

DOI: 10.24143/2073-5529-2018-1-14-26  
УДК 597-19+597-115.2

С. О. Бубунец, А. В. Жигин, Э. В. Бубунец

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАЛЫХ ВОДОЕМОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПАРКОВЫХ ЗОНАХ ГОРОДА МОСКВЫ

Дана оценка биологического и экологического состояния комплекса прудов трех парковых зон г. Москвы, расположенных в Северном, Центральном и Западном административных округах. Площадь водоемов варьировала от 0,12 до 3,71 га, средняя глубина от 1,12 до 2,4 м. В соответствии с существующими критериями проведен анализ собранного гидробиологического материала. Определены общая и сезонная численность и биомасса фитопланктона, зоопланктона, бентоса. В составе альгоценоза прудов за период наблюдений доминировали представители следующих родов: вольвоксовые, десмидиевые, диатомовые, желтозеленые, зигменовые, золотистые, пирофитовые, протококковые, синезеленые, эвгленовые. Численность водорослей в прудах составила 0,58–6,78 млн экз./л, биомасса 0,87–9,70 мг/л. Зоопланктон обследованных прудов представлен организмами трех систематических групп: Rotatoria, Cladocera и Copepoda. Численность зоопланктона в прудах варьировала от 5,50 до 3 943,20 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса от 0,05 до 18,60 г/м<sup>3</sup>. Преобладание тех или иных представителей планктонных групп зависело от сезона. В пробах зообентоса были обнаружены олигохеты, личинки хирономид и поденок, ручейники и пиявки. Численность бентосных организмов в прудах составила 0,10–22,90 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса 0,10–10,80 г/м<sup>2</sup>. Состав высшей водной растительности представлен погруженными растениями и растениями с плавающими листьями (8 видов), плавающими растениями (1 вид), прибрежными растениями (10 видов). В ихтиофауне водоемов присутствуют 12 видов, из них аборигенные (сазан, карась, плотва, лещ, линь, верховка, головешка-ротан, щука, окунь, судак), интродуценты (белый амур, толстолобик). На примере Большого Голицынского пруда показано, что эпизодический выпуск и присутствие толстолобиков (пестрый и гибридный) позволяет утилизировать не только зоо-, но и фитопланктон, а выпуск белого амура – высшую водную растительность.

**Ключевые слова:** городские малые водоемы, фитопланктон, зоопланктон, бентос, высшая водная растительность, ихтиофауна, трофность прудов.

### Введение

Сохранившиеся в черте Москвы и ближнем Подмосковье природные компоненты лугов, болот, водоемов, рек, лесов претерпели значительные изменения в результате воздействия комплекса антропогенных факторов, утратили те или иные качества, характерные для естественных экосистем из-за бесконтрольного освоения, и подвергаются угрозе полной деградации.

На территории Москвы расположено около 400 водоемов – прудов естественного и искусственного происхождения, из которых 170 являются русловыми прудами, общее зеркало которых составляет 650 га, общая же площадь всех искусственных водоемов Москвы, включая Химкинское водохранилище, насчитывает более 80 000 га. Все они подвержены мощному антропогенному биогенному и техногенному воздействию и, как следствие, эвтрофикации. Загрязнение и рост трофности водоемов в настоящее время являются наиболее негативными процессами, обуславливающими утрату рекреационной привлекательности парковых водоемов. Избыточное поступление биогенных элементов (азота, фосфора и углерода) приводит к интенсивному развитию бактерио-, фито- и зоопланктона, высшей водной растительности и нарушению равновесия между процессами образования биомассы и ее деструкции или ассимиляции. При этом вода приобретает неприятный запах, изменяется ее цвет, повышается мутность, образуются хлопья полуразложившейся органики и погибшей водной растительности.

Одними из наиболее эффективных потребителей излишней биомассы в условиях интенсивного поступления биогенных элементов являются различные виды рыб. В России наиболее часто в качестве рыб-мелиораторов используются акклиматизанты дальневосточного комплекса растительноядных рыб: фитопланктофаг белый толстолобик, зоопланктофаг пестрый толстолобик, а также их гибриды, имеющие смешанный тип питания, и белый амур, употребляющий высшую водную растительность [1]. Аборигенные виды рыб из семейства карповых, окуневых

и др. тоже в определенной степени сдерживают развитие зоопланктонных организмов, т. к. ими, как минимум, питается вся молодь. Оценка биологического баланса парковых водоемов является одной из актуальных задач при разработке рекомендаций по реабилитации малых водных объектов в рекреационной схеме городских агломераций и раскрытию возможности их рационального использования. Поэтому по заказу Правительства Москвы были проведены комплексные гидробиологические исследования парковых водоемов.

**Цель работы** – дать оценку биологического состояния прудов парковых зон столицы для разработки рекомендаций по созданию привлекательных рекреационных водных систем.

### **Материал и методы исследований**

В ходе исследований изучены три экологически различные группы прудов г. Москвы.

Группа I состояла из 7 непроточных прудов (от 0,12 до 3,71 га, средняя глубина 1,12-1,55 м) природного комплекса «Парк Дружбы», расположенного в районе «Левобережный» Северного административного округа, с минимальным антропогенным воздействием на биоценоз.

Группа II – непроточные Голицынские пруды, состоящие из Большого (1,82 га, средняя глубина 2,27 м) и Малого (0,39 га, средняя глубина 1,18 м) прудов на территории «Центрального парка культуры и отдыха им. М. Горького» в Центральном административном округе. При благоустройстве береговой линии прудов в начале XXI в. было осуществлено формирование фитоценоза высшей водной растительности, зонирование, а в 2011 г. проведено вселение растительноядных рыб.

Группа III – проточный Большой Солнцевский пруд (3,2 га, средняя глубина 2,4 м) парка «Центральный» на р. Сетунька и ее бывшем левом притоке в муниципальном районе «Солнцево» Западного административного округа, со сформированным ихтиоценозом.

Главным отличием экосистем изучаемых водоемов являлось наличие или отсутствие в них проточности, высшей водной растительности и растительноядных рыб. При этом пруды в ходе исследований были разбиты на две группы по признаку наличия или отсутствия на них рыбаков. На прудах группы «Дружба 1» они отсутствовали, на прудах группы «Дружба 2» отмечено регулярное присутствие рыбаков-любителей, как и на прудах Большой Голицынский и Солнцевский. Малый Голицынский пруд также не пользовался вниманием у рыболовов.

В процессе исследований проведены гидробиологические съемки с целью отбора проб для количественного и качественного определения фитопланктона (16 станций, 63 пробы), зоопланктона (21 станция, 87 проб), зообентоса (21 станция, 87 проб). Определение высшей водной растительности вели вдоль береговой линии, наличие ихтиофауны определялось по акватории водоемов, с лодки, с использованием эхолота HUMMINBIRD Piranha MAX10 и опроса рыбаков.

Сетка станций для обследования водных объектов была составлена в соответствии с общепринятой методикой по изучению биогеоценозов и водных экосистем [2], она охватывает основные точки, учитывающие различные водные биоценозы и глубины. Отбор проб проводили в весенний (май, 3-я декада), летний (июль, 3-я декада – август, 1-я декада) и зимний (декабрь, 3-я декада – январь, 1-я декада) периоды.

Контроль видового разнообразия и количественных характеристик альгоценоза проводили путем отбора и объединения проб с 3-х участков точки из поверхностного горизонта. Для определения количественного и видового состава фитопланктона пробы фиксировались формальдегидом в пластиковых бутылках объемом 1,0 л, при конечной концентрации 2 %. Отбор проб зоопланктона проводили путем вертикального облова толщи воды с помощью сети Джели. Пробу планктона сливали из планктонного стакана сети в пластиковую емкость объемом 100 мл и фиксировали с использованием 40 % раствора формальдегида, конечная концентрация в пробе которого составляла 4 %. Отбор проб бентоса проводили дночерпателем Петерсена в модификации Вавилкина с площадью пробоотбора 0,005 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности на каждой станции. Изъятые и отмытые образцы макрозообентоса, емкости с пробами фито- и зоопланктона маркировались: отмечали номер станции, глубину, дату и время отбора проб.

Помимо фито-, зоопланктона и бентоса уделялось внимание развитию и произрастанию высшей водной растительности, необходимой как для обитания и нереста аборигенной ихтиофауны, так и для питания белого амура. Видовое определение высшей водной растительности

проводилось по существующим атласам-определителям [3, 4]. При выяснении состава ихтиофауны опирались на данные опроса рыбаков, собственные исследования и литературные источники [5–7]. Оценку биомассы планктонных и бентосных организмов проводили в соответствии со стандартными методиками, применяемыми в гидробиологии [8–11].

### Результаты исследований и их обсуждение

**Видовой состав фитопланктона.** В составе альгоценоза прудов за весенний, летний и зимний периоды наблюдений отмечены представители следующих родов: вольвоксовые, десмидиевые, диатомовые, желтозеленые, зигменовые, золотистые, пирофитовые, протококковые, синезеленые, эвгленовые и ряд других. Преобладание тех или иных представителей сообществ зависело от сезона.

Количественное развитие фитопланктона в непроточных прудах за период исследований характеризовалось низкими показателями (0,58–3,53 млн экз./л). Максимальная численность водорослей в прудах «Парка Дружбы» и Малом Голицынском пруду не превышала 2,17 млн экз./л, тогда как в Большом Голицынском пруду этот показатель был в 1,7 раза выше. Разброс общей биомассы фитопланктона непроточных прудов составил 0,87–9,70 мг/л. Картина распределения максимальной биомассы была несколько другая по сравнению с численностью. Так, в прудах «Дружба 2» и на Малом Голицынском пруду она составила 6,3 и 6,5 мг/л, а в прудах «Дружба 1» и Большом Голицынском пруду была в 1,2 и 1,5 раза выше соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Общая численность и биомасса фитопланктона в прудах

Пруд / Показатель	«Дружба 1»	«Дружба 2»	Голицынский		Солнцевский
			Большой	Малый	
n	24	15	6	6	12
Численность, млн экз./л					
Lim	0,58–1,69	0,76–2,17	1,25–3,53	0,59–2,07	0,74–6,78
M ± m	1,14 ± 0,2	1,43 ± 0,3	2,18 ± 0,4	1,27 ± 0,2	2,92 ± 0,6
Cv, %	38,2	32,9	35,7	47,6	79,0
Биомасса, мг/л					
Lim	1,62–7,20	0,87–6,30	2,06–9,70	0,87–6,50	1,41–9,40
M ± m	3,72 ± 0,7	3,62 ± 0,8	5,25 ± 1,0	2,84 ± 0,6	4,06 ± 0,9
Cv, %	52,0	55,6	55,8	79,0	74,5

В проточном (Солнцевском) пруду общая численность фитопланктона по станциям за период исследований была выше, а биомасса сопоставима со значениями в Большом Голицынском пруду. Так, разброс первого показателя составил 0,74–6,78 млн экз./л, второго 1,41–9,40 мг/л. При этом достоверных различий по биомассе фитопланктона между прудами не выявлено (разность не достоверна при доверительном интервале 95 %), однако между летними и зимними значениями в прудах «Дружба 2» и «Солнцевский» разность достоверна (при доверительном интервале 98,0 %).

Анализ сезонной динамики (весна, лето, зима) средних значений биомассы фитопланктона по прудам показал, что в Солнцевском пруду и прудах «Дружба 1» и «Дружба 2» минимальные значения зафиксированы в начале и конце вегетационного периода, максимальные – летом. В Большом и Малом Голицынских прудах наибольшая биомасса фитопланктона отмечена в зимний период отбора проб; средняя – в весенний (в Большом) и в летний (в Малом) период; минимальная – в летний (в Большом) и в весенний (в Малом) период. Максимальное среднее значение биомассы фитопланктона в весенний и зимний период зафиксировано в Большом Голицынском пруду (4,51 и 8,62 мг/л), летом в Солнцевском пруду – 6,70 мг/л (рис. 1).

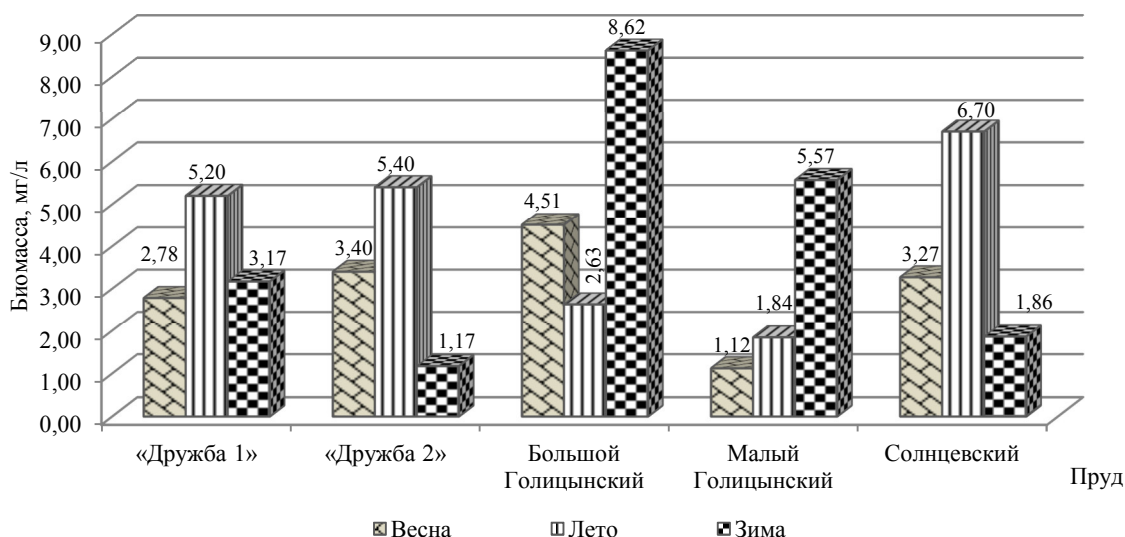


Рис. 1. Сезонная динамика средних значений биомассы фитопланктона в прудах

Результаты средних значений биомассы фитопланктона позволяют предположить, что из-за отсутствия рыб, способных потреблять фитопланктон, сезонная динамика и показатели биомассы сходны в непроточных прудах «Дружба 1, 2» и проточном Солнцевском пруду. В Малом Голицынском пруду биомасса нарастает от весны к зиме. В Большом Голицынском пруду сходная картина, однако с прогревом воды в летний период вселенные толстолобики утилизируют и сокращают биомассу фитопланктона, снижение их пищевой активности ведет к нарастанию биомассы в зимний период.

Таким образом, во всех прудах только с аборигенной ихтиофауной к концу лета наблюдается массовое развитие фитопланктона («цветение»), резкое ухудшение качества воды и повышение трофности водоема. В Большом Голицынском пруду за счет вселения пестрого толстолобика и его гибридов бурного развития фитопланктона в летний период и существенного снижения качества воды не отмечено.

**Видовой состав зоопланктона.** Зоопланктон обследованных прудов представлен организмами трех систематических групп: коловратки (Rotatoria), ветвистоусые (Cladocera) и веслоногие (Copepoda) ракообразные. Преобладание тех или иных представителей групп зависело от сезона. В «Парке Дружбы» в ряде летних проб встречались планктонные формы личинок хирономид.

Количественное развитие зоопланктона в непроточных прудах за период исследований характеризовалось низкими показателями (5,5–488,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Максимальная численность зоопланктона на Большом Голицынском пруду и в прудах «Дружба 1» не превышала 176,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>, тогда как в прудах «Дружба 2» и Малом Голицынском пруду этот показатель был в 2,7 и 5,4 раза выше. Разброс общей биомассы зоопланктона в непроточных прудах составил 0,05–6,54 г/м<sup>3</sup>. Картина распределения максимальной биомассы была сходна с ее численностью, так, в прудах «Дружба 1» и на Большом Голицынском пруду она не превышала 2,25 г/м<sup>3</sup>, а в Малом Голицынском пруду и прудах «Дружба 2» была в 2,9 и 5,8 раза выше (табл. 2).

Таблица 2

Общая численность и биомасса зоопланктона в прудах

Пруд \ Показатель	«Дружба 1»	«Дружба 2»	Голицынский		Солнцевский
			Большой	Малый	
n	24	15	15	9	24
Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>					
Lim	5,50–176,00	36,79–488,00	5,85–80,00	10,13–434,81	56,60–3 943,20
M ± m	40,83 ± 8,6	227,96 ± 56,9	37,26 ± 8,6	178,03 ± 35,7	875,28 ± 210,1
Cv, %	125,1	88,9	84,1	95,3	175,0

Окончание табл. 2

Пруд / Показатель	«Дружба 1»	«Дружба 2»	Голицынский		Солнцевский
			Большой	Малый	
n	24	15	15	9	24
Биомасса, г/м <sup>3</sup>					
Lim	0,05–1,10	0,11–6,40	0,07–2,25	0,16–6,54	0,19–18,60
M ± m	0,31 ± 0,1	2,18 ± 0,6	0,80 ± 0,2	3,08 ± 0,6	5,67 ± 1,4
Cv, %	99,3	93,1	130,7	88,0	121,6

В русловом (Солнцевском) пруду общая численность и биомасса зоопланктона по станциям за период исследований были выше. В частности, варьирование первого показателя было в пределах 56,6–3 943,2 тыс. экз./м<sup>3</sup>, второго 0,19–18,6 г/м<sup>3</sup> соответственно. Во всех прудах различия по биомассе зоопланктона оказались достоверны (при доверительном интервале 95,0–99,9 %), за исключением прудов «Дружба 2» и Солнцевский с Малым Голицынский прудом.

Рассматривая сезонную динамику (весна, лето, зима) средних значений биомассы зоопланктона по прудам, можно отметить, что по Солнцевском пруду и прудах «Дружба 1» и «Дружба 2» минимальные значения получены в начале и конце вегетационного периода, а максимальные – летом. В Большом и Малом Голицынский прудах наибольшая биомасса зоопланктона отмечена в весенний период наблюдений, средняя – летом, минимальная – зимой. Максимальное среднее значение весной зафиксировано в Малом Голицынский пруду (6,18 г/м<sup>3</sup>), летом и зимой в Солнцевском пруду (15,72 и 0,21 г/м<sup>3</sup> соответственно) (рис. 2).

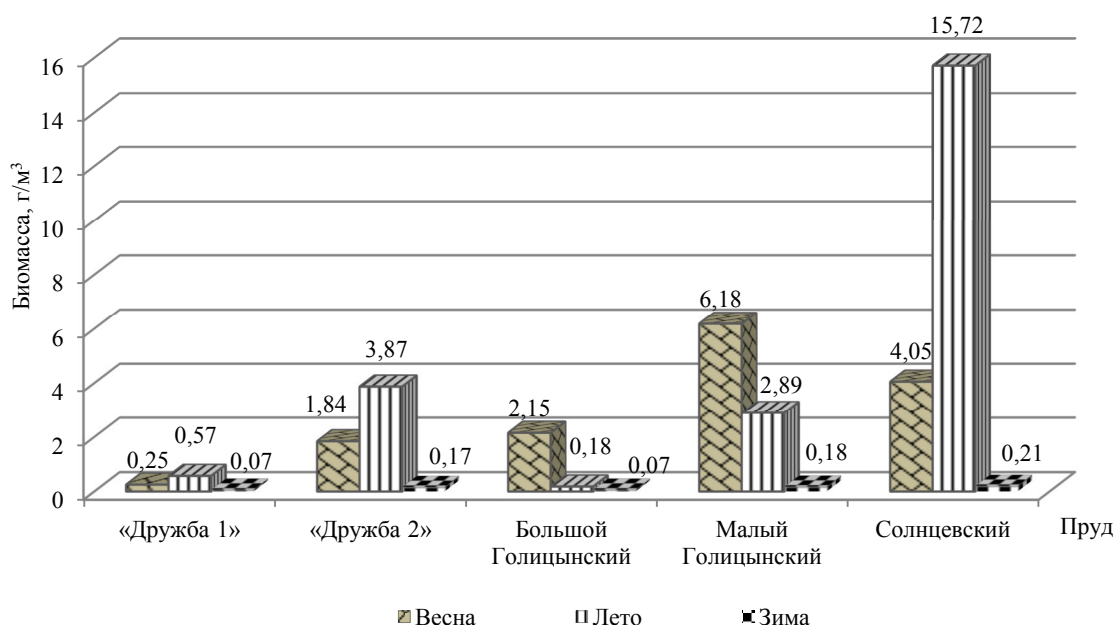


Рис. 2. Сезонная динамика средних значений биомассы зоопланктона в прудах

За период наблюдений различия по биомассе зоопланктона в прудах между весенними, летними и зимними значениями достоверна (при доверительных интервалах 95,0–99,0 %), за исключением показателей прудов «Дружба 2» и Малого Голицынского пруда в весенне-летний период.

Полученные результаты согласуются с работами отечественных авторов, которые отмечают, что от наличия рыб-фильтраторов в водоемах напрямую зависит не только численность, но и биомасса планктонных организмов [12, 13].

**Видовой состав бентоса.** В пробах зообентоса были обнаружены олигохеты, личинки хирономид и поденок, ручейники и пиявки. Данные о численности и биомассе зообентосных организмов приведены в табл. 3.

Общая численность и биомасса бентоса в прудах

Пруд / Показатель	«Дружба 1»	«Дружба 2»	Голицынский		Солнцевский
			Большой	Малый	
n	24	15	15	9	24
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>					
Lim	0,10–22,90	0,40–5,60	0,15–5,80	1,13–6,00	0,67–6,50
M ± m	3,52 ± 0,8	1,95 ± 0,5	2,45 ± 0,6	3,52 ± 0,7	3,23 ± 0,6
Cv, %	197,1	104,3	104,4	56,8	76,2
Биомасса, г/м <sup>2</sup>					
Lim	0,30–4,94	0,40–8,39	0,10–8,80	2,70–10,80	1,59–8,60
M ± m	1,80 ± 0,4	4,18 ± 1,0	3,68 ± 0,9	4,83 ± 1,0	5,00 ± 1,0
Cv, %	80,5	72,8	92,1	62,5	55,2

В отличие от фито- и зоопланктона варьирование общей численности бентоса, как в русловом, так и в непроточных водоемах, значительно меньше (0,15–6,50 тыс. экз./м<sup>2</sup>), за исключением группы прудов «Дружба 1» (0,10–22,90 тыс. экз./м<sup>2</sup>).

Варьирование биомассы донных организмов за весь период наблюдений отличалось от численности. Разброс общей биомассы зообентоса в районе исследований непроточных прудов составил 0,10–10,80 г/м<sup>2</sup>. Относительно сходные значения получены в Большом Голицынском пруду и прудах «Дружба 2» (0,10–8,80 г/м<sup>2</sup>), минимальные значения – в прудах «Дружба 1» (0,30–4,94 г/м<sup>2</sup>), максимальные – в Малом Голицынском пруду (2,70–10,80 г/м<sup>2</sup>). В русловом (Солнцевском) пруду общая биомасса зообентоса по станциям за период исследований вписывалась в диапазон значений Большого Голицынского пруда и прудов «Дружба 2», разброс показателя составил 1,59–8,60 г/м<sup>2</sup> (табл. 3). По отношению к прудам «Дружба 1» различия показателей по биомассе зообентоса достоверны в водоемах «Дружба 2», Малый Голицынский и Солнцевский пруды (при 95,0–99,5 % доверительных интервалах).

Анализ гидробиологического материала показал, что сезонная динамика средних значений биомассы зообентоса по прудам также отличается от таковой у фито- и зоопланктона. Так, в Солнцевском пруду и прудах «Дружба 1» и «Дружба 2» можно отметить рост значений от весны к зиме с промежуточными значениями летом. В Голицынских прудах минимальные значения получены в начале и конце вегетационного периода, а максимальные – летом. Максимальное среднее значение весной зафиксировано в Большом Голицынском пруду (4,95 г/м<sup>2</sup>), летом – в Малом Голицынском пруду (7,01 г/м<sup>2</sup>), зимой – в прудах «Дружба 2» (6,75 г/м<sup>2</sup>) (рис. 3).

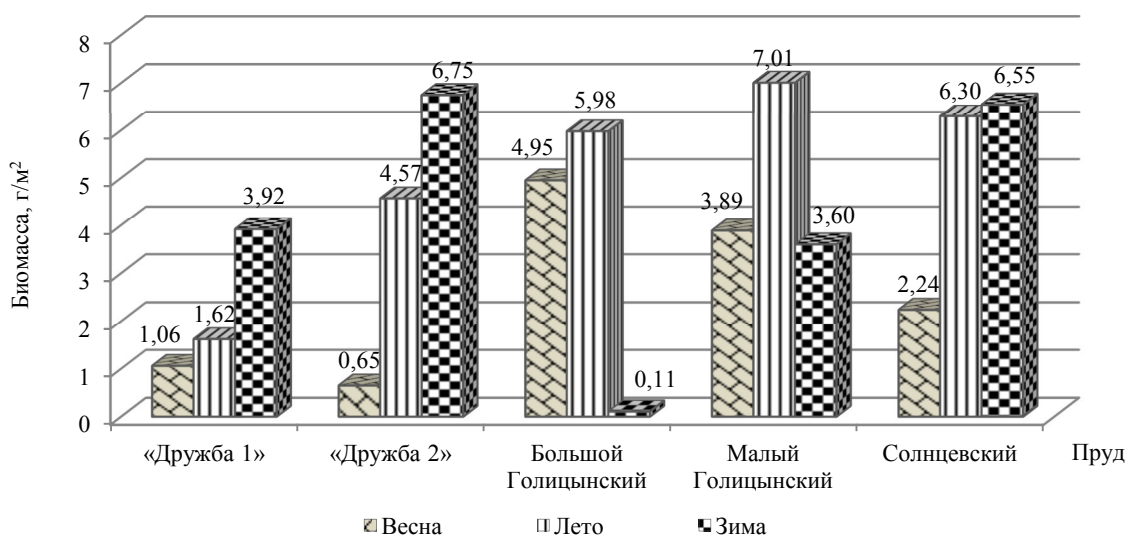


Рис. 3. Сезонная динамика средних значений биомассы зообентоса в прудах

Достоверные различия между весенней и летней биомассой выявлены в прудах «Дружба 2» и Солнцевский (доверительный интервал 99,0 %), между летней и зимней биомассой – в прудах «Дружба 1» и Большом Голицынском (доверительный интервал 98,0 %).

Анализ годовой динамики биомассы зообентоса позволяет заключить, что в малых водоемах нет достаточного количества рыб-бентофагов, которые могли бы лимитировать рост показателя на протяжении не только вегетационного периода, но и в начале зимы в Солнцевском пруду и прудах «Парка Дружбы».

**Видовой состав макрофитов.** Высшую водную растительность (ВВР) изучали в период максимальной вегетации (июль–август). По результатам натурных исследований определены прибрежные, плавающие и погруженные водные растения (табл. 4).

Таблица 4

## Видовой состав макрофитов прудов

Виды растений	Пруд	«Дружба»	Голицынские	Солнцевский
<i>Погруженные растения и растения с плавающими листьями</i>				
Элодея канадская		+	–	–
Рдест плавающий		+	–	+
Рдест гребенчатый		+	–	–
Рдест пронзеннолистный		+	–	–
Рдест блестящий		+	+	–
Роголистник погруженный		+	–	+
Кувшинка белая		–	+	–
Гречиха земноводная		–	–	+
<i>Растения плавающие</i>				
Ряска		+	+	–
<i>Прибрежные растения</i>				
Камыш озерный		–	+	–
Стрелолист обыкновенный		–	+	+
Ситняг болотный		–	+	+
Аир обыкновенный		–	+	–
Рогоз широколистный		–	+	+
Ежеголовник простой		–	+	+
Тростник обыкновенный		–	+	–
Осоки		–	+	+
Частуха подорожниковая		–	–	+
Хвощ речной		–	–	+

\* Высажены.

В прудах «Парка Дружбы» на момент проведения обследования прибрежная растительность отсутствовала полностью, погруженная водная растительность по видовому составу представлена бедно. На водоемах массово развивается элодея канадская («водная чума»), площадь зарастания достигает 95–100 %. В исследуемых водоемах также единично встречались роголистник, ряска и рдесты блестящий, гребенчатый, плавающий, пронзеннолистный.

При обследовании Голицынских прудов в парке «ЦПКиО им. М. Горького» вдоль береговой линии высажены, местами огорожены и произрастают камыш озерный, стрелолист обыкновенный, ситняг болотный, аир обыкновенный, рогоз широколистный, ежеголовник простой, тростник и осоки. На момент обследования в прибрежной зоне обнаружены кувшинка белая и декоративная, рдест блестящий, ряска.

Видовой состав ВВР, произрастающей в водной толще и вдоль берегов Солнцевского пруда, можно охарактеризовать как речной макрофитоценоз. В основном вдоль береговой линии развиты заросли аира обыкновенного, рогоза широколистного, хвоща речного. Единично встречаются стрелолист стрелолистный, ежеголовник прямой, частуха подорожниковая и осоки. На момент обследо-

вания помимо прибрежных растений в исследуемом водоеме также обнаружены погруженные растения и с плавающими листьями, наибольшее развитие получили гречиха земноводная и рдест плавающий, изредка встречается роголистник погруженный.

В период массового вегетационного развития ВВР продукционный потенциал прудов может варьировать в пределах 7–980 т. Однако в прудах, кроме Голицынских, отсутствует ихтиофауна, способная использовать данную кормовую нишу, поэтому в них биомасса макрофитов к зиме не увеличивается (табл. 4).

**Видовой состав ихтиофауны.** В ходе опроса рыбаков, изучения их уловов и осуществления эхолокации акваторий установлено, что ихтиофауна комплекса прудов в «Парке Дружбы», Голицынских прудов в парке «ЦПКИО им. М. Горького» и Большого Солнцевского пруда в парке «Центральный» представлена 12 видами рыб (табл. 5).

Таблица 5

Видовой состав ихтиофауны в прудах

Представитель ихтиофауны	Пруд	«Дружба»	Голицынские	Солнцевский
Сазан обыкновенный		–	+	+
Серебряный карась		+	+	+
Головешка-ротан		+	–	+
Обыкновенная щука		+*	+*	+
Обыкновенный окунь		+	+*	+
Обыкновенная плотва		+*	+*	+
Обыкновенная верховка		+	–	–
Лещ		–	–	+
Линь		–	–	+
Обыкновенный судак		–	–	+
Толстолобик (пестрый и гибрид)		–	+**	–
Белый амур		–	+**	–

\* Вселены рыбаками.

\*\* Вселены для борьбы с водной растительностью и планктоном.

Наличие на большей части акватории водоемов «Дружба 2», Большого Голицынского и Солнцевского прудов единичных и групповых гидробионтов мелких и средних размеров подтверждает проведенная съемка эхолотом. Результаты натурных исследований показывают, что в ихтиофауне непроточных прудов «Парка Дружбы» присутствуют следующие семейства: карповые (карась, плотва, верховка), головешковые (головешка-ротан), щуковые (щука), окуневые (окунь). В Голицынских прудах местные семейства рыб представлены карповыми (сазан, плотва, карась), щуковыми (щука), окуневыми (окунь); из интродуцентов – карповыми (белый амур и толстолобик). Ихтиофауна проточного Большого Солнцевского пруда представлена следующими аборигенными семействами рыб: карповые – сазан, карась, плотва, лещ, линь; окуневые – окунь, судак; головешковые – головешка-ротан; щуковые – щука.

Ихтиофауна в непроточных прудах сформировалась путем стихийных инвазий или вселения рыбаками. Однако без целенаправленного зарыбления водоемов растительностными рыбами не наблюдалось улучшения качества воды, о чем свидетельствует массовое развитие фито- и зоопланктона к концу вегетационного сезона.

Таким образом, в летний период массового вегетационного развития ВВР продукционный потенциал прудов «Парка Дружбы» может достигать 980 т, Голицынских прудов – 7–8 т, продукция по зоопланктону в прудах «Парка Дружбы» может достигать 82,5 кг/га, по бентосу – 81,7 кг/га, в Голицынских прудах – 33,8 и 139,9 кг/га соответственно [14, 15]. Годовая продукция фитопланктона в прудах варьирует от 28,4 до 52,5 кг/га, зоопланктона 3,1–56,7 кг/га, бентоса 18–50 кг/га (рис. 4).



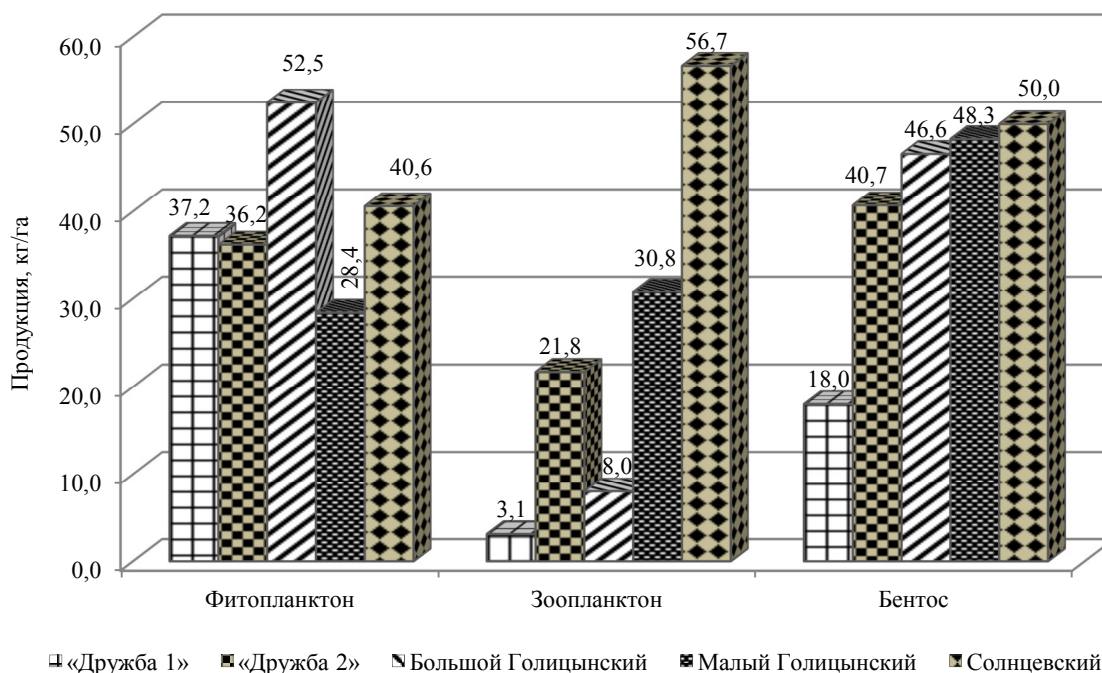


Рис. 4. Годовая продукция фито-, зоопланктона и бентоса по малым водоемам

Максимальная суммарная биопродукция получена в Солнцевском пруду (147,2 кг/га), минимальная – в прудах «Дружба 1» (58,2 кг/га); в Голицынских прудах и прудах «Дружба 2» суммарная биопродукция составила 98,7–107,5 кг/га.

Для оценки биологического качества водоемов были использованы обобщенные данные, разработанные для характеристики малых водоемов по биоиндикаторам, трофности и генезису [16]. По средней биомассе фитопланктона (см. рис. 1) в летний период все группы прудов «Парка Дружбы» и Солнцевский пруд можно отнести к мезотрофному типу с признаками эвтрофности, Большой Голицынский пруд – к олиготрофному типу с признаками мезотрофности, Малый Голицынский пруд – к дистрофному типу с признаками олиготрофности. С другой стороны, если принять во внимание показатели зимних съемок, то Голицынские пруды можно отнести к мезотрофному типу с признаками эвтрофности.

Изученные пруды по средней биомассе зоопланктона (см. рис. 2) относятся к следующим типам: Солнцевский – эвтрофный; группа прудов «Дружба 2» и Малый Голицынский пруд – мезотрофный; группа прудов «Дружба 1», Большой Голицынский пруд – дистрофные. Однако на основании максимальных весенних показателей (май, 3-я декада) статус Большого Голицынского пруда меняется на олиготрофный с признаками мезотрофности.

Оценивая трофность прудов в летний период по средней биомассе бентосных организмов (см. рис. 3), их можно охарактеризовать следующим образом. Группа прудов «Дружба 2», Большой Голицынский и Солнцевский пруды – мезотрофный тип с признаками эвтрофии; группа прудов «Дружба 1» – дистрофный тип; Малый Голицынский пруд – эвтрофный тип с признаками мезотрофии. В зимний период трофность у прудов «Дружба 1» возрастает до мезотрофного типа; у прудов «Дружба 2» – до эвтрофного типа с признаками мезотрофии.

Наличие рыб-эдификаторов указывает на мезотрофный тип прудов с признаками эвтрофии. Присутствие макрофитов-эдификаторов указывает в большинстве случаев на эвтрофный тип с признаками как мезотрофии, так и олиготрофии. Полученные результаты типизации по средней биомассе организмов и присутствию ряда эдификаторов сведены в табл. 6 (→ – с признаками перехода от одного уровня трофности к другому).

## Оценка трофности прудов (летнее развитие/максимальное развитие в другой период)

Пруд \ Показатель	Фитопланктон	Зоопланктон	Бентос	Ихтиофауна	ВВР
«Дружба 1»	м*→э**	д***	д / м	м→э	э←м
«Дружба 2»	м→э	м	м→э / э←м	м→э	э←м
Большой Голицынский	о****→м / м→э	д / о→м	м→э	м→э	э←м
Малый Голицынский	д→о / м→э	м/э	э←м	м→э	э←м
Солнцевский	м→э	э	м→э	м→э	э←м

\*м – мезотрофный; \*\*э – эвтрофный; \*\*\*д – дистрофный; \*\*\*\*о – олиготрофный.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- в группах прудов, связанных между собой («Дружба 1» и «Дружба 2», Большой и Малый Голицынский пруды) выявлены достоверные различия по развитию кормовой базы (зоопланктон, бентос), обуславливающие наличие или отсутствие ихтиофауны;
- в малых парковых водоемах с различными экосистемами установлена неоднородность уровня развития планктонных и бентосных организмов в весенний, летний и зимний периоды;
- сезонная динамика средних значений биомассы планктонных и бентосных организмов в прудах, где отсутствовали растительноядные рыбы, имела сходную картину;
- существующий аборигенный состав и численность ихтиофауны в большинстве прудов слабо используют фито-, зоопланктон и бентос как кормовую базу;
- на примере Большого Голицынского пруда показано, что эпизодический выпуск и присутствие толстолобиков (пестрый и гибрид) позволяет утилизировать не только зоо-, но и фито-планктон, а белого амура – высшую водную растительность, т. е. присутствие рыб-фильтраторов отразилось на снижении биомассы фито- и зоопланктона, особенно в летний период.

### Заключение

Наличие в исследованных парковых прудах г. Москвы остаточной биомассы организмов разных трофических уровней свидетельствует о том, что она плохо используется. Преобладание продукционных процессов над деструкционными и незаполненность трофических ниш приводят к повышению дестабилизации экосистем и повышению трофности прудов. При этом излишняя органика загрязняет водоем: ухудшает качество воды, аккумулируется на дне и формирует мощные иловые отложения, способствует появлению неприятных запахов и развитию патогенного бактериопланктона. Это приводит к снижению рекреационной привлекательности водоема, как для рыбаков, так и для отдыхающих.

Для утилизации излишней органики и снижения трофности водоемов и выполнения санитарных норм, а также повышения рекреационной привлекательности для рыбаков-любителей, целесообразно проводить регулярное зарыбление прудов видами рыб разного трофического уровня.

В данном случае при отсутствии серьезных хищников все водоемы можно зарыблять годовиками или сеголетками растительноядных рыб (белого амура, толстолобика и их гибридов) и сазана массой 25–50 г. Плотности посадки и особенности зарыбления рекреационных прудов будут рассмотрены нами в следующем исследовании.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградов В. К.* Рекомендации по использованию растительноядных рыб для зарыбления естественных водоемов и водохранилищ. М.: ВНИИПРХ, 1975. 12 с.
2. *Методика* изучения биогеоценозов внутренних водоемов / отв. ред. Ф. Д. Мордохай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
3. *Новиков В. С., Губанов И. А.* Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. М.: Дрофа, 2008. 415 с.
4. *Шанцер И. А.* Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2004. 423 с.
5. *Атлас* пресноводных рыб России. В 2-х т. / под ред. Ю. С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 2. 253 с.

6. *Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах.* Л.: ГосНИОХ, 1986. 65 с.
7. *Шатуновский М. И.* Рыбы Подмосковья. М.: Наука. 1988. 142 с.
8. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция.* Л.: ГосНИОРХ, 1983. 51 с.
9. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция.* Л.: ГосНИОРХ, 1981. 32 с.
10. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция.* Л.: ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
11. *Рекомендации по методике количественного учета пресноводных беспозвоночных / под ред. Н. А. Дзюбина.* М.: ИБВВ АН СССР, 1968. 22 с.
12. *Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству.* М.: Агропромиздат, 1986. Т. 1. 262 с.
13. *Багров А. М., Богерук А. К. и др.* Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб / под ред. В. К. Виноградова. СПб.: ООО «ИП Комплекс», 2000. 212 с.
14. *Бубунец С. О.* Аквакультура при организации досуга на водоемах в парковых зонах: биологическая и экономическая оценка // Материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Интегрированные технологии аквакультуры в фермерских хозяйствах» (Москва, 9 декабря 2016 г.). М.: Изд-во «Перо», 2016. С. 30–39.
15. *Бубунец С. О.* Биологическая и экономическая оценка организации рекреационного рыбоводства на водоемах парковой зоны г. Москвы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. Т. 138. № 7. С. 47–58.
16. *Козлов А. В.* Типизация и биоиндикация малых водоемов фермерских хозяйств для их рыбохозяйственного использования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2005. 24 с.

Статья поступила в редакцию 28.02.2018

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бубунец Светлана Олеговна** — Россия, 140410, Московская область, Коломна; Государственный социально-гуманитарный университет; соискатель кафедры аквакультуры и пчеловодства; старший преподаватель кафедры начального и дошкольного образования; [bubunets@bk.ru](mailto:bubunets@bk.ru).

**Жигин Алексей Васильевич** — Россия, 107140, Москва; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; д-р с.-х. наук, доцент; главный научный сотрудник лаборатории маркировки беспозвоночных; [azhigin@gmail.com](mailto:azhigin@gmail.com).

**Бубунец Эдуард Владимирович** — Россия, 125009, Москва; Центральное Управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации; д-р с.-х. наук; начальник отдела рыбохозяйственной экспертизы сооружений и технологий, оказывающих воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания; [ed\\_fish\\_69@mail.ru](mailto:ed_fish_69@mail.ru).

*S. O. Bubunets, A. V. Zhigin, E. V. Bubunets*

### BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SMALL RESERVOIRS LOCATED IN PARK ZONES OF MOSCOW

**Abstract.** The article describes the biological and ecological state of ponds of three park zones located in northern, central and western administrative districts of Moscow. The area of reservoirs varied from 0.12 to 3.71 ha, average depth varied from 1.12 to 2.4 m. The analysis of hydrobiological material in accordance with existing criteria has been carried out. Total and seasonal concentra-

tion and biomass of phytoplankton, zooplankton and benthos are determined. During observation period in composition of algocenosis prevailed representatives of following groups of algae: Volvocophyceae, Desmidiaceae, Bacillariophyta, Xanthophyta, Zygnematophyceae, Chrysophyta, Pyrrophyta, Protococccophyceae, Cyanophyta, Euglenophyta. Concentration of algae in ponds varied from 0.58 up to 6.78 mln/l, total biomass varied from 0.87 to 9.70 mg/l. Zooplankton of the inspected ponds was represented by species of three systematic groups: Rotatoria, Cladocera and Copepoda. Concentration of zooplankton organisms varied from 0.0055 to 3.9432 mln/m<sup>3</sup>, biomass varied from 0.05 to 18.60 g/m<sup>3</sup>. Zoobenthos included Oligochaeta, Clitellata and insect larvae (Chironomidae, Ephemeroptera, Trichoptera). Prevalence of various representatives of plankton groups depended on the season of the year. In zoobentos samples there were found oligochaeta, chironomid and mayfly larvae, caddisflies and leeches. Higher plants were represented by 8 hydrophytic species, 1 species with floating leaves and 10 aerial coastal species. Ichthyofauna of ponds included 12 species among which aboriginal species were common carp, crucian carp, roach, bream, tench, verkhovka, Amur sleeper, pike, perch, pike-perch; invasive species were grass carp, silver carp. The investigations of the large Golytsinsky pond have demonstrated that episodic releases of silver carp (spotted and hybrid) make possible to utilize both zooplankton and phytoplankton, and release of grass carp helps utilize higher water plants.

**Key words:** town little reservoirs, phytoplankton, zooplankton, benthos, higher water plants, ichthyofauna, pond productivity.

#### REFERENCES

1. Vinogradov V. K. *Rekomendatsii po ispol'zovaniiu rastitel'noiadnykh ryb dlia zarybreniia estestvennykh vodoemov i vodokhranilishch* [Recommendations on using herbivorous fish for seeding natural water bodies and reservoirs]. Moscow, VNIIPRKh, 1975. 12 p.
2. *Metodika izucheniia biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* [Methods of research of inland waters biocenosis]. *Otvetstvennyi redaktor F. D. Mordukhai-Boltovskoi*. Moscow, Nauka Publ., 1975. 240 p.
3. Novikov V. S., Gubanov I. A. *Populiarnyi atlas-opredelitel'. Dikorastushchie rasteniia* [Popular atlas-determiner. Wild flora]. Moscow, Drofa Publ., 2008. 415 p.
4. Shantser I. A. *Rasteniia srednei polosy Evropeiskoi Rossii. Polevoi atlas* [Flora of the central European Russia. Field atlas]. Moscow, *Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK*, 2004. 423 p.
5. *Atlas presnovodnykh ryb Rossii. V 2-kh tomakh* [Atlas of fresh water fishes of Russia. In 2 volumes]. Pod redaktsiei Iu. S. Reshetnikova. Moscow, Nauka Publ., 2002. Vol. 2. 379 p.
6. *Metodicheskie ukazaniia po sboru i obrabotke ikhtiologicheskogo materiala v malykh ozerakh* [Methodological guidelines on collecting and processing ichthyological material in small ponds]. Leningrad, GosNIOKh, 1986. 65 p.
7. Shatunovskii M. I. *Ryby Podmoskov'ia* [Fishes of Moscow region]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 142 p.
8. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniiaakh na presnovodnykh vodoemakh. Zoobentos i ego produktsiia* [Methodological guidelines on collecting and processing materials on hydrobiological research of freshwater bodies. Zoobenthos and its products]. Leningrad, GosNIORKh, 1983. 51 p.
9. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniiaakh na presnovodnykh vodoemakh. Fitoplankton i ego produktsiia* [Methodological guidelines on collecting and processing materials on hydrobiological research of freshwater bodies. Phytoplankton and its products]. Leningrad, GosNIORKh, 1981. 32 p.
10. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniiaakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiia* [Methodological guidelines on collecting and processing materials on hydrobiological research of freshwater bodies. Zooplankton and its products]. Leningrad, GosNIORKh, 1982. 33 p.
11. *Rekomendatsii po metodike kolichestvennogo ucheta presnovodnykh bespozvonochnykh* [Recommendations on quantitative record of freshwater invertebrates]. Pod redaktsiei N. A. Dziubina. Moscow, IBVV AN SSSR, 1968. 22 p.
12. *Sbornik normativno-tehnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu* [Collected regulatory and technical documents on commercial fish farming]. Moscow, Agropromizdat, 1986. Vol. 1. 262 p.
13. Bagrov A. M., Bogeruk A. K. i dr. *Rukovodstvo po biotekhnike razvedeniia i vyrashchivaniia dal'nevostochnykh rastitel'noiadnykh ryb* [Manual on biotechnics of breeding herbivorous fishes in the Far East]. Pod redaktsiei V. K. Vinogradova. Saint-Petersburg, OOO «IP Kompleks» Publ., 2000. 212 p.
14. Bubunets S. O. *Akvakul'tura pri organizatsii dosuga na vodoemakh v parkovykh zonakh: biologicheskai i ekonomicheskai otsenka* [Aquaculture of ponds and organization of leisure time in the park zones: biological and economic assessment]. *Materialy dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Integ-*

*rirovannye tekhnologii akvakul'tury v fermerskikh khoziaistvakh» (Moskva, 9 dekabria 2016 g.). Moscow, Izd-vo «Pero», 2016. Pp. 30-39.*

15. Bubunets S. O. Biologicheskaja i ekonomicheskaja otsenka organizatsii rekreatsionnogo rybovodstva na vodoemakh parkovoi zony g. Moskvy [Biological and economic assessment of organizing recreational fish breeding in the ponds of the park zones in Moscow]. *Rybovodstvo i rybnoe khoziaistvo*, 2017, vol. 138, no. 7, pp. 47-58.

16. Kozlov A. V. *Tipizatsiia i bioindikatsiia malykh vodoemov fermerskikh khoziaistv dlia ikh rybokhoziaistvennogo ispol'zovaniia. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Typification and bioindication of small water bodies of the farms for their use for fish breeding. Abstract of dis. kand. biol. sci.]. Moscow, 2005. 24 p.

The article submitted to the editors 28.02.2018

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Bubunets Svetlana Olegovna** – Russia, 140410, Moscow region, Kolomna; State University of Humanities and Social Studies; Competitor of the Department of Aquaculture and Bee-keeping; Senior Lecturer of the Department of Primary and Preschool Education; bubunets@bk.ru.

**Zhigin Alexey Vasilevich** – Russia, 107140, Moscow; Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; Doctor in Agriculture, Assistant Professor; Chief Researcher of the Laboratory of Invertebrate Mariculture; azhigin@gmail.com.

**Bubunets Eduard Vladimirovich** – Russia, 125009, Moscow; Central Department of Fisheries Expertise and Review and Protection and Reproduction Standards; Doctor in Agriculture; Head of Department of Fisheries Expertise of Structures and Technologies Influencing Aqueous Bioresources and Their Habitat; ed\_fish\_69@mail.ru.

