

НАТУРАЛИЗАЦИЯ И ПУТИ РАССЕЛЕНИЯ *BRANCHIURA SOWERBYI* BEDDARD, 1892 (OLIGOSCHAETA) В ВОЛГО-БАЛТИЙСКОМ ВОДНОМ КАНАЛЕ

© 2024 Ивичева К.Н.^{а, *}, Филоненко И.В.^б

^а Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, г. Санкт-Петербург, 199053, Россия

^б Вологодский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, г. Вологда, 160014, Россия
e-mail: *ksenya.ivicheva@gmail.com

Поступила в редакцию 07.03.2024. После доработки 07.05.2024. Принята к публикации 18.05.2024

На протяжении 2021–2023 гг. тропическая олигохета *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 отмечается в Шекснинском водохранилище на двух станциях. Находки разноразмерных особей позволяют предполагать успешное размножение вида в Шекснинском водохранилище. Успех натурализации может быть связан с потеплением климата. Обнаружение *B. sowerbyi* в данном водохранилище произошло на фоне пятилетнего роста показателей температуры воды. Отмечается тенденция расселения *B. sowerbyi* в северном направлении.

Ключевые слова: инвазия, Вологодская область, водохранилища, балластные воды, вселение, зообентос.

DOI:10.35885/1996-1499-17-2-068-073

Введение

Водные системы являются коридором для расселения чужеродных видов. В европейской части России основной коридор расселения – система волжских водохранилищ и Волго-Балтийский водный путь [Рапов et al., 2009]. Именно этим путём происходит расселение новых видов во внутренних водоёмах страны – с юга из Каспийского и Азовского морей и с запада из Финского залива. Потепление климата способствует проникновению южных видов всё дальше на север [Didham et al., 2005, Verdonshot, 2007]. Считается, что в северных водоёмах чужеродные виды меньше конкурируют с нативными видами и встраиваются в существующие экосистемы [Gollasch, 2006]. Так, например, произошло с *Gmelinoides fasciatus*, который в Шекснинском водохранилище (вдхр.), вероятно, занял пустующую экологическую нишу [Ивичева, Филоненко, 2022].

Branchiura sowerbyi Beddard, 1892 – малощетинковый червь тропического происхождения, который широко расселился по всему миру и продолжает свою экспансию и по сей день [Timm, 2009]. На территории

Вологодской обл. данный вид был впервые зарегистрирован в 2019 г. [Pegova, 2022] в Шекснинском плёсе Рыбинского вдхр. на глубине 8 м. В 2021 г. этот вид был отмечен в 70 км севернее: в Шекснинском вдхр. у местечка Топорня [Ивичева, Филоненко, 2023]. На той же станции *Branchiura sowerbyi* был обнаружен и в 2022 г. [Филоненко, Ивичева, 2023]. В настоящее время это единственные современные находки вида в водоёмах Волго-Балтийского водного пути (ранее он был отмечен И.И. Малевичем в ботаническом саду в г. Москве [Малевич, 1937]) и самое северное местообитание вида в мире. В 2023 г. проведены поиск *B. sowerbyi* и прогноз его возможных местообитаний вдоль Волго-Балтийского водного пути [Филоненко, Ивичева, 2023]. К настоящему времени присутствие этого вида на протяжении трёх лет в Волго-Балтийском водном канале фиксируется только на одном участке, что позволяет предположить факт натурализации в этом районе водного пути.

Целью данной работы было изучить особей и условия обитания *B. sowerbyi* из местечка Топорня и сделать прогноз дальнейшего

распространения вида по Волго-Балтийскому водному пути.

Материалы и методы

Для изучения особенностей обитания *B. sowerbyi* у местечка Топорня (59°45'21" с. ш., 38°21'28" в. д.) и на близлежащих участках Волго-Балтийского канала в 2021–2024 гг. осуществлялся ежеквартальный отбор проб. В 2022 г. нами проведена оценка водоёмов системы Волго-Балтийского водного пути по показателям мутности и температуры воды на предмет сходства с местами обнаружения *B. sowerbyi* у местечка Топорня [Филоненко, Ивичева, 2023]. В 2023–2024 гг. осуществлялся отбор проб зообентоса на этих участках на сходных биотопах. Всего было отобрано 126 проб зообентоса: 45 – у местечка Топорня, 81 – в сходных биотопах. Для отбора проб использовался дночерпатель Ван-Вина с площадью захвата 0.025 м². Пробы промывались через газ с размером ячеей 250 мкм и фиксировались формалином. Обработка проб осуществлялась в лаборатории. Часть проб доставлялась в лабораторию и обрабатывалась в живом виде. Вместе с отбором проб измерялись глубина и температура воды, описывались характер грунтов. Температуру и мутность воды учитывали по снимкам Landsat. Уровень мутности воды оценивали по индексу NDTI [Lasaux J.P. et al., 2007]. Температуру воды определяли по 10 каналу Landsat 8 или Landsat 9 [Филоненко, Ивичева, 2023]. Кар-

тографический материал готовили в среде NextGIS.

Результаты и обсуждение

Показатели среды обитания в районе находок чужеродного вида *B. sowerbyi* приведены в таблице. Данный вид отмечается в Шекснинском вдхр. с 2021 г. Из 45 проб, отобранных в местечке Топорня вид был отмечен в 6 пробах. Также в 2022 г. он был встречен в 7.5 км южнее Топорни – у урочища Красный Бор (рис. 1). В марте 2024 г. один экземпляр этого вида был отмечен в 36 км севернее – у с. Вогнема. В условиях Вологодской обл. *B. sowerbyi* обнаруживалась исключительно на илистых грунтах на глубинах от 1.9 до 7 м, вблизи судового хода при температуре воды 2.2–23.6 °С. Вместе с *B. sowerbyi* в пробах отмечались *Tubifex tubifex* (Müller, 1774), *Procladius* sp., *Polypedilum scalaenum* Schrank, 1803. *B. sowerbyi* – крупный червь и в биотопах, где он встречается, имеет долю от 40 до 70% биомассы зообентоса. Летом и осенью в пробах были отмечены особи от 40 до 60 мм с индивидуальным весом от 11.3 до 46.4 мг.

Участок Шекснинского вдхр., на котором в 2021–2023 гг. была отмечена *B. sowerbyi*, по ряду характеристик приближается к средним значениям по сравнению с другими биотопами Волго-Балтийского водного канала. Так зарастание гелофитами здесь составляет 14.9%, в то время как на различных участках канала меняется от 0.8 до 43% [Филоненко, Ивиче-

Таблица. Характеристики местообитаний *B. sowerbyi* в Шекснинском водохранилище

Дата	Место отбора	Грунт	Глубина, м	Температура воды, °С	Количество экземпляров, шт.
17.08.2021	Топорня (59°45'21" с. ш., 38°21'28" в. д.)	ил	5	18.9	2
10.08.2022	Топорня	ил с песком	7	22.6	3
20.10.2022	Топорня	ил	3.5	9.8	2
20.10.2022	Красный Бор (59°42'1"с. ш., 38°23'3" в. д.)	ил	5	9.5	3
16.08.2023	Топорня	ил	4	23.6	2
16.08.2023	Топорня	ил	3.5	23.6	2
16.08.2023	Топорня	ил	5	23.6	1
29.03.2024	Вогнема (59°58'42" с. ш, 38°7'50" в. д)	ил	1,9	2.2	1

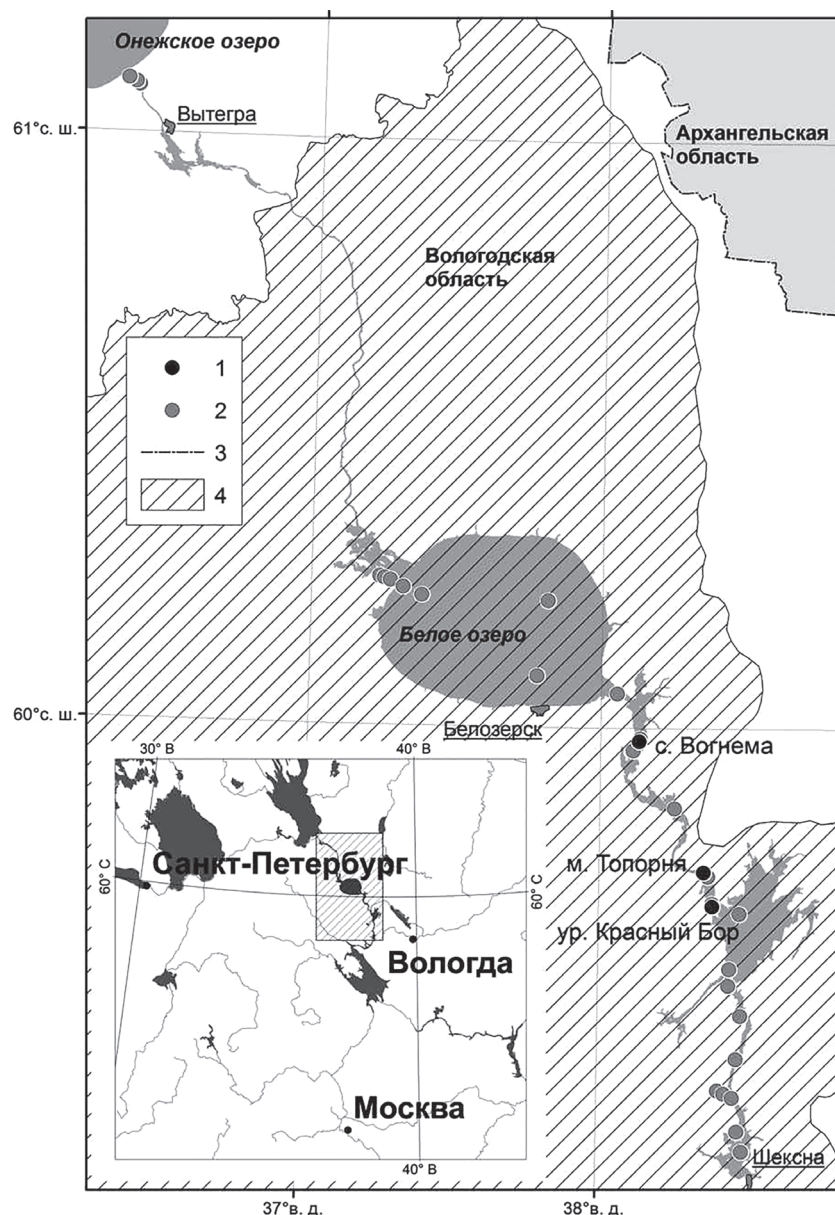


Рис. 1. Находки *Branchiura sowerbyi* в Вологодской области: 1 – места обнаружения *Branchiura sowerbyi*; 2 – станции сбора олигохет вдоль Волго-Балтийского водного пути; 3 – административные границы областей; 4 – граница Волжского бассейна.

ва, 2023]. Средняя сумма температур воды за вегетационный сезон составляет 75.9 °C (Станд. откл. = 3.82), при амплитуде от 68.7 до 80.5 °C в целом по системе. Средняя сумма индекса мутности воды за вегетационный сезон составляет –0.19 (Станд. откл. = 0.22), при минимальных показателях –0.24 и максимальных –0.12 на всём протяжении канала [Филоненко, Ивичева, 2023].

Наиболее близки по условиям к месту обнаружения *B. sowerbyi* прилегающий район Сизьменского разлива, а также Новинкинское вдхр. [Филоненко, Ивичева, 2023]. Находка вида у ур. Красный Бор в устье залива по-

зволяет предполагать обитание вида в Сизьменском разливе. В 2024 г. вид был впервые отмечен в 36 км севернее (у с. Вогнема) на станции многолетних гидробиологических наблюдений. К настоящему времени можно констатировать расселение вида в северном направлении. Обнаружение живой особи в зимний период, в период отсутствия навигации, свидетельствует об успешной зимовке в Шекснинском вдхр. При обследовании подходящих для бранхиуры биотопов на участках от р. Вытегры до р. Шексна (Крохино) и от Сизьменского разлива до г. Череповца (рис. 1) в пробах были отмечены только натив-

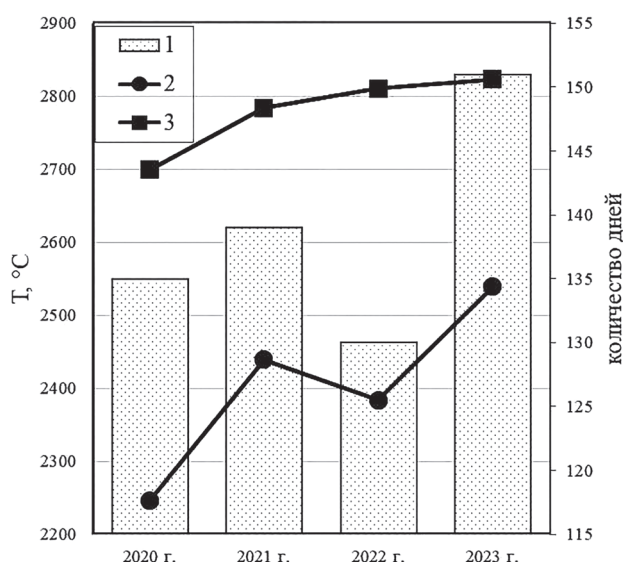


Рис. 2. Характеристики водной среды Волго-Балтийской системы на участке находок *Branchiura sowerbyi* (1 – количество суток с устойчивой температурой выше 10 °С; 2 – сумма температур за период, с показателями выше 10 °С; 3 – сумма температур за период май – ноябрь).

ные виды олигохет (*Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862, *Tubifex tubifex* (Müller, 1774), *Tubifex newaensis* (Michaelson, 1903)).

Установлено, что *B. sowerbyi* способна размножаться при температуре выше 10–15 °С [Aston, 1968; Carroll, Dorris, 1972]. В 2020–2023 гг. в Шекснинском вдхр. наблюдался явный тренд на увеличение суммарных температур воды в период с температурами выше 10 °С. Общая сумма температур воды с мая по ноябрь в эти годы также увеличивалась (рис. 2). Средний показатель суммы температур составил 2779.3 °С (Станд. откл. = 55.23), заметно превышая значения за последние 15 лет (2296.3 °С; Станд. откл. = 198.09 °С) [Филоненко, Ивичева, 2023]. Обнаружение *B. sowerbyi* на одной и той же станции на протяжении трёх лет позволяет предположить, что в данный момент идёт процесс натурализации вида в условиях Вологодской обл. Возможно, расселение теплолюбивой олигохеты связано с глобальным потеплением климата.

В р. Дунай распространение вида связано с гидроморфологической модификацией рек [Raunović et al., 2005]. В нашем случае *B. sowerbyi* вселилась в уже устоявшуюся гидрологическую систему (Шекснинское вдхр. существует с 1964 г.). Гидрологические условия данного водохранилища (слабое течение

или его полное отсутствие и илистые грунты) благоприятны для существования вида. Как и в европейских водоёмах [Raunović et al., 2005; Georgieva et al., 2012], в Шекснинском вдхр. *B. sowerbyi* в местах обитания преобладает в пробах по биомассе, составляя до 70% от общей. На сегодняшний момент этот вид сосуществует с нативными видами олигохет. В целом, глубина на которой обитает рассматриваемый вид, в пределах Вологодской обл. соответствует опубликованным данным по Европе [Georgieva et al., 2012; Cebulka, Krodziewska, 2017].

Заключение

С 2021 по 2023 г. *B. sowerbyi* встречается на станции первой находки – у местечка Топорня. В 2022 г. вид был зарегистрирован в 7 км южнее – в устье Сизьменского разлива. В конце марта 2024 г. он впервые был отмечен в 36 км севернее на станции постоянных гидробиологических наблюдений у с. Вогнема. Можно констатировать расселение вида в северном направлении по Волго-Балтийскому водному каналу. При оценке температуры и мутности воды Волго-Балтийского канала по снимкам Landsat были выделены участки водной системы, по условиям сходные с ранее зафиксированным местом обитания *B. sowerbyi*. Наиболее перспективными для обитания этой олигохеты видятся биотопы Сизьменского разлива. Находка вида в северной части Сизьменского разлива позволяет предполагать состоявшееся обитание олигохеты и в основной его части. Обнаружение экземпляров разного размера на протяжении нескольких лет (с 2021 по 2024 г.), а также присутствие *B. sowerbyi* в пробах ранневесеннего периода, позволяют предположить, что вид уже натурализовался в Шекснинском вдхр. С учётом находок в Рыбинском вдхр. [Perova, 2022] наблюдается явная тенденция расселения *B. sowerbyi* на север по Волго-Балтийскому водному каналу, что может быть связано с потеплением климата.

Финансирование работы

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» №076-00004-23-01.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Инвазионные виды зообентоса на территории Вологодской области. Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Материалы X международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. М.: Изд-во ВНИРО, 2022. С. 172–174.
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Первая находка *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 (Oligochaeta) в Шекснинском водохранилище (Верхняя Волга) // Российский журнал биологических инвазий. 2023. № 1. Т. 16. С. 42–46. DOI: 10.35885/1996-1499-16-1-42-46
- Малевич И.И. О географическом распространении *Branchiura sowerbyi* Bedd. (Oligochaeta, Tubificidae) // Сб. тр. / Гос. Зоол. музей при МГУ. М., 1937. Т. 4. С. 131–132.
- Филоненко И. В., Ивичева К.Н. Значение Волго-Балтийского водного пути в появлении чужеродной олигохеты *Branchiura sowerbyi* в Шекснинском водохранилище // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: Сб. материалов VIII Всероссийской конф. по водной экотоксикологии, посвящ. 85-летию со дня рождения Б.А. Флёрова, Борок, 17–20 октября 2023 г. / Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Борок: Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 2023. С. 280–283.
- Aston R.J. The effect of temperature on the life cycle, growth and fecundity of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta, Tubificidae) // J. Zool. 1968. Vol. 154. P. 29–40.
- Carroll Jr. H., Dorris T. C. The Life History of *Branchiura sowerbyi* // American Midland Naturalist. 1972. Vol. 87. No. 2. P. 413–422.
- Cebulska k., Krodkiewska M. A New Locality of Alien Oligochaete Species *Branchiura sowerbyi* in Upper Oder River in Poland // Polish Journal of Ecology, 2017. 65 (4) P. 432–438. <https://doi.org/10.3161/15052249PJE2017.65.4.012>
- Didham R.K., Tylanakis J.M., Hutchison M.A., Ewers R.M., Gemmell N.J. Are invasive species the drivers of ecological change? // Trends in Ecology & Evolution. 2005. Vol. 20. No. 9. P. 470–474. DOI:10.1016/j.tree.2005.07.006
- Georgieva G., Varadinova E., Uzunov Y. Distribution of non-indigenous tubificid worm *Branchiura sowerbyi* (Beddard, 1892) in Bulgaria // Journal of BioScience and Biotechnology. 2012. P. 105–113.
- Gollasch S. Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters // Helgol Mar Res. 2006. Vol. 60. No. 2. P. 84–89. DOI:10.1007/s10152-006-0022-y
- Lacaux J.P., Tourre Y.M., Vignolles C., Ndione J.A., Lafaye M. Classification of ponds from high-spatial resolution remote sensing: Application to Rift Valley Fever epidemics in Senegal // Remote Sensing of Environment. 2007. Vol. 106. P. 66–74.
- Panov V.E., Alexandrov B., Arbačiauskas K., Binemelis R., Copp G.H., Grabovski M., Lucy F., Leuven R.S.E.W., Nehring S., Paunović M., Semenchenko V., Son M.O. Assessing the risk of aquatic species invasions via European inland waterways: From concepts to environmental indicators // Integr. Environ. Assess. Manag. 2009. Vol. 5. No. 1. P. 110–126. DOI: 10.1897/IEAM_2008-034.1
- Paunović M., Miljanovic B., Simic V., Cakic P., Djikanovic V., Jakovcev-Todorovic D., Stojanovic D., Veljkovic B. Distribution of non-indigenous tubificid worm *Branchiura sowerbyi* (Beddard, 1892) in Serbia // Biotechnol. & Biotechnol. Eq. 2005. Vol. 3. P. 91–97. DOI: 10.1080/13102818.2005.10817234
- Perova S.N. First Finding of *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 (Oligochaeta, Tubificidae) in the Rybinsk Reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2022. Vol. 13. No. 4. P. 506–509. DOI: 10.1134/S2075111722040087.
- Timm T. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. Dinkelscherben: Lauterbornia, 2009. Vol. 66. 235 p.
- Verdonschot P.F.M. Spatial and temporal re-distribution of Naididae (tubificoid naids and naids s. str., Annelida, Clitellata) in Europe due to climate change: a review based on observational data // Acta Hydrobiol. 2007. Vol. 31. P. 116–138.

NATURALIZATION AND SPREADING ROUTES OF *BRANCHIURA SOWERBYI* BEDDARD, 1892 (OLIGOCHAETA) IN THE VOLGA-BALTIC WATER CHANNEL

© 2024 Ivicheva K.N.^{a,*}, Filonenko I.V.^b

^a Saint Petersburg branch of VNIRO (L.S. Berg GosNIORKH), Saint Petersburg, 199053, Russia

^b Vologda branch of VNIRO (VologodNIRO), Vologda, 160014, Russia

e-mail: *ksenya.ivicheva@gmail.com

During 2021–2023, the tropical oligochaete *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 was observed in the Sheksninsky reservoir at two stations. The findings of different-sized individuals suggest successful reproduction of the species in the Sheksninsky reservoir. The success of naturalization may be related to climate warming. The discovery of *B. sowerbyi* in the Sheksninsky reservoir occurred against the background of a five-year increase in water temperature. There is a tendency for *B. sowerbyi* to settle northwards.

Key words: invasion, Vologda region, reservoir, ballast water, zoobenthos.