

УДК 595.18(28:47)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПУТИ РАССЕЛЕНИЯ АМЕРИКАНСКОЙ КОЛОВРАТКИ *KELLICOTTIA BOSTONIENSIS* (ROUSSELET, 1908) (ROTIFERA: BRACHIONIDAE) В ВОДОЁМАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2015 Жданова С.М.^{1*}, Лазарева В.И.^{1**}, Баянов Н.Г.^{2***}, Лобуничева Е.В.^{3****},
Родионова Н.В.^{4*****}, Шурганова Г.В.^{6*****}, Кулаков Д.В.^{5*****}, Ильин М.Ю.^{6*****}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
Борок Ярославская обл. 152742; *zhdanova83@gmail.com, ** laz@ibiw.yaroslavl.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный природный биосферный заповедник
«Керженский», Нижний Новгород 603001; *** bayanovng@mail.ru

³ Вологодская лаборатория Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства»,
Вологда 160012; **** lobunicheva_ekat@mail.ru

⁴ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт озёроведения Российской академии
наук, Санкт-Петербург 196105; ***** nleptodora@gmail.com

⁵ Санкт-Петербургское отделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук,
Санкт-Петербург 199004; ***** dvkulakov@mail.ru

⁶ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород 603950; ***** galina.nngu@mail.ru,
***** maxim_ilin@list.ru

Поступила в редакцию 06.10.2015

В первом десятилетии XXI в. в России участились находки вселенца – американской коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908). К 2015 г. *K. bostoniensis* обнаружена более чем в 40 разнотипных водоёмах и водотоках Европейской части России. Коловратка широко распространена и стала обычным видом в лесных озёрах и реках бассейна Балтийского моря, Волжско-Балтийского водораздела, а в бассейне Волги расселилась на юг до 55° с. ш. (озёра бассейнов рек Ока и Пра) и на восток почти до 45° в. д. (р. Керженец, бассейн Чебоксарского водохранилища). Коловратка обитает в малых (<3 км²) и больших (>200 км²), в мелководных (<1 м) и глубоких (>20 м) водоёмах с диапазоном трофности от олиго- до эвтрофии. В России *K. bostoniensis* встречается в более широком диапазоне цветности воды (30–680 град. Рт-Со шкалы) по сравнению с водоёмами Западной Европы. Она не требовательна к температуре и насыщению воды кислородом. В гипolimнионе стратифицированных озёр *K. bostoniensis* достигает высокой численности (>100 тыс. экз./м³) при очень низкой концентрации растворённого кислорода (<2.5 мг/л, или около 20% насыщения) и температуре воды 5–12 °С. Совместное обитание вселенца и аборигенного вида *K. longispina* выявлено для глубоководных озёр и участков водохранилищ (глубина более 5 м), в мелководных озёрах часто находили только *K. bostoniensis*. Напротив, в крупных водохранилищах Верхней Волги на большинстве участков зарегистрирована исключительно *K. longispina*. Обсуждается возможность и направление переноса коловратки водоплавающими птицами.

Ключевые слова: *Kellicottia bostoniensis*, распространение, пути расселения, водоёмы Европейской России.

Введение

В роде *Kellicottia* Ahlstrom, 1938 (сем. Brachionidae) известны два вида: *K. longispina*

(Kellicott, 1879) и *K. bostoniensis* (Rousselet, 1908) [Кутикова, 1970; Koste, 1978]. *K. longispina* – широко распространённый обитатель

северных широт, пелагический озёрный эвригалинный вид [Кутикова, 1970]. Передний спинной край панциря с шестью непарными неравными шипами. Срединный правый шип наиболее длинный, левый – значительно короче. Боковые шипы довольно длинные. Общая длина тела изменяется от 400 до 1000 мкм [Koste, 1978]. На переднем спинном крае панциря *K. bostoniensis* четыре неравные шипа, самый длинный – 140 мкм, размеры тела – 380 мкм [Koste, 1978]. Фотографии обоих видов приведены в работах [Жданова, Добрынин, 2011; Лазарева, Жданова, 2014; Bayanov, 2014].

K. bostoniensis – североамериканский вид, интенсивно расселяющийся по водоёмам Южной Америки [De Paggi, 2002] и Европы [Segers, 2007]. В США и Канаде коловратка типична для гумидных кислотных водоёмов [Roff, Kwiatkowski, 1977; Blouin et al., 1984; Havens, 1991; Scruton et al., 1991], Великих озёр [Barbiero, Warren, 2011], заливов и устьевых областей рек, а также многих болот [Biédzki, Ellison, 2003]. В некоторых водохранилищах Мексики вид отмечен в качестве доминанта зоопланктона [Nandini et al., 2006; Figueroa-Sanchez et al., 2014]. Сравнительно недавно *K. bostoniensis* зарегистрирована в озёрах и водохранилищах разного трофического уровня в Бразилии [Ferraz et al., 2002; Landa et al., 2002; Bezerra-Neto et al., 2004; Peixoto et al., 2010] и Аргентине [De Paggi, 2002]. С середины прошлого века она обитает в водоёмах западной Европы [Pejler, 1998].

Впервые в Европе *K. bostoniensis* обнаружена в первой половине XX в. в одном из озёр Швеции на участке, загрязнённом сточными водами целлюлозно-бумажного комбината [Carlin, 1943]. К началу XXI в. она стала обычным видом для водоёмов юга Швеции [Arnemo et al., 1968; Brett, 1989; Josefsson, Andersson, 2001]. *K. bostoniensis* характерна также для гумидных, кислотных и слабозагрязнённых водоёмов Нидерландов [Leentvaar, 1961], Финляндии [Eloranta, 1988; Jarvinen et al., 1995; Keskitalo et al., 1998; Lehtovaara et al., 2014] и Франции [Balvay, 1994]. Коловратка найдена в реках Эльба и Эмс (Германия) [Rhythmann, 1962; Schulz, 1964; Streble, Krauter, 2006], а

также в р. Огрже (Ошше) (Чешская республика) [Kosik et al., 2011]. Недавно *K. bostoniensis* обнаружена в Беларуси в старице р. Сож (бассейн р. Днепр) [Vezhnavets, Litvinova, 2015].

В озёрах севера Европейской России (Карельский перешеек) *K. bostoniensis* впервые обнаружена в 2000 г. [Иванова, Телеш, 2004]. Позднее появились сведения о её высокой численности в ряде рек и озёр бассейна Верхней и Средней Волги [Жданова, Добрынин, 2011; Лобуничева и др., 2011; Bayanov, 2014], в Онежском озере и водоёмах его бассейна, в Ладожском озере и его притоках [Лобуничева и др., 2011; Макарецца, Родионова, 2011; Алешина и др., 2014; Фомина, Сярки, 2015]. В Европе большинство местообитаний этого вида приурочено к рекам и озёрам, в 2005–2012 гг. *K. bostoniensis* обнаружена в крупных водохранилищах Верхней Волги [Лазарева, Жданова, 2014].

Цель работы – описание местонахождений и анализ потенциальных путей расселения *K. bostoniensis* в водоёмах Европейской части России.

Материал и методы

В работе использовали материалы гидробиологических исследований трёх крупных водохранилищ на реках Шексне (Шекснинское) и Волге (Угличское и Ивановское), а также небольшого водохранилища на р. Охта (Охтинское), оз. Ладожского, свыше 30 небольших (<3 км²) озёр Валдайской возвышенности (Новгородская обл.), Центрально-Лесного заповедника (Тверская обл.) и Окского заповедника (Рязанская обл.), Нижегородской, Владимирской, Ленинградской и Вологодской областей, реки в Нижегородской области и двух ручьёв Вологодской области (табл. 1). Большинство водоёмов обследовали летом (июнь – август), отдельные – весной (апрель).

Коловраток учитывали в тотальных пробах зоопланктона, фиксированных 4%-м формалином. Пробы собирали в пелагиали и/или прибрежье водоёмов малой и средней сетями Джели (ячей сита 85 и 64 мкм соответственно), а также батометрами различной конструкции объёмом 2–4 л с последующей фильтра-

Таблица 1. Характеристика водоёмов, в которых обнаружена *Kellicottia bostoniensis*

№ п/п	Водоём/ Координаты	Площадь, км ²	Глубина, м	Прозрачность, м	pH	Цветность, град. Pt-Co шкалы	Трофность
Вологодская область							
1	Ручей из оз. Тонкое 61°21' с. ш. 37°25' в. д.	–	1.5	–	7.0	–	–
2	Ручей из оз. Кривое 61°27' с. ш. 37°25' в. д.	–	0.3	–	7.0	–	–
3	Оз. Купецкое 61°20' с. ш. 37°19' в. д.	1.05	5	0.5	7.0	–	Эвтрофное
4	Оз. Экозеро 61°24' с. ш. 37°24' в. д.	0.13	2	0.5	6.7	–	Дистрофное
5	Оз. Тонкое 61°24' с. ш. 37°20' в. д.	0.50	2	0.5	6.8	–	Эвтрофное
6	Оз. Лайнозеро 61°26' с. ш. 37°25' в. д.	1.70	4	1.0	7.1	–	Эвтрофное
7	Шекснинское вдхр. 60°17' с. ш. 37°19' в. д.	1665	2.0	1.8	8.0	63	Мезотрофное
Ленинградская область							
8	Оз. Малое Луговое 60°35' с. ш. 30°09' в. д.	0.02	5	0.12	5.8	440–680	Мезотрофное
9	Оз. Большое Морозовское 60°36' с. ш. 29°52' в. д.	1.10	3.1	0.4–1.0	7.6– 8.4	80–84	Эвтрофное
10	Оз. Симагино 60°16' с. ш. 29°48' в. д.	2.70	19	0.8	7.6	76	Эвтрофное
11	Оз. Чернявское 60°23' с. ш. 29°45' в. д.	0.88	4.5	1.5	7.1	74	Эвтрофное
12	Оз. Охотничье 60°36' с. ш. 29°19' в. д.	0.08	13	1.1–1.3	5.3– 6.8	57–94	Олиго- мезотрофное
13	Охтинское вдхр. 60°53' с. ш. 30°29' в. д.	1.08	3.8	0.7	6.7	210	–
14	Оз. Пионерское* 60°18' с. ш. 29°16' в. д.	0.06	18	–	5.5– 7.3	46–353	Мезотрофное
15	Оз. Придорожное* 60°18' с. ш. 29°18' в. д.	0.04	16	–	5.1– 7.1	2–40	Олиготроф- ное
16	Оз. Ладожское 60°45' с. ш. 31°00' в. д.	18135	46.9	1–3.4	6.8– 9.5	–	Мезотрофное

№ п/п	Водоём/ Координаты	Площадь, км ²	Глу- бина, м	Прозрач- ность, м	pH	Цветность, град. Pt-Co шкалы	Трофность
17	Р. Вуокса 61°02' с. ш. 30°09' в. д.	–	–	–	7.1	74	–
18	Р. Тулокса 61°08' с. ш. 32°36' в. д.	–	–	–	6.4	181	–
Новгородская область							
19	Оз. Малое Яичко 57°37' с. ш. 33°11' в. д.	0.30	4.2	0.75	5.6	170	Эвтрофное
20	Оз. Большое Яичко 57°36' с. ш. 33°10' в. д.	–	1.5	0.5	6.5	370	Эвтрофное
21	Оз. Глухое 57°45' с. ш. 33°09' в. д.	–	3.5	0.7	7.0	220	–
22	Оз. Брагино 57°45' с. ш. 33°11' в. д.	–	1.4	2.40.	6.9	170	–
Тверская обл.							
23	Оз. Видогошь** 56°42' с. ш. 36°22' в. д.	0.17	21.9	0.5–1.1	–	50–55	Эвтрофное
24	Оз. Трестино 57°00' с. ш. 32°31' в. д.	0.65	4	2	4.5	55	Эвтрофное
25	Иваньковское вдхр. 56°38' с. ш. 36°33' в. д.	327	9	0.7–0.9	–	30–55	Эвтрофное
26	Угличское вдхр. 56°47' с. ш. 37°15' в. д.	249	7	0.8	–	30–55	Мезотроф- ное
Владимирская область							
27	Оз. Кшара 56°25' с. ш. 42°17' в. д.	1.14	12	2.4	7.6	35	Мезотроф- ное
Нижегородская область							
28	Оз. Еловое 56°21' с. ш. 42°46' в. д.	0.02	17.3	3.7	5.7	30	Мезотроф- ное
29	Р. Керженец 56°30' с. ш. 44°48' в. д.	–	1.5	0.7	6.8	175	–
30	Оз. Рой 55°43' с. ш. 43°09' в. д.	0.74	20	1.5	6.3– 7.2	–	Эвтрофное
31	Оз. Родионово 55°43' с. ш. 43°09' в. д.	0.11	17	3.5	5.6– 7.0	–	Мезотроф- ное
32	Оз. Свято 55°43' с. ш. 43°09' в. д.	0.22	14.6	1.3	7.0	54	–
33	Оз. Святое Дедовское 55°43' с. ш. 43°09' в. д.	1.36	14	3.0	6.1	–	–

Окончание таблицы 1

№ п/п	Водоём/ Координаты	Площадь, км ²	Глубина, м	Прозрачность, м	pH	Цветность, град. Pt-Co шкалы	Трофность
34	Оз. Комсомольское 55°32' с. ш. 43°09' в. д.	0.06	8	3	5.9– 6.8	–	–
35	Оз. Большое 55°32' с. ш. 43°09' в. д.	0.44	21.6	2.5	5.6	–	Эвтрофное
36	Оз. Чарское 55°31' с. ш. 43°11' в. д.	0.31	16	1.5	6.2	143	–
Рязанская область							
37	Оз. Лопата 54°45' с. ш. 41°00' в. д.	1.20	5	0.4	7.2	440	Эвтрофное
38	Оз. Алексеевское 54°44' с. ш. 41°00' в. д.	0.03	1	0.4	6.7	440	Эвтрофное
39	Оз. Нефёдово 54°44' с. ш. 40°58' в. д.	0.03	1	0.4	6.9	70	Эвтрофное
40	Оз. Белое 54°43' с. ш. 40°42' в. д.	0.01	1	0.3	6.9	380	Эвтрофное
41	Оз. Глушицы 54°44' с. ш. 40°59' в. д.	–	1	0.3	6.6	–	Эвтрофное
42	Оз. Алешина Лука 54°43' с. ш. 40°52' в. д.	–	1.2	0.5	7	540	Эвтрофное
43	Оз. Совхозный водопой 54°43' с. ш. 40°52' в. д.	–	0.7	0.6	7.5	–	Эвтрофное
44	Оз. Шагара 55°14' с. ш. 40°06' в. д.	4.24	0.5	–	6.9	–	–

Примечания: * – по: [Закономерности гидробиологического..., 2004]; ** – в затопленной пойме Волги в пределах Ивановского водохранилища; «–» – данные отсутствуют.

цией воды через сито [Жданова, Добрынин, 2011; Лобуничева и др., 2011; Макарецва, Родионова, 2011; Алешина и др., 2014; Лазарева, Жданова, 2014; Вауанов, 2014].

Результаты исследования

Местонахождения вида. По данным авторов и литературным сведениям, *K. bostoniensis* обитает в 44 водоёмах и водотоках на обширной территории Европейской России от 54 до 61° с. ш. и от 29 до 44° в. д. (рис. 1). Все водоёмы Ленинградской области (табл. 1) при-

надлежат к бассейну Балтики (частные бассейны р. Нева, Ладожского озера и Финского залива Балтийского моря), к нему же относятся озёра Вологодской области Купецкое и Тонкое (частный бассейн р. Андома – восточного притока Онежского озера), а также озёра Новгородской области Большое и Малое Яичко (частный бассейн р. Волхов). Остальные водоёмы относятся к бассейну Каспия (частные бассейны Верхней и Средней Волги). Среди них наиболее северные озёра Лайнозеро и Экозеро (Вологодская обл.) принадлежат к бассейну р.

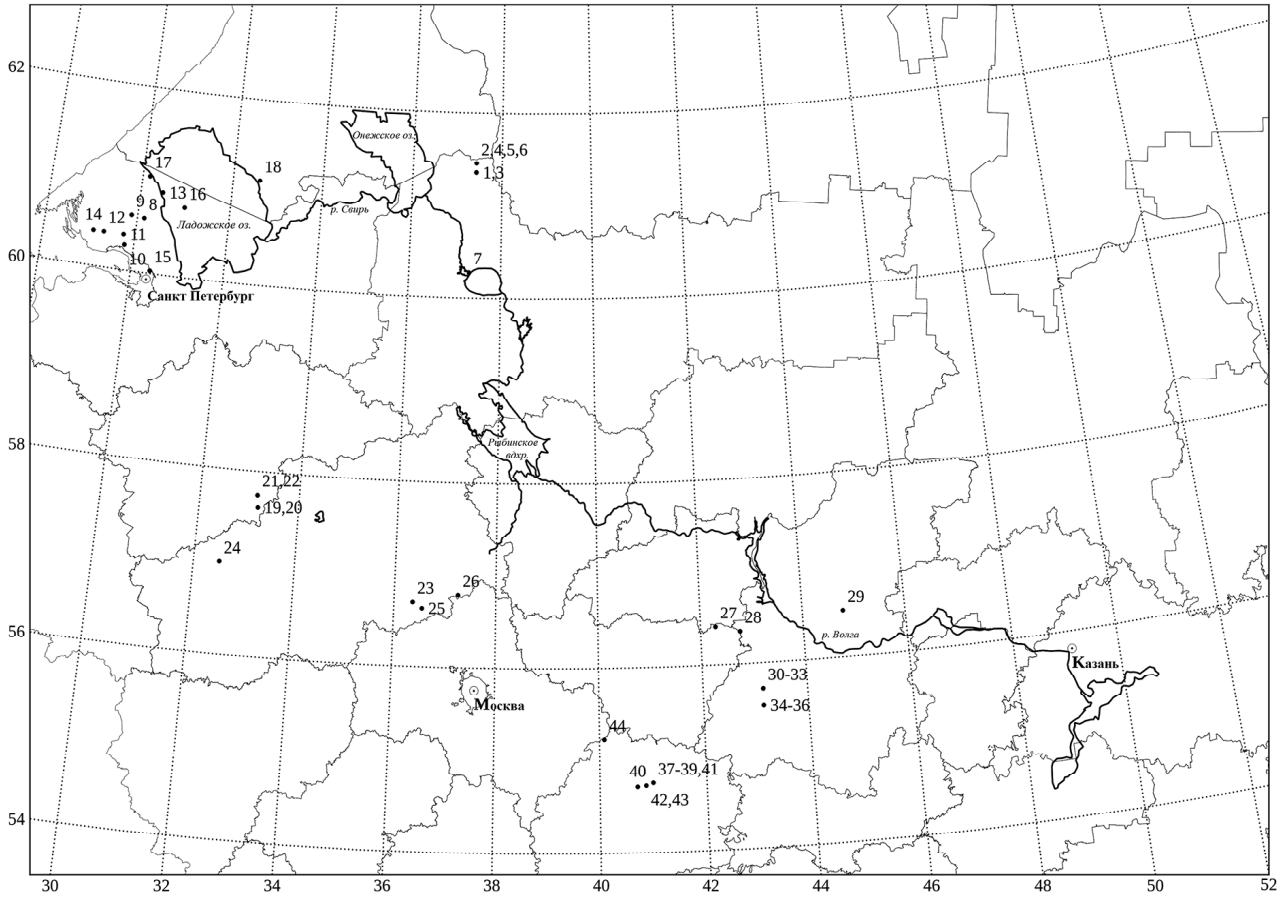


Рис. 1. Карта Европейской России с местами находок *K. bostoniensis*. Цифры на карте соответствуют номерам водоёмов в табл. 1.

Кема (приток р. Шексна, Шекснинское вдхр.), оз. Трестино (Тверская обл.) – к бассейну системы верхневолжских озёр Пено, Волго, Стерж и Вселуг. Водоёмы Рязанской, Владимирской и Нижегородской областей относятся к бассейнам рек Ока и Волга (Чебоксарское вдхр.). Значительная часть обследованных озёр характеризуются замкнутой котловиной (не имеют видимого стока), они расположены вблизи верховьев рек на водоразделах крупных речных бассейнов (Карельский перешеек, южный Валдай и Андомская возвышенность).

Водные объекты, в которых отмечена коловратка, имеют разное происхождение, трофический статус, цветность и уровень pH воды (табл. 1). Преобладают небольшие (<1 км²) и неглубокие (<5 м) озёра ледникового или карстового происхождения, подавляющее большинство из них эвтрофные с гумифицированной водой и pH 5.6–8.4. Только обширное

(>18 тыс. км²) оз. Ладожское ледниково-тектонического происхождения, входит в европейскую систему великих озёр и является замыкающим в системе больших озёр (Онежское, Сайма и Ильмень) с общим водосборным бассейном 258 тыс. км² [Ладожское озеро..., 2002]. Это глубокий мезотрофный водоём с замедленным водообменом (коэффициент водообмена 0.08 год⁻¹), маломинерализованной (63.7 мг/л) олигогумозной водой и уровнем pH от нейтрального до слабощелочного. Коловратка обнаружена в прибрежье озера и его притоках – реках Вуокса и Тулокса [Алешина и др., 2014].

В водохранилищах *K. bostoniensis* зарегистрирована недавно в 2005–2012 гг. [Лазарева, Жданова, 2014]. Крупные водохранилища относятся к бассейну Верхней Волги и характеризуются гумифицированной водой с близкими к нейтральным значениям pH [Минева, 2009; Лазарева и др., 2013]. Верхние в каскаде

Волги Ивановское и Угличское водохранилища долинного типа неглубокие (глубина по руслу реки 5–8 м, средняя – 3.4–5 м), отличаются значительной проточностью (коэффициент водообмена 10.1–10.6 год⁻¹) [Минеева, 2009]. Шекснинское водохранилище в 5–6 раз крупнее, отличается замедленным водообменом (коэффициент водообмена 0.96 год⁻¹) и сложной конфигурацией акватории, где сравнительно большие глубины по руслу (до 17 м) соседствуют с обширными мелководьями (средняя глубина 3.9 м) [Современное состояние..., 2002; Лазарева и др., 2013]. Это водохранилище составляет отдельную северную ветвь волжской системы и входит в структуру Волго-Балтийского водного пути. Водоём включает обширное (1284 км²) оз. Белое и два речных плёса: северный Ковжинский и южный Шекснинский. Шекснинское и Угличское водохранилища относят к мезотрофным, Ивановское – к эвтрофным [Минеева, 2009]. Во всех трёх водохранилищах коловратка обнаружена на глубоководных участках: затопленное русло Волги и Шексны, затопленное пойменное оз. Видогощь.

Небольшое (1.3 км²) Охтинское водохранилище, расположено на р. Охта (правый приток р. Нева) в черте г. Санкт-Петербурга. Это мелководный, полигумозный водоём с нейтральными значениями рН воды, он сильно загрязнён, поскольку используется для водоснабжения промышленных предприятий и в качестве приёмника сточных вод.

Помимо озёр и водохранилищ *K. bostoniensis* отмечена в р. Керженец (левый приток Волги в пределах Чебоксарского вдхр.) с высокой цветностью воды, а также в ручьях, вытекающих из озёр Тонкое и Кривое (бассейн р. Андома).

Численность вида. Обычно коловратку находили в летний период (июнь – август). Так в оз. Шагара зоопланктон собирали ежемесячно с мая по сентябрь, но *K. bostoniensis* регистрировали только в июле и августе (табл. 2). Плотность коловратки в разных водоёмах сильно варьировала (табл. 2). Максимальные значения плотности (>100 тыс. экз./м³) зафиксированы преимущественно в центральной

части мезо- или эвтрофных малых мелководных водораздельных и пойменных озёр, а также в глубоких карстовых водоёмах. В пойменных озёрах Лопата и Нефёдово (пойма рек Ока и Пра) вклад *K. bostoniensis* в общую плотность зоопланктона (Rotifera, Cladocera, Copepoda) составлял до 50%, в численность коловраток – до 74%. В гипolimнионе карстового стратифицированного оз. Еловое почти вся численность (60–80%) коловраток была представлена этим видом. В целом, в состав доминантных видов (>10% общей плотности зоопланктона) *K. bostoniensis* входила в 15 разнотипных водоёмах (табл. 2).

Часто (56% исследованных водных объектов) *K. bostoniensis* встречалась вместе с *K. longispina* (табл. 2). В оз. Еловое плотность *K. bostoniensis* превышала плотность *K. longispina* более чем в 50 раз. Максимальные значения плотности обоих видов были зафиксированы в гипolimнионе озера при температуре воды 5–7 °С [Bayanov, 2014]. В четырёх других озёрах (Комсомольское, Купецкое, Трестино и Видогощь) *K. bostoniensis* также преобладала по обилию над *K. longispina*. Во всех пойменных водоёмах бассейна р. Ока, ряде водораздельных озёр Ленинградской (М. Луговое и Б. Морозовское), Вологодской (Экозеро, Тонкое), Новгородской (М. Яичко) областей и Охтинском водохранилище обнаружена только *K. bostoniensis*. В >40% обследованных водоёмов *K. longispina* превалировала над *K. bostoniensis* или количество обоих видов было близким.

Таким образом, *K. bostoniensis* была многочисленна и преобладала над аборигенной *K. longispina* в небольших, мелководных водоёмах поймы рек и водоразделов речных бассейнов.

Обсуждение результатов

В водоёмах Западной Европы (Франция, Финляндия, Голландия) коловратка чаще всего обитает в гумифицированных (>100 мг Pt/л) или слабозагрязнённых озёрах и реках с широким интервалом (5.2–6.5) значений рН воды [Leentvaar, 1961; Eloranta, 1988; Balvay, 1994; Jarvinen et al., 1995]. В водоёмах Шве-

Таблица 2. Численность (тыс. экз./м³) *Kellicottia bostoniensis* и *K. longispina* в исследованных водоёмах

Водоём	Дата сбора	<i>K. bostoniensis</i>		<i>K. longispina</i>	
		Центр	Прибрежье	Центр	Прибрежье
Ручей из оз. Тонкое	08.2011	1.0 (3)		1 (3)	
Ручей из оз. Кривое	08.2011	12.0 (36)		0.5 (2)	
Оз. Купецкое	08.2010	154.3 (48)	188.2	3.7 (1)	
Оз. Экозеро	08.2011	–	123.4 (43)	0.0	0.0
Оз. Тонкое	08.2012	5.3 (7)	14.6	0.0	0.0
Оз. Лайнозеро	08.2010	1.1 (1)	4.0	0.8 (<1)	
Шекснинское вдхр. против устья р. Кема	08.2005	0.3 (<1)	0	0	1.6–3.4(2–6)
Оз. Малое Луговое*	07.2010	180.0 (43)	–	0.0	–
Оз. Большое Морозовское*	04.2010	30.7 (7)	–	0.0	–
Оз. Симагино*	07.2012	–	–	–	–
Оз. Чернявское*	07.2012	6.5	–	–	–
Оз. Охотничье*	07.2010	11.5 (16)	–	2.3 (3)	–
Охтинское вдхр.	08.2013	59.0 (6)	–	0.0	–
Оз. Ладожское Шучий залив	07.2010	–	0.4 (<1)	–	80.0 (<1)
Волховская губа	07.2011	–	34 (<1)	–	0.0
Бухта Петрокрепость	07.2010	–	0.5 (<1)	–	8 (10)
Переходный район	07.2010	0.1 (<1)	–	1 (1)	–
Оз. Еловое	08.2011	365.3 (83)	–	0.7 (<1)	–
Р. Керженец	07.2013	0.01(<1)		0.0	
Оз. Святое Дедовское	08.2011	0.3 (<1)	–	4.3 (13)	–
Оз. Большое	06.2010	0.2 (<1)	–	11.8 (15)	–
Оз. Комсомольское	06.2010	26.4 (56)	–	0.3 (<1)	–
Оз. Родионово	07.2010	1.7 (3)	–	37.8 (68)	–
Оз. Рой	07.2010	1.8 (1)	–	27.9 (23)	–
Оз. Свято	07.2011	4.3 (5)	–	2.7 (3)	–
	07.2013	42.8 (46)	–	4.4 (5)	–
Оз. Чарское	07.2014	18.0 (19)	–	34.1 (37)	–
Оз. Малое Яичко	07.2007	11.1 (14)	0.1(<1)	0.0	0.0
Оз. Большое Яичко	07.2007	0.5 (<1)	0.4(<1)	16.8 (1)	12.4 (4)
Оз. Глухое	07.2007	0.2 (1)	–	4 (19)	–
Оз. Брагино	07.2007	1.6 (<1)	0.1 (<1)	37.5 (20)	19 (4)
Оз. Лопата	07.2007	1236.8 (68)	5.8 (2)	0.0	0.0
Оз. Алексеевское	07.2007	21.0 (4)	56.4(18)	0.0	0.0
Оз. Глушицы	07.2007	0.1(<1)	–	0.0	0.0
Оз. Нефёдово	07.2007	0.8(<1)	603.0 (16)	0.0	0.0
Оз. Белое	07.2007	5.0 (1)	144.0 (31)	0.0	0.0
Оз. Алешина Лука	07.2007	0.7 (<1)	8.0 (2)	0.0	0.0
Оз. Совхозный водопой	07.2007	0.1 (<1)	0.0	0.0	0.0
Оз. Шагара	07.2010	11.6 (<4)	–	–	–
	08.2010	0.5 (<1)	–	–	–
Угличское вдхр. против устья р. Дубна	08.2012	0.1 (<1)	–	1.3	–
Иваньковское вдхр. против устья р. Шоша	08.2012	0.4 (<1)	–	0.2 (<1)	–
Оз. Видогощь	08.2005	0.5–3.3 (<2)		0.5–21.9 (<1–8)	
	08.2012				
Оз. Трестино	08.2008	14.9 (34)	–	1.1 (3)	–

Примечание. В скобках приведена доля (%) в общей численности зоопланктона, «–» – данные отсутствуют. * ? данные Е.С. Макаревой.

ции, испытывающих влияние сточных вод целлюлозной промышленности, *K. bostoniensis* распространена в сравнительно широком диапазоне условий среды (рН 4.8–8.5, содержание кислорода – 2.4–12.0 мг/л, цветность – 20–150 мг Pt/л) [Arnemo et al., 1968]. На территории Европейской России она также обнаружена в водоёмах, сильно различающихся по морфометрии, абиотическим и биотическим условиям среды (табл. 1). В целом, в Западной Европе *K. bostoniensis* обитает в малых (<3 км²) и больших (>200 км²), в мелководных (<1 м) и глубоких (>20 м) водоёмах с диапазоном трофности от олиго- до эвтрофии [Leentvaar, 1961; Arnemo et al., 1968; Eloranta, 1988; Balvay, 1994; Jarvinen et al., 1995]. Тот же диапазон условий обитания установлен нами для вида в Европейской России. Обитание в разнотипных водоёмах свидетельствует о высокой экологической пластичности вида и возможности его дальнейшего расселения.

В обследованных нами водоёмах коловратка обнаружена во всей толще воды. В глубоких стратифицированных озёрах Кшара [Жданова, Добрынин, 2011], Еловое [Вауанов, 2014], Придорожное [Иванова, Телеш, 2004] она предпочитала мета- и гипolimнион, в котором плотность популяции в 2–100 раз превышала таковую в эпилимнионе. Это указывает на нетребовательность *K. bostoniensis* к содержанию растворённого в воде кислорода. Она может существовать при очень низкой его концентрации. Так, в оз. Кшара количество *K. bostoniensis* в гипolimнионе на глубине 8–12 м составляло 170–750 тыс. экз./м³ при содержании кислорода <2.5 мг/л или около 20% насыщения [Жданова, Добрынин, 2011]. Наибольшую концентрацию коловраток (> 4 млн/м³) регистрировали на глубине 7 м в слое температурного скачка (O₂ ~6 мг/л, >50% насыщения). В октябре 2000 г. численность *K. bostoniensis* в эпилимнионе оз. Придорожное составила 490 тыс. экз./м³, а в гипolimнионе достигала 2 млн экз./м³ [Иванова, Телеш, 2004]. Однако в анаэробном (O₂ <1 мг/л) гипolimнионе оз. Видогощь коловратка отсутствовала, она населяла только эпилимнион (слой 0–4 м) [Лазарева, Жданова, 2014]. Есть данные [Sam-

pbell, 1941], что в стратифицированных водоёмах в начале лета *K. bostoniensis* обитает в гипolimнионе, но к концу лета по мере развития аноксии она поднимается в эпилимнион.

К температуре воды коловратка нетребовательна. В нижних слоях водной толщи исследованных глубоких озёр она достигает высокой численности при температуре 5–12 °С, в мелководных водоёмах – при 15–20 °С. В озёрах Скандинавии высокая численность *K. bostoniensis* наблюдается также в широком диапазоне температуры воды (9–15 °С), она встречается с конца апреля до ноября, максимальная доля яйценосных самок зарегистрирована в августе [Arnemo et al., 1968]. На территории РФ (озёра Шагара и Еловое) наибольшие значения плотности коловраток отмечены в июле. Пиковая численность *K. bostoniensis* в водоёмах России достигает 150–1230 тыс. экз./м³ (табл. 2), что сопоставимо с максимальным обилием, отмеченным в исходных биотопах Северной Америки (1200 тыс. экз./м³) [Roff, Kwiatkowski, 1977; Blouin et al., 1984; Havens, 1991; Scruton et al., 1991; Biédzki, Ellison, 2003; Barbiero, Warren, 2011], а также в Бразилии (190 тыс. экз./м³) [Landa et al., 2002; Bezerra-Neto et al., 2004; Ferraz et al., 2009; Peixoto et al., 2010] и Скандинавии (560–3000 тыс. экз./м³) [Arnemo et al., 1968; Eloranta, 1988].

Коловратка обитает в водоёмах с разной степенью гумификации и образует многочисленные популяции в олигогумозных и полигумозных водоёмах. В России *K. bostoniensis* встречается в более широком диапазоне цветности воды (30–680 град. Pt-Co шкалы), чем это отмечено для других европейских стран (20–180 мг Pt/л) [Arnemo et al., 1968; Eloranta, 1988; Balvay, 1994].

В работах [Arnemo et al., 1968; Balvay, 1994] указано на совместное обитание *K. bostoniensis* и *K. longispina*. В исследованных водоёмах РФ *K. bostoniensis* встречалась как отдельно от аборигенного вида, так и вместе с ним. Совместное распространение двух представителей этого рода характерно для глубоководных озёр и участков водохранилищ (глубина более 5 м), в мелководных озёрах часто находили только *K. bostoniensis*. В водохранилищах бассейна

Верхней Волги встречается исключительно *K. longispina* [Лазарева, Жданова, 2014].

Распространение *K. bostoniensis* – один из примеров биоинвазий в пресных водах, связанных с деятельностью человека [Dumont, 1983; Pejler, 1998]. Появление данного вида в Европе связывают с его переносом балластными водами судов [Arnemo et al., 1968; Gray et al., 2007]. Последующее расселение данного вида, вероятно, происходит по течению рек и/или с миграциями водоплавающих птиц. Многие из исследованных водоёмов не имеют видимого стока и можно предположить, что покоящиеся яйца *K. bostoniensis* в эти биотопы занесены именно птицами. Для аридных регионов обычен воздушный перенос сухих покоящихся яиц гидробионтов, поднятых ветром вместе с пылью с побережья водоёмов [Аладин, Плотников, 2004]. Однако в зоне избыточного увлажнения распространение коловраток с ветром маловероятно, поскольку даже при снижении уровня водоёмов их побережье остаётся влажным, а коловратки и их яйца оказываются захороненными в сыром грунте среди прибрежной растительности. Экспериментальными работами с использованием ловушек на островах Антарктики и в США установлено, что лишь немногие виды коловраток (из Brachionidae только *Keratella cochlearis* Gosse) могут переноситься на дальние расстояния ветром и дождями [Janiec, 1996; Jenkins, Underwood, 1998].

Расселение коловраток с миграциями других животных (зоохория) почти не изучено, но есть много аргументов против возможности переноса жизнеспособных стадий развития коловраток в пищеварительном тракте птиц [Segers, De Smet, 2008]. Тем не менее, птицы, а также амфибии и насекомые могут переносить покоящиеся яйца и живых коловраток на поверхности тела [Maguire 1959, 1963; Schlichting, Milliger, 1969]. Во время весенних и осенних миграций утки и гуси летят со скоростью >80 км/ч и за один перелёт покрывают 500–600 км [Якоби, 1966]. По другим данным, скорость кряквы на пролёте составляет 40–80 км/сут [Миграции птиц..., 1997], шилохвосты – 90–100 км/сут [Птицы Советского Союза..., 1952]. Для мно-

гих видов речных и морских уток очень характерны летние миграции на линьку [Мониторинг и сохранение..., 2010], для молодых крякв обычны также осенние кочёвки в немиграционном направлении на расстояние более 100 км [Миграции птиц..., 1997]. Большинству речных уток свойственны короткие перелёты от водоёма к водоёму на кормёжку [Птицы Советского Союза, 1952]. Таким образом, птицы на поверхности тела могут транспортировать, по крайней мере, покоящиеся яйца коловраток на значительные расстояния во время миграций. Во время кормовых кочёвок от водоёма к водоёму также возможен перенос живых коловраток, этим можно объяснить частые находки *Kellicottia bostoniensis* в группах близко расположенных озёр (озёра Карельского перешейка, Валдая, Андомской возвышенности, поймы рек Пра и Ока).

В центре и на севере Европейской России на гнездовьях обычны кряква (*Anas platyrhynchos* L.), шилохвость – *A. acuta* (L.), чирок-свистун (*A. crecca* L.) и чирок-трескун (*A. querquedula* L.). Область зимовок этих уток охватывает все водные угодья Западной Европы от Центральной Балтики до Атлантики, в Европу на зимовку также летят птицы, обитающие на севере Западной Сибири [Мониторинг и сохранение..., 2010]. Суммарную численность уток, летящих вдоль Беломоро-Балтийского канала, оценивают в несколько миллионов особей [Delany, Scott, 2002]. Кольцеванием удалось установить, что водоплавающие птицы совершают перелёты на очень большие расстояния над сушей, используя при этом крупные озёра и реки в качестве ориентиров генерального направления, а также для остановок на отдых [Штейнбахер, 1956; Мальчевский, Пукинский, 1983]. Птицы с зимовки в Западной Европе летят через Балтику и далее на восток, северо-восток и юго-восток к верховьям рек, текущих в западном направлении. Так, основной миграционный путь пролётных морских видов (например, морянки – *Clangula hyemalis* (L. 1758)) проходит от Финского залива через Карельский перешеек и Неву к оз. Ладожскому и далее на северо-восток на побережье Баренцева моря, многие стаи

отдыхают и кормятся на озёрах Карельского перешейка [Мальчевский, Пукинский, 1983]. Восточнее на этом направлении расположена группа водораздельных озёр Андомской возвышенности (табл. 1), удалённых от Ладожского озера на расстояние <200 км и Онежского – около 50 км, то есть на 1–2 суточных перелёта уток. В юго-восточном направлении на расстоянии 700–1000 км (два больших миграционных броска) пригодные для ориентировки и отдыха птиц большие группы озёр расположены на Валдае (Верхневолжские озёра), в верховьях р. Пра – левого притока Оки (система Клепиковских озёр на севере Мещеры) и Оршинские озера в верховьях р. Созь – левого притока Волги. Из перечисленных четырёх групп озёр нами обследованы три, не обследовали только Оршинские озёра. В водоёмах всех трёх групп и/или в близлежащих малых водоёмах их бассейна нами обнаружена коловратка *Kellicottia bostoniensis*.

Мы полагаем, что из западной Европы в водоёмы восточного побережья Балтийского моря и далее на восток к водоёмам Волго-Балтийского водораздела против течения рек, имеющих сток в этот бассейн, коловратку *K. bostoniensis* периодически заносит птицы во время миграционных перелётов и послегнездовых кочёвок. Восточнее наряду с этим вектором инвазии, существует большая вероятность распространения живых особей *K. bostoniensis* и покоящихся яиц с водой рек бассейна Волги, текущих в южном и восточном направлениях. Тот факт, что данный вид уже зарегистрирован в водоёмах бассейна Средней Волги (водоёмы правобережья до 43°, левобережья почти до 45° в. д., табл. 1), свидетельствует о высокой скорости его расселения на восток. В самой Волге коловратка не обнаружена южнее 56° с. ш. и восточнее 38° в. д. (верхняя часть Угличского вдхр.) [Лазарева, Жданова, 2014]. Её находки в небольших озёрах и реках по обоим берегам Волги значительно дальше на юго-восток явно указывают на участие птиц в расселении этого вида. В настоящее время распространение коловратки в России ограничено лесной зоной. Но в Центральной и Южной Америке она обитает в аридных

и тропических районах [Landa et al., 2002; De Paggi, 2002; Bezerra-Neto et al., 2004; Figueroa-Sanchez et al., 2014]. В бассейне Волги граница лесной зоны, вероятно, также не будет препятствовать дальнейшему расселению коловратки на юг.

В России находки *K. bostoniensis* участились в первом десятилетии XXI в. Большинство водоёмов были обследованы впервые, поэтому неизвестно, как давно коловратка в них обитает. Однако изучение некоторых водоёмов ведётся в течение многих десятилетий (Ладожское озеро, Охтинское, Ивановское, Угличское и Шекснинское водохранилища) [Экологические проблемы..., 2001; Современное состояние..., 2002; Лазарева и др., 2013; Ладожское озеро..., 2000], что позволяет отследить время появления вселенца в планктоне. Так, в Ивановском (оз. Видогощь) и Шекснинском водохранилищах коловратка зарегистрирована в пробах зоопланктона с 2005 г., в лежащем ниже по каскаду Волги Угличском водохранилище – с 2012 г. в Ладожском озере – с 2010 г., в Охтинском водохранилище – с 2011 г.

Вселение *K. bostoniensis* в Ладожское озеро могло происходить двумя путями: в Щучий залив и оз. Охотничье по системе р. Вуокса из Финских озёр, а в южную часть Ладоги с балластными водами судов [Макарцева, Родионова, 2011]. В Шекснинское водохранилище коловратка, вероятно, проникла с течением воды из верховьев р. Кема, *K. bostoniensis* многочисленна в водоёмах Андомской возвышенности (озёра Лайнозеро, Экозеро, Купецкое), связанных с р. Кема [Лобуничева и др., 2011]. В Ивановское водохранилище коловратка, по видимому, расселилась с водой Волги или была занесена водоплавающими птицами из системы верхневолжских озёр [Лазарева, Жданова, 2014]. Проникновение *K. bostoniensis* в водоёмы Нижегородской области происходило, вероятно, с запада по течению р. Ока и с птицами из водоёмов Владимирской области [Вауанов, 2014], где вид в настоящее время многочислен и, возможно, появился сравнительно давно [Жданова, Добрынин, 2011]. Заселение коловраткой водоёмов левобережья Средней Волги (р. Керженец) связано, по-ви-

димому, исключительно с переносом птицами. Бассейн этой реки гидрографически не связан с водоёмами, где этот вид обнаружен, и расположен достаточно далеко от них. Река течёт с севера на юг почти по меридиану, ближайшее местообитание *K. bostoniensis* находится в окрестностях г. Нижний Новгород на правом берегу Волги (Чебоксарского вдхр.) в 70 км на северо-запад от устья р. Керженец.

Заключение

В России американская коловратка *K. bostoniensis* впервые обнаружена в озёрах Карельского перешейка в 2000 г. К 2013 г. она зарегистрирована более чем в 40 водных объектах Европейской России. Коловратка широко распространена и стала обычным видом в лесных озёрах и реках бассейна Балтийского моря, Волжско-Балтийского водораздела, а в бассейне Волги расселилась на юг до 55° с. ш. (озёра бассейнов рек Ока и Пра) и на восток почти до 45° в. д. (р. Керженец, бассейн Чебоксарского вдхр.).

Из западной Европы в водоёмы восточного побережья Балтийского моря и далее на восток к водоёмам Волго-Балтийского водораздела против течения рек, имеющих сток в этот бассейн, коловратку *K. bostoniensis*, по-видимому, занесли водоплавающие птицы во время миграционных перелётов и послегнездовых кочёвок. Косвенно участие птиц в расселении вида подтверждается тем, что коловратка чаще всего встречается в малых водоёмах, в том числе расположенных на водоразделах, и не имеющих видимого стока, в несудоходных реках и ручьях. Восточнее наряду с этим вектором инвазии, весьма вероятно распространение живых особей *K. bostoniensis* и покоящихся яиц с водой рек бассейна Волги, текущих в южном и восточном направлениях.

Коловратка обитает в малых (<3 км²) и больших (>200 км²), в мелководных (<1 м) и глубоких (>20 м) водоёмах с диапазоном трофности от олиго- до эвтрофии. В России *K. bostoniensis* встречается в более широком диапазоне цветности воды (30–680 град. Pt-Сo шкалы) по сравнению с водоёмами Западной Европы. Она не требовательна к температуре

и насыщению воды кислородом. В гипolimнионе стратифицированных озёр *K. bostoniensis* достигает высокой численности (>100 тыс. экз./м³) при очень низкой концентрации растворённого кислорода (<2.5 мг/л, или около 20% насыщения) и температуре воды 5–12 °С. Способность жить в разнотипных водоёмах свидетельствует о высокой экологической пластичности вида и возможности его дальнейшего расселения.

В водоёмах Европейской России *K. bostoniensis* обнаружена как отдельно от аборигенного вида *K. longispina*, так и вместе с ним. Совместное обитание двух представителей этого рода характерно для глубоководных озёр и участков водохранилищ (глубина более 5 м), в мелководных озёрах часто находили только *K. bostoniensis*. Напротив, в крупных водохранилищах Верхней Волги на большинстве участков зарегистрирована исключительно *K. longispina*.

Благодарности

Авторы признательны А.И. Копылову, Ю.В. Герасимову и В.Т. Комову за организацию экспедиций, Ю.И. Малиной за помощь в оформлении иллюстраций. Работа выполнена при частичной поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», Вологодского регионального отделения ВОО «Русское географическое общество» в рамках проекта «Тайга без границ».

Литература

- Аладин Н.В., Плотников И.С. Воздействие видов-вселенцев на биоразнообразии Каспийского моря // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 275–296.
- Алешина Д.Г., Курашов Е.А., Родионова Н.В., Гусева М.А., Современное состояние весеннего зоопланктона притоков Ладожского озера // Вода: химия и экология. 2014. № 4. С. 64–71.
- Жданова С.М., Добрынин А.Э. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоёмах Европейской России // Биология внутренних вод. 2011. № 1. С. 45–52.

- Закономерности гидробиологического режима водоёмов разного типа / Под ред. А.Ф. Алимова, М.Б. Ивановой. М.: Научный мир, 2004. 296 с.
- Иванова М.Б., Телеш И.В. Сезонная и межгодовая динамика планктонных коловраток и ракообразных // В кн.: Закономерности гидробиологического режима водоёмов разного типа / Под ред. А.Ф. Алимова, М.Б. Ивановой. М.: Научный мир, 2004. С. 71–83.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л.: Наука, 1970. 744 с.
- Ладожское озеро: Мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озёрами / Под ред. Н. Филатова. Петрозаводск: Изд. КНЦ РАН, 2000. 508 с.
- Ладожское озеро: Прошлое, настоящее, будущее / Под ред. В.А. Румянцева, В.Г. Драбкова. СПб.: Наука, 2002. 327 с.
- Лазарева В.И., Жданова С.М. Американская коловратка American *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водохранилищах Верхней Волги // Биология внутренних вод. 2014. № 3. С. 63–68.
- Лазарева В.И., Столбунова В.Н., Минеева Н.М., Жданова С.М. Особенности структуры и пространственного распределения планктона в Шекснинском водохранилище // Биология внутренних вод. 2013. № 3. С. 46–55.
- Лобуничева Е.В., Ивичева К.Н., Макаренкова Н.Н. Результаты первых гидробиологических исследований водоёмов района Атлеки // Краеведческие (природоведческие) исследования на Европейском Севере: Матер. Вологодской науч.-практической конф. Череповец, 29–30 ноября 2011. Череповец: Череповецкое музейное объединение, 2011. С. 25–31.
- Макарцева Е.С., Родионова Н.В. Первые находки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet 1908) (Rotifera, Brachionidae) в озёрах Ладожском и Охотничьем // Озёрные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Тез. докл. IV Междунар. науч. конф. Минск: Издат. центр Белорусского гос. ун-та, 2011. С. 222.
- Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий. Л.: Из-во Ленинградского ун-та, 1983. 573 с.
- Миграции птиц Восточной Европы и Северной Азии: Пластинчатоклювые. Речные утки. М.: Наука, 1997. 318 с.
- Минеева Н.М. Первичная продукция планктона в водохранилищах Волги. Ярославль: Принтхаус, 2009. 279 с.
- Мониторинг и сохранение биоразнообразия таёжных экосистем Европейского Севера России / Под ред. П.И. Данилова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 309 с.
- Птицы Советского Союза. Т. 4 / Под ред. Г.П. Демьтёва, Н.А. Гладкова. М.: Советская наука, 1952. 647 с.
- Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. тех. ун-та, 2002. 368 с.
- Фомина Ю.Ю., Сярки М.Т. Зоопланктон Онежского озера, биоразнообразие и продуктивность // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы: III Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием. Казань: ИП Синяев Д.Н., 2015. С. 71–74.
- Штейнбахер И. Перелёты птиц. М.: Изд-во иностранной литературы, 1956. 164 с.
- Экологические проблемы Верхней Волги / Под ред. А.И. Копылова. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2001. 427 с.
- Якоби В.Э. Морфо-экологические приспособления к скоростному полёту у птиц // В кн.: Механизмы полёта и ориентации птиц / Под ред. С.Е. Клейнберг. М.: Наука, 1966. С. 64–81.
- Arnemo R., Berzins B., Gronberg B., Mellgren I. The Dispersal in Swedish Waters of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet) (Rotatoria) // Oikos. 1968. V. 19. No 2. P. 351–358.
- Balvay G. First Record of the Rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) in France // J. Plankton Res. 1994. V. 16. No 8. P. 1071–1074.
- Bayanov N.G. Occurrence and abundance level of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) in lakes of the Nizhniy Novgorod region // Russian Journal of Biological Invasions. 2014. V. 5. No 2. P. 111–114.
- Barbiero R.P., Warren G.J. Rotifer communities in the Laurentian Great Lakes, 1983–2006 and factors affecting their composition // Journal of Great Lakes Research. 2011. V. 37. No 3. P. 528–540.
- Bezerra-Neto J.F., Aguila L.R., Landa G.G., Pinto-Coelho R.M. The exotic rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in the zooplankton community in a tropical reservoir // Lundiana. 2004. V. 5. No 2. P. 151–153.
- Biédzki L.A., Ellison A.M. Diversity of Rotifers from Northeastern USA Bogs with New Species Records for North America and New England // Hydrobiologia. 2003. 497. P. 53–62.
- Blouin A.C., Lane P.A., Collins T.M., Kerekes J. Comparison of planktonwater chemistry relationships in three acid stressed lakes // Int. Rev. gesamt. Hydrobiol. 1984. 69. P. 819–841.
- Brett M.T. The rotifer communities of acid-stressed lakes of Maine // Hydrobiologia. 1989. 186/189. P. 181–189.
- Campbell R.S. Vertical distribution of the plankton Rotifera in Douglas Lake, Michigan, with special reference to depression individuality // Ecol. Monogr. 1941. 11. P. 1–19.
- Carlin B. Die Planktonrotatorien des Motalastrom. Zur Taxonomie und Okologieder Planktonrotatorien // Medd. Lands Univ. Limnol. Inst. 1943. 5. 260 p.
- De Paggi J. New Data on the Distribution of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Monogononta: Brachionidae): Its Presence in Argentina // Zool. Anzeiger. 2002. 241. P. 363–368.
- Delany S., Scott S. Waterbird Population Estimates. Third Edition. Wetlands International Global Series No 12. Wageningen, The Netherlands. 2002. 105 p.

- Dumont H.J. Biogeography of rotifers // *Hydrobiologia*. 1983. 104. P. 19–30.
- Eloranta P. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet), a Plankton Rotifer Species New to Finland // *Ann. Zool. Fennici*. 1988. 25. P. 249–252.
- Ferraz H.D.A., Landa G.G., Paprocki H. Zooplankton of an urban stretch, Itapeperica river, Divinópolis, Minas Gerais, Brazil // *Check List, Campinas*. 2009. V. 5. No 4. P. 890–894.
- Figueroa-Sanchez M.A., Nandini S., Sarma S.S.S. Zooplankton community structure in the presence of low levels of cyanotoxins: a case study in a high altitude tropical reservoir (Valle de bravo, Mexico) // *J. Limnol*. 2014. V. 73. No 1. P. 157–166.
- Gray D.K., Johengen T.H., Reid D.F., MacIsaac H.J. Efficacy of open-ocean ballast water exchange as a means of preventing invertebrate invasions between freshwater ports // *Limnol. Oceanogr*. 2007. V. 52. No 6. P. 2386–2397.
- Havens K.E. Summer zooplankton dynamics in the limnetic and littoral zones of a humic acid lake // *Hydrobiologia*. 1991. 215. P. 21–29.
- Janiec K. Short distance wind transport of microfauna in maritime Antarctic (King George Island, South Shetland Islands) // *Pol. Polar Res*. 1996. V. 17. P. 203–211.
- Jarvinen M., Kuoppamäki K., Rask M. Responses of phyto- and zooplankton to liming in a small acidified humic lake // *Water, Air and Pollution*. 1995. V. 85. P. 943–948.
- Jenkins D.G., Underwood M.O. Zooplankton may not disperse readily in wind, rain, or waterfowl // *Hydrobiologia*. 1998. V. 387/388. P. 15–21.
- Josefsson M., Andersson B. The Environmental Consequences of Alien Species in the Swedish lakes Mälaren, Hjälmaren, Vänern and Vättern // *Ambio*. 2001. V. 30. No 8. P. 514–521.
- Keskitalo J., Salonen K., Holopainen A.L. Long-term fluctuations in environmental conditions, plankton and macrophytes in a humic lake, Valkea-Kotinen // *Boreal Environ. Res*. 1998. V. 3. No 3. P. 251–262.
- Kosik M., Čadkova Z., Pøikryl I., Sed'a J., Pechar L., Pecharova E. Initial succession of zooplankton and zoobenthos assemblages in newly formed quarry lake Medard (Sokolov, Czech republic) // In 11th International Mine Water Association Congress – Mine Water – Managing the Challenges 05.09.2011, Aachen, Germany / Eds. T.R. Råde, A. Freund, C. Wolkersdorfer. Aachen, Germany: IMWA, 2011. S. 517–522.
- Koste W. Rotatoria. Die Rodertiere Mitteleuropas. Berlin; Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, 1978. 673 s.
- Landa G.G., Rull Del Aguila L.M., Pinto-Coelho R.M. Distribuição espacial e temporal de *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera) em um grande reservatório tropical (reservatório de Furnas), Estado de Minas Gerais, Brasil // *Acta Scientiarum*. 2002. 24. P. 313–319.
- Leentvaar P. Quelques rotateurs rares observés em Hollande // *Hydrobiologia*. 1961. 18. P. 245–251.
- Lehtovaara A., Arvola L., Keskitalo J., Olin M., Rask M., Salonen K., Sarvala J., Tulonen T., Vuorenmaa J. Responses of zooplankton to long-term environmental changes in a small boreal lake // *Boreal Environment Research*. 2014. 19. P. 97–111.
- Maguire B.J. Passive overland transport of small aquatic organisms. *Ecology*. 1959. V. 40. P. 312.
- Maguire B.J. The passive dispersal of small aquatic organisms and their colonization of isolated bodies of water. *Ecol. Monogr*. 1963. V. 33. P. 161–185.
- Nandini S., Merino M., Sarma S.S.S. Seasonal and depth related zooplankton distribution in the reservoir Valle de Bravo (State of Mexico, Mexico) with emphasis on rotifers // *Rotifera. Abstracts XI International Symposium on Rotifers Mexico City, Mexico: National Autonomous Univ. Mexico*, 2006. P. 61.
- Pejler B. History of rotifer research in northern Europe // *Hydrobiologia*. 1998. 387/388. P. 1–8.
- Peixoto R.S., Brandão L.P.M., Valadares C.Fá., Barbosa P.M.M. Occurrence of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) and *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 in lakes of the Middle River Doce, MG, Brazil // *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2010. V. 22 No 3. P. 356–360.
- Roff J.C., Kwiatkowski R.E. Zooplankton and zoobenthos communities of selected Northern Ontario lakes of different acidities // *Can. J. Zool*. 1977. 55. P. 899–911.
- Rühymann D. Die Rädertiere im Plankton des Hamburger Hafens // *Mikrokosmos*. 1962. 51. P. 294–297.
- Scruton D.A., Chengalath R., Carter J.C.H., Taylor W.D. Distribution of planktonic rotifers and crustaceans in one hundred and eight lakes from insular Newfoundland // *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci*. 1991. 1825. 83 p.
- Schlichting H.E., Milliger L.E. The dispersal of microorganisms by a hemipteran, *Lethocerus uhleri* (Montadon) // *Trans. Am. Microsc. Soc*. 1969. V. 88. P. 452–454.
- Schulz H. Biometrische Messungen an *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet) // *Mitt. Hamburg. zool. Mus. und Inst*. 1964. 61. P. 117–121.
- Segers H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Auckland: Magnolia Press, 2007. 104 p.
- Segers H., De Smet W.H. Diversity and endemism in Rotifera: a review, and *Keratella Bory de St Vincent* // *Biodivers Conserv*. 2008. V. 17. P. 303–316.
- Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers. Stuttgart: Kosmos Verlag, 2006. 429 p.
- Vezhnavets V.V., Litvinova A.G. First record of the north American rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) from the Sozh River, Belarus // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2015. V. 6. No 2. P. 135–136.

DISTRIBUTION AND WAYS OF DISPERSION OF AMERICAN ROTIFER *KELLICOTTIA BOSTONIENSIS* (ROUSSELET, 1908) (ROTIFERA: BRACHIONIDAE) IN WATERBODIES OF EUROPEAN RUSSIA

© 2015 Zhdanova S.M.^{1*}, Lazareva V.I.^{1**}, Bayanov N.G.^{2***},
Lobunicheva E.V.^{3****}, Rodionova N.V.^{4*****}, Shurganova G.V.^{6*****},
Kulakov D.V.^{5*****}, Il'in M.Yu.^{6*****}

¹ Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences,
Borok, Yaroslavl region, 152742 Russia;

² FSBI «State Nature Reserve «Kerzhensky», Nizhnii Novgorod, 603001 Russia;

³ Vologda Laboratory, State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries,
Vologda, 160012 Russia;

⁴ Institute for Lake Research of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 196105 Russia;

⁵ Sergeev Institute of Environmental Geosciences, St. Petersburg Division,
the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 199004 Russia;

⁶ Lobachevsky State University, Nizhnii Novgorod, 603950 Russia.

E-mail: * zhdanova83@gmail.com, ** laz@ibiw.yaroslavl.ru, *** bayanovng@mail.ru,
**** lobunicheva_ekaterina@mail.ru, ***** nleptodora@gmail.com, ***** galina.nngu@mail.ru,
***** dvkulakov@mail.ru, ***** maxim_ilin@list.ru

In the first decade of the 21st century, the findings of a new invader – American rotifer, *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), has become more frequent in Russia. By 2013 *K. bostoniensis* was detected in more than 40 different waterbodies and watercourses of European part of Russia. American rotifer is widely spread and is a common species in forest lakes and rivers of the Baltic Sea basin, Volga-Baltic watershed; in the Volga River basin it has spread southward to 55° N (lakes of the Oka and Pra rivers) and eastward to 45° E (the Kerzhensky River, Cheboksary Reservoir basin). The rotifers inhabit small (<3 km²) and large (>200 km²), shallow (<1 m) and deep (>20 m) waterbodies with a trophic range from oligo- to eutrophy. In Russia *K. bostoniensis* occurs in a wide range of color of water (30–680 degrees Pt-Co-scale) compared to waterbodies of Western Europe. The rotifer is tolerant to temperature regime and oxygen concentrations in water. In the hypolimnion of stratified lakes, *K. bostoniensis* reaches high abundance (>100 000 ind./m³) at a very low concentration of dissolved oxygen (2.5 mg/L or about 20% of saturation) and water temperature of 5–12 °C. The invader and aboriginal species *K. longispina* coexisted in deep lakes and deep parts of reservoirs (the depth more than 5 m); in shallow lakes only *K. bostoniensis* was found. On the contrary, in most parts of large reservoirs of the Upper Volga *K. longispina* was recorded exclusively. The possibility and the direction of transfer of the rotifer by swimming birds are discussed.

Key words: *Kellicottia bostoniensis*, distribution, ways of dispersion, waterbodies of European Russia.