсным детритом, бактерио- и фитопланктоном (9). В верховых болотах Большое и Целау отмечены все пять экогрупп, в осушительных каналах ТМ — все группы, кроме 3б (рис. 6).

Почти во всех водоемах и водотоках преобладала экогруппа 5б, формируя в среднем в бол. Большое 72 и 54%, в бол. Целау — 77 и 58%, в осушительных каналах ТМ весной — 93 и 85%, осенью — 78 и 57% численности и биомассы Cladocera. Исключением были: ст. 1Б в низинном болоте на окраине бол. Большое, где 91% численности и 96% биомассы Cladocera формировала экогруппа 1б за счет массового развития *Ceriodaphnia reticulata* (табл. 2); ст. 6Ц в канавных озерах и ст. 7Ц в озере бол. Целау, где доминировал *Polyphemus pediculus* (табл. 3), и 55–90% биомассы Cladocera составляла группа 3б; осушительные каналы ТМ Краснополянское и Тарасовское осенью, где преобладали экогруппы 9 и 1б за счет массового развития *Simocephalus vetulus*, *Daphnia pulex* и *Ceriodaphnia reticulata* (табл. 4). В целом для верховых болот прослеживалась закономерность увеличения доли вторичных фильтраторов и хищников в водоемах и водотоках, расположенных ближе к их центральной части.

Таблица 2. Характеристика станций бол. Большое и доминирующие виды Cladocera в августе 2017 г.

Стан-ция	Характеристика станций	Координаты		рН	Е, мкСм/см	Число видов	Доминирующие виды
		с.ш.	в.д.				
1Б	Низинное болото на краю леса со стоячей водой, $h_{\max} = 0.3$ м	54°44'29.8"	21°36'18.6"	6.0	110	7	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (34; 54)
2Б	Широкая необводненная канава, полностью заросшая сфагнумом узколиственным	54°44'07.3"	21°35'19.8"	3.8	81	3	<i>Alonella excisa</i> (62; 45), <i>Ceriodaphnia quadran-gula</i> (8; 38)
3Б	Заросшая, сильно обводненная канава со сфагнумом остроконечным	54°44'03.0"	21°36'13.2"	3.7	61	6	<i>Acantholeberis curvirostris</i> (<5; 9), <i>Alonella excisa</i> (35; 30), <i>Scapholeberis mucronata</i> (<5; 13)
4Б	Крупная мочажина с водой, переходящая в озерко	54°43'57.8"	21°36'49.3"	4.1	27	8	<i>Acantholeberis curvirostris</i> (14; 26), <i>Chydorus sphaericus</i> (50; 10), <i>Polyphemus pediculus</i> (19; 59)
5Б	Крупная мочажина, заросшая сфагнумом	54°44'02.4"	21°37'09.7"	3.6	72	7	<i>Acantholeberis curvirostris</i> (<5; 26), <i>Alonella excisa</i> (39; 24)

Примечание. Здесь и в табл. 3 и табл. 4, Е — электропроводность воды; в скобках указаны доля в численности и биомассе, в % соответственно.

Таблица 3. Характеристика станций бол. Целау и доминирующие виды Cladocera в мае 2017 г.

Стан-ция	Характеристика станции	координаты		рН	Е, мкСм/см	Число видов	Доминирующие виды
		с.ш.	в.д.				
1Ц	Временный пруд на лугу Элизенау	54°33'41.9"	20°55'53.8"	5.4	40	9	<i>Chydorus sphaericus</i> (21; 27), <i>Daphnia galeata</i> (<5; 9), <i>Simocephalus vetulus</i> (<5; 5)
2Ц	р. Гвардейская (Коровий руч.)	54°33'39.5"	20°56'08.3"	5.2	35	10	<i>Chydorus sphaericus</i> (52; 44), <i>Daphnia galeata</i> (<5; 5), <i>Pleuroxus truncatus</i> (6; 18)
3Ц	Бобровый городок в Озерском лесу	54°33'16.8"	20°56'26.3"	4.3	25	9	<i>Chydorus ovalis</i> (8; 9), <i>Ch. sphaericus</i> (59; 29), <i>Daphnia cristata</i> (<5; 9), <i>Polyphemus pediculus</i> (<5; 5)
4Ц	Грядово-мочажинный комплекс	54°32'27.5"	20°56'05.8"	3.5	80	9	<i>Acantholeberis curvirostris</i> (<5; 13), <i>Alonella excisa</i> (42; 38)
5Ц	Главное озерко бол. Целау	54°32'00.1"	20°55'38.2"	3.9	40	9	<i>Alonella excisa</i> (18; 15), <i>Alonopsis elongata</i> (<5; 5), <i>Chydorus sphaericus</i> (<5; 5)
6Ц	Канавные озерки	54°31'43.1"	20°55'26.2"	4.0	30	12	<i>Chydorus sphaericus</i> (16; <5), <i>Polyphemus pediculus</i> (40; 88), <i>Scapholeberis mucronata</i> (14; <5)
7Ц	Озерко в месте пожара	54°31'29.8"	20°55'12.9"	4.1	40	9	<i>Acantholeberis curvirostris</i> (<5; 6), <i>Alonella excisa</i> (32; 5), <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (6; 9), <i>Chydorus sphaericus</i> (13; 8), <i>Polyphemus pediculus</i> (12; 53), <i>Scapholeberis mucronata</i> (10; 14)
8Ц	Заросшая мелиоративная канава на краю болота	54°30'52.9"	20°56'20.0"	3.9	50	8	<i>Chydorus ovalis</i> (8; 7), <i>Ch. sphaericus</i> (44; 27), <i>Polyphemus pediculus</i> (<5; 14)

Таблица 4. Характеристика осушительных каналов ТМ и доминирующие виды Cladocera в 2017 г.

ТМ	Характеристика	Координаты		Доминирующие виды	
		с.ш.	в.д.	май	сентябрь
А	Ширина 3.5 м, $h_{\max}$ 0.7 м	54°53'47"	21°11'43"	<i>Chydorus sphaericus</i> (62; 71)	<i>Alonella excisa</i> (53; 8), <i>Chydorus sphaericus</i> (12; <5), <i>Pleuroxus aduncus</i> (8; 12), <i>Simocephalus vetulus</i> (<5; 20)
ЗТ	ширина 4.8 м, $h_{\max}$ 2.1 м	54°58'45"	21°27'55"	<i>Alonella excisa</i> (30; 22), <i>Chydorus sphaericus</i> (11; 13)	<i>Ch. sphaericus</i> (28; 44)
К	Ширина 2.5 м, $h_{\max}$ 0.3 м	54°37'10"	21°59'14"	<i>Ch. sphaericus</i> (17; 11), <i>Macrothrix laticornis</i> (6; 5)	<i>Alonella nana</i> (12; <5), <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (13; 12), <i>Simocephalus vetulus</i> (25; 72)
СМ	ширина 0.4 м, $h_{\max}$ 0.2 м	54°33'23"	21°35'50"	<i>Chydorus sphaericus</i> (30; 28), <i>Daphnia pulex</i> (<5; 13), <i>Scapholeberis microcephala</i> (<5; 7), <i>Simocephalus vetulus</i> (<5; 5)	<i>Chydorus sphaericus</i> (23; 23)
Т	Ширина 1.3 м, $h_{\max}$ 0.2 м	54°55'47"	21°15'33"	<i>Ch. sphaericus</i> (11; 9)	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (10; 14), <i>Chydorus sphaericus</i> (25; 17), <i>Daphnia pulex</i> (8; 47)
ШМ	Ширина 4 м, $h_{\max}$ 1.5 м	54°31'42"	21°32'47"	<i>Chydorus sphaericus</i> (80; 74)	<i>Ch. sphaericus</i> (38; 24), <i>Coronatella rectangula</i> (5; 11), <i>Scapholeberis mucronata</i> (5; 13)

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате исследований зоопланктона, проведенных в разнотипных болотных экосистемах Калининградской обл. в 2017 г., обнаружены новые для фауны региона виды Cladocera, а также выявлены редкие виды, часть из которых массово развивается в водоемах и водотоках болот. Все впервые найденные в экосистемах болот виды (*Flavalona rustica*, *Macrothrix rosea*, *Scapholeberis microcephala* и *Streblocerus serricaudatus*), а также виды, редко встречающиеся в водоемах области (*Acantholeberis curvirostris*, *Alonopsis elongata*, *Alonella excisa*, *Holopedium gibberum*, *Simocephalus serrulatus*), часто отмечают на верховых болотах (Черевичко, 2009; Lobunicheva, Philiprov, 2011; Коровчинский и др., 2021a, 2021б). Это виды, предпочитающие кислые воды, некоторые из них — индикаторы гумидных водоемов и сфагнофиллы (Андроникова, 1992; Flößner, 2000; Błędzki, Rybak, 2016; Коровчинский и др., 2021a, 2021б), поэтому их обнаружение в наших исследованиях было закономерным.

Особого внимания заслуживает находка некоторых редких, особо уязвимых и охраняемых видов: редкого вида-ацидофила и олигосапроба, ледникового реликта *Flavalona rustica*, редких и охраняемых видов-ацидофилов *Scapholeberis microcephala* и *Streblocerus serricaudatus* (Андроникова, 1992; Błędzki, Rybak, 2016; Коровчинский и др., 2021б), а также уязвимого и охраняемого вида-ацидофила *Holo-*

pedium gibberum (Подшивалина, 2012; Подшивалина и др., 2012; Błędzki, Rybak, 2016; Коровчинский и др., 2021б), впервые обнаруженного в области после 1855 г. Изначально *H. gibberum* описан из пруда в окрестностях г. Кенигсберг (сейчас г. Калининград) (Zaddach, 1855). В последние годы предпринимались неоднократные попытки обнаружить этот вид в водоемах области, в частности, для этой цели нами было обследовано >40 разнотипных водных объектов, но, по-видимому, за прошедший период времени условия в нативных для этого вида водоемах настолько изменились, что он смог сохраниться только в нетронутых условиях водоемов болот Калининградской обл. Вид *H. gibberum* обнаружен в канавных озерах бол. Целау, его количественное развитие было на низком уровне, как и других вышеназванных редких видов. В последующие годы (2020 г., 2022 г., когда исследования зоопланктона бол. Целау продолжались в летний период, он развивался в значительно большем количестве. Возможно, другие немногочисленные в наших исследованиях виды тоже развиваются в значительно больших количествах в другие периоды или в других водоемах и водотоках болот, которые пока не обследованы. Все эти находки подчеркивают уникальность не только флоры (Гришуткин и др., 2022), но и фауны болот.

Наибольшее число видов Cladocera, индикаторов кислых, гумидных водоемов, видов-сфагнофиллов, а также редких для области видов отме-

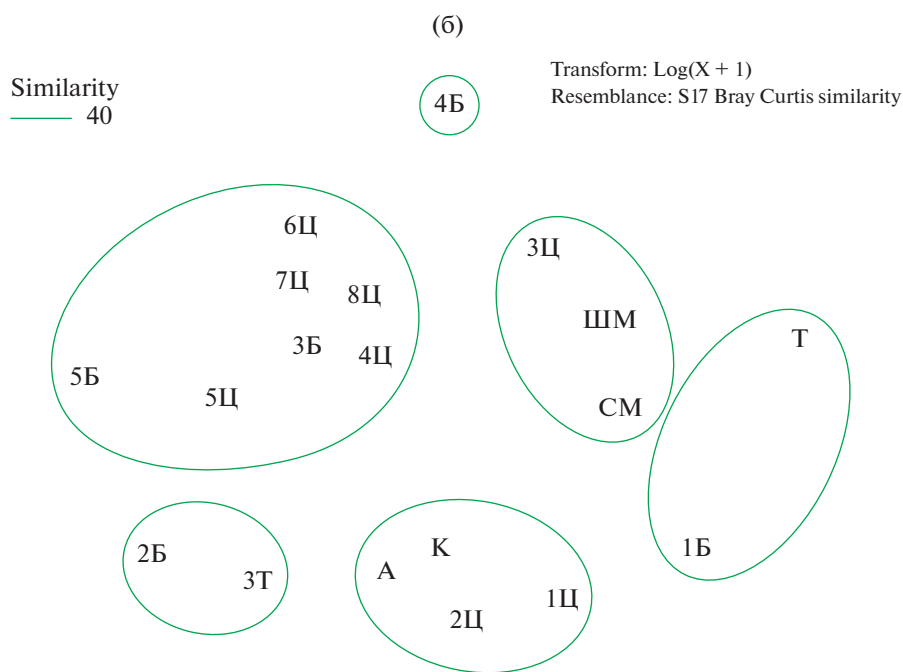
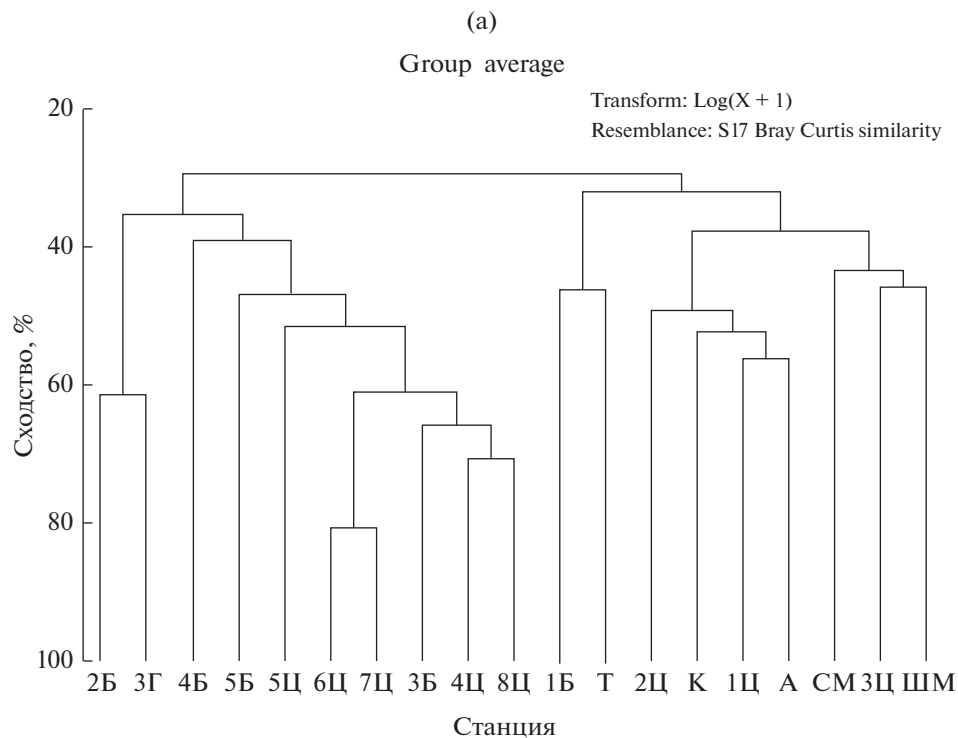


Рис. 2. Результаты кластерного (а) и MDS-анализа (б) состава сообществ *Cladocera* водоемов и водотоков болотных экосистем Калининградской обл. в 2017 г. 1Б–5Б – станции бол. Большое; 1Ц–8Ц – станции бол. Целау; А – канал Агильского ТМ, 3Т – Задовского и Тушканенского, К – Краснополянского, СМ – Скунгиррер-Моор, Т – Тарасовского, ШМ – Штатгутшер-Моор.

чено в наиболее крупном верховом бол. Целау, которое по площади в 4 раза больше бол. Большое, и на нем представлены более разнообразные комплексы водоемов и водотоков (Боч, Напреен-

ко, 1999; Напреенко, 2000). Кроме того, бол. Целау считается наиболее уникальным и по данным исследований других биологических сообществ (Напреенко, 2000; Неронов, Королева, 2013;

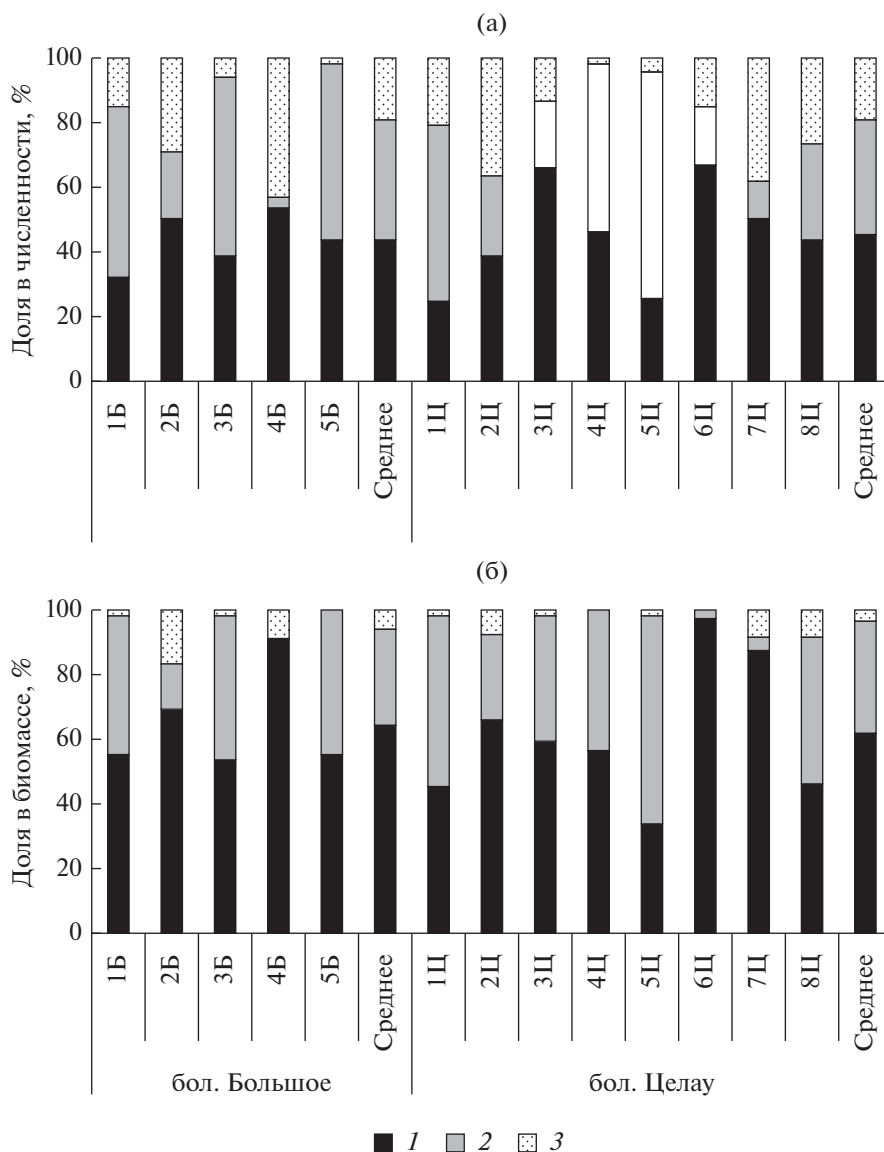


Рис. 3. Доля ветвистоусых ракообразных в численности (а) и биомассе (б) зоопланктона верховых болот Большое и Целау в мае и августе 2017 г. 1 – Cladocera, 2 – Copepoda, 3 – Rotifera.

Напреенко-Дорохова, Напреенко, 2015). По числу видов Cladocera (30), найденных в результате однократной съемки, бол. Целау сопоставимо с другими крупными водоемами и водотоками Калининградской обл.: Куршским и Вислинским заливами, оз. Виштынецкое, водохранилищем Правдинское, реками Неман и Преголя (Науменко, 2008; Полунина, 2013; Shibaeva et al., 2017; Semenova, Tchougounov, 2018). В вышеперечисленных водных объектах подробные исследования зоопланктона проводят во все сезоны на протяжении десятилетий. Это еще раз подтверждает уникальность природных комплексов болота Целау и служит свидетельством, что болотные экосистемы выступают источником скрытого разнообразия Cladocera. К подобному выводу пришли исследо-

ватели болотных экосистем в юго-восточной Азии, которые в результате изучения зоопланктона выявили высокое разнообразие Cladocera (73 вида или 85% общего разнообразия). Большинство из них, как и в наших исследованиях, относилось к сем. Chydoridae, также ими описаны два новых вида из этого семейства (Van Damme et al., 2013). Новые и редкие виды Cladocera выявлены и описаны при исследованиях болотных экосистем Сибири (Шевелева и др., 2014, 2017).

В целом фауна Cladocera изученных верховых болот представлена обычными для болотных водоемов и водотоков видами (Черевичко, 2009; Шевелева и др., 2014). Виды, имеющие наибольшую встречаемость и доминирующие в болотных

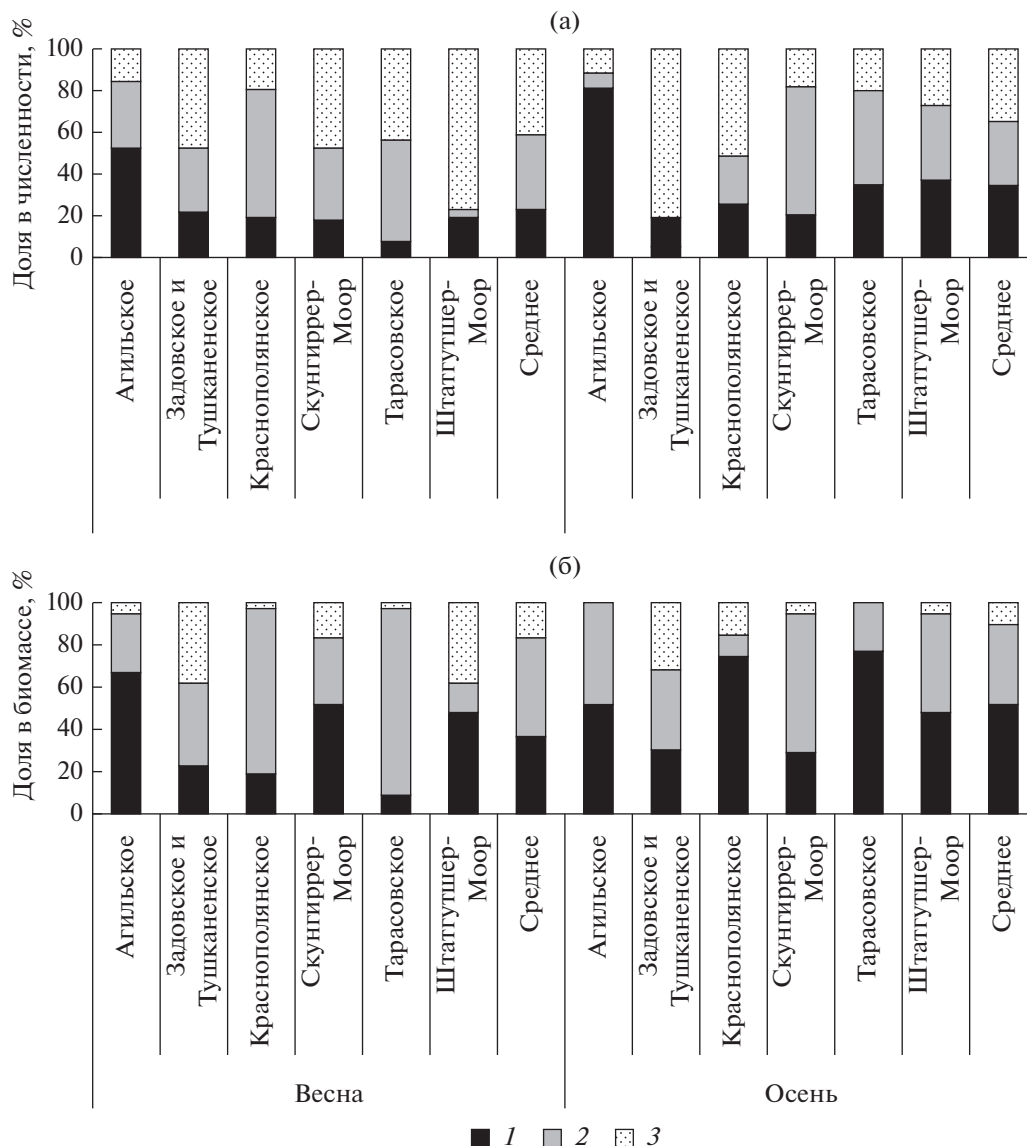


Рис. 4. Доля ветвистоусых ракообразных в численности (а) и биомассе (б) зоопланктона осушительных каналов ТМ в 2017 г. Обозначения, как на рис. 3.

экосистемах области, часто встречаются и достигают массового развития в водоемах и водотоках болот Вологодской и Псковской областей (Черевичко, 2009; Лобуничева, Филиппов, 2009, 2012, 2017; Зайцева и др., 2016, 2017) и некоторых других (Лоскутова и др. 2010; Шевелева и др., 2014; Аксенова и др., 2020). Из наиболее интересных доминирующих в болотах Большое и Целау видов можно отметить *Acantholeberis curvirostris*. Этот вид — ацидофил (Błędzki, Rybak, 2016), отсутствующий в водоемах краевой зоны (Черевичко, 2009), в массе развивался в мочажинах заросших сфагнумом болот Большое и Целау. Поскольку *A. curvirostris* отсутствовал в водоемах краевой зоны верховых болот и в осушительных каналах ТМ, его массовое развитие в Калининградской обл., как и в

Псковской обл., ассоциировано с водоемами и водотоками центральной зоны верховых болот. При исследованиях других водных объектов его в небольших количествах отмечали лишь в р. Преголя (Полунина, 2013), куда вид мог попасть со стоком.

Высокая специфичность фауны Cladocera отдельных водоемов и водотоков, выявленная в результате кластерного и MDS-анализа, по-видимому, связана с большой мозаичностью и широким варьированием факторов среды. Отдельные обнаруженные черты сходства либо основаны на близости в пространственном расположении водоемов—водотоков друг к другу, либо на одинаковости действующих на Cladocera факторов. Так, в

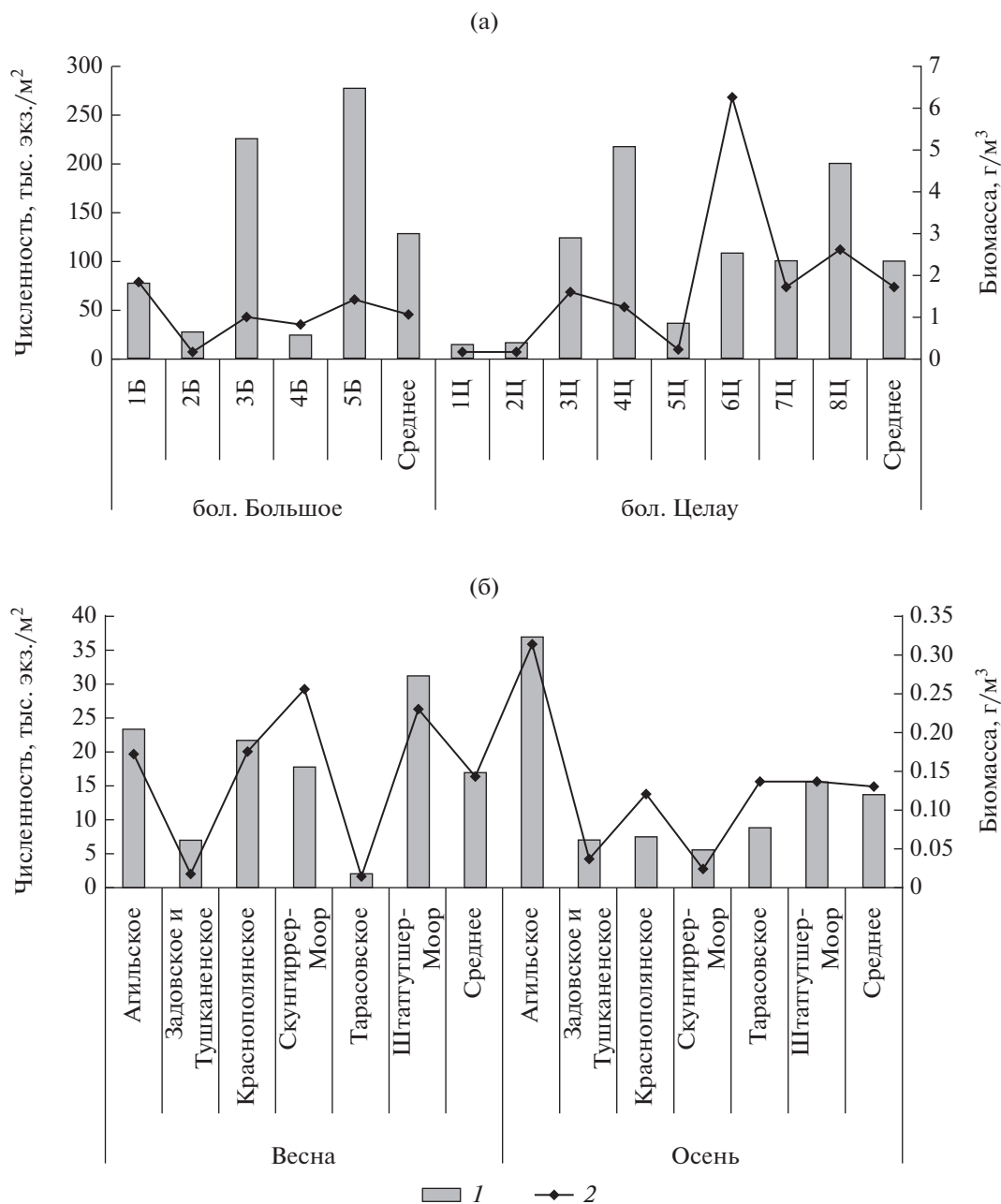


Рис. 5. Количественное развитие ветвистоусых зоопланктона верховых болот (а) и каналов ТМ (б) в мае и сентябре 2017 г. 1 – численность, 2 – биомасса.

центральной зоне верховых болот на *Cladocera* в большей степени влияют одни факторы, в водоемах и водотоках краевой зоны и осушительных каналах – другие. Один из самых важных из них – кислотность воды, которая в центральной части верховых болот выше, чем в окраинных водоемах и осушительных каналах. Низкий уровень сходства *Cladocera* в разных водных объектах свидетельствует об уникальности каждого отдельно взятого из них. Сложная структура и высокая вариация видовых комплексов ракообразных бо-

лотных экосистем, которые только на 1/3 можно объяснить факторами среды, отмечены и другими исследователями (Аксенова и др., 2020).

При изучении болотных экосистем Калининградской обл. зарегистрированы высокие количественные показатели развития *Cladocera* и их высокая доля в зоопланктонных сообществах. Особенно это характерно для водоемов и водотоков верховых болот, в которых *Cladocera* достигали биомассы 2–6 г/м³, формируя до 91–98% биомассы всего зоопланктона. В осушительных каналах

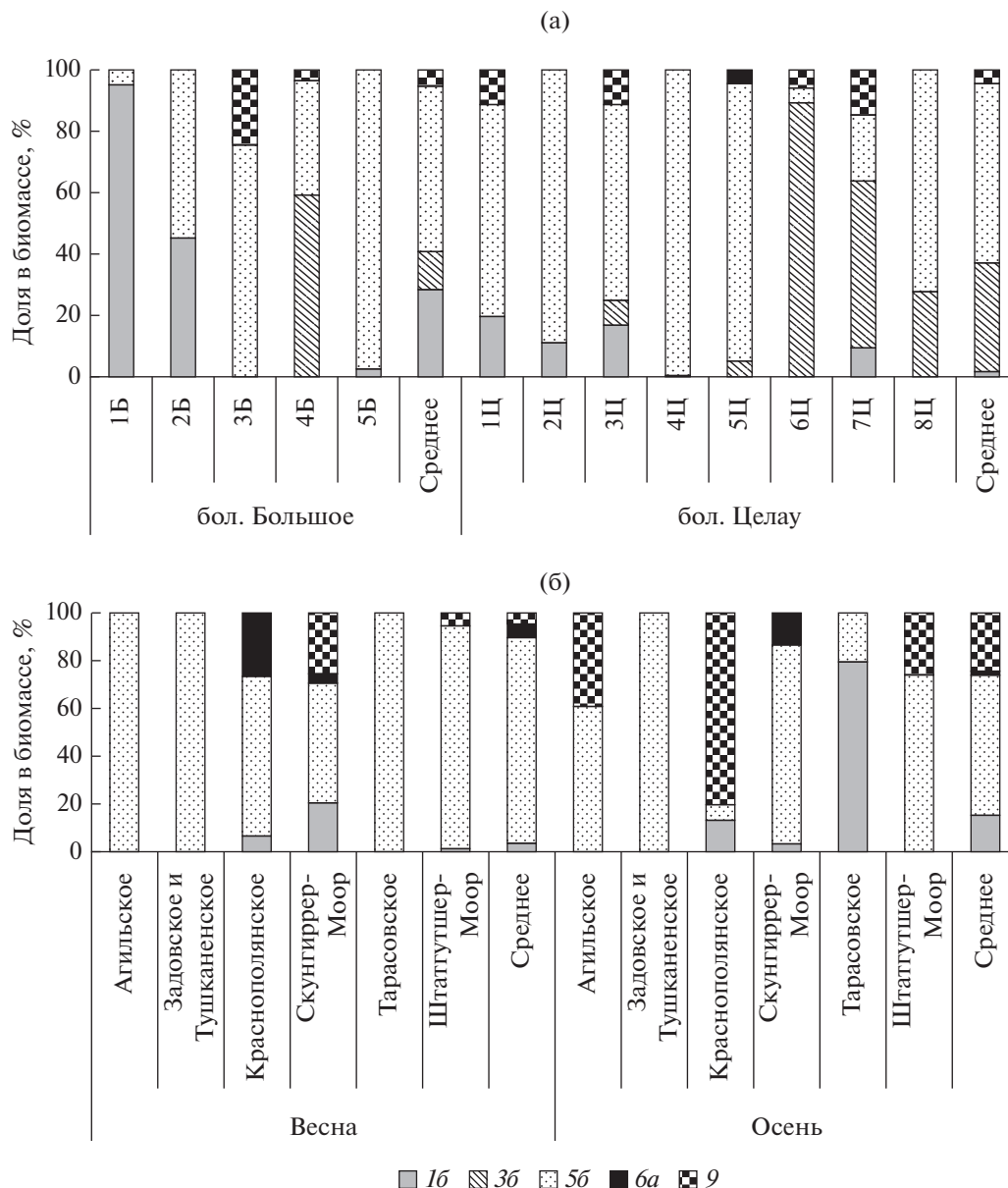


Рис. 6. Соотношение экологических групп (1б, 3б, 5б, 6а, 9) у ветвистых ракообразных верховых болот (а) и осушительных каналов ТМ (б) в 2017 г. Нумерация экологических групп по (Чуйков, 2018): 1б – плавающие первичные фильтраторы, питающиеся мелкодисперсным детритом, бактерио- и фитопланктоном; 3б – плавающие активные хищники, питающиеся зоопланктоном; 5б – ползающие и плавающие вторичные фильтраторы, питающиеся детритом и бактериями с подводных субстратов; 6а – ползающие и плавающие собиратели, фитодетритофаги; 9 – плавающие и прикрепляющиеся к субстрату первичные фильтраторы, питающиеся мелкодисперсным детритом, бактерио- и фитопланктоном.

ТМ численность и биомасса *Cladocera* и доля группы в сообществах были ниже. Высокие количественные показатели *Cladocera*, сопоставимые с отмеченными нами или даже выше, а также доминирование *Cladocera* в сообществах зоопланктона выявлены при исследованиях водоемов и водотоков других верховых болот (Черевичко, 2009;

Лобуничева, Филиппов, 2011; Шевелева и др., 2014; Лобуничева, Филиппов, 2017).

Достигая высокого развития и формируя значительную долю в биомассе зоопланктона, *Cladocera* играют ведущую роль в трофических сетях болотных экосистем. Сведения о трофической структуре зоопланктона болот немногочисленны (Черевичко, 2009; Шевелева и др., 2014). Среди

Cladocera болотных экосистем Калининградской обл. преобладали ползающие и плавающие вторичные фильтраторы, питающиеся детритом и бактериями с подводных субстратов. Вероятно, эта экогруппа, представленная сем. Chydoridae, наиболее приспособлена к бентосному образу жизни (Kotov, 2006) и к условиям вторичных болотных водоемов и водотоков (Черевичко, 2009). В отдельных водоемах верховых болот, особенно в центральной зоне, возрастала роль облигатных хищников, сходные данные были получены и для Полистово-Ловатской болотной системы (Черевичко, 2009).

В целом Cladocera верховых болот Калининградской обл. (естественные экосистемы) по сравнению с осушительными каналами ТМ (нарушенные экосистемы) представлены большим числом видов. В них выявлено четыре новых для фауны области вида, отмечено большее число редких видов, видов-индикаторов, стенобионтных видов, выше количественные показатели Cladocera и их доли в численности и биомассе зоопланктона, больше роль в функционировании экосистем болот в целом. Однако в каналах ТМ отмечен ряд редких для области видов Cladocera и впервые зарегистрирован в Калининградской обл. вид-индикатор кислых вод *Scapholeberis microcephala*. Поэтому, несмотря на высокую степень трансформации, каналы ТМ остаются интересными объектами для исследований, также в них может сохраняться некий пул видов, обитающих в болотах, которые в случае восстановительных мероприятий смогут вернуться в естественную среду обитания. Такие мероприятия в настоящее время запланированы для одного из торфоместорожений Виттиргренское, находящегося в Славском районе Калининградской обл. в рамках созданного в 2021 г. на его территории карбонового полигона “Росанка”. В случае его обводнения в качестве индикаторной группы, свидетельствующей о начавшихся процессах восстановления, предлагаются сфагновые мхи (Напреенко и др., 2022), такой группой также могут служить и стенобионтные виды Cladocera, характерные для верховых болот в целом и болот Калининградской обл. в частности.

Выводы. В 2017 г. в естественных (верховых болотах Целау и Большое) и нарушенных (осушительных каналах шести ТМ) болотных экосистемах Калининградской обл. был зарегистрирован 41 вид Cladocera, четыре из них впервые отмечены для области. Выявлено девять редко встречающихся в водоемах области видов, девять видов-индикаторов кислых вод, восемь видов-индикаторов гумидных водоемов и пять видов-сфагнофиллов. Большинство из них присутствовали только в естественных экосистемах и лишь некоторые — в нарушенных. К наиболее ценным находкам можно отнести *Flavolona rustica*, *Scapholeberis microcephala*, *Streblocerus serricaudatus* и *Holo-*

pedium gibberum. Наиболее часто встречались и достигали массового развития *Chydorus sphaericus*, *Alonella excisa*, *A. nana*, *Scapholeberis mucronata*, *Pleuroxus truncatus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus ovalis*, *Acantholeberis curvirostris*, *Polyphemus pediculus*. Наиболее разнообразна и уникальна фауна Cladocera верховых болот, в особенности бол. Целау, в меньшей степени — каналов торфоместорожений. Выявлена высокая специфичность фауны Cladocera отдельных водоемов и водотоков болотных экосистем, связанная с большой мозаичностью и широким варьированием факторов среды, отдельные черты сходства отмечены для водоемов центральной зоны верховых болот и водоемов и водотоков краевой зоны и осушительных каналов ТМ. Ветвистоусые ракообразные в верховых болотах, особенно в их центральной зоне, достигали высокого развития (биомасса до 2–6 г/м³) и формировали существенную долю численности и биомассы зоопланктона, играя ключевую роль в пищевых сетях этих экосистем. В нарушенных экосистемах каналов количественное развитие и роль Cladocera существенно ниже. Среди Cladocera болотных экосистем Калининградской обл. преобладали ползающие и плавающие вторичные фильтраторы, питающиеся детритом и бактериями с подводных субстратов, вероятно, наиболее приспособленные к формирующимся в них условиям среды. В отдельных водоемах центральной зоны верховых болот возрастала роль облигатных хищников. Видовой состав, структура и закономерности развития Cladocera исследованных водных объектов сходны с другими болотными экосистемами средней полосы РФ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам Атлантического филиала ВНИРО Н.П. Дюшкову, И.Л. Мальфанову и Ю.В. Приставко за помощь при сборе материала в труднодоступных болотных экосистемах Калининградской обл.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке госзаданий Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (тема № 076-00004-23-00), Института биологии внутренних вод РАН (тема № 121051100109-1) и Балтийского федерального университета им. И. Канта (тема № FZWM-2021-0013).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксенова М.Д., Чертопруд Е.С., Новичкова А.А. и др. 2020. Cladocera и Copepoda горных болот Северного Кавказа: состав и закономерности формирования видовых комплексов // Зоол. журн. Т. 99. № 10. С. 1187.
<https://doi.org/10.31857/S0044513420100037>

- Андроникова И.Н. 1992. Основные итоги исследования ветвистоусых ракообразных гумифицированных водоемов // Современные проблемы изучения ветвистоусых ракообразных. СПб.: Гидрометеоздат. С. 81.
- Боч М.С., Напреенко М.Г. 1999. Болото Целау // Водноболотные угодья России. Ценные болота. М.: Wetlands Int. Publ. Т. 2. № 49. С. 39.
- Гришуткин О.Г., Еришкова Е.В., Соколова И.С. 2022. Водные сосудистые растения на болотах Приволжской возвышенности: распространение, встречаемость, экология // Биология внутр. вод. № 6. С. 677.
<https://doi.org/10.31857/S0320965222060080>
- Зайцева В.Л., Филиппов Д.А., Лобуничева Е.В. 2016. Зоопланктон мочажин верховых болот центральной части Вологодской области // Biological Communications. № 2. С. 4.
- Зайцева В.Л., Филиппов Д.А., Лобуничева Е.В. 2017. Состав и сезонная динамика зоопланктона ручья верхового болота // Уч. записки Петрозаводск. гос. ун-та. № 2 (163). С. 69.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Бойкова О.С. и др. 2021а. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. 1. М.: Тов-во науч. изданий КМК.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синев А.Ю. и др. 2021б. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. 2. М.: Тов-во науч. изданий КМК.
- Красная книга Калининградской области. 2010. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта.
- Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. 2009. Зоопланктон мочажин печорско-онежских олиготрофных болот (Вологодская область) // Вестн. Томск. гос. пед. ун-та. № 3. С. 82.
- Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. 2011. Зоопланктон пойменных болот и рек Северо-Запада Вологодской области // Биология внутр. вод. № 2. С. 9.
<https://doi.org/10.1134/S1995082911020313>
- Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. 2012. Зоопланктон пойменных болот и рек Северо-Запада Вологодской области // Вестн. Костром. гос. ун-та. Т. 18. № 5. С. 9.
- Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. 2017. Зоопланктон внутриболотных первичных озер Шиченгского болота (Вологодская область) // Тр. Ин-та биологии внутр. вод РАН. № 79(82). С. 95.
- Лоскутова О.А., Хохлова Л.Г., Патова Е.Н. и др. 2010. Биоразнообразие беспозвоночных и водорослей в озерах болотного заказника "Океан" // Изв. Самар. науч. центра РАН. Т. 12. № 1–4. С. 957.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука.
- Напреенко М.Г., Напреенко-Дорохова Т.В., Карелина В.И., Пеленс Е.Д. 2022. Мониторинг видового состава и эколого-ценотических характеристик сфагновых мхов на карбоновом полигоне "Росзянка" (Калининградская область) // Вест. Балтийского фед. ун-та им. И. Канта. № 1. С. 73.
- Напреенко М.Г. 2000. Болота Калининградской области: их роль в сохранении биоразнообразия и окружающей среды в регионе // Вест. Калининград. гос. ун-та. С. 99.
- Напреенко-Дорохова Т.В., Напреенко М.Г. 2015. Развитие природного комплекса Целау (по данным строения торфяной залежи) // Вест. Балтийского фед. ун-та им. И. Канта. № 1. С. 50.
- Науменко Е.Н. 2008. Видовой состав зоопланктона Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Тр. Зоол. ин-та РАН. Т. 312. № 1/2. С. 155.
- Неронов В.В., Королева Е.Г. 2013. Биогеографическая уникальность и антропогенная трансформация экосистем верхового болота Целау (Калининградская область) // Изв. РАН. Сер. геогр. № 3. С. 55.
- Подшивалина В.Н., Шевелева Н.Г., Баянов Н.Г. 2012. Биология и экология *Holopedium gibberum* (Branchiopoda: Cladocera: Stenopoda) в Палеарктике // Гидробиол. журн. Т. 48. № 4. С. 22.
- Подшивалина В.Н. 2012. Особенности биологии и распространения *Holopedium gibberum* Zaddach (Crustacea, Cladocera) на территории зоны южной тайги Низменного Заволжья // Поволжский экол. журн. № 3. С. 295.
- Полунина Ю.В. 2013. Зоопланктон реки Преголи // Биологические сообщества реки Преголи (бассейн Вислинского залива, Балтийское море). Калининград: Старбукс. С. 112.
- Уманская М.В., Быкова С.В., Мухоморова О.В. и др. 2020. Комплексный анализ планктонного сообщества двух полигумозных болотных озер европейской части России // Биология внутр. вод. 2020. № 6. С. 523.
<https://doi.org/10.31857/S0320965220060194>
- Филиппов Д.А., Прокин А.А., Пржиборо А.А. 2017. Методы и методики гидробиологического исследования болот: учебное пособие. Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та.
- Черевичко А.В. 2009. Зоопланктон разнотипных водоемов Полистово-Ловатской болотной системы // Биология внутр. вод. № 3. С. 73.
<https://doi.org/10.1134/S1995082909030109>
- Черевичко А.В. 2012. Зоопланктон разнотипных водоемов Малоземельской тундры // Arctic Environ. Res. № 3. С. 66.
- Чуйков Ю.С. 1981. Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая классификация беспозвоночных, встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. № 3. С. 71.
- Чуйков Ю.С. 2018. Трофическая структура сообществ зоопланктона: история и некоторые итоги изучения // Астраханский вестник экологического образования. № 3 (45). С. 175.
- Шевелева Н.Г., Подшивалина В.Н., Шабурова Н.И. 2014. Особенности таксономического состава, структуры и количественных показателей зоопланктона верховых болотных водоемов // Бюлл. Москов. общ-ва испыт. природы. Отдел биол. Т. 119. № 3. С. 25.
- Шевелева Н.Г., Мишарина Е.А., Пенькова О.Г. 2017. Редкие виды ракообразных (Crustacea: Branchiopoda, Maxilloroda) в водоемах Иркутской области // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. Т. 19. С. 78.

- Błędzki L.A., Rybak J.I. 2016. Freshwater Crustacean zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29871-9>
- Clarke K.R., Gorley R.N. 2006. PRIMER v 6: User Manual. Tutorial. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Flößner D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden, Netherlands: Backhuys Publishers.
- Fryer G. 1993. Variation in acid tolerance of certain freshwater crustaceans in different natural waters // *Hydrobiologia*. V. 250. P. 119. <https://doi.org/10.1007/BF00008233>
- Haney J.F., Hall D.J. 1973. Sugar-coated *Daphnia*: Apreservation technique for Cladocera // *Limnol., Oceanogr.* V. 18. № 2. P. 331. <https://doi.org/10.4319/lo.1973.18.2.0331>
- Kotov A.A. 2006. Adaptations of Anomopoda Crustaceans (Cladocera) to the benthic mode of life // *Zoologicheskii Zhurn.* V. 85. P. 1043. <https://doi.org/10.1134/S0013873806110157>
- Napreenko M.G., Antsiferova O.A., Aldushin A.V. et al. 2021. New approaches to sustainable management of wetland and forest ecosystems as a response to changing socioeconomic development contexts // *Innovations and Traditions for Sustainable Development, World Sustainability Series*. Cham: Springer. P. 395. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78825-4>
- Semenova A.S., Tchougounov V.K. 2018. The Distribution of *Moina micrura* Kurz, 1875 (Crustacea: Moinidae) in the Russian Part of the Vistula Lagoon (Baltic Sea) // *Rus. J. Biol. Invasions*. V. 9. № 2. P. 175. <https://doi.org/10.1134/S207511171802011X>
- Shibaeva M.N., Masyutkina E.A., Shibaev S.V. 2017. Hydrobiological characteristics of water bodies in the Kaliningrad Region // *Terrestrial and inland water environment of the Kaliningrad region*. P. 285. https://doi.org/10.1007/698_2017_99
- Steinecke F. 1916. Die Rotatorien und Gastrotreichen des Zehlaubbruches // *Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg*. Königsberg, Leipzig u. Berlin. Faunistische Sektion A. 57. S. 84.
- Van Damme K., Maiphae S., Sa-Ardrit P. 2013. Inland swamps in South East Asia harbour hidden cladoceran diversities: species richness and the description of new paludal Chydoridae (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera) from Southern Thailand // *J. Limnol.* 72. P. 174. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2013.s2.e10>
- Zaddach E.G. 1855. *Holopedium gibberum*, ein neues Crustaceum aus der Familie der Branchiopoden // *Arch. Naturgesch.* Jahr. 21. № 1. S. 159.

First Data on Species Composition and Development Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) in Mire Ecosystems (Kaliningrad Region, Russia)

A. S. Semenova^{1, 2, *} and M. G. Napreenko³

¹Atlantic Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography ("AtlantNIRO"), Kaliningrad, Russia

²Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Nekouzskii raion, Yaroslavl oblast, Russia

³Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

*e-mail: a.s.semenowa@mail.ru

The original data on Cladocera fauna in standing-water and stream habitats of mire ecosystems were obtained for the first time in the Kaliningrad region during the research study on large raised bogs (Zehlau and Bolshoye) and drainage canals of 6 peatlands affected by peat extraction. In the studied wetland ecosystems, 41 species of Cladocera were recorded in total, including a number of rare and vulnerable taxa (*Flavalona rustica*, *Scapholeberis microcephala*, *Streblocerus serricaudatus* and *Holopedium gibberum*). The four species of Cladocera are new species for the Kaliningrad region which were not reported here before. Cladocera played a vital role in the studied bog pools and waterlogged habitats in peatlands as a key group of organisms that forms here a significant part of the zooplankton biomass due to the abundance and intensive production in the water bodies. The secondary filter feeders and predators were the most abundant in bog ecosystems. The cladoceran fauna in the intact bog ecosystems, especially the Zehlau raised bog, was the most diverse and unique. Nevertheless, the cladoceran assemblages in the disturbed ecosystems of drainage canals retained certain features of the natural water bodies. The latter fact is important in applied respect enabling to consider these canals as refugia that have potentials for natural restoration of the cladoceran fauna during the peatland rewetting programme on the Carbon Polygon in the Kaliningrad region.

Keywords: mire ecosystems, Cladocera, rare species, species composition, abundance, trophic structure, Kaliningrad region