Научная статья
УДК 597.2/.5 : 591.67
doi: 10.17223/19988591/71/7

Биологические особенности сибирского пескаря *Gobio sibiricus* (Cyprinidae) и его зараженность метацеркариями *Opisthorchis felineus* в бассейне реки Томь (Томская область, Россия)

Ирина Борисовна Бабкина[1], Анастасия Викторовна Симакова[2], Александр Михайлович Бабкин[3], Марк Ясон Александрович Соловьев[4]

[1, 2, 3, 4] *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия*
[1] *https://orcid.org/0000-0002-3302-6819, bibsphera@gmail.com*
[2] *https://orcid.org/0000-0003-0906-9496, omikronlab@yandex.ru*
[3] *babkin.alex1983@yandex.ru*
[4] *scolopid@gmail.com*

Аннотация. Непромысловые виды рыб часто остаются слабо изученными, сохраняются вопросы как по систематическому положению вида, так и по его биологии и экологии. Работа посвящена изучению биологических особенностей сибирского пескаря *Gobio sibiricus* Nikolsky, 1936 в бассейне реки Томь (средняя Обь, Томская область, Западная Сибирь). Томская область расположена в крупнейшем в мире Обь-Иртышском природном очаге описторхоза, вызываемого трематодами *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884. Сибирский пескарь относится к семейству карповых Cyprinidae и служит потенциальным носителем метацеркарий описторхид. На основе анализа многолетних данных (с 2000 по 2024 г.) по зараженности пескаря установлено, что рыбы в условиях бассейна Томи подвержены заражению. В исследованных водоемах наиболее зараженными оказались особи из Томи (экстенсивность инвазии – 16,6%). Наименее заражены рыбы из рек Басандайка и Ушайка (10%, 1,4% соответственно). Интенсивность инвазии во всех исследованных водоемах низкая (1–4 экз./особь). Зависимости уровня зараженности от размера и возраста не выявлено. Это может быть связано с экологией пескаря в условиях бассейна реки Томь.

Ключевые слова: размеры, возраст, плодовитость, экстенсивность и интенсивность инвазии

Источник финансирования: исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2024-0006).

Для цитирования: Бабкина И.Б., Симакова А.В., Бабкин А.М., Соловьев М.Я.А. Биологические особенности сибирского пескаря *Gobio sibiricus* (Cyprinidae) и его зараженность метацеркариями *Opisthorchis felineus* в бассейне реки Томь (Томская область, Россия) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2025. № 71. С. 123–137. doi: 10.17223/19988591/71/7

Original article
doi: 10.17223/19988591/71/7

Biological characteristics of the Siberian gudgeon *Gobio sibiricus* (Cyprinidae) and its infection with metacercariae *Opisthorchis felineus* in the Tom River basin (Tomsk Oblast, Russia)

Irina B. Babkina[1], Anastasia V. Simakova[2], Alexander M. Babkin[3], Mark Yason A. Soloviev[4]

[1, 2, 3, 4] Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation
[1] https://orcid.org/0000-0002-3302-6819, bibsphera@gmail.com
[2] https://orcid.org/0000-0003-0906-9496, omikronlab@yandex.ru
[3] babkin.alex1983@yandex.ru
[4] scolopid@gmail.com

Summary. In the Ob basin, the Siberian gudgeon *Gobio sibiricus* Nikolsky, 1936 is widespread in the river system. This species is a typical rheophile; it prefers tributaries of the first and second orders and adheres to coastal areas of rivers with rocky-pebble, pebble-sandy soils. The biology and morphology of the Siberian gudgeon are currently poorly studied, and there are also questions related to the taxonomy of Siberian gudgeon. The species is also interesting from the point of view of its contribution to the circulation of trematodoses. Being representatives of the carp family, gudgeon can be intermediate hosts of trematode metacercariae, including opisthorchis. In this regard, an interesting fact is that the Siberian gudgeon is included in the opisthorchiasis outbreak operating in Tomsk Oblast. Almost all territories adjacent to the Ob-Irtysh basin are unfavorable for opisthorchiasis. Tomsk Oblast is one of the leaders in terms of population infected with cat fluke.

For reservoirs of Tomsk Oblast, it was previously indicated that gudgeon was free from opisthorchis invasion. In other regions within the Ob-Irtysh basin, infection of gudgeon with opisthorchis was noted in the Chumysh River (Kemerovo Oblast), in small rivers in the south of Tyumen Oblast, in Novosibirsk Oblast. The aim of the work was to study the biology of gudgeon and assess the level of its infection with opisthorchis metacercariae in tributaries of the Middle Ob. Gudgeons have no commercial value, they are objects of amateur fishing, they are used both as food for humans and domestic animals, although its share in human preferences is not large, about 1%, its share in catches in second-order tributaries is quite large, on average, about 25%.

The material for the study was obtained during monitoring studies of fish biodiversity in water bodies of Tomsk Oblast, in the south of Western Siberia. The Tom River is one of the major right tributaries of the Ob River. A significant part of the lower section of the river is located within Tomsk Oblast. The largest tributaries of the Tom (in the lower reaches) are the Basandaika and the Ushaika rivers (right-bank tributaries of the 1st order). The material on the gudgeon was collected from 2000 to 2024. The Ushaika River, 2000 - 71 specimens, the Basandaika River, 2010 - 35 specimens, 2020 - 10 specimens, the Tom River, 2004 - 78 specimens, 2005 - 38 specimens, 2009 - 43, 2024 - 17 specimens. The ichthyological material was analyzed using morphological and biological analysis methods. Muscle infestation of gudgeon with *Opisthorchis felineus* metacercariae was studied using the conventional compressor method. Morphological characteristics of the Tom River gudgeon: SL 124.7 mm, D II 7, A II-III 6, V I 7, ll 41.7; the antedorsal distance (47.4% SL (standard length)) is greater than the postdorsal (42.9% SL); the height of the caudal peduncle (8.4% SL) is 33.2% of the head length (25.0% SL) and 38.5% of the caudal peduncle length (18.7% SL).

Gudgeon in the Tom River basin are found at the age of up to 7+ years. The size characteristics of the gudgeon vary somewhat, so it can be noted that the gudgeon from the Tom River is larger, while the gudgeon from the Basandaika River is smaller (*See Table 1*). In the Ushaika River, gudgeon was noted with an average body length of 103.8 and a body weight of 16.8 g, in the Basandaika River with an average body length of 70.4 mm, a body weight of 6.4, and in the Tom River with an average body length of 110.7 mm, a weight of 23.2 g. The food spectrum of the gudgeon of the lower Tom River consisted of: chironomid larvae, mayflies, caddisflies, crustaceans, bivalves, beetles, and detritus. The majority of the gudgeon's food spectrum consisted of mayfly and caddisfly larvae (more than 50%). The gudgeon becomes sexually mature at the age of 2+ years. Spawning of the gudgeon in the Tom River is portioned, begins in the first ten days of July and can stretch until the end of July. Individual absolute fecundity varies considerably (3406-21984 eggs, average - 11588 ± 1502) (*See Table 2*), increasing with the size of the fish.

We have established that gudgeon, like most other carp fish, despite its confinement to fast-flowing water bodies and spawning in the summer period, is susceptible to invasion by *O. felineus* metacercariae. The average long-term infestation (PI prevalence of infection) of the gudgeon in the Tom River basin was 8.3%, the intensity of infestation was 1.75 metacercariae/individual. Some differences in infestation in different water bodies are observed; the gudgeon from the Tom River was more infested (*See Table 3*). An assessment of the dependence of the infection level on the size of the fish was made. According to our data, no such dependence was found, however, it can be noted that among the largest fish (Tom River, 2009) no infected individuals were noted (*See Fig. 1*).

The article contains 1 Figure, 3 Tables, 37 References.

Keywords: size, age, fertility, prevalence of infection and intensity of invasion

Fundings: this work was partially supported by Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FSWM-2024-0006).

For citation: Babkina IB, Simakova AV, Babkin AM, Soloviev MYA. Biological characteristics of the Siberian gudgeon *Gobio sibiricus* (Cyprinidae) and its infection with metacercariae *Opisthorchis felineus* in the Tom River basin (Tomsk Oblast, Russia). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2025;71:123-137. doi: 10.17223/19988591/71/7

Введение

Сибирский пескарь *Gobio sibiricus* Nikolsky, 1936 в бассейне Оби распространен в речной системе повсеместно, предпочитает притоки первого и второго порядков, придерживается прибрежных участков рек с каменисто-галечными, галечно-песчаными грунтами, является типичным реофилом. Биология и морфология сибирского пескаря в настоящее время изучена слабо, также остаются вопросы, связанные с его таксономией [1]. Сибирский пескарь интересен и с точки зрения его вклада в циркуляцию трематодозов. Являясь представителем семейства карповых, он может быть промежуточным хозяином метацеркарий трематод, в том числе описторхиса. В связи с этим интерес представляет включенность пескаря в действующий на территории Томской области очаг описторхоза. Неблагополучными по этому заболеванию являются практически все территории, относящиеся к Обь-Иртышскому бассейну. Томская область занимает одно из лидирующих мест по зараженности населения кошачьей двуусткой [2].

Пескари промыслового значения не имеют, являются объектами любительского лова, используются как в пищу человека, так и домашних животных, хотя их доля в предпочтениях человека составляет около 1% [3], в то время как доля в уловах в притоках второго порядка – в среднем около 25% [4, 5].

Трематоды семейства Opisthorchidae вызывают серьезные заболевания желчных протоков и печени у плотоядных животных и человека. Описторхоз может спровоцировать злокачественные новообразования гепатобилиарной системы [6–9]. Три вида печеночных сосальщиков представляют наибольшую опасность для населения планеты: *Opisthorchis viverrini* (Poirier, 1886) Stiles & Hassal, 1896, вызывающий заболевание в Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Камбоджа, Таиланд); *Clonorchis sinensis* Looss, 1907, – в Китае, Северном Вьетнаме и Республике Корея; и, наконец, *O. felineus* Rivolta, 1884, – в Европе, России, Казахстане и Украине [10–15]. Риску заражения этими паразитами в мире подвержены около 700 миллионов человек, в том числе 12,5 миллионов – *O. felineus* [16, 17].

Для водоемов Томской области ранее указывалось, что пескарь свободен от инвазии описторхиса [18]. В других регионах в границах Обь-Иртышского бассейна зараженность этих рыб описторхидами была отмечена в р. Чумыш (Кемеровская область), в малых реках юга Тюменской области, в Новосибирской области [19–22].

Цель настоящей работы – изучение биологии пескаря и оценка уровня его зараженности метацеркариями *Opisthorchis felineus* в реке Томь и ее притоках.

Материалы и методы

Материал для исследования получен в ходе мониторинговых исследований биоразнообразия рыб в водных объектах Томской области. Река Томь является правым притоком первого порядка р. Обь, в пределах Томской области протекает около 700 км реки от с. Яр (56°06′ с. ш., 84°47′ в. д.) до устья (56°50′ с. ш. и 84°29′ в. д).

Река Томь имеет полугорный характер, с достаточно высокими скоростями течения (0,5–0,6 м/с), которые к устью замедляются до 0,2 м/с [23], река приобретает равнинный характер. Выше г. Томска грунты каменисто-галечные, ниже – галечные и песчано-илистые. На исследованном участке реки ширина поймы может достигать 0,9 км, ширина русла достигает 0,6 км. Глубины небольшие, не превышают 5 м. Река Басандайка – правобережный приток р. Томь первого порядка, длиной около 85 км, впадает выше г. Томска. Река с глубинами до 1,0 м, имеет каменистые грунты. Река Ушайка – правобережный приток первого порядка, длиной 78 км, около

10 км реки протекает по территории г. Томска. Ширина русла в межень не превышает 15 м, в паводок 50 м. Глубины от 0,3 до 1,2 м, грунты преимущественно каменисто-галечные.

Материал по пескарю *Gobio sibiricus* Nikolsky, 1936 [1] собран в период с 2000 по 2024 г. В р. Ушайка в 2000 г. собран 71 экз., в р. Басандайка в 2010 г. – 35 экз., в 2020 г. – 10 экз., в р. Томь в 2004 г. – 78 экз., в 2005 г. – 38 экз., в 2009 г. – 43 экз., в 2024 г. – 17 экз. Для исследования рыб использован морфологический и биологический анализ. Материал проанализирован, согласно соответствующим ихтиологическим методикам [24, 25]. Морфологический анализ проведен на фиксированном 4%-ым раствором формальдегида материале. Изучен размерно-возрастной состав пескаря в бассейне Томи, оценен спектр питания по стандартной методике [26]. Для оценки репродуктивной системы пескарей рассчитаны индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП), индивидуальная относительная плодовитость (ИОП), коэффициенты зрелости гонад.

Мышечные ткани пескарей обследованы на наличие метацеркарий *Opisthorchis felineus* компрессорным методом, всего исследовано 141 экз. рыб. Мышцы от каждого экземпляра рыб просматривались полностью [27, 28]. Идентификацию *O. felineus* проводили с использованием патента № 2018144035 и «Определителя паразитов пресноводных рыб…» [29, 30]. Определяли экстенсивность инвазии (ЭИ, %), интенсивность инвазии (ИИ, экз./на зараженную рыбу) и индекс обилия (ИО, экз./особь).

Сравнение уровня зараженности в разных водоемах проведено с использованием точного теста Фишера (Fisher's Exact Test) и дисперсионного анализа (ANOVA, для попарного сравнения использовано PostHoc анализ TukeyHSD), различия считались статистически значимыми при $p < 0{,}05$ [31–34]. Анализ взаимосвязи количества метацеркарий в мышцах с биологическими параметрами пескаря проведен с использованием корреляционного анализа Пирсона. Статистический и графический анализ (пакет ggplot2 [35]) проведен с использованием программной среды R 4.0.2 [36].

Результаты исследования и обсуждение

Сибирский пескарь является одним из доминирующих видов рыб в придаточной системе водотоков р. Томь и в самой Томи, однако численность его высока не на всем протяжении реки, в основном его скопления отмечаются выше г. Томска, где преимущественно каменисто-галечные грунты и выше скорость течения. В р. Томь его доля в уловах (преимущественно в протоках) может достигать 20%, в уловах из малых рек (притоках р. Томь) достигает 60% [5].

SL 124,7 мм, *D* II 7, *A* II-III 6, *V* I 7, *ll* 41,7; антедорсальное расстояние (47,4% SL) больше постдорсального (42,9% SL); высота хвостового стебля (8,4% SL) составляет 33,2% длины головы (25,0% SL) и 38,5% длины хвостового стебля (18,7% SL). В исследовании А.Л. Мартыновой и Е.Д. Васильевой [1] показано, что сибирский пескарь от пескаря из европейской части по большинству пластических признаков отличить затруднительно, значительные отличия выявлены только по отношению высоты хвостового стебля к длине головы, для сибирских популяций это соотношение составляет более 30% (для европейских менее 30%).

Пескарь в бассейне Томи встречается в возрасте до 7+ лет. Размерные характеристики рыб несколько различаются. Так, можно отметить, что большие предельные размеры отмечены у них в р. Томь, меньшие – у особей из р. Басандайка и р. Ушайка (табл. 1). В р. Ушайка рыбы отмечены со средней длиной тела 103,8 (от 67 до 132 мм) и массой тела 16,8 г (от 3,2 до 30,4 г), средний возраст 3,0 (от 1+ до 4+ лет), в р. Басандайка – со средней длиной тела 70,4 мм (от 45 до 125 мм), массой тела 6,4 (от 1,2 до 32 г), средний возраст 2,3 (от 1+ до 4+ лет), в р. Томь – со средней длиной тела 110,7 мм (от 50 до 154 мм), массой 23,2 г (от 2,3 до 61 г), средний возраст 3,6 (от 1+ до 7+ лет).

Пескарь типичный бентофаг. В его пище встречаются личинки хирономид, поденок, ручейников, ракообразные, моллюски, изредка в кишечниках отмечается икра рыб. В питании молоди преобладает фито- и зоопланктон. В пищевом спектре этих рыб нижней Томи нами отмечено 7 компонентов (личинки хирономид, поденок, ручейников, ракообразные, двустворчатые моллюски, жуки, детрит). Около 50% спектра питания пескаря составляли личинки поденок и ручейников.

Половозрелость наступает в возрасте 2+–3+ лет. Нерест у пескаря в р. Томь порционный, начинается в первой декаде июля и может растягиваться до конца июля. Он откладывает икру на дно, преимущественно каменисто-галечное (лито-псаммофил). В первых числах июля (1–7, IV–V стадия зрелости гонад) коэффициент зрелости половых продуктов (отношение веса гонад к весу тела рыбы, выраженное в процентах) достигает максимальных величин от 10,4% до 15,4% (в разные годы), в конце июля (24) единично встречаются особи с коэффициентом зрелости гонад 6,6–8,7% (икра выметана частично). Индивидуальная абсолютная плодовитость варьирует от 3406 до 21 984 икринок (в среднем составляет 11 588). Икра некрупная – от 0,61 до 0,96 мм (табл. 2). Абсолютная индивидуальная плодовитость пескаря значительно увеличивается с увеличением возраста и размеров рыбы. Так, в пятилетнем возрасте плодовитость составляла 10 870 икринок, в восьмилетнем – 17 500 икринок.

Паразитологические исследования показали, что пескарь, как большинство других карповых рыб, несмотря на приуроченность его обитания к быстротекучим водоемам и нерест в летний период (более интенсивное заражение отмечается у весенне-нерестующих видов – ельца и язя), восприимчив к инвазии метацеркариями *O. felineus*. За исследованный период средняя экстенсивность инвазии (ЭИ) рыб в бассейне р. Томь составила 8,3%, интенсивность инвазии (ИИ) – 1,75 экз./на зараженную рыбу. Наблюдаются некоторые различия зараженности в разных водоемах, в целом более зараженным оказался пескарь из р. Томь (табл. 3). Точный критерий Фишера при сравнении соотношения количества зараженных и незараженных особей в трех водоемах показал статистически значимые различия (Fisher's Exact Test, p-value = 0,005). Дисперсионный анализ при сравнении

Таблица 1 [Table 1]

Размерно-возрастные характеристики сибирского пескаря в бассейне р. Томь
[Size and age characteristics of the Siberian gudgeon in the Tom River basin]

Река [River]	Год [Year]	Параметр [Parameter]	Возраст, лет [Age, years]						
			1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
р. Ушайка [Ushaika river]	2000	SL, мм [SL, mm]	67,0	80,2	103,8	120,9	–	–	–
		W, г [*W*, g]	3,2	8,0	16,5	25,3	–	–	–
		n, экз. [*n*, ind.]	1	5	56	9	–	–	–
р. Басан-дайка [Basandaika river]	2010	SL, мм [SL, mm]	51,8	62,4	68,1	–	–	–	–
		W, г [*W*, g]	1,8	3,3	4,5	–	–	–	–
		n, экз. [*n*, ind.]	4	22	9	–	–	–	–
р. Басан-дайка [Basandaika river]	2020	SL, мм [SL, mm]	56,0	76,0	105,2	121,0	–	–	–
		W, г [*W*, g]	2,4	6,8	18,7	28,2	–	–	–
		n, экз. [*n*, ind.]	1	2	5	2	–	–	–
р. Томь [Tom river]	2004	SL, мм [SL, mm]	–	83,5	98,3	123,5	134,9	140,2	154,0
		W, г [*W*, g]	–	8,0	13,6	30,3	39,4	45,1	61,0
		n, экз. [*n*, ind.]	–	8	16	19	21	13	1
р. Томь [Tom river]	2005	SL, мм [SL, mm]	–	–	105,2	113,3	123,7	142,0	150,0
		W, г [*W*, g]	–	–	16,9	22,7	27,8	41,3	40,0
		n, экз. [*n*, ind.]	–	–	6	18	11	2	1
р. Томь [Tom river]	2009	SL, мм [SL, mm]	66,5	85,4	95,3	132,0	138,0	–	–
		W, г [*W*, g]	4,2	8,4	11,5	34,6	38,7	–	–
		n, экз. [*n*, ind.]	13	18	4	3	5	–	–
р. Томь [Tom river]	2024	SL, мм [SL, mm]	–	97,7	106,1	–	–	–	–
		W, г [*W*, g]	–	14,5	16,3	–	–	–	–
		n, экз. [*n*, ind.]	–	6	11	–	–	–	–

Примечание. SL – стандартная длина, *W* – масса тела, *n* – количество экземпляров.
[*Note*. SL - standard length, *W* - body weight, *n* - number of samples].

Таблица 2 [Table 2]

Показатели репродуктивной способности сибирского пескаря (р. Томь, 2004 г.)
[Reproductive capacity indicators of gudgeon (Tom river, 2004)]

Показатели [Indicators]	*M*	min–max	*SD*	*Cv*	*n*, экз. [*n*, ind.]
ИАП, шт. икринок [individual absolute fecundity, eggs]	11 588	3406–21 984	5416,5	46,7	13
ИОП (r/q), шт. икринок [Individual relative fecundity, eggs]	279,2	77–419	106,5	38,1	
Коэффициент зрелости гонад, % [Gonadosomatic index (GSI, %)]	10,5	8,1–13,3	1,35	12,8	
Средний диаметр икринок, мм [Average diameter of eggs, mm]	0,83	0,61–0,96	13,99	0,11	
Вес гонад, г [Gonad weight, g]	5,2	3,50–6,85	0,81	16,9	

Примечание. *M* – среднее, min–max – минимальное и максимальное значение показателя, *SD* – стандартное отклонение, *Cv* – коэффициент вариации.
[*Note*. *M* - mean, min-max - minimum and maximum value of the indicator, *SD* - standard deviation, *Cv* - coefficient of variation].

Таблица 3 [Table 3]

Показатели зараженности сибирского пескаря в бассейне р. Томь
[Infection rates of minnows in the Tom River basin]

Река, год [River, year]	ЭИ, % [PI prevalence of infection, %]	ИИ, экз./на зараженную рыбу [II intensity of infection fish]			ИО, экз./особь [IA index of abundance, individual]	*n*, экз. [*n*, individuals]	
		M	min	max		Зараженных [infected]	Всего [all]
Ушайка, 2000 [Ushaika river, 2000]	1,41	2	2	2	0,03	1	71
Басандайка, 2020 [Basandaika river, 2020]	10,0	1,0	1	1	0,10	1	10
Томь, 2009 [Tom river, 2009]	18,6	1,88	1	4	0,35	8	43
Томь, 2024 [Tom river, 2024]	11,8	1,5	1	2	0,18	2	17

Примечание. ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии, ИО – индекс обилия, *M* – среднее, *n* – количество экземпляров.
[*Note*. PI - prevalence of infection, II - intensity of infection, IA - index of abundance, *M* - mean, *n* - number of samples].

индекса обилия в трех водоемах также показал наличие значимых различий (ANOVA: $df = 2{,}138$; $F = 4{,}04$; p-value = 0,019). Попарные сравнения с помощью теста Тьюки выявили наличие значимых отличий у пескаря из р. Томь и р. Ушайка (TukeyHSD, p-value = 0,015).

На всем массиве данных проведена оценка зависимости уровня зараженности от размеров рыбы (SL). По нашим данным такой зависимости не выявлено (коэффициент корреляции Пирсона: $r = –0{,}15$, p-value = 0,08), также нет зависимости от массы тела ($r = –0{,}16$, p-value = 0,06) и возраста ($r = –0{,}16$, p-value = 0,06), наиболее крупные рыбы оказались свободны от паразитов (рис. 1).

Известно, что мышечные трематоды в местах постоянного контакта с местами обитания первых промежуточных хозяев (моллюски рода *Bithynia*) с возрастом накапливаются в мышцах [3]. В Томи зараженность пескаря несколько выше, чем в притоках. Это может быть связано с тем, что в этой реке много проток и пойменных водоемов, в которых нами были отмечены моллюски рода *Bithynia*, в реках Ушайка и Басандайка исключительно немного мест, где могли бы развиваться первые промежуточные хозяева. Также отсутствие зависимости с длиной тела и эффекта накопления метацеркарий в мышцах может свидетельствовать о случайном характере заражения, происходящего не каждый год и достаточно локально.

Ранее нами в водоемах Томской области был изучен уровень зараженности метацеркариями *O. felineus* у 11 видов карповых рыб. Из исследованных видов только 9 включены в циркуляцию описторхозной инвазии, тем самым

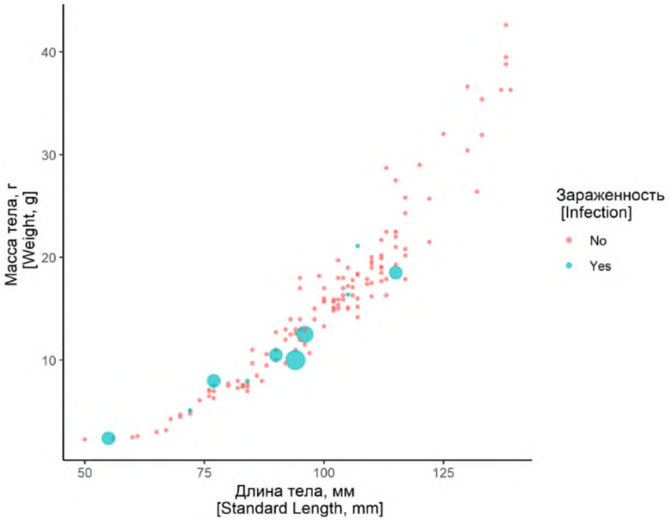

Рис. 1. Зависимость зараженности метацеркариями *Opisthorchis felineus* от размеров сибирского пескаря в бассейне р. Томь: No – рыба не заражена, Yes – рыба заражена, размер точек зависит от интенсивности инвазии (1–4)

[**Fig. 1.** Dependence of infection with metacercariae *Opisthorchis felineus* on gudgeon size in the Tom River basin: No - fish is not infected, Yes - fish is infected, the size of the dots depends on the intensity of infection (1-4)] поддерживают очаг описторхоза [37]. В реках наибольшую эпизоотологическую нагрузку по описторхозу несут семь видов рыб: преимущественно язь и елец, значительно в меньшей степени плотва, гольян, пескарь, лещ и уклейка. Таким образом, пескарь вовлечен в циркуляцию описторхоза в р. Томь и ее притоках, в разных водоемах зараженность рыб может варьировать.

Заключение

В бассейне р. Томь сибирский пескарь *Gobio sibiricus* многочислен, обитает в протоках и курьях, предпочитает места с быстрым течением и каменисто-галечными грунтами. В Томи размерно-возрастной ряд рыб шире, чем в притоках. В питании рыб преобладают организмы бентоса реофильного спектра (личинки поденок и ручейников). Нерест на каменистом субстрате растянут с начала июля по конец июля. Плодовитость у рыб высокая, с увеличением размеров и возраста закономерно возрастает. Пескарь – представитель семейства карповых рыб и, соответственно, восприимчив к заражённости метацеркариями *O. felineus*, однако его обитание в водоемах с каменисто-галечными грунтами и поздний нерест в значительной степени ограничивают возможность заражения. Наши исследования показали, что пескарь является носителем метацеркарий *Opisthorchis felineus* в бассейне реки Томь, средняя экстенсивность инвазии невысока (8,3%). В разные годы и в разных водотоках зараженность рыб может варьировать.

Список источников

1. Мартынова А.Л., Васильева Е.Д. Проблемы таксономии и диагностики пескарей рода Gobio (Cyprinidae) Урала, Сибири, Казахстана и бассейна реки Амур // Вопросы ихтиологии. 2021. Т. 61, № 5. С. 529–544.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году : Государственный доклад. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.
3. Simakova A.V., Chitnis N., Babkina I.B. Fedorova O.S., Fedotova M.M., Babkin A.M., Khodkevich N.E. Abundance of *Opisthorchis felineus* Metacercariae in cyprinid fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia) // Food and Waterborne Parasitology. 2021. Vol. 22. e00113. doi: 10.1016/j.fawpar.2021.e00113
4. Петлина А.П., Юракова Т.В., Залозный Н.А., Бочарова Т.А., Лукьянцева Л.В., Брусьянина Т.А., Шаманцова Н.А., Поджунас С.С. Гидробионты малых водотоков нижней Томи и их значение в оценке экологической ситуации водоемов // Сибирский экологический журнал. 2000. Т. 3. С. 323–335.
5. Петлина А.П., Бабкина И.Б., Юракова Т.В. Особенности популяционной структуры сибирского пескаря из бассейна Нижней Томи // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 7. С. 7–14.
6. Lim J.H. Liver flukes: The malady neglected // Korean Journal of Radiology. 2011. Vol. 12 (3). PP. 269–279. doi: 10.3348/kjr.2011.12.3.269
7. Thunyaharn N., Promthet S., Wiangnon S., Suwanrungruang K., Kamsa-ard S. Survival of cholangiocarcinoma patients in northeastern Thailand after supportive treatment //

Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. 2013. Vol. 14 (11). PP. 7029–7032. doi: 10.7314/apjcp.2012.14.11.7029
8. Fedorova O.S., Kovshirina Y.V., Kovshirina A.E., Fedotova M.M., Deev I.A., Petrovskii F.I., Filimonov A.V., Dmitrieva A.I., Kudyakov L.A., Saltykova I.V., Mikhalev E.V., Odermatt P., Ogorodova L.M. Analysis of the morbidity of *Opisthorchis felineus* infection and malignant neoplasms of the hepatobiliary system in the Russian Federation // Bulletin of Siberian Medicine. 2016. Vol. 15 (5). PP. 147–158. doi: 10.20538/1682-0363-2016-5
9. Fedorova O.S., Kovshirina Y.V., Kovshirina A.E., Fedotova M.M., Deev I.A., Petrovskiy F.I., Filimonov A.V., Dmitrieva A.I., Kudyakov L.A., Saltykova I.V., Odermatt P., Ogorodova L.M. *Opisthorchis felineus* infection and cholangiocarcinoma in the Russian Federation: A review of medical statistics // Parasitology International. 2017. Vol. 66 (4). PP. 365–371. doi: 10.1016/j.parint.2016.07.010
10. Haswell-Elkins M.R., Levri E. Food-borne trematodes. Chapter 81. In Manson's Tropical Diseases / ed. by C.C. Cook, A. Zumla. 21st ed. London : W.B. Saunders Ltd., 2003. PP. 1471–1486.
11. Control of foodborne trematode infections. Report of a WHO Study Group // World Health Organization Technical Report Series. 1995. Vol. 849. PP. 1–157.
12. Marcos L.A., Terashima A., Gotuzzo E. Update on hepatobiliary flukes: Fascioliasis, opisthorchiasis and clonorchiasis // Current Opinion in Infectious Diseases. 2008. Vol. 21 (5). PP. 523–530. doi: 10.1097/QCO.0b013e32830f9818
13. Mordvinov V.A., Yurlova N.I., Ogorodova L.M., Katokhin A.V. *Opisthorchis felineus* and *Metorchis bilis* are the main agents of liver fluke infection of humans in Russia // Parasitology International. 2012. Vol. 61 (1). PP. 25–31. doi: 10.1016/j.parint.2011.07.021
14. Ogorodova L.M., Fedorova O.S., Sripa B., Mordvinov V.A., Katokhin A.V., Keiser J., Odermatt P., Brindley P.J., Mayboroda O.A., Velavan T.P., Freidin M.B., Sazonov A.E., Saltykova I.V., Pakharukova M.Y., Kovshirina Y.V., Kaloulis K., Krylova O.Y., Yazdanbakhsh M. Opisthorchiasis: An overlooked danger // PLoS Neglected Tropical Diseases. 2015. Vol. 9 (4). e0003563. doi: 10.1371/journal.pntd.0003563
15. Petney T.N., Andrews R.H., Saijuntha W., Wenz-Mücke A., Sithithaworn P. The zoonotic, fish-borne liver flukes *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felineus* and *Opisthorchis viverrine* // International Journal for Parasitology. 2013. Vol. 43 (12–13). PP. 1031–1046. doi: 10.1016/j.ijpara.2013.07.007
16. Keiser J., Utzinger J. Emerging foodborne trematodiasis // Emerging Infectious Diseases. 2005. Vol. 11 (10). PP. 1507–1514. doi: 10.3201/eid1110.050614
17. Keiser J., Utzinger J. Food-borne trematodiases // Clinical Microbiology Reviews. 2009. Vol. 22 (3). PP. 466–483. doi: 10.1128/CMR.00012-09
18. Бочарова Т.А. Возбудитель описторхоза и другие мышечные паразиты карповых рыб бассейна нижней Томи. Томск : Изд-во Томского государственного университета, 2007. 66 с.
19. Бонина О.М., Зуйков С.А. Эпидемически и эпизоотически опасные виды рыб в отношении описторхидозов в Новосибирской области // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16, № 2. С. 147–153. doi: 10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153
20. Ткачева Т.Г., Осипов А.С. Сравнительный анализ зараженности описторхидами карповых рыб из малых рек юга Тюменской области // Инновационное развитие АПК Северного Зауралья : Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых ученых (Тюмень, 18 апреля 2013 г.). Тюмень: Печатный цех «Ризограф», 2013. С. 347–351.
21. Крылова Е.Н., Власов С.О., Катохин А.В., Кириллов В.В. Оценка зараженности карповых рыб метацеркариями описторхиса в водных объектах бассейна Верхней Оби // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 6 (49). С. 559–563.

22. Карпенко С.В., Чечулин А.И., Юрлова Н.И., Сербина Е.А., Водяницкая С.Н., Кривопалов А.В., Федоров К.П. Характеристика очагов описторхоза юга Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2008. Т. 15, № 5. С. 675–680.
23. Иоганзен Б.Г., Попов М.А., Якубова А.И. Водоемы окрестностей г. Томска // Тр. Томск. гос. ун-та. 1951. Т. 115. С. 121–190.
24. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
25. Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири : Учебное пособие. Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 2012. 252 с.
26. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. Е.В. Боруцкого. М. : Наука, 1974. 254 с.
27. Бауер О.Н., Мусселиус В.А., Стрельников Ю.А. Болезни прудовых рыб. М. : Легкая пищевая промышленность, 1981. 320 с.
28. Беэр С.А. Биология возбудителя описторхоза. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2005. 336 с.
29. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные / под ред. О.Н. Бауера. Л. : Наука, 1987. Т. 3, Ч. 2. 583 с.
30. Воронин В.Н., Кудрявцева Т.М., Кузнецова Е.В., Дудин А.С. Патент № 2018144035. Способ прижизненной дифференциальной диагностики метацеркарий описторхид: пат. 2708990 Рос. Федерация: МПК A61D 99/00 (2006/.01) / патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАВМ. № 2018144035; заявл. 12.12.18; опубл. 13.12.19, Бюл. № 35. 2019.
31. Agresti A. Categorical data analysis. 2nd ed. New York : Wiley, 2002. 710 p.
32. Fisher R.A. The logic of inductive inference // Journal of the Royal Statistical Society. 1935. Vol. 98 (1). PP. 39–82. doi: 10.2307/2342435
33. Statistical models in S / ed. by T.J. Hastie. New York : Routledge, 1992. 624 p.
34. Yandell B.S. Practical data analysis for designed experiments. London; New York : Chapman & Hall, 1997. 440 p. doi: 10.1201/9780203742563
35. Wickham H. ggplot2: Elegant graphics for data analysis. New York : Springer-Verlag, 2016. 260 p.
36. R Core TeamR: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020 [Electronic resource]. Avaliable at: https://www.R-project.org/ (accessed 06.05.2025).
37. Симакова А.В., Бабкина И.Б., Бабкин А.М., Полторацкая Н.В., Полторацкая Т.Н., Шихин А.В. Современная ситуация по описторхозу в Томской области // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 152–169. doi: 10.17223/19988591/67/9

References

1. Martynova AL, Vasil'eva ED. Problems of taxonomy and diagnostics of gudgeons of the Genus Gobio (Cyprinidae) from Ural, Siberia, Kazakhstan and the Amur River Basin. *Journal of Ichthyology*. 2021;61:685-700. doi: 10.1134/S0032945221050106
2. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu: Gosudarstvennyy doklad [On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2017: State report]. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka; 2018. 268 p. In Russian
3. Simakova AV, Chitnis N, Babkina IB, Fedorova OS, Fedotova MM, Babkin AM, Khodkevich NE. Abundance of *Opisthorchis felineus* Metacercariae in cyprinid fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia). *Food and Waterborne Parasitology*. 2021;22:e00113. doi: 10.1016/j.fawpar.2021.e00113
4. Petlina AP, Yurakova TV, Zalozny NA, Bocharova TA, Lukyantseva LV, Brusyanina TA, Shamantsova NA, Podjunas SS. Hydrobionts of some small rivers of the Lower

Tom and their importance for evaluation of ecological situation of water bodies. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal = Contemporary Problems of Ecology*. 2000;3:323-335. In Russian, English summary

5. Petlina AP, Babkina IB, Yurakova TV. Features of population frame the Siberian gudgeon from basin of the inferior Tom'. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo = Fish Breeding and Fisheries*. 2012;7:7-14. In Russian, English summary
6. Lim JH. Liver flukes: The malady neglected. *Korean Journal of Radiology*. 2011;12(3): 269-279. doi: 10.3348/kjr.2011.12.3.269
7. Thunyaharn N, Promthet S, Wiangnon S, Suwanrungruang K, Kamsa-ard S. Survival of cholangiocarcinoma patients in northeastern Thailand after supportive treatment. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention.* 2013;14(11):7029-7032. doi: 10.7314/apjcp.2012.14.11.7029
8. Fedorova OS, Kovshirina YV, Kovshirina AE, Fedotova MM, Deev IA, Petrovskii FI, Filimonov AV, Dmitrieva AI, Kudyakov LA, Saltykova IV, Mikhalev EV, Odermatt P, Ogorodova LM. Analysis of the morbidity of *Opisthorchis felineus* infection and malignant neoplasms of the hepatobiliary system in the Russian Federation. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2016;15(5):147-158. doi: 10.20538/1682-0363-2016-5
9. Fedorova OS, Kovshirina YV, Kovshirina AE, Fedotova MM, Deev IA, Petrovskiy FI, Filimonov AV, Dmitrieva AI, Kudyakov LA, Saltykova IV, Odermatt P, Ogorodova LM. *Opisthorchis felineus* infection and cholangiocarcinoma in the Russian Federation: A review of medical statistics. *Parasitology International*. 2017;66(4):365-371. doi: 10.1016/j.parint.2016.07.010
10. Haswell-Elkins MR, Levri E. Food-borne trematodes. Chapter 81. In: *Manson's Tropical Diseases.* Cook CC, Zumla A, editors. 21st ed. London: W.B. Saunders Ltd.; 2003. pp. 1471-1486.
11. Control of foodborne trematode infections. Report of a WHO Study Group. *World Health Organization technical report series*. 1995;849:1-157.
12. Marcos LA, Terashima A, Gotuzzo E. Update on hepatobiliary flukes: Fascioliasis, opisthorchiasis and clonorchiasis. *Current Opinion in Infectious Diseases*. 2008;21(5):523-530. doi: 10.1097/QCO.0b013e32830f9818
13. Mordvinov VA, Yurlova NI, Ogorodova LM, Katokhin AV. *Opisthorchis felineus* and *Metorchis bilis* are the main agents of liver fluke infection of humans in Russia. *Parasitology International*. 2012;61(1):25-31. doi: 10.1016/j.parint.2011.07.021
14. Ogorodova LM, Fedorova OS, Sripa B, Mordvinov VA, Katokhin AV, Keiser J, Odermatt P, Brindley PJ, Mayboroda OA, Velavan TP, Freidin MB, Sazonov AE, Saltykova IV, Pakharukova MY, Kovshirina YV, Kaloulis K, Krylova OY, Yazdanbakhsh M. Opisthorchiasis: An overlooked danger. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2015;9(4): e0003563. doi: 10.1371/journal.pntd.0003563
15. Petney TN, Andrews RH, Saijuntha W, Wenz-Mücke A, Sithithaworn P. The zoonotic, fish-borne liver flukes *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felineus* and *Opisthorchis viverrine*. *International Journal for Parasitology*. 2013;43(12-13):1031-1046. doi: 10.1016/j.ijpara.2013.07.007
16. Keiser J, Utzinger J. Emerging foodborne trematodiasis. *Emerging Infectious Diseases*. 2005;11(10):1507-1514. doi: 10.3201/eid1110.050614
17. Keiser J, Utzinger J. Food-borne trematodiases. *Clinical Microbiology Reviews*. 2009; 22(3):466-483. doi: 10.1128/CMR.00012-09
18. Bocharova TA. Vozbuditel' opistorkhoza i drugie myshechnye parazity karpovykh ryb basseyna nizhney Tomi [The causative agent of opisthorchiasis and other muscular parasites of carp fish in the lower Tom basin]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2007. 66 p. In Russian
19. Bonina OM, Zuykov SA. Epidemically and epizootically dangerous fish species for opisthorchosis in the Novosibirsk Region. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2022;16(2):147-153. In Russian, English summary. doi: 10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153.

20. Tkacheva TG, Osipov AS. Sravnitel'nyy analiz zarazhennosti opistorkhidami karpovykh ryb iz malykh rek yuga Tyumenskoy oblasti [Comparative analysis of opisthorchid infection of carp fish from small rivers in the south of the Tyumen region]. In: *Innovatsionnoe razvitie APK Severnogo Zaural'ya*. Sbornik materialov regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh [Collection of materials of the regional scientific and practical conference of young scientists (Tyumen', Russia, 18 April, 2013)]. Tyumen': Pechatnyy tsekh “Rizograf”; 2013. pp. 347-351. In Russian
21. Krylova YeN, Vlasov SO, Katokhin AV, Kirillov VV. Valuation of infection of cyprinid fishes by the metacercaries of opisthorhis in water bodies in the basin of the Upper Ob. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya*. 2014;6(49):559-563. In Russian, English summary
22. Karpenko SV, Chechulin AI, Yurlova NI, Serbina EA, Vodyanitskaya SN, Krivopalov AV, Fedorov KP. Characteristics of opisthorchosis nidus in the South of Western Siberia. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal = Contemporary Problems of Ecology*. 2008;15(5):675-680. In Russian, English summary
23. Ioganzen BG, Popov MA, Yakubova AI. Vodoemy okrestnostey g. Tomska [Water bodies in the vicinity of Tomsk]. *Trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 1951; 115:121-190. In Russian
24. Pravdin IF. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Guide to the study of fish]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost'; 1966. 376 p. In Russian
25. Romanov VI, Petlina AP, Babkina IB. Metody issledovaniya presnovodnykh ryb Sibiri: Uchebnoe posobie [Methods of research of freshwater fishes of Siberia: A textbook]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2012. 252 p. In Russian
26. Metodicheskoe posobie po izucheniyu pitaniya i pishchevykh otnosheniy ryb v estestvennykh usloviyakh [Methodological manual for studying the nutrition and food relationships of fish in natural conditions]. Borutskiy EV, editor. Moscow: Nauka Publ.; 1974. 254 p. In Russian
27. Bauer ON, Musselius VA, Strel'nikov YuA. Bolezni prudovykh ryb [Pond fish diseases]. Moscow: Legkaya pishchevaya promyshlennost'; 1981. 320 p. In Russian
28. Beer SA. Biologiya vozbuditelya opistorkhoza [Biology of the opisthorchiasis pathogen]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK; 2005. 336 p. In Russian
29. Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. Paraziticheskie mnogokletochnye [Identifier of parasites of freshwater fish of the USSR fauna. Parasitic multicellular]. Bauer ON, editor. Leningrad: Nauka Publ.; 1987. Vol. 3, Ch. 2. 583 p. In Russian
30. Voronin VN, Kudryavtseva TM, Kuznetsova EV, Dudin AS. Patent № 2018144035. Method of life-time differential diagnostics of metacercariae of opisthorchid flukes: pat. 2708990 Ros. Federatsiya: MPK A61D 99/00 (2006/.01) / patentoobladatel' FGBOU VO SPbGAVM. № 2018144035; zayavl. 12.12.18; opubl. 13.12.19, Byul. 35. 2019. In Russian, English summary
31. Agresti A. Categorical Data Analysis. 2nd ed. New York: Wiley; 2002. 710 p.
32. Fisher RA. The logic of inductive inference. *Journal of the Royal Statistical Society*. 1935;98(1):39-82. doi: 10.2307/2342435
33. Statistical Models in S. Hastie TJ, editor. New York: Routledge; 1992. 624 p. doi: 10. 1201/9780203738535
34. Yandell BS. Practical Data Analysis for Designed Experiments. London; New York: Chapman & Hall; 1997. 440 p. doi: 10.1201/9780203742563
35. Wickham H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag; 2016. 260 p.
36. R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria [Electronic resource]. Avaliable at: https://www.R-project.org/ (accessed 06.05.2025).
37. Simakova AV, Babkina IB, Babkin AM, Poltoratskaya NV, Poltoratskaya TN, Shikhin AV. The current situation of opisthorchiasis in the Tomsk region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:152-169. doi: 10.17223/19988591/67/9

Информация об авторах:
Бабкина Ирина Борисовна, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии, Биологический институт, Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск, Россия).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3302-6819
E-mail: bibsphera@gmail.com
Симакова Анастасия Викторовна, д-р биол. наук, доцент, зав. кафедрой зоологии беспозвоночных, Биологический институт, Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск, Россия).
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0906-9496
E-mail: omikronlab@yandex.ru
Бабкин Александр Михайлович, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии, Биологический институт, Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск, Россия).
E-mail: babkin.alex1983@yandex.ru
Соловьев Марк Ясон Александрович, бакалавр кафедры зоологии беспозвоночных, Биологический институт, Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск, Россия).
E-mail: scolopid@gmail.com

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:
Irina B. Babkina, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. of the Department of Ichthyology and Hydrobiology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3302-6819
E-mail: bibsphera@gmail.com
Anastasia V. Simakova, Dr. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Head of the Department of Invertebrate Zoology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0906-9496
E-mail: omikronlab@yandex.ru
Aleksander M. Babkin, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. of the Department of Ichthyology and Hydrobiology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).
E-mail: babkin.alex1983@ yandex.ru
Mark Yason A. Soloviev, Bachelor's student of the Department of Invertebrate Zoology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).
E-mail: scolopid@gmail.com

The Authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.06.2025;
одобрена после рецензирования 11.08.2025; принята к публикации 04.09.2025

The article was submitted 16.06.2025;
approved after reviewing 11.08.2025; accepted for publication 04.09.2025