

Оригинальная статья

УДК 619:616.995.122

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-4-412-424>

РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕТАЦЕРКАРИЙ ОПИСТОРХИД РЫБ В ВОДОЕМАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О. М. Бонина ^{1✉}, Е. А. Ефремова ^{1,3}, Е. А. Удальцов ², Е. Р. Самохина ³

¹ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

Россия, 630501, Новосибирская обл., п.г.т. Краснообск, ул. Центральная, д. 26

² Новосибирский государственный технический университет

Россия, 630073, г. Новосибирск, проспект Маркса, д. 20

³ Новосибирский государственный аграрный университет

Россия, 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 160

Поступила в редакцию 23.08.2024 г., после доработки 22.05.2025 г., принята 10.06.2025 г., опубликована 17.12.2025 г.

Аннотация. Представлена характеристика разнообразия описторхид и зараженность дополнительных хозяев в различных водных экосистемах в условиях мегаполиса – г. Новосибирска. В задачи исследований входило определение видового состава метацеркарий описторхид, анализ их встречаемости и численности у рыб в каждом из трех групп водоемов: р. Обь, ее притоки и Бердский залив, расположенных в границах Новосибирска и отличающихся по комплексу абиотических и биотических характеристик. В обследованных водоемах состав гемипопуляции метацеркариев идентичен и представлен 3 видами – *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Metorchis bilis* (Braun, 1890) и *Metorchis xanthosomus* (Creplin, 1846), однако зараженность дополнительного хозяина личинками описторхид отдельных видов в различных водных локалитетах изменчива и определяется местными экологическими особенностями. Наиболее распространенный вид описторхид у рыб, отловленных в р. Обь и Бердском заливе – *O. felineus*, субдоминантом выступают, соответственно, *M. xanthosomus* и *M. bilis*. В Бердском заливе наиболее часто и интенсивно заражены *O. felineus* туводные – язь, верховка, елец, а *M. bilis* – язь и верховка. В р. Обь метацеркарии *O. felineus* и *M. xanthosomus* регистрировали преимущественно у промыслового язя. У дополнительных хозяев, обитающих в притоках Оби, в отличие от других водных объектов, доминантами являются *M. bilis* и *O. felineus*, при этом у верховки и язя непромысловых размеров чаще выявляли метацеркарии *M. bilis*, а у туводной плотвы – *O. felineus*. Анализ разнообразия представителей метацеркариев описторхид с использованием биологических индексов свидетельствует об упрощенной структуре сообществ описторхид в каждом водоеме. Наиболее сложная структура гемипопуляции описторхид выявлена в притоках Оби ($H = 1.01$), затем в Бердском заливе ($H = 0.51$) и в р. Обь ($H = 0.32$). Высокие величины индексов доминирования (D) характерны для магистрального русла Оби и Бердского залива, что указывает на обилие одного вида описторхид, а именно *O. felineus*. Низкие значения индекса Симпсона в притоках Оби свидетельствует о выравнивании обилия численности метацеркарий и отсутствии явного доминирования какого-либо вида.

Ключевые слова: сообщество описторхид, метацеркарии, урбоэкосистема, водные локалитеты, Новосибирск

✉ Для корреспонденции. Лаборатория оптимизации противозооэкологических систем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН.

ORCID и e-mail адреса: Бонина Ольга Михайловна: <https://orcid.org/0000-0001-9480-1797>, olga-bonina@mail.ru; Ефремова Елена Александровна: <https://orcid.org/0000-0002-4062-3822>, alfa_parazit@mail.ru; Удальцов Евгений Анатольевич: <https://orcid.org/0000-0002-2005-6285>, ugodnic@gmail.com; Самохина Екатерина Романовна: <https://orcid.org/0009-0003-2444-9400>, samokhina9050@mail.ru.

Соблюдение этических норм. Протоколы с использованием животных были одобрены Комитетом по биоэтике Новосибирского государственного аграрного университета (протокол № 6 от 28.12.2023 г.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Бонина О. М., Ефремова Е. А., Удалыцов Е. А., Самохина Е. Р. Разнообразие и распространение метацеркарий описторхид рыб в водоемах урбанизированных территорий // Поволжский экологический журнал. 2025. № 4. С. 412 – 424. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-4-412-424>

ВВЕДЕНИЕ

Города, особенно крупные мегаполисы, оказывают существенное влияние на те природные объекты, которые с ними соприкасаются или находятся на их территории. Урбанистическое влияние может заметно менять естественное течение природных процессов, поведенческие паттерны животных и паразитарных экосистем.

Описторхозы – обширная группа зооантропонозных заболеваний, имеющих как эпидемическое, так и эпизоотическое значение. Причина болезни – паразитирование в гепатобилиарной системе хозяина трематод семейства *Opisthorchiidae* (Lühe, 1911), близких по систематическому положению, имеющих сходный круг хозяев и ареал распространения. Для всех представителей данного семейства также характерен сложный цикл развития, включающий в себя развитие личиночных форм в первом промежуточном хозяине (моллюски-битинииды) и во втором, или дополнительном хозяине (рыбы семейства *Cyprinidae* Rafinesque, 1815 – карповые, которые по версии Fishbase отнесены к сем. *Leuciscidae*), взрослая форма марита – в окончательном хозяине (человек, плотоядные млекопитающие и рыбоядные птицы). Дефинитивный хозяин заражается при поедании рыбы, инвазированной личинками описторхид.

Объектом нашего исследования является ситуация с зараженностью рыб метацеркариями описторхид в условиях такого мегаполиса, как Новосибирск. Крупнейший город Сибири находится на территории самого большого в мире гиперэндемичного очага описторхоза, вызываемого трематодами сем. *Opisthorchiidae* *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Metorchis bilis* (Braun, 1890).

Кроме того, в городских ландшафтах присутствуют водоемы с разнообразными экологическими характеристиками – крупная магистральная р. Обь, ее притоки (малые реки) и Бердский залив, как часть Новосибирского водохранилища. Эти водотоки являются естественным местообитанием дополнительного хозяина описторхид – пресноводных карповых рыб.

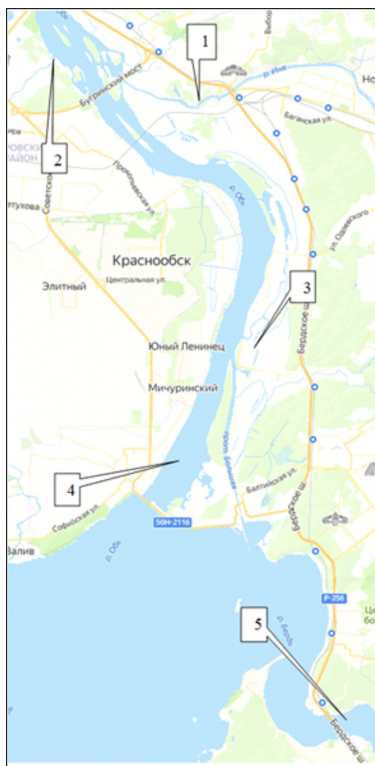
Проблема зараженности второго промежуточного хозяина метацеркариями описторхид в Западной Сибири отражена во многих работах, однако исследования, проводимые ранее, как правило, касаются описания зараженности рыб в отдельных водоемах – в средней и нижней Оби (Ilyin et al., 2013; Osipov et al., 2018; Simakova et al., 2019; Osipov, Abramov, 2019; Maiurova, Kustikova, 2019); в среднем и нижнем течении р. Иртыш (Vepreva, Fattakhov, 2008; Pelgunov, 2012; Liberman,

Voropaeva, 2018), в водохранилищах (Bonina et al., 2009), а также в природных водных объектах Новосибирской области (Karpenko et al., 2008). Малочисленность работ в отношении сравнительного анализа разнообразия описторхид, зараженности ими второго промежуточного хозяина, обитающего в условиях экологического дисбаланса городской среды, определила актуальность наших исследований.

Цель работы – выявить видовое разнообразие личиночных форм описторхид и оценить зараженность ими рыб в различных водных экосистемах Новосибирска.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалами для исследования послужила рыба, отловленная в разные периоды с 2002 по 2023 гг. в р. Обь и ее притоках – реках Ельцовка, Иня и Тула, протекающих в границах города Новосибирска, а также в пригородном водоеме – Бердском заливе, на берегах которого находится г. Бердск (рисунк).



Места отлова рыбы в водоемах города Новосибирска: 1 – р. Иня, 2 – р. Тула, 3 – р. Ельцовка, 4 – р. Обь, 5 – Бердский залив

Figure. Fishing spots in the water bodies of Novosibirsk city: 1 – Inya River, 2 – Tula River, 3 – Yeltsovka River, 4 – Ob River, 5 – Berdsky Bay

Бердский залив представляет собою часть Новосибирского водохранилища. Водные объекты мы рассматриваем как разные экосистемы, характеризующиеся своеобразными условиями, которые отличаются по гидрологическому режиму, наличию мелководий, флоры и фаунистическому видовому составу.

Всего отловлено и исследовано 859 экз. рыб 6 видов, в том числе 233 экз. язя – *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758), 224 экз. ельца – *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), 251 экз. плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), 108 экз. леща – *Abra-mis brama* (Linnaeus, 1758), 20 экз. верховки – *Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843) и 23 экз. пескаря – *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) (табл. 1).

Систематическая принадлежность исследованных рыб определена по справочнику-определителю «Рыбы СССР» (Lebedev et al., 1969). По длине тела рыб разделили на 2 группы: промысловые и туводные. Первые, как правило, являются источником питания для человека, вторые – для животных и, реже, человека. Размер промысловых рыб – 25 см и более. Размер определялся стандартно – от вершины рыла до основания средних лучей хвостового плавника. Сведения о зараженности туводных рыб необходимы для выявления локальных очагов описторхоза.

Зараженность второго промежуточного хозяина оценивали на основе вскрытий с применением компрессорного метода (Kotelnikov, 1983).

Объектами для наблюдения послужили 3 вида описторхид – *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Metorchis bilis* (Braun, 1890), определяющие эпидемический и *Metorchis xanthosomus* (Creplin, 1846) – эпизоотический статус территории. Для идентификации метацеркарий описторхид использовали «Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (Opredelitel'..., 1987). Анализ гельминтологического материала провели с использованием следующих паразитологических показателей – частота встречаемости инвазированных особей в исследованной выборке – экстенсивность инвазии (ЭИ, %), индекс обилия (ИО, экз.) и интенсивность инвазии (ИИ, экз.), соответственно, среднее количество метацеркарий на одну обследованную и зараженную особь (Fedorov, Laskin, 1980).

Таблица 1. Количество исследованных рыб из разных водоемов в Новосибирске
Table 1. Number of studied fish from different water bodies in Novosibirsk city

Вид рыбы / Species of fish	Водоемы / Water bodies			
	Река Обь / Ob River	Притоки Оби / Tributaries of the Ob River	Бердский залив / Berdsky Bay	Всего / Total
Язь / <i>Leuciscus idus</i>	128	54	51	233
Елец / <i>Leuciscus leuciscus</i>	–	25	199	224
Плотва / <i>Rutilus rutilus</i>	–	67	184	251
Лещ / <i>Abramis brama</i>	18	37	53	108
Верховка / <i>Leucaspius delineatus</i>	–	13	7	20
Пескарь / <i>Gobio gobio</i>	–	23	–	23
Всего / Total	146	219	494	859

Для оценки видового разнообразия и доминирования метацеркарий описторхид в различных экосистемах применяли индексы Шеннона (H), Симпсона (D) и Бергера – Паркера (D_{BP}) и выравнинности Пилоу (E_H). Сравнение общей зараженности рыб, а также оценку достоверности различий в инвазии карповых отдельными видами паразитов в обследуемых водоемах выполняли с использованием критерия Манна – Уитни (U). Достоверными считали различия при $p < 0.05$.

Статистическую обработку данных проводили с использованием Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corp., USA), Microsoft Access 2016 (Microsoft Corp., USA) и Statistica 6.1 (StatSoft, Inc., USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У рыб, отловленных из р. Обь, ее притоков и Бердского залива Новосибирского водохранилища, расположенных в границах мегаполиса, сообщество трематод сем. *Opisthorchiidae* представлено 3 видами *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus*. В среднем зараженность (ЭИ) карповых рыб метацеркариями описторхид составляет 40.4% (табл. 2).

У 5 видов рыб из 6 обследованных выявлена микстинвазия, представленная 3 видами описторхид. У пескаря зафиксирован 1 вид – *M. xanthosomus*, со сравнительно небольшими показателями инвазированности.

Доминирующим видом описторхид у рыб в водоемах г. Новосибирска является *O. felineus*, субдоминантными видами – *M. bilis* и *M. xanthosomus*.

Таблица 2. Зараженность рыб метатеркариями описторхид в водоемах Новосибирска
Table 2. Fish infection with opisthorchid larvae in the water bodies of Novosibirsk city

Вид рыбы / Species of fish	<i>Opisthorchis felinus</i>		<i>Metorchis bilis</i>		<i>Metorchis xanthosomus</i>		Сем. Opisthorchiidae	
	ЭИ, % / EI, %	ИИ (min – max)/ИО, экз. / II (min–max)/AI, spec.	ЭИ, % / EI, %	ИИ (min–max)/AI, spec.	ЭИ, % / EI, %	ИИ (min–max)/AI, spec.	ЭИ, % / EI, %	ИИ (min – max)/ИО, экз. / II (min–max)/AI, spec.
Верховка / <i>Leuciscus delphinus</i> , n = 20	25.0±9.7	$\frac{19.6(14-42)}{4.9}$	70.0±10.3	$\frac{81.9(4-198)}{57.4}$	10.0±6.7	$\frac{28.0(14-42)}{2.8}$	90.0±6.7	$\frac{72.3(4-198)}{65.1}$
Елец / <i>Leuciscus leuciscus</i> , n = 224	43.3±3.3	$\frac{56.6(1-546)}{24.5}$	6.7±1.7	$\frac{17.8(1-84)}{1.2}$	0.9±0.6	$\frac{9.0(4-14)}{0.1}$	43.8±3.3	$\frac{58.9(1-546)}{25.8}$
Детля / <i>Abramis brama</i> , n = 108	8.3±2.7	$\frac{51.2(2-196)}{4.3}$	0.9±0.9	$\frac{2.0(2)}{0.02}$	3.7±1.8	$\frac{49.5(35-112)}{1.8}$	12.0±3.1	$\frac{50.9(2-196)}{6.1}$
Пескарь / <i>Gobio gobio</i> , n = 23	0	0	0	0	4.4±4.3	$\frac{7.0(7)}{0.3}$	4.4±4.3	$\frac{7.0(7)}{0.3}$
Плотва / <i>Rutilus rutilus</i> , n = 251	17.5±2.4	$\frac{14.2(2-91)}{2.5}$	2.4±1.0	$\frac{4.7(2-14)}{0.1}$	1.2±0.7	$\frac{5.3(2-14)}{0.1}$	19.5±2.5	$\frac{13.6(2-91)}{2.7}$
Язв / <i>Leuciscus idus</i> , n = 233	54.1±3.3	$\frac{498.6(2-8806)}{269.6}$	18.0±2.5	$\frac{79.0(2-1043)}{14.2}$	18.5±2.5	$\frac{134.0(2-700)}{24.7}$	72.5±2.9	$\frac{425.5(2-8806)}{308.6}$
Язв / <i>Leuciscus idus</i> *, n = 138	65.9±4.0	$\frac{649.5(7-8806)}{428.3}$	4.4±1.7	$\frac{304.5(56-1043)}{13.2}$	26.8±3.8	$\frac{153.4(7-700)}{41.1}$	73.9±3.7	$\frac{653.0(7-8806)}{482.7}$
Язв / <i>Leuciscus idus</i> , n = 95	36.8±5.0	$\frac{106.5(2-791)}{39.2}$	37.9±5.0	$\frac{41.4(2-532)}{15.7}$	6.3±2.5	$\frac{13.8(2-28)}{0.9}$	70.5±4.7	$\frac{79.1(2-791)}{55.8}$
Всего / Total, n = 859	32.7±1.6	$\frac{247.3(2-8806)}{80.9}$	9.1±1.0	$\frac{61.0(2-1043)}{5.5}$	6.3±0.8	$\frac{112.1(2-700)}{7.1}$	40.4±1.7	$\frac{231.4(2-8806)}{93.5}$

Примечание. ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии, ИО – индекс обилия, * – рыба промысловых размеров.
 Note. EI – Extensiveness of infection, II – Invasion intensity, AI – Abundance index, * – commercial size fish.

Установлено, что у язя, ельца, плотвы и леща преобладает *O. felineus*, реже встречаются *M. bilis* и *M. xanthosomus*. При этом у язя зарегистрированы максимальные показатели зараженности всеми тремя видами описторхид, а у леща минимальные. Инвазированность ельца личинками кошачьей двуустки составила 43.3%, при этом значения ИИ и ИО в 9 – 10 раз ниже таковых у язя. У верховки доминирующим как по встречаемости (ЭИ), так и по ИИ и ИО является *M. bilis* (см. табл. 2).

Структура сообщества метацеркарий описторхид и зараженность рыб в Бердском заливе. Гемипопуляция метацеркарий описторхид представлена 3 видами *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus*. Средняя зараженность рыб метацеркариями описторхид составляет 33.0%, при этом доминирующим видом является *O. felineus*, а значения показателей для *M. bilis* и *M. xanthosomus* отличаются между собой незначительно (табл. 3). У леща сообщество описторхид представлено моноинвазией *O. felineus*, характеризующейся низкими значениями показателей, все остальные обследованные виды рыб имеют трехкомпонентную гемипопуляцию метацеркарий. У язя, верховки и ельца отмечена максимальная инвазированность описторхидами, в том числе личинками кошачьей двуустки, при этом у язя и ельца субдоминантами выступают *M. bilis*, а у верховки – *M. xanthosomus*. Показатели зараженности леща и плотвы *O. felineus* сопоставимы и характеризуются низкими значениями (см. табл. 3).

Структура сообщества метацеркарий описторхид и зараженность рыб в р. Обь. В отличие от других локалитетов, в р. Обь исследованы только два вида рыб, представленных особями промысловых размеров. Инвазированность рыб личинками трематод сем. Opisthorchiidae почти в 2 раза выше, чем в Бердском заливе.

Сообщество описторхид наиболее полно представлено у язя и включает ассоциацию *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus*, с максимальными значениями паразитологических показателей для *O. felineus*. Показатели зараженности леща, отловленного в русле Оби, личинками кошачьей двуустки и *M. xanthosomus* в 4 раза ниже, чем у язя из этого водного объекта (см. табл. 3).

Структура сообщества метацеркарий описторхид и зараженность рыб в притоках Оби. Сообщество личинок трематод включает 3 вида *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus*, при этом у рыб доминирует 2 вида описторхид – *M. bilis* и *O. felineus*, имеющих близкие по значению показатели ЭИ – 20.6 и 16.9% (см. табл. 3).

В притоках р. Обь на фоне видового разнообразия описторхид только у пескаря зафиксирована моноинвазия, обусловленная паразитированием *M. xanthosomus* (ЭИ 4.4%), у остальных рыб выявлена микстинвазия описторхид 2 – 3 видов. Елец и плотва максимально заражены *O. felineus* – 28.0 и 34.4%, что в 4 – 11 раз превышает значение этого показателя у других рыб. У язя превалирует *M. bilis* (ЭИ 53.7%) и *M. xanthosomus* (ЭИ 20.4%), тогда как у леща показатели встречаемости и обилия метацеркарий различных видов остаются низкими и их значения не имеют существенных отличий. В сообществе описторхид верховки превалирует *M. bilis* (ЭИ 100%).

Таким образом, во всех обследованных водоемах, отличающихся экологическими условиями, сообщество описторхид представлено *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus*. На фоне видового разнообразия описторхид структура гемипопуляции метацеркарий описторхид и уровень инвазированности второго промежуточного хозяина различными видами личинок трематод отличаются.

Таблица 3. Зараженность рыб метазеркариями описторхид в Бердском заливе Новосибирского водохранилища, в р. Обь и ее притоках
Table 3. Fish infection with opisthorchid metacercariae in Berdsky Bay of the Novosibirsk Reservoir, Ob River, and tributaries of the Ob River

Вид рыбы / Species of fish	<i>Opisthorchis felinus</i>		<i>Metorchis bilis</i>		<i>Metorchis xanthops</i>		Сем. Opisthorchiidae	
	Эп. % / El. %	Ип (min – max)/НО, экз. / П (min–max)/Ап, spec.	Эп. % / El. %	Ип (min – max)/НО, экз. / П (min–max)/Ап, spec.	Эп. % / El. %	Ип (min – max)/НО, экз. / П (min–max)/Ап, spec.	Эп. % / El. %	Ип (min – max)/НО, экз. / П (min–max)/Ап, spec.
Бердский залив Новосибирского водохранилища / Berdsky Bay of the Novosibirsk Reservoir								
Верховка / <i>Leuciscus delphinus</i> , n = 7	57.1±18.7	<u>14.0 (14)</u> 8.0	14.3±1.3	<u>14.0 (14)</u> 2.0	28.6±17.1	<u>28.0 (14–42)</u> 8.0	71.4±17.1	<u>25.2 (14–42)</u> 18.0
Елец / <i>Leuciscus leuciscus</i> , n = 199	45.2±3.5	<u>59.4 (1–546)</u> 26.9	7.5±1.8	<u>17.8 (1–84)</u> 1.3	0.5±0.5	<u>14.0 (14)</u> 0.1	45.7±3.5	<u>61.8 (1–546)</u> 28.3
Лещ / <i>Abramis brama</i> , n = 53	9.4±4.0	<u>18.6 (2–49)</u> 1.8	0	0	0	0	9.4±4.0	<u>18.6 (2–49)</u> 1.8
Плотва / <i>Rutilus rutilus</i> , n = 184	11.4±2.3	<u>29.1 (2–91)</u> 3.3	2.2±1.1	<u>5.0 (2–14)</u> 0.1	0.5±0.5	<u>14.0 (14)</u> 0.1	13.0±2.5	<u>26.9 (2–91)</u> 3.5
Язь / <i>Leuciscus idus</i> , n = 51	72.6±6.3	<u>104.6 (7–791)</u> 75.9	19.6±5.6	<u>165.9 (7–532)</u> 32.5	7.8±3.7	<u>19.3 (7–28)</u> 1.5	74.5±6.1	<u>147.6 (7–791)</u> 109.9
Всего / Total, n = 494	31.8±2.1	<u>63.6 (1–791)</u> 20.2	6.1±1.1	<u>65.3 (1–532)</u> 4.0	1.6±0.6	<u>20.1 (7–42)</u> 0.3	33.0±2.1	<u>74.2 (1–791)</u> 24.5
Река Обь / Ob River								
Лещ / <i>Abramis brama</i> *, n = 18	16.7±8.8	<u>122.0 (2–364)</u> 20.3	0	0	5.6±5.4	<u>2.0 (2)</u> 0.1	22.2±9.8	<u>92.0 (4–364)</u> 20.4
Язь / <i>Leuciscus idus</i> *, n = 128	65.6±4.0	<u>694.7 (7–8806)</u> 455.8	2.3±1.3	<u>471.3 (56–1043)</u> 11.1	21.9±3.7	<u>126.8 (7–665)</u> 27.7	70.3±4.0	<u>703.5 (7–8806)</u> 494.7
Всего / Total, n = 146	59.6±4.1	<u>674.9 (2–8806)</u> 402.2	2.1±1.2	<u>471.3 (56–1043)</u> 9.7	19.9±3.3	<u>122.5 (2–665)</u> 24.3	64.4±3.9	<u>677.5 (2–806)</u> 436.2
Притоки р. Обь / Tributaries of the Ob River								
Верховка / <i>Leuciscus delphinus</i> , n = 13	7.7±7.4	<u>42.0 (42)</u> 3.2	100.0	<u>87.2 (4–198)</u> 87.2	0	0	100.0	<u>90.4 (4–198)</u> 90.4
Елец / <i>Leuciscus leuciscus</i> , n = 25	28.0±8.9	<u>19.9 (2–56)</u> 5.6	0	0	4.0±3.9	<u>4.0 (4)</u> 0.2	28.0±8.9	<u>20.4 (2–56)</u> 5.7
Лещ / <i>Abramis brama</i> , n = 37	2.7±2.7	<u>2.0 (2)</u> 0.1	2.7±2.7	<u>2.00 (2)</u> 0.05	8.1±4.5	<u>65.3 (35–112)</u> 5.3	10.8±5.1	<u>50.0 (4–112)</u> 5.4
Пескарь / <i>Gobio gobio</i> , n = 23	0	0	0	0	4.4±4.3	<u>7.0 (7)</u> 0.3	4.4±4.3	<u>7.0 (7)</u> 0.3
Плотва / <i>Rutilus rutilus</i> , n = 67	34.3±5.8	<u>0.5 (4–8)</u> 0.2	2.9±2.1	<u>4.00 (2–6)</u> 0.12	2.9±2.1	<u>1.0 (2)</u> 0.03	37.3±5.9	<u>0.9 (2–8)</u> 0.3
Язь / <i>Leuciscus idus</i> , n = 54	9.3±3.9	<u>120.8 (2–252)</u> 11.1	53.7±6.8	<u>8.41 (2–50)</u> 4.52	20.4±5.5	<u>194.0 (2–700)</u> 39.5	75.9±5.8	<u>72.7 (2–700)</u> 55.2
Всего / Total, n = 219	16.9±2.5	<u>21.6 (2–252)</u> 3.7	20.6±2.7	<u>30.82 (2–198)</u> 6.33	8.2±1.9	<u>130.2 (2–700)</u> 10.7	41.6±3.3	<u>49.8 (2–700)</u> 20.7

Примечание. Условные обозначения см. табл. 2.

Note. See Table 2 for symbols.

В Бердском заливе и Оби превалирует *O. felineus*, тогда как в притоках *O. felineus* и *M. bilis*. Эпизоотически значимый вид – *M. xanthosomus* чаще регистрируется в Оби и ее притоках. Согласно данным В. В. Вепревой, Р. Г. Фаттахова (Vepreva, Fattakhov, 2008) в озерных водоемах Тюмени гемипопуляция описторхид представлена лишь двумя видами *O. felineus* и *M. xanthosomus*, однако доминирующим видом, как и в наших исследованиях, является *O. felineus*.

Сравнительный анализ инвазированности рыб метацеркариями описторхид в различных водных экосистемах позволил выявить значительные межвидовые и межпопуляционные различия. Наибольшая зараженность метацеркариями описторхид отмечена у язя: *O. felineus* регистрировался у 72.6% особей в Бердском заливе и у 65.6% – в р. Обь, *M. bilis* – у 53.7% в притоках Оби, а *M. xanthosomus* – с близкими значениями в Оби (21.9%) и ее притоках (20.4%). Полученные данные согласуются с исследованиями А. С. Маюровой и М. А. Кустиковой (Maiurova, Kustikova, 2019), согласно которым инвазированность язей, мигрирующих из нижнего течения Оби, достигала 42.9% у сеголеток и 100% у особей в возрасте 6 – 8 лет в районе Сургута.

Наименьшие показатели зараженности зафиксированы у леща: *O. felineus* – 16.7 в Оби, 9.4 в Бердском заливе и 2.7% в притоках; *M. xanthosomus* – 5.6 и 8.1% в Оби и ее притоках соответственно; *M. bilis* – 2.7% в притоках. Следует отметить, что в Оби исследовались крупные промысловые особи, тогда как в Бердском заливе и притоках – мелкие туводные формы.

У ельца и плотвы, отловленных в притоках Оби и Бердском заливе, преобладала инвазия *O. felineus* (ельца – 28.0 и 45.2%, плотвы – 34.3 и 11.4% соответственно), тогда как зараженность метацеркариями *M. bilis* и *M. xanthosomus* была на порядок ниже. Высокие значения ЭИ отмечены у верховки: в Бердском заливе зараженность *O. felineus* составила 57.1%, в притоках – 7.7%; *M. bilis* – 100% в притоках (максимальный показатель) и 14.3% в Бердском заливе; *M. xanthosomus* – 28.6% в Бердском заливе. Наибольшие значения ЭИ верховки и язя метацеркариями *M. bilis* обусловлена преимущественным выловом их в реке Ельцовка, где доминируют моллюски *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) – первый промежуточный хозяин данной трематоды (Serbina, Bonina, 2011; Bonina et al., 2023). Сопоставимые данные по зараженности плотвы *O. felineus* (ЭИ 8.3 – 31%) были получены в водоемах Тюмени (Vepreva, Fattakhov, 2008), однако инвазия верховки в этом регионе отмечалась лишь в единичных случаях (ЭИ 2%).

Сравнение инвазированности рыб, обитающих в обследованных водоемах, метацеркариями сем. Opisthorchiidae с привлечением статистического непараметрического критерия Манна – Уитни показало значимые различия зараженности ими рыб р. Обь и Бердского залива ($U = 0.00$, $p = 0.001$), а также в р. Обь и ее притоках ($U = 2.00$, $p = 0.002$). Статистический анализ сравнения зараженности рыб двух водоемов показал достоверные различия между всеми обследованными локалитетами в отношении *O. felineus*, а также между р. Обь и Бердским заливом относительно *M. xanthosomus* ($U = 16.00$, $p = 0.005$). В остальных случаях различия в зараженности рыбы, обитающей в разных водоемах, метацеркариями описторхид статистически незначимы.

Анализ видового разнообразия метацеркарий описторхид с использованием биологических индексов Шеннона (H) и Симпсона (D) свидетельствует об упрощенной структуре сообществ описторхид в каждом водоеме (H от 0.32 до 1.01) (табл. 4). Максимальная сложность организации гемипопуляций описторхид зарегистрирована в притоках Оби ($H = 1.01$), тогда как в Бердском заливе этот показатель был ниже ($H = 0.51$). Наименьшие значения индекса Шеннона ($H = 0.32$), отмеченные в русле Оби, отражают наиболее упрощенную структуру сообщества.

Таблица 4. Характеристика видового разнообразия метацеркарий описторхид у разных видов рыб

Table 4. Characteristics of the species diversity of opisthorchid metacercariae in different fish species

Индекс / Index	Верховка / <i>L. delineatus</i>	Елец / <i>L. leuciscus</i>	Лещ / <i>A. brama</i>	Пескарь / <i>G. gobio</i>	Плотва / <i>R. rutilus</i>	Язь / <i>L. idus</i>	Всего / Total
Притоки р. Обь / Tributaries of the Ob River							
Шеннона / Shannon index	0.15	0.13	0.11	0	0.92	0.77	1.01
Пилоу / Pilou index	0.22	0.19	0.10	0	0.84	0.70	0.92
Симпсона / Simpson index	0.93	0.95	0.96	1	0.41	0.56	0.39
Бергера – Паркера / Berger–Parker index	0.96	0.97	0.98	1	0.55	0.72	0.52
Река Обь / Ob River							
Шеннона / Shannon index	–	–	0.03	–	–	0.32	0.32
Пилоу / Pilou index	–	–	0.04	–	–	0.29	0.29
Симпсона / Simpson index	–	–	0.99	–	–	0.85	0.85
Бергера – Паркера / Berger–Parker index	–	–	0.99	–	–	0.92	0.92
Бердский залив / Berdsky Bay							
Шеннона / Shannon index	0.96	0.21	0	–	0.24	0.67	0.51
Пилоу / Pilou index	0.87	0.19	0	–	0.22	0.61	0.46
Симпсона / Simpson index	0.40	0.91	1	–	0.89	0.56	0.71
Бергера – Паркера / Berger–Parker index	0.44	0.95	1	–	0.95	0.69	0.82

В разных локалитетах степень доминирования отдельных видов метацеркарий имеет существенные отличия. Самые высокие величины индексов доминирования (D) характерны для магистрального русла Оби и Бердского залива, что свидетельствует об обилии одного вида описторхид – *O. felineus* (согласно паразитологическим показателям).

В притоках р. Обь, где отсутствует выраженное доминирование отдельных видов (индекс Симпсона $D = 0.39$), сообщества метацеркарий описторхид характеризуются более высоким уровнем биоразнообразия (индекс Шеннона $H = 1.01$) по сравнению с Бердским заливом и основным руслом Оби, где значения данного индекса составляют 0.51 и 0.32 соответственно.

Наибольшие показатели видового богатства зарегистрированы у плотвы и язя ($H = 0.92$ и 0.77), тогда как у верховки, ельца и леща наблюдается выраженное доминирование отдельных видов описторхид на фоне сниженного разнообразия ($H = 0.1 - 0.15$).

Повышенные значения индекса Шеннона в притоках Оби указывают на благоприятные и разнообразные условия среды для реализации жизненного цикла различных видов описторхид. Данные водоемы отличаются замедленным гидродинамическим режимом, наличием литоральных зон с хорошо прогреваемыми мелководьями, а также развитой макрофитной растительностью, что создает оптимальные условия для обитания промежуточных хозяев – пресноводных моллюсков.

Невысокие значения частоты встречаемости и обилия описторхид, зарегистрированные у большинства видов туводных рыб малых рек Оби, а также ранние наши исследования (Serbina, Bonina, 2011) подтверждают наличие местных локальных очагов описторхозов низкой напряженности.

В Бердском заливе у 3 из 5 видов рыб туводных размеров – ельца, леща и язя структура гемипопуляций описторхид не имеет существенных отличий от таковой у рыбы, отловленной в притоках Оби (значения индексов Шеннона, Пилоу и Симпсона сходны). Напротив, у верховки и плотвы выявлены существенные различия в показателях видового разнообразия (H) и доминирования (D) между особями из разных водоемов. У верховки Бердского залива, при отсутствии выраженного доминирования отдельных видов трематод ($D = 0,4$), разнообразие метациркарий ($H = 0,96$) в шесть раз превышает аналогичный показатель у особей из малых рек ($H = 0,15$). У плотвы индекс Шеннона оказался в четыре раза ниже, а индекс Симпсона – в два раза выше по сравнению с особями, отловленными в притоках Оби (см. табл. 4).

В р. Обь зафиксировано минимальное разнообразие сообщества описторхид (индекс Шеннона $H = 0,32$), при выраженном доминировании одного вида ($D = 0,85$) – *O. felineus* (в соответствии со значениями паразитологических показателей) (см. табл. 3).

Условия в р. Обь менее благоприятны для функционирования локальных очагов описторхоза из-за высокой скорости течения, ограниченного количества мелководных участков и, как следствие, сниженной численности моллюсков – первых промежуточных хозяев паразита. В исследовании были обследованы только два вида рыб – язь и лещ, включая язевых промысловых размеров, мигрирующих из гиперэндемичных очагов средней и нижней Оби (Томская область, Ханты-Мансийский автономный округ). Эти рыбы концентрируются в нижнем бьефе плотины Новосибирского водохранилища, которая служит непреодолимым барьером для их дальнейшей миграции.

Циркуляция возбудителей описторхоза в урбанизированной зоне поддерживается высокой плотностью дефинитивных хозяев (людей и животных) и их значительной зараженностью (Bonina et al., 2023). Возможность заражения птиц трематодами *M. xanthosomus*, который определяет эпизоотический статус водоема, высока как для р. Обь, так и для ее притоков.

На урбанизированных территориях, к которым относится Новосибирск, антропогенные факторы оказывают значительное воздействие на экологические и паразитарные процессы. В данном случае ключевым фактором стало гидротехническое строительство, которое привело: а) к нарушению естественных гидрологических циклов (сезонных паводков и разливов), что изменило условия обитания

моллюсков семейства Bithyniidae – первых промежуточных хозяев описторхид как ниже плотины, так и в самом водохранилище; б) к блокированию миграционных путей язя – основного вида-хозяина *O. felineus*, что вызвало его скопление в черте города.

Ареал описторхид в пределах мегаполиса обширен, но неоднороден: отдельные очаги приурочены к руслу Оби, ее мелководным притокам и Бердскому заливу. В каждом из исследованных водоемов, различающихся экологическими условиями, обнаружены метацеркарии изученных видов описторхид, однако выявлены значительные различия в их распространении и зараженности рыб-хозяев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вариабельность паразитологических показателей (ЭИ, ИИ, ИО) зараженности отдельных видов рыб метацеркариями *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus* обусловлена комплексом абиотических и биотических факторов, характеризующих конкретные водоемы, в том числе гостальной специфичностью метацеркарий, а также видовыми предпочтениями в характере питания и пространственного размещения.

Оценка разнообразия личиночных форм описторхид с использованием биологических индексов свидетельствует об упрощенной структуре сообществ описторхид в обследованных водоемах Новосибирска – р. Обь, ее притоках и Бердском заливе. Сообщество трематод сем. Opisthorchiidae, представленное гемипопуляцией метацеркарий, идентично по составу и включает 3 вида – *O. felineus*, *M. bilis*, *M. xanthosomus*, но их численность и частота встречаемости у различных карповых рыб чрезвычайно изменчивы и определяются местными экологическими особенностями. Зараженность рыбы различными видами описторхид в водоемах города характеризует степень их насыщенности инвазией и является маркером эпизоотической и эпидемической опасности водных локалитетов мегаполиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Bonina O. M., Fedorov K. P., Rostovtsev A. A. Opisthorchid infection rate of cyprinid fish in the Novosibirsk water reservoir. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*, 2009, no. 9, pp. 55–59 (in Russian).

Bonina O. M., Efremova E. A., Udaltsov E. A., Zubareva I. M., Bortsova M. S. Opisthorchids in the Novosibirsk urbocosystem. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2023, no. 3, pp. 274–289 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2023-3-274-289>

Fedorov K. P., Laskin B. F. *Avtomatizirovannye metody obrabotki gel'mintologicheskikh materialov* [Automated Methods of Processing Helminthological Materials]. Novosibirsk, Nauka, 1980. 75 p. (in Russian).

Ilyin V. S., Pai I. S., Osipov A. S. Muscular trematodes of carp fish in various water bodies of the Yamalo-Nenets and Khanty-Mansiysk districts. In: *Innovative Development of the Agricultural Sector in Northern Trans-Urals: Collection of materials from the regional scientific and practical conference of young scientists*. Tyumen, State Agrarian University of Northern Trans-Urals Publ., 2013, pp. 305–308 (in Russian).

Karpenko S. V., Chechulin A. I., Yurlova N. I., Serbina E. A., Vodyanitskaya S. N., Krivopalov A. V., Fedorov K. P. Characteristics of opisthorchosis nidus in the south of Western Siberia. *Siberian Journal of Ecology*, 2008, no. 5, pp. 675 – 680 (in Russian).

Kotelnikov G. A. *Gel'mintologicheskie issledovaniia zhivotnykh i okruzhaiushchei sredy: spravochnik* [Helminthological Studies of Animals and the Environment: Reference book]. Moscow, Kolos, 1983. 208 p. (in Russian).

Lebedev V. D., Spanovskaya V. D., Savvaitova K. A., Sokolov L. I., Tsepkin E. A. *Ryby SSSR* [Fishes of the USSR]. Moscow, Mysl, 1969. 447 p. (in Russian).

Liberman E. L., Voropaeva E. L. New data on parasitofauna of bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) of the Lower Irtysh (acquired part of the range). *Russian Journal of Biological Invasions*, 2018, no. 2, pp. 35 – 41 (in Russian).

Maiurova A. S., Kustikova M. A. Estimation of infection with metacercariae of opisthorchid fishes of the Cyprinidae family in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra. *Russian Journal of Parasitology*, 2019, vol. 13, no. 4, pp. 56–66 (in Russian). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-56-66>

Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. T. 3. Paraziticheskie mnogokletochnye. Pod red. O. N. Bauera [Bauer O. N., ed. Determinator of Parasites of Freshwater Fishes of the Fauna of the USSR. Vol. 3. Parasitic Multicellular Parasites]. Leningrad, Nauka, 1987. 584 p. (in Russian).

Osipov A. S., Abramov A. S. Metacercariae opisthorchids in commercial carp fish from the Lower and Middle Ob. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*, 2019, vol. 20, pp. 438–446 (in Russian).

Osipov A. S., Smolin V. V., Smolina N. V. Parasitic danger of Lower and Middle Ob carp fish as objects of fishing in 2016. *Science and Education: New Time*, 2018, no. 2, pp. 18–25 (in Russian).

Pelgunov A. N. Problems of opisthorchosis and diphyllbothriosis in the lower reach of the Irtysh river. *Russian Journal of Parasitology*, 2012, no. 3, pp. 68–73 (in Russian).

Serbina E. A., Bonina O. M. Revealing of the local centers of opisthorchidosis in flood-lands of river Ob and in Novosibirsk man-made lake. The message 2. Prosobranchia molluscs' number and its infection by paratenites of trematoda. *Russian Journal of Parasitology*, 2011, no. 4, pp. 55–59 (in Russian).

Simakova A. V., Babkina I. B., Khodkevich N. E., Babkin A. M., Interesova E. A. The infection of the trematodes *Opisthorchis felinus* Rivolta, 1884 in alien species of fish family Cyprinidae in the Middle Ob River basin. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2019, no. 1, pp. 90 – 94 (in Russian)

Vepreva V. V., Fattakhov B. G. Appraisal of cyprinid fish infection with metacercarias of trematoda of Opisthorchidae family in ponds of Tyumen city. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2008, no. 4 (85), pp. 137–141 (in Russian).

Diversity and distribution of opisthorchid metacercariae in fishes in water bodies of urbanized territories

O. M. Bonina ^{1✉}, E. A. Efremova ^{1,3}, E. A. Udaltsov ², E. R. Samokhina ³

¹ Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences
2b Tsentral'naya St., Krasnoobsk, Novosibirsk region 630501, Russia

² Novosibirsk State Technical University
20 Marx Avenue, Novosibirsk 630073, Russia

³ Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova St., Novosibirsk 630039, Russia

Received: August 23, 2024 / revised: May 22, 2025 / accepted: June 10, 2025 / published: December 17, 2025

Abstract: The article presents the characteristics of the biodiversity of opisthorchids and the infestation of additional hosts in various aquatic ecosystems in a metropolitan area (Novosibirsk city). The objectives of the study included determining the species composition of opisthorchids metacercariae, analyzing their occurrence and abundance in fish in each of the three groups water bodies, namely: the Ob River, its tributaries and Berdsk Bay, located within the boundaries of Novosibirsk city and differing in a set of abiotic and biotic characteristics. The composition of the metacercariae hemipopulation in the surveyed water bodies was identical, being represented by three species, namely, *O. felineus* (Rivolta, 1884), *M. bilis* (Braun, 1890), and *M. xanthosomus* (Creplin, 1846). However, the infestation of an additional host by opisthorchids larvae of individual species in different water localities was variable and was determined by local environmental features. The most common opisthorchids species in fish caught in the Ob River and Berdsk Bay is *O. felineus*, the subdominant ones are *M. bilis* and *M. xanthosomus*, respectively. In the Berdsk Bay small local fish (ide, gudgeon, and dace) were most frequently and intensively infected with *O. felineus* and *M. bilis*, while in the Ob River, *O. felineus* and *M. xanthosomus* metacercariae were more often recorded in ide. In the additional host inhabiting the Ob tributaries, unlike other water bodies, *M. bilis* and *O. felineus* were dominant, with *M. bilis* metacercariae more often detected in small local fish: gudgeon and ide, and *O. felineus* in roach ($EI = 34.3\%$). Our analysis of the diversity of opisthorchid metacercariae representatives using biological indices indicates a simplified structure of opisthorchid communities in each water body. The most complex structure of the opisthorchid hemipopulation was found in the Ob tributaries ($H = 1.01$), then in the Berdsk Bay ($H = 0.51$) and in the Ob River ($H = 0.32$). The highest values of dominance indices (D) are characteristic of the main channel of the Ob and the Berdsk Bay, which indicates the abundance of one species of opisthorchid, namely, *O. felineus*. Low values of the Simpson index in the Ob tributaries indicate the uniformity of the abundance of metacercariae and the absence of obvious dominance of any species.

Keywords: opisthorchid community, metacercariae, urban ecosystem, aquatic localities, Novosibirsk city

Ethics approval and consent to participate: Animal protocols were approved by the Bioethics Committee of the Novosibirsk State Agrarian University (protocol No. 6 dated December 28, 2023).

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

For citation: Bonina O. M., Efremova E. A., Udaltsov E. A., Samokhina E. R. Diversity and distribution of opisthorchid metacercariae in fishes in water bodies of urbanized territories. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2025, no. 4, pp. 412–424 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-4-412-424>

✉ **Corresponding author:** Laboratory for Optimization of Anti-epizootic Systems, Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Olga M. Bonina: <https://orcid.org/0000-0001-9480-1797>, olga-bonina@mail.ru; Elena A. Efremova: <https://orcid.org/0000-0002-4062-3822>, alfa_parazit@mail.ru; Evgeny A. Udaltsov: <https://orcid.org/0000-0002-2005-6285>, ugodnic@gmail.com; Ekaterina R. Samokhina: <https://orcid.org/0009-0003-2444-9400>, samokhina9050@mail.ru.