

УДК 574.5(285.2)

doi:10.21685/2307-9150-2021-4-7

Особенности структуры и временной динамики зоопланктонных сообществ малых искусственных водоемов урбанизированных территорий (на примере г. Пензы)

Т. Г. Стойко¹, В. А. Сенкевич², Ю. А. Пастухова³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹tgstojko@mail.ru, ²viktoriya0606@mail.ru, ³yuliya.pastukhova.98@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Изучение зоопланктоценозов малых искусственных водоемов урбанизированных территорий расширяет знания о структуре, функционировании и формировании гидробиоценозов, которые вносят значительный вклад в поддержание общего биологического разнообразия. Пруды в условиях повышенного антропогенного воздействия, как правило, требуют принятия мер по контролю над их состоянием и планированию очистки. Цель исследования – изучить видовое богатство и динамику зоопланктонного сообщества в малом искусственном водоеме, а также выявить его сходство с сообществами из близко расположенных водных объектов. *Материалы и методы.* Пробы зоопланктона отбирали с апреля по ноябрь 2016–2017 гг. Камеральную обработку проб осуществляли согласно общепринятым методикам. Анализируя степень развития зоопланктонного сообщества, учитывали видовое богатство, численность (N) тыс. экз./м³ и биомассу (B) г/м³, индекс частоты встречаемости, комплекс доминирующих видов по численности. С помощью индекса Шеннона установили степень сложности сообщества зоопланктона и трофический статус копаного водоема. Видовой состав зоопланктона этого водоема сравнивали с видовым богатством р. Суры в черте города и Арбековского пруда. *Результаты.* В работе приведены данные о видовом составе зоопланктона (129 видов и форм), в том числе и двух новых для Пензенской области видах: *Limnias melicerta* и *Cephalodella sterea*. Расширена информация об экологии и биологии отдельных видов зоопланктона (*Cephalodella ventripes*, *Keratella irregularis*, *Asplanchna girodi*, *A. priodonta*). Установлена зависимость структурных параметров от температуры воды, осадков. Настоящий копаный водоем загрязнен органическими веществами, о чем свидетельствует индекс Шеннона, с помощью которого была определена степень сложности зоопланктонного сообщества. Однако динамика этого индекса, а следовательно, и трофический статус изменчивы. *Выводы.* В копаном пруду зоопланктонное сообщество на 3/4 состоит из зоопланктеров близко расположенного Арбековского пруда и р. Суры в черте города. Остальные объекты попали в водоем из небольших ручьев и, возможно, временных водоемов, а также водных объектов, расположенных на большем расстоянии.

Ключевые слова: копаный водоем, зоопланктонное сообщество, видовая структура, сезонная динамика

Для цитирования: Стойко Т. Г., Сенкевич В. А., Пастухова Ю. А. Особенности структуры и временной динамики зоопланктонных сообществ малых искусственных

водоемов урбанизированных территорий (на примере г. Пензы) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2021. № 4. С. 67–78. doi:10.21685/2307-9150-2021-4-7

Features of the structure and temporal dynamics of zooplankton communities of small artificial reservoirs in urbanized territories (by the example of Penza)

T.G. Stojko¹, V.A. Senkevich², Yu.A. Pastuchova³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹tgstojko@mail.ru, ²viktoriya0606@mail.ru, ³yuliya.pastukhova.98@mail.ru

Abstract. *Background.* The study of the zooplankton communities of small artificial reservoirs in urbanized territories expands knowledge about the structure, functioning and formation of hydrobiocenoses, which make a significant contribution to the conservation of biological diversity. These ponds require monitoring and treatment planning. The purpose of the research is to study the species diversity and dynamics of the zooplankton community in a small artificial reservoir, as well as to reveal the similarity with closely located water bodies. *Materials and methods.* Zooplankton samples were taken from April to November 2016–2017. Cameral processing of samples was carried out according to generally accepted methods. Analyzing the degree of development of the zooplankton community, we took into account the species diversity, abundance (N) thousand ind./m³ and biomass (B) g/m³, the index of the frequency of occurrence, and the complex of dominant species in terms of abundance. Using the Shannon index, the degree of complexity of the zooplankton community and the trophic status of the dug reservoir were established. The species composition of the this zooplankton was compared with the species richness of the Sura river within the city and Arbekovskiy pond. *Results.* The research presents data on the species composition of zooplankton (129 species and forms), including two new species for the Penza region: *Limnias melicerta* and *Cephalodella sterea*. Information on the ecology and biology of certain zooplankton species (*Cephalodella ventripes*, *Keratella irregularis*, *Asplanchna girodi*, *A. priodonta*) has been expanded. The dependence of structural parameters on water temperature and precipitation has been established. This dug reservoir is polluted with organic matter, as evidenced by the Shannon index, which was used to determine the degree of complexity of the zooplankton community. However, the dynamics of this index and, consequently, the trophic status are changeable. *Conclusions.* In the dug pond, the zooplankton community at 3/4 consists of zooplankters from the nearby Arbekovskiy pond and the Sura river within the city. The rest of the objects got into the reservoir from small streams and, possibly, temporary reservoirs, as well as water bodies located at a greater distance.

Keywords: dug water body, zooplankton community, species structure, seasonal dynamics

For citation: Stojko T.G., Senkevich V.A., Pastuchova Yu.A. Features of the structure and temporal dynamics of zooplankton communities of small artificial reservoirs in urbanized territories (by the example of Penza). *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences.* 2021;(4):67–78. (In Russ.). doi:10.21685/2307-9150-2021-4-7

Изучение зоопланктоценозов малых искусственных водоемов урбанизированных территорий расширяет знания о структуре, функционировании и формировании гидробиоценозов, которые вносят значительный вклад в поддержание общего биологического разнообразия [1–4]. Видовой состав зоопланктоценозов копаных водоемов свидетельствует о широком взаимном

обмене видами между искусственными и естественными водными объектами, и значительной роли в формировании и сохранении биоразнообразия [5]. Исследования микробиоты водоемов г. Самары показали, что большинство из них, в том числе и копаные пруды, имеют невысокий потенциал для самоочищения, что требует принятия мер по контролю над их состоянием и очистке [6].

Цель исследования – изучить видовое богатство и динамику зоопланктонного сообщества в малом искусственном водоеме, а также выявить его сходство с сообществами из близко расположенных водных объектов.

Материалы и методы

После открытия в г. Пензе автодрома в 1986 г. на его территории был создан противопожарный водоем для соблюдения техники безопасности. Водоем имеет вытянутую с востока на запад форму (длина – 700 м, ширина – 100 м). Питание водоема снеговое, дождевое, а также родниковое. Заселение этого искусственного водоема гидробионтами было возможным из близлежащих водных объектов, расположенных на расстоянии 3 км (ручей Стремянный, Арбековский пруд и пр.) и р. Суры, протекающей в 5 км от него. В пруд рыбаки неоднократно выпускали рыбу. В пробах зоопланктона также были обнаружены следующие виды беспозвоночных животных: гидра, мшанки (статобласты), карповая вошь – *Argulus foliaceus* Linne, 1758, физа – *Costatella acuta* (Draparnaud, 1805), прудовик большой – *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) и прудовик малый – *Lymnaea truncatula* (O.F. Müller). Запросили высшей водной растительности, представленные ивой ломкой (*Salix fragilis* L., 1753), рогозом (*Typha* sp.), ситнягом (*Eleocharis* sp.), манником (*Glyceria* sp.), развиты только на северной стороне, где лучше развита литораль. Температура на станциях во время взятия проб отличалась незначительно.

Пробы зоопланктона отбирали с апреля по ноябрь 2016 и 2017 гг. дважды в месяц утром на двух станциях: с северной и южной стороны. Всего было взято 59 проб. Через сеть Апштейна (размер ячеек 0,1–0,15 мм) в пластмассовые емкости процеживали 30 л поверхностной воды, осадок фиксировали 4 % раствором формалина. На каждой станции измеряли температуру воды. В 2016 г. весна была ранней, уже в середине апреля температура воды достигла 15 °С и, начиная с конца апреля она повышалась, достигнув максимума 30 °С во второй половине июля. В 2017 г. в конце апреля и все лето температура была на 5 °С ниже, а максимум был достигнут позже, чем в 2016 г. – в первой трети августа, а в конце лета она оказалась выше. Среднее значение температуры в 2016 г. составило 19,5 °С, а в 2017 г. – 18,9 °С [7].

Камеральную обработку проб осуществляли согласно общепринятым методикам [8]. Коловраток определяли по внешнему виду и строению челюстного аппарата, который выделяли с помощью водного раствора гипохлорита натрия. Таким же способом выявляли и съеденные ими объекты. Фотографии объектов зоопланктона сделаны под микроскопом Биомед-6 фотоаппаратом PowerShot A 560.

Анализируя степень развития зоопланктонного сообщества, учитывали видовое богатство, численность (N) тыс. экз./м³ и биомассу (B) г/м³. Также

рассчитывали индекс частоты встречаемости [9]. К широко распространенным видам отнесены те зоопланктеры, встречаемость которых составила $\geq 50\%$; тех же, встречаемость которых не превысила 10% , считали редкими [8]. Для оценки комплексов доминирующих видов по численности рассчитывали индекс Паляя – Ковнацки [10, 11]. Определение основных направлений варьирования видовой структуры проводили путем ординации сообществ методом главных компонент на основе относительных обилий доминирующих видов. С помощью индекса Шеннона установили степень сложности сообщества зоопланктона и трофический статус искусственного водоема [12]. Видовой состав зоопланктона, а также частоту встречаемости зоопланктеров пруда сравнивали с этими же показателями р. Суры в черте города (2017–2018 гг., 36 проб) и Арбековского пруда (2008–2014 гг., 99 проб). Все полученные параметры обрабатывали с помощью программ MS Excel 2010 и Past 2.15 [13].

Результаты и обсуждение

Всего в исследуемом водоеме было обнаружено 129 видов и форм: 106 – коловраток, 13 – кладоцер и 10 – копепод. В 2016 г. в сообществе зоопланктона отмечено 110 видов, а в 2017 г. – 76. В водоеме на протяжении двух лет исследований присутствовали следующие виды и формы, с частотой встречаемости выше 50% : *Cephalodella ventripes* (Dixon-Nuttall, 1901), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Keratella irregularis* (Lauterborn, 1898), *K. i. wartmanni* (Asper et Heusler, 1889), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925), *Polyarthra major* (Burckhardt, 1900), *Rotaria* sp., *Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893), *Trichocerca pusilla* (Lauterborn, 1898), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785), *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862), а также копеподиты и науплии циклопов. С такой же частотой отмечены только в 2016 г.: *Colurella uncinata* (Müller, 1773), *Lecane closterocerca* (Schmarda, 1859), *Polyarthra euryptera* (Wierzejski, 1891), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1776), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863); в 2017 г.: *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), *Brachionus angularis* (Gosse, 1851), *K. c. tecta* (Gosse, 1851), *Synchaeta pectinata* (Ehrenberg, 1832), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857).

Сообщество зоопланктона исследуемого пруда формировалось примерно в течение 30 лет. Можно предположить, что видовое разнообразие копаного пруда и близко расположенных водных объектов должно быть сходным. На момент исследования в изучаемом водоеме и Арбековском пруду обнаружено по 129 видов и форм, а в р. Суры – 120 [14, 15]. При сравнении видового состава зоопланктонного сообщества изучаемого водоема с составом сообщества р. Суры было обнаружено 67 общих видов, с составом сообщества Арбековского пруда – 71, а при сравнении состава сообществ р. Суры и Арбековского пруда – 70. Кроме этого, в изучаемом водоеме были отмечены 32 вида зоопланктона, которые не были обнаружены в р. Суры и Арбековском пруду. Среди них два вида коловраток *Limnias melicerta* Weisse, 1848 и *Cephalodella sterea* (Gosse, 1887) не отмечены в списках обитателей пензенских водных объектов [16] (рис. 1). Согласно кадастру планктонных беспозвоночных

бассейна Волги и Северного Каспия [17] оба вида обнаружены в Северном регионе бассейна Волги. Первый вид, *L. melicerta*, будучи космополитом, обитает на подводных частях водной растительности, а второй, *C. sterea* – в заиленных небольших водоемах, лужах, дренажных канавах, желобах среди водной растительности, в болотах. Можно предположить, что некоторые виды в изучаемом водоеме, с частотой встречаемости выше 50 % (*Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*, *K. irregularis*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. major*, *Trichocerca similis*, *T. pusilla*) – вселенцы из р. Суры и Арбековского пруда, поскольку обитают в этих водных объектах.

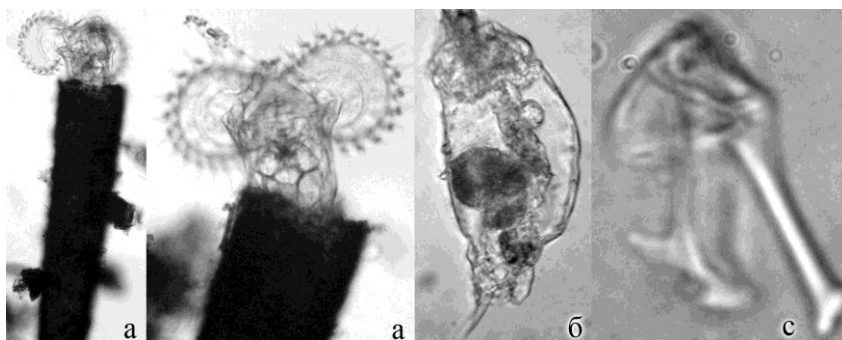


Рис. 1. Вновь обнаруженные виды коловраток в противопожарном водоеме Автодрома (г. Пенза): а – *L. melicerta*, б, с – *C. sterea*, с – трофи

В ходе наших исследований были получены некоторые новые данные по биологии часто встречаемого вида *Cephalodella ventripes*. Известно, что эта коловратка является космополитом и обитает обычно среди водной растительности прудов, озер, канав, луж, в береговом песке, в термальных источниках [18]. В Пензенской области эта коловратка отмечена и в других прудах и реках. В изучаемом водоеме она питалась диатомовыми водорослями (рис. 2). Численность *C. ventripes* повышалась при температуре 15–19 °С (рис. 3). Можно предположить, что численность этого вида зависит от обилия холодолубивых диатомей, и поэтому условия весны и осени 2016 г. и периода май – июнь 2017 г. были благоприятны для развития *C. ventripes*.

Кроме *C. ventripes*, в изучаемом водоеме постоянно присутствуют коловратка *Keratella irregularis* и ее подвид *K. i. wartmanni*. Они были отмечены как объекты питания двух видов коловраток рода *Asplanchna*. При этом *A. girodi* питалась ими постоянно, а *A. priodonta* – очень редко. Последняя коловратка является всеядной, и в ее желудке часто обнаруживаются золотистые (*Dinobryon* sp.) и эвгленовые (*Strombomonas* sp.) водоросли, другие виды коловраток (*Trichocerca* sp.) и даже пыльца сосны (рис. 4). Анализ динамики численности вида *K. irregularis* показал, что снижение его обилия в течение всего периода исследований происходило в период максимального развития в сообществе *A. girodi*.

На структурные параметры зоопланктонного сообщества заметно влияет температура. В 2016 г., когда весна была ранней и теплой, видовое разнообразие зоопланктона оказалось выше, чем в следующем году (рис. 5,а). В 2017 г. в связи с более типичным для региона развитием температуры видовое богатство сообщества ниже, менее развиты ветвистоусые ракообразные, но численность из-за развития эврибионтных видов оказалась выше

(рис. 5,б). В 2016 г. биомасса сообщества по сравнению с численностью была большей из-за лучшего развития более крупных, чем коловратки, ветвистых ракообразных. В начале июля (03.07) 2016 г. наблюдалось значительное снижение биомассы, вызванное уменьшением численности ракообразных: *Ceriodaphnia pulchella*, *Scapholeberis mucronata*, *Mesocyclops leuckarti* и личинок копепод. В 2017 г. значения биомассы дважды сокращались: в начале июня (03.06), когда в 10 раз снизилась численность коловратки *K. irregularis*, по нашему предположению в связи с поеданием ее *A. girodi*; и в начале июля (02.07) вследствие выедания рыбой веслоногого ракообразного *Mesocyclops leuckarti* и его личинок.

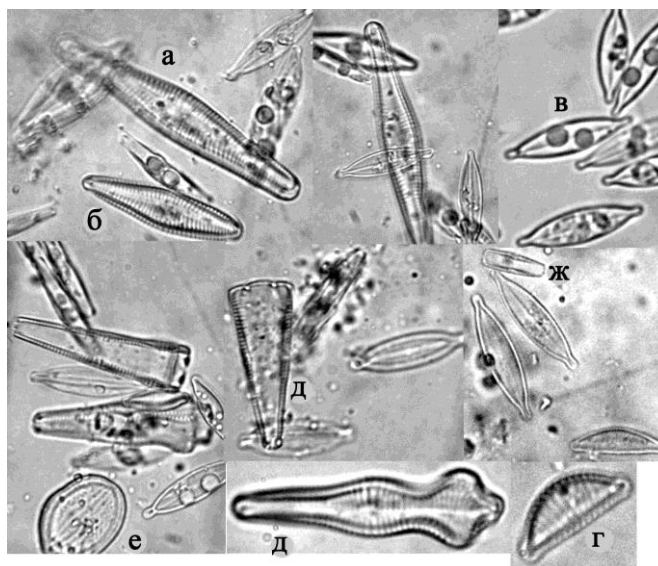


Рис. 2. Диатомовые водоросли, обнаруженные в желудке коловратки *C. ventripes*: а – *Gomphonema* sp., б – *Gomphonema* sp., в, ж – *Craticula* sp., з – *Encyonema minutum* (Hilse) D.G. Mann, д – *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg, е – *Cocconeis placentula* Ehrenberg (определение М. С. Куликовского, лаборатория молекулярной систематики водных растений, Института физиологии растений имени К. А. Тимирязева Российской академии наук)

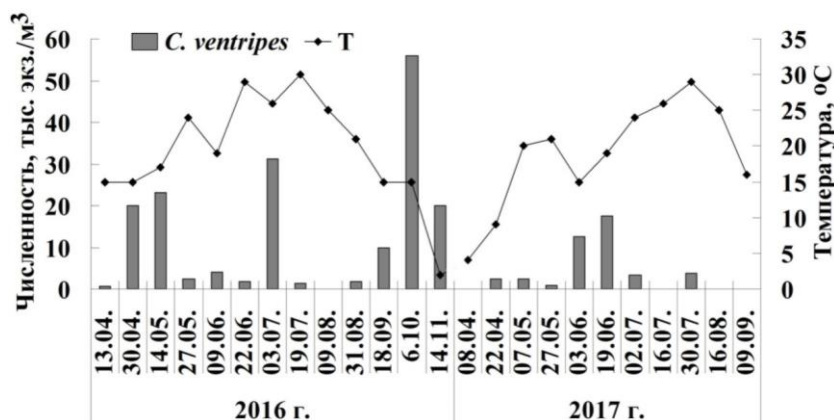


Рис. 3. Динамика численности коловратки *C. ventripes* и температуры воды в противопожарном водоеме Автодрома (г. Пенза)

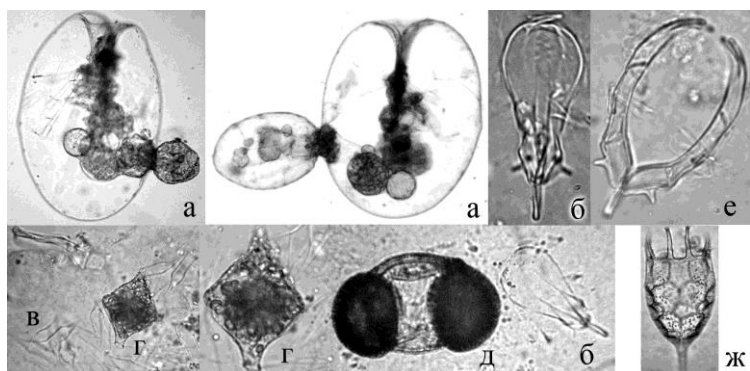


Рис. 4. Коловратки и их пищевые объекты: *Asplanchna priodonta*: а – рождение новой коловратки, б – трофи, в – *Dinobrion* sp. г – *Strombomonas* sp., д – пыльца сосны из желудка; *A. girodi*: е – трофи, ж – *K. irregularis* из желудка

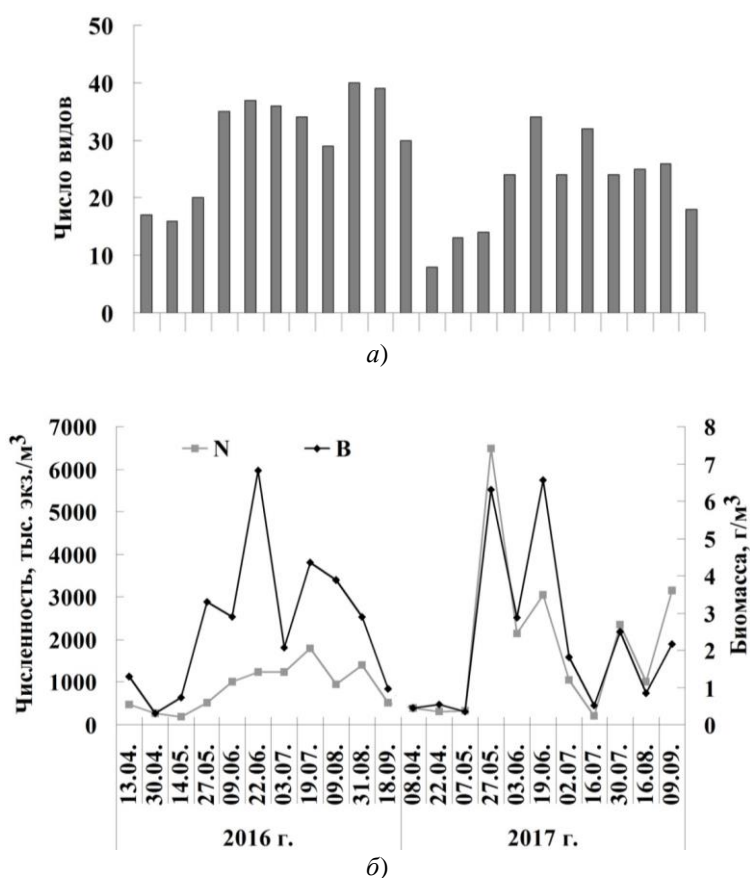


Рис. 5. Число видов зоопланктонного сообщества (а), численность и биомасса (б) в противопожарном водоеме Автодрома (г. Пенза)

В изучаемом водоеме доминируют в основном пелагические виды зоопланктона, половина из которых холодолюбивые. Анализ состава доминантных видов показал, что в 2016 г. в конце апреля (30.04) и в летний период (09.06, 03.07, 19.07, 09.08, 31.08) сообщество отличается на 49 %. При этом на

такую ситуацию в наибольшей мере повлияла динамика численности пелагического, холодолюбивого вида *Polyarthra dolichoptera* (рис. 6). В апреле температура была необычно высокой и, возможно, в водоеме в достаточном количестве развился фитопланктон (криptomonеды, хризмонеды и диатомовые), являющийся основной пищей для этого вида [19]. Его численность к концу апреля увеличилась в 10 раз, в мае снизилась и почти весь летний период была достаточно высокой вследствие высокой температуры воды в прибрежной линии (рис. 7). Возможно, выявленные различия в составе зоопланктонного сообщества изучаемого водоема связаны также и с поступлением в него холодных вод родников. На 26 % отличались сообщества в июне (22.06) (рис. 6,а). В это время была отмечена самая высокая численность личинок веслоногих ракообразных. В течение лета численность личинок снижалась вследствие превращения их части во взрослых особей. Следует отметить, что на протяжении всего времени исследований отмечалась низкая доля взрослых копепоидит. Можно предположить, что такая низкая численность взрослых особей объясняется выеданием ракообразных присутствующими в водоеме рыбами.

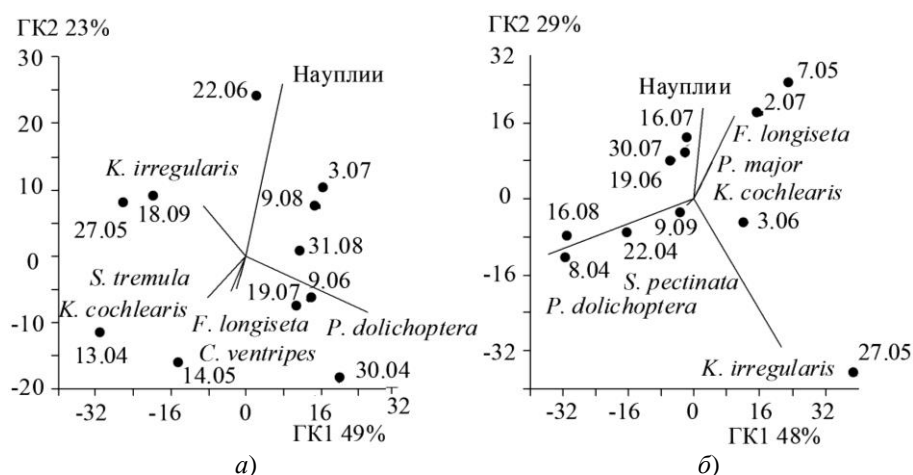


Рис. 6. Результаты ординации сообщества зоопланктона из противопожарного водоема Автодрома (г. Пенза) методом главных компонент на основе относительных обилий доминирующих видов: а – 2016 г.; б – 2017 г. ГК 1 и ГК 2 – главные компоненты и процент объясненной общей дисперсии

В 2017 г. изменения доли доминантов были более динамичными. В конце мая (27.05) сообщество изменилось на 48 % вследствие повышения доли коловратки *K. irregularis* (54 %) (рис. 6,б). Структура сообщества 08.04, 22.04 и 16.08, 09.09 определялась численностью коловратки *P. dolichoptera*. Сообщество отличалось на 29 % при увеличении температуры воды в изучаемом водоеме и нарастании разнообразия доминантов: *F. longiseta*, *P. major*, *K. cochlearis* и науплий (07.05, 19.06, 02.07, 16.07, 30.07).

Средние значения индекса Шеннона в течение двух лет исследований составили: по численности – $1,9 \pm 0,1$ и $1,8 \pm 0,2$; по биомассе – $1,7 \pm 0,1$ и $1,9 \pm 0,1$ соответственно, что свидетельствует об эвтрофном типе исследованного водоема. В 2016 г. только в мае по сравнению с началом весны

(в апреле), когда повысилась температура и выпали осадки, значения индекса Шеннона составили 2,5–2,9, т.е. трофность водоема снизилась. В остальное время этого года наблюдений значение индекса Шеннона не поднималось выше 2,0, даже когда выпадали обильные дожди и температура была оптимальной для развития зоопланктеров. Следовательно, на трофность водоема влияют не только внешние факторы, но и особенности развития биоты в водоеме. В 2017 г. с середины июня до начала августа вода в изучаемом водоеме может быть отнесена к мезотрофному типу (значения индекса Шеннона изменялись в пределах 2,2–2,5). В этот временной промежуток по сравнению с маем более, чем в два раза больше выпало осадков и наблюдалось постепенное повышение температуры воды.

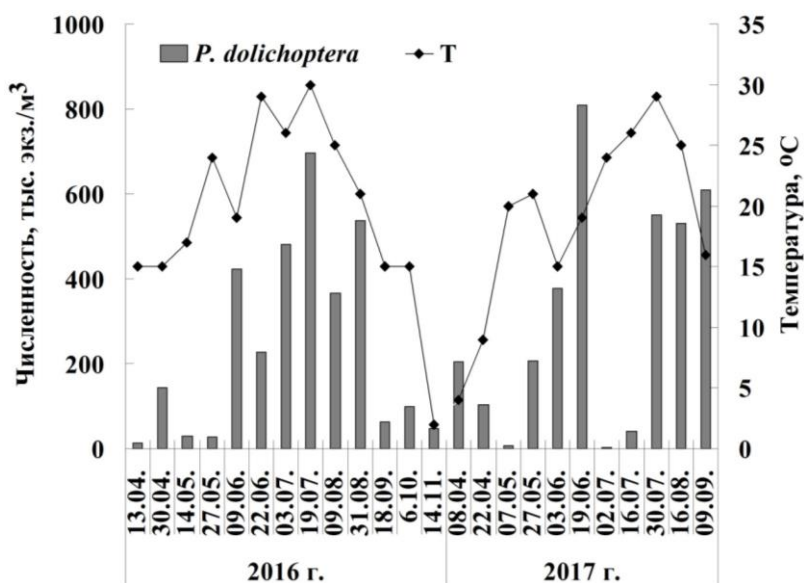


Рис. 7. Динамика численности коловратки *P. dolichoptera* и температуры воды, определяющей развитие ее пищи

Заключение

В пожарном водоеме Автродрома обнаружен достаточно богатый видовой состав зоопланктона (129 видов и форм). При этом отмечено два новых для Пензенской области вида: *L. melicerta* и *C. sterea*. Результаты исследования позволили расширить информацию об экологии и биологии отдельных видов зоопланктона (*C. ventripes*, *K. irregularis*, *A. girodi*, *A. priodonta*). Доминантный состав сообщества представлен коловратками и науплиями веслоногих ракообразных. Структурные параметры сообщества этого водоема зависят от температуры воды и осадков. Численность взрослых ракообразных (ветвистоусых и веслоногих) низкая, возможно, из-за обитающих в пруде рыб. Изученный водоем загрязнен органическими веществами, о чем свидетельствуют значения индекса Шеннона, с помощью которого была выявлена степень сложности изученного зоопланктонного сообщества. Однако динамика этого индекса отличается по годам и в течение сезона.

В нашем исследовании удалось установить, что по видовому составу на 3/4 исследованное зоопланктонное сообщество состоит из зоопланктеров

близко расположенного Арбековского пруда и р. Суры. Остальные обнаруженные зоопланктонные виды попали в водоем из небольших ручьев и, возможно, временных водоемов, а также водных объектов расположенных на большем расстоянии.

Список литературы

1. Синицкий А. В. Особенности структурной организации зоопланктоценозов малых водоемов урбанизированных территорий : автореф. ... канд. биол. наук. Самара : СГУ, 2004. 20 с.
2. Герасимов Ю. Л. Зоопланктон как компонент гидробиоценозов городских прудов // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. 2007. № 8. С. 39–49.
3. Лобуничева Е. В. Зоопланктон малых водоемов разных ландшафтов Вологодской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок : Вологод. гос. пед. ун-т, 2009. 19 с.
4. Chantal A., MacPhee S., Keller W. Constructed ponds colonised by crustacean zooplankton local and regional influences // *J. Limnol.* 2013. Т. 72, № 3. P. 524–553.
5. Leon D., Penalver P., Casas J. [et al.]. Zooplankton richness in farm ponds of Andalusia (Southern Spain). A comparison with natural wetlands // *Limnetica.* 2010. Т. 29, № 1. P. 153–162.
6. Герасимов Ю. Л., Кленова Н. А., Орлова С. А. Аэробная и факультативно анаэробная микробиота городских водоемов (г. Самара) // Поволжский экологический журнал. 2016. № 1. С. 41–48.
7. Погода в Пензенской области. URL: www.pogodaiklimat.ru (дата обращения: 01.01.2020).
8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. М. : Наука, 1975. 254 с.
9. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
10. Палий В. Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоологический журнал. 1961. Т. 60, вып. 1. С. 3–12.
11. Kownacki A. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish Hight Tatra, Mts // *Acta Hydrobiol.* 1971. Vol. 13, № 2. P. 439–463.
12. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука, 1996. 189 с.
13. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologica electronica.* 2001. Vol. 4, iss. 1. 9 p.
14. Сенкевич В. А. Видовая структура сообществ зоопланктона малых рек и искусственных водоемов лесостепной зоны Приволжской возвышенности (на примере Пензенской области) : автореф. ... канд. биол. наук. Пенза, 2017. 27 с.
15. Пастухова Ю. А. Состояние зоопланктонного сообщества р. Суры (г. Пенза) // Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Биологические науки. Тольятти, 2019. С. 356–360.
16. Стойко Т. Г., Мазей Ю. А., Сенкевич В. А. Планктонные коловратки пензенских водоемов. Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. 166 с.
17. Чуйков Ю. С. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). Тольятти : ИЭВБ РАН, 2000. 196 с.
18. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. Л. : Наука, Ленинградское отделение, 1970. 744 с.
19. Монаков А. В. Питание пресноводных беспозвоночных. М. : Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, 1998. 319 с.

References

1. Sinitskiy A.V. Features of the structural organization of zooplanktocenoses of small water bodies of urbanized territories. PhD abstract. Samara: SGU, 2004:20. (In Russ.)
2. Gerasimov Yu.L. Zooplankton as a component of hydrobiocenoses of urban ponds. *Vestnik Samarskogo universiteta. Estestvennonauchnaya seriya = Bulletin of Samara University. Natural sciences*. 2007;(8):39–49. (In Russ.)
3. Lobunicheva E.V. Zooplankton of small water bodies in different landscapes of the Volgda region. PhD abstract. Borok: Vologod. gos. ped. un-t, 2009:19. (In Russ.)
4. Chantal A., MacPhee S., Keller W. Constructed ponds colonised by crustacean zooplankton local and regional influences. *J. Limnol.* 2013;72(3):524–553.
5. Leon D., Penalver P., Casas J. [et al.]. Zooplankton richness in farm ponds of Andalusia (Southern Spain). A comparison with natural wetlands. *Limnetica*. 2010;29(1):153–162.
6. Gerasimov Yu.L., Klenova N.A., Orlova S.A. Aerobic and facultative anaerobic microbiota of urban water bodies (Samara). *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal = Volga ecological journal*. 2016;(1):41–48. (In Russ.)
7. *Pogoda v Penzenskoy oblasti = The weather in Penza region*. (In Russ.). Available at: www.pogodaiklimat.ru (accessed 01.01.2020).
8. Mordukhay-Boltovskiy F.D. (ed.). *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov = Methodology for studying biogeocenoses of inland water bodies*. Moscow: Nauka, 1975:254. (In Russ.)
9. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. *Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii = Quantitative hydroecology: methods of system identification*. Tolyatti: IEVB RAN, 2003:463. (In Russ.)
10. Paliy V.F. On quantitative indicators in the processing of faunistic materials. *Zoologicheskiy zhurnal = Zoological journal*. 1961;60(1):3–12. (In Russ.)
11. Kownacki A. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish Hight Tatra, Mts. *Acta Hydrobiol.* 1971;13(2):439–463.
12. Andronikova I.N. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov = Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types*. Saint Petersburg: Nauka, 1996: 189. (In Russ.)
13. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica electronica*. 2001;4(1):9.
14. Senkevich V.A. Species structure of zooplankton communities in small rivers and artificial reservoirs in the forest-steppe zone of the Volga Upland (on the example of the Penza region). PhD abstract. Penza, 2017:27. (In Russ.)
15. Pastukhova Yu.A. The state of the zooplankton community of the Sura river (Penza). *Ekologicheskiy sbornik 7: Trudy molodykh uchenykh. Biologicheskie nauki = Environmental collection 7: Proceedings of the young scientists. Biological sciences*. Tolyatti, 2019:356–360. (In Russ.)
16. Stoyko T.G., Mazey Yu.A., Senkevich V.A. *Planktonnye kolovratki penzenskikh vodoemov = Planktonic rotifers of Penza water bodies*. Penza: Izd-vo PGU, 2016:166. (In Russ.)
17. Chuykov Yu.S. *Materialy k kadastru planktonnykh bespozvonochnykh basseyna Volgi i Severnogo Kaspiya. Kolovratki (Rotatoria) = Materials for the cadastre of planktonic invertebrates in the Volga and Northern Caspian basins. The rotifers (Rotatoria)*. Tol'yatti: IEVB RAN, 2000:196. (In Russ.)
18. Kutikova L.A. *Kolovratki fauny SSSR = The rotifers of the USSR fauna*. Leningrad: Nauka, Leningradskoe otделение, 1970:744. (In Russ.)
19. Monakov A.V. *Pitanie presnovodnykh bespozvonochnykh = Feeding freshwater invertebrates*. Moscow: In-t problem ekologii i evolyutsii im. A.N. Severtsova, 1998:319. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Тамара Григорьевна Стойко

кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: tgstojko@mail.ru

Tamara G. Stojko

Candidate of biological sciences, associate
professor, associate professor
of the sub-department of zoology and
ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Виктория Александровна Сенкевич

кандидат биологических наук, ассистент
кафедры зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: viktoriya0606@mail.ru

Victoria A. Senkevich

Candidate of biological sciences, assistant
of the sub-department of zoology and ecol-
ogy, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Юлия Александровна Пастухова

магистрант, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: yuliya.pastukhova.98@mail.ru

Julija A. Pastuchova

Master degree student, Penza State
University (40 Krasnaya street, Penza,
Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 18.09.2021

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 20.10.2021

Принята к публикации / Accepted 21.11.2021