

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 574.576.8



Плеханова Валентина Владимировна

**ЭКОЛОГО-ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ТРЕМАТОД МОЛЛЮСКОВ И КАРПОВЫХ РЫБ В ВОДОЕМАХ С
РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Специальность – 03.02.08 Экология (биология)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Гашев С.Н.

Тюмень, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Антропогенное влияние на водные объекты г. Тюмени.....	10
1.2. История изучения паразитоценозов рыб в Западной Сибири.....	13
1.3. Распространение трематод семейств <i>Opisthorchidae</i> и <i>Diplostomatidae</i> на территории Тюменской области.....	21
1.4. Экология и биология тематод	25
1.5. Экология и биология промежуточных хозяев трематод	33
1.5.1. Биология первых промежуточных хозяев – моллюсков.....	33
1.5.2. Экология моллюсков.....	38
1.5.3. Эколого-биологическая характеристика карповых рыб – вторых промежуточных хозяев	40
1.6. Ретроспективный анализ заболеваемости населения г. Тюмени описторхозом.....	45
ГЛАВА 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО– КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ	49
ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	53
3.1. Общая характеристика основных объектов исследования.....	53
3.2. Метод отбора проб воды для анализа.....	58
3.3. Методы расчета индексов степени загрязнения водоёмов и классификации водоёмов по степени загрязнения.....	59
3.4. Общая характеристика материала и его объем.....	61
3.5. Сбор и определение инвазированности моллюсков.....	63
3.6. Сбор и определение инвазированности рыб трематодами.....	64

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	67
4.1. Гидрохимический анализ вод и донных отложений изучаемых водоемов	67
4.2. Эколого-эпизоотологическая характеристика трематод моллюсков и карповых рыб в водоемах урбацинозов с различной степенью антропогенного воздействия.....	77
4.2.1. Биоценотические связи описторхид и диплостомид в водных сообществах	77
4.2.1.1. Структура популяции моллюсков.....	77
4.2.1.2. Инвазированность первых промежуточных хозяев трематодами в исследованных водоемах	81
4.2.1.3. Инвазированность вторых промежуточных хозяев личинками трематод в исследованных водоемах	85
4.3. Распределение метацеркарий паразитов в теле рыб, обитающих в водоемах с различными экологическими условиями.....	104
4.4. Влияние антропогенных факторов на степень инвазированности моллюсков и рыб трематодами.....	108
ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	117
ВЫВОДЫ.....	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	129
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	150
Приложение 1.....	150
Критерии оценки загрязненности вод.	
Химические показатели воды исследуемых водоемов.	
Критерии загрязненности донных отложений.	
Химические показатели донных отложений исследуемых водоемов.	
Приложение 2.....	154
Зараженность разных возрастных групп рыб семейства <i>Cyprinidae</i> личинками трематод (озеро Кривое).	

Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (озеро Андреевское)

Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (озеро Липовое).

Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (пруд Чистый).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

БПК₅ – биохимическое потребление кислорода за 5 сут.

ДО – донные отложения

ЗВ – загрязняющие вещества

НП – нефтепродукты

ОВ – органические вещества

ОП – окисляемость перманганатная

ПДК_{кр} – предельно допустимая концентрация вещества в воде рыбохозяйственных водоемов

ПДК с-г – предельно допустимая концентрация веществ в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового пользования

ПО – перманганатная окисляемость

ТМ – тяжелые металлы

Cu – медь

Pb – свинец

Zn – цинк

Hg – ртуть

Cl – хлор

SO₄ – сульфаты

PO₄ – фосфаты

Na+K – натрий+калий

Ca – кальций

Mg – магний

Fe – железо

ЭИ – экстенсивность инвазии

ИИ – интенсивность инвазии

СИИ – средняя интенсивность инвазии

ИО – индекс обилия

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В настоящее время проблема охраны и рационального использования природных комплексов приобрела особую актуальность. Антропогенная трансформация среды (в т.ч. в урбаноценозах) непрерывно возрастает. Современный пресс комплекса антропогенных факторов может нанести, если не принять необходимых мер, непоправимый ущерб окружающей человека природной среде, в т.ч. водным биогеоценозам, которые имеют средообразующее, рекреационное и санитарно-эпидемиологическое значение. Гельминты, в частности возбудители опасных заболеваний животных и человека, как компоненты биоценозов, могут играть серьезную роль в их динамике. Паразитируя у различных хозяев, как дефинитивных, так и промежуточных, гельминты могут регулировать их численность и распределение по биогеоценозам. Кроме того, они выступают биоиндикаторами экологического и эпизоотического состояния природных и урбанизированных экосистем. Особый интерес представляют паразиты хозяев, успешно приспосабливающихся к антропогенным условиям среды. К последним относятся карповые рыбы и моллюски, которые обеспечивают циркуляцию личинок паразитов в природных биоценозах. Изучение их гельминто-гастальных комплексов становится не только научной, но и практической задачей (Whittaker, 1975). К настоящему времени расшифрован жизненный цикл большинства возбудителей гельминтозов (диплостомоз, меторхоз, метагонимоз, описторхоз и др.), изучены эпизоотология, эпидемиология и клиника болезни (Фаттахов, 2004). Однако, до настоящего времени, не изучены закономерности функционирования эколого-паразитарных систем гельминтов в городских водоемах, а также влияние различных видов антропогенных факторов здесь на гельминто-гастальные комплексы и очаги

гельминтозов. Остаются не исследованными динамика численности, закономерности распределения паразитов в популяциях промежуточных хозяев трематод в водоемах, не раскрыты механизмы, влияющие на интенсивность передачи инвазии между звеньями паразитарной системы и условия функционирования паразитарной системы гельминтов, не известна плотность и возрастная структура популяций моллюсков в среднем городе, примером которого является г. Тюмень.

Цель работы – оценить эколого-эпизоотологическую характеристику трематодозов моллюсков и карповых рыб в водоемах урбанизированных с различной степенью антропогенного воздействия (на примере г.Тюмени).

Для достижения поставленной цели был выделен **ряд задач**:

1. Изучить видовой состав, плотность и возрастную структуру популяций брюхоногих моллюсков в водоемах г.Тюмени с различной степенью антропогенной нагрузки.
2. Изучить видовой состав трематод у моллюсков и карповых рыб в водоемах г.Тюмени с различной степенью антропогенной нагрузки.
3. Определить зараженность моллюсков и рыб трематодами в зависимости от вида, возраста и условий их обитания.
4. Изучить накопление описторхид в различных участках тела вторых промежуточных хозяев в зависимости от условий их обитания.
5. Выявить влияние факторов окружающей среды на зараженность рыб и моллюсков трематодами.

Научная новизна. Впервые на водоемах с различной степенью антропогенного воздействия проведено комплексное эколого-эпизоотологическое исследование по изучению видового состава трематод моллюсков и карповых рыб. Доказано влияние возраста промежуточных хозяев и сезона года на формирование видового состава трематод моллюсков и рыб. Выявлены изменения зараженности моллюсков и рыб трематодами за многолетний период, определены ведущие факторы окружающей среды,

влияющие на зараженность моллюсков и рыб трематодами, установлена численность личинок описторхид в теле рыб, собранных в различных участках исследуемых водоемов с различной степенью антропогенной нагрузки.

Практическая значимость. Полученные данные положены в основу эколого-паразитологического мониторинга зараженности карповых рыб в водоёмах города Тюмени трематодами. Кроме того, эти данные позволяют оценить состояние экосистем водоемов, более рационально, с учетом эколого-эпизоотической ситуации использовать водоемы в рекреационных целях. Результаты исследований могут применяться при разработке мероприятий по развитию системы любительского рыболовства в городских водоемах. Сведения по трематодозам рыб представляют интерес для медицинской и ветеринарной служб, для рыбоводных хозяйств.

Положения, выносимые на защиту:

- 1) Видовой состав трематод моллюсков и карповых рыб водоемов урбацинозов (на примере г. Тюмени) зависит от факторов окружающей среды, возраста промежуточных хозяев, сезона года.
- 2) В водоемах инвазии рыб в большей части протекают в форме микстинвазий; наибольшее распространение получили биинвазии в 4 вариациях (диплостомоз+тилодельфиоз, диплостомоз+меторхоз, меторхоз+описторхоз, описторхоз+диплостомоз).
- 3) Загрязнение водоема является важным фактором внешней среды, оказывающим различное по направленности влияние на функционирование и зараженность личинками паразитов популяций моллюсков и рыб: наибольшее накопление гельминтов в организме моллюсков отмечается на водоемах с высоким уровнем антропогенного воздействия, а у рыб наоборот.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены и обсуждены на научных конференциях студентов и аспирантов биологического факультета ТюмГУ (2004, 2005 гг.), научно-практической конференции

«Чистая вода» (2006 г.), XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Словцовские чтения» (2006 г.), Всероссийской конференции молодых ученых «Экология: от Арктики до Антарктики» (2007 г.), Всероссийской конференции молодых ученых «Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее» (2008 г.), IV Всероссийском Съезде Паразитологического общества при РАН «Паразитология в XXI веке – проблемы, методы, решения» (2008 г.), III межрегиональной научной конференции, посвященной 80-летию профессора К.П. Федорова «Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке» (2009 г.), V Всероссийской (с международным участием) конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Полевые и экспериментальные исследования биологических систем» (2014 г.).

Благодарности. Автор выражает особую благодарность научному руководителю д.б.н., профессору С.Н. Гашеву за научную и методическую помощь в работе над диссертацией; д.б.н., профессору Р.Г. Фаттахову за помощь в написании и обсуждении результатов диссертационной работы. Автор очень признателен научному сотруднику ИЭРиЖ УрО РАН А.Л. Гаврилову за содействие и консультации.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Антропогенное влияние на водные объекты г. Тюмени

Поверхностные воды города испытывают постоянное и высокое антропогенное давление. Роль различных антропогенных факторов в определении экологического состояния водотоков и водоемов неодинаковая (Бахнов, 2002). В 2005 г. в водные объекты в границах города Тюмени сброшено 387,03 млн. м³ сточных вод (Экологический сборник, 2006). Для городских водоемов на первый план выходят такие факторы, как автотранспорт, захламленность и загрязнение территории. В результате строительства и размещения свалок в водоохранных и лесопарковых зонах ухудшается санитарное состояние пригородных территорий, сокращаются возможности массовой рекреации (Козин, 2004).

В пределах города загрязнение реки и внутригородских водоёмов происходит вследствие сбросов неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, а также поверхностного и внутрипочвенного стоков со всей территории города после дождей и таяния снега. «Вклад» речного транспорта не оценен, но можно предполагать, что он существенен. За последнее время изменилась и структура сбрасываемых вод: несмотря на общее уменьшение количества сточных вод, произошло некоторое увеличение сбрасываемых в р. Туру и внутренние водоёмы вод, не прошедших очистку (<http://www.w-siberia.ru/turto/area/tyumen/infr/vidturs/hunt/fishing.htm>).

Значительное снижение общего количества сточных вод по сравнению с предыдущими годами произошло в основном за счет уменьшения сброса

нормативно-чистых вод Тюменской ТЭЦ-1 и недостаточно очищенных сточных вод с городских очистных сооружений канализации (ГОСК). Основными ингредиентами загрязняющих веществ являются азот аммиак, фосфор, жиры, СПАВ, железо, алюминий, нитраты, нитриты, хлориды, сульфаты, свинец и цинк (Гусейнов, 2001).

Основными предприятиями-загрязнителями водных объектов в г. Тюмени являются Тюменская ТЭЦ-1, МУП ВКХ «Водоканал», Тюменская ТЭЦ-2, ОАО «Тюменские моторостроители, АОТТК «Кросно», Химфармзавод, ОАО «Народный Дом» и др.

В пределах городской черты, по данным СибрыбНИИпроекта, имеется более двух десятков водоемов.

Часть их расположена в пойме и является старицами р. Туры. Другая часть представляет собой заполненные ключевыми водами и осадками понижения часто антропогенного происхождения (Гуревич, 1996).

На сегодняшний день центральной проблемой экологической безопасности является техногенное загрязнение, которое сказывается на состоянии экосистем водных объектов (Моисеенко, 1995).

Тепловое загрязнение. Температура воды, используемой на тепловых электростанциях для охлаждения пара, повышается на 3-10° С, а иногда до 20° С. Плотность и вязкость нагретой воды отличаются от свойств более холодной воды принимающего бассейна, поэтому они перемешиваются постепенно. Теплая вода охлаждается либо вокруг места слива, либо в смешанном потоке, текущем вниз по течению реки. при сбросе воды с температурой,превышающей 20° С, зона теплового влияния может увеличиться (Носков, 2008).

Мощные электростанции заметно нагревают воды в реках, на которых они расположены. Существуют яркие примеры того, как в результате повышения температуры воды погибала рыба, возникали препятствия на пути её миграций, быстрыми темпами размножались водоросли,

происходили несвоевременные сезонные изменения водной среды. Однако в некоторых случаях увеличивались уловы рыбы, продлевался вегетационный период, и прослеживались иные благоприятные последствия (Львович, 1986).

Изменения концентрации кислорода. В водах снижается содержание кислорода, так как он слабо растворяется в теплой воде, однако потребность в кислороде резко возрастает, поскольку увеличиваются темпы его потребления аэробными бактериями и рыбами. Добавление кислот, также существенно снижает способность некоторых видов рыб извлекать из воды кислород.

Искусственные материалы, которые разлагаются биологическим путем, увеличивают нагрузку на бактерии, что, в свою очередь, влечет рост потребления растворенного кислорода. Производители моющих средств, сделали свою продукцию биоразлагаемой, что привело к ускорению темпов расхода кислорода (Фюрон, 1966). Интенсивное разложение органического вещества, после его осаждения на дно водоема, сопровождается выделением большого количества метана, сероводорода, углекислоты и сокращением запасов растворенного кислорода. В отдельные годы содержание кислорода снижается настолько, что это приводит к массовым заморам молоди рыб. Поэтому во всех водоемах, затронутых эвтрофированием, с течением времени происходит сокращение видового состава обитающих там живых организмов и снижение рыбопродуктивности (Сиренко, 1978).

Образование газов. Аммиак является основным продуктом микробиологического разложения белков и выделений животных. Аммиак и его газообразные производные амины образуются как при наличии, так и при отсутствии растворенного в воде кислорода. В первом случае аммиак окисляется бактериями с образованием нитратов и нитритов. В отсутствие кислорода аммиак не окисляется, и его содержание в воде остается стабильным. При снижении содержания кислорода, образовавшиеся нитриты и нитраты превращаются в газообразный азот. Анаэробные

бактерии используют кислород, присутствующий в сульфатах, и образуют сероводород. Заморы рыбы в период цветения воды связывают с развитием процесса гниения, выделением ядовитых газов (аммиака и сероводорода) (Румянцев, 2012). Когда в соединениях недостаточно доступного кислорода, развиваются иные формы анаэробных бактерий, которые обеспечивают гниение органических веществ. В зависимости от вида бактерий образуются углекислый газ (CO_2), водород (H_2) и метан (CH_4) – горючий газ без цвета и запаха, который называют также болотным газом.

Эвтрофикация, или эвтрофирование – процесс обогащения водоемов питательными веществами, особенно азотом и фосфором, главным образом биогенного происхождения (ГОСТ 17.1.1.01-77, ГОСТ 17.1.2.04.77). В результате происходит постепенное зарастание озера и превращение его в болото, заполненное илом и разлагающимися растительными остатками, которое, в конце концов, полностью высыхает.

Такие неорганические загрязнители, как хлорид и сульфат натрия, хлорид кальция и др. (т.е. соли, образующиеся при нейтрализации кислотных или щелочных промышленных стоков), не могут быть переработаны биологическим или химическим путем. Хотя сами эти вещества не трансформируются, они оказывают влияние на качество вод, в которые сбрасываются стоки. Во многих случаях нежелательно использовать "жесткую" воду с высоким содержанием солей (Фюрон, 1966).

1.2. История изучения паразитоценозов рыб в Западной Сибири

Изучение паразитофауны рыб приобрело особую остроту в период освоения Западной Сибири.

Важность и эпидемиологическое значение во время развития Западно-Сибирского региона приобрело изучение эпизоотической ситуации по описторхозу.

Разработка природных богатств, строительство крупнейших нефте- и газопроводов, объектов нефте- и газоперерабатывающей промышленности,

освоение лесных богатств региона вызвали значительный приток населения из различных районов страны в некогда глухие, малонаселенные районы Западной Сибири. Новоселы сравнительно быстро усваивали привычку употреблять в пищу необезвреженную рыбу семейства карповых, содержащую метацеркариев описторхисов. Через год приезда в очаге могут заражаться описторхозом от 11% до 42% новоселов (Степанова, 2001).

Интенсивные миграционные потоки населения создают угрозу распространения инвазии и формирования новых очагов заболевания, а также способствуют расширению уже существующих очагов. Проблема развоза описторхоза тесно связана также со строительством гидросооружений (водохранилищ, каналов, оросительных систем и т.п.), нередко обуславливающих расширение ареала промежуточного хозяина гельминта.

Значимость описторхоза для нашей страны отмечал академик К.И. Скрыбин (1932), считая его серьезной социально-экономической проблемой.

Изучение описторхид в Западной Сибири было начато в 1891 году К.Н. Виноградовым.

История изучения описторхиса шла по следующему пути. Ученый Рудольфи обнаружил в желчных путях кошки паразита, которого принял за *Distomum conus*, открытую в 1822г. Креплином. Гурльтом в 1831г. в своем учебнике патологической анатомии домашних животных подробно описал паразита и отметил его отличие от *D. conus*. Несмотря на это Гурльт оставляет за паразитом то же название. Таким образом, под одним названием были описаны две различных трематоды *Distoma conus* Creplin, 1825 и *Distoma conus* Gurlt, 1825.

В 1839 году Креплин обратил внимание и сообщил, что его *D. conus* отличается от *Distoma conus* Gurlt. Позднее *Distoma conus* Creplin была названа *Pseudamphistum truncatum*.

После Рудольфи и Гурльта паразита находят и другие исследователи, но принимают его за новую трематоду, и в связи с этим тот или иной автор даёт для «вновь открытого» паразита свое новое название. Как указывает К.И. Скрыбин (1932) в 1836г. Зибольд описал *Distoma conus* Gurlt под именем *Distomum lanceolatum felis cati*, подчеркивая в этом названии кошку, как хозяина паразита. Ван Траиг в 1889 году, найдя эту же трематоду у собак, дает ей название *Distomum lanceolatum canis familiaris*.

В 1884 году Ривольта обнаружил *D. conus* Gurlt у кошек в г. Пизе и установил, что этот паразит является самостоятельным видом, которому он дал название *Distomum felineum*.

Новый этап в изучении *D. felineum* начался в связи с открытием этого паразита у человека.

В 1891 году профессор томского университета К.Н. Виноградов обнаружил неизвестную трематоду у человека. Всего в течение двух лет К.Н. Виноградовым было зарегистрировано 11 случаев паразитирования сибирской двуустки у человека, кошки и собаки.

В 1894 г. Браун доказал идентичность *Distomum felineum* (Rivolta, 1884) из кошек и собак с *Distomum sibiricum* (Winogradoff, 1891) из человека.

Как указывает К.И. Скрыбин (1932), в 1895г. Бланшар причислил *Distomum felineum* (Rivolta, 1884) к выделенному им роду *Opisthorchis*. С тех пор этот паразит стал называться описторхом кошачьим *Opisthorchis felineum*.

Работу в направлении поисков описторхиса в Томске продолжал Ф.И. Романов (1902).

Новый этап в изучении описторхоза начался в связи с сообщением в 1929г. врача Р.К. Окуловой о 100 случаях описторхоза в тобольской больнице. Это послужило толчком к направлению сюда специальных экспедиций для изучения описторхоза. В этом же году Тобольско-Уральская 70-я союзная гельминтологическая экспедиция, руководимая К.И.

Скрябиным, открывает крупный очаг описторхоза на Тобольском Севере. За тот период были собраны огромные сведения по вопросам географии и статистики описторхоза, биологии возбудителя, эпидемиологии, патогенезу, клинике и прижизненной диагностике описторхоза.

В 1925 году И.М. Исайчиков изучает вопросы передачи описторхоза, а затем ставит вопрос о ветеринарно-санитарном осмотре рыбы для предупреждения заражения трематодами.

В это же время было намечено дальнейшее изучение биологии описторхиса; уточнение локализации его очагов и учет животных, являющихся резервуаром инвазии в природе (Павлов, 1932); поиски методов гельминтизации; профилактика в связи с технологией рыбных продуктов. Для осуществления этих задач гельминтологическим отделением Свердловского санитарно-бактериологического института проводились в течение трех лет ежегодно экспедиции на Тобольский Север, посвященные биологическим и эпидемиологическим вопросам описторхоза. Была написана специальная инструкция по борьбе с гельминтозами и, в частности, с описторхозом. Разработано наставление по противоописторхозной борьбе в зверопитомниках и питомниках служебных собак.

В 1931 году в ходе 121-ой экспедиции, руководимой Н.Н. Плотниковым, было установлено наличие метацеркариев описторхиса у ельца. Исследовалось влияние на метацеркариев соления, копчения и замораживания рыбы, проведены эксперименты по терапии описторхоза, изучалась патологическая анатомия и интенсивность инвазии при описторхозе.

В 1937 году Тобольской 180-й СГЭ, руководимой Н.Н. Плотниковым, изучалась патологическая анатомия, клиника и эпидемиология описторхоза, а также изыскивались методы его лечения. В 1940г. экспедицией во главе с Н.Н. Плотниковым в Тобольске впервые были обнаружены личинки описторхиса в моллюске *Bithynia leachi*. При испытании многочисленных

препаратов Н.Н. Плотников установил, что гексахлорэтан убивает описторхисов в организме кошки. Это открытие дало предпосылки для лечения описторхоза у человека (Плотников, 1939).

Наиболее интенсивные исследования описторхоза на водоемах Западной Сибири начались с середины пятидесятих годов прошлого столетия.

Большой вклад в изучение описторхиса внесли омские ученые. Клиникой, лечением и диагностикой описторхоза занимались: Р.М. Ахрем-Ахремович (1963), М.Э. Винников (1948, 1956, 1959 и др.), и другие.

Эпидемиологией, распространением и профилактикой описторхоза в середине XX века занимались А.М. Шумилова (1954), Б.Р. Брускин (1954, 1955), Р.М. Ахрем-Ахремович (1963) (Безр, 2005).

В середине и второй трети XX века появилась серия публикаций, касающихся второго промежуточного хозяина возбудителя описторхоза, биологии метацеркарий *O. felineus* и способов обезораживания рыбы (Догель, 1940, 1962).

В 1953 году Н.Н. Плотников в монографии «Описторхоз» предлагает назвать описторхоз «болезнью Виноградова».

Активное изучение паразитофауны рыб в Западной Сибири было организовано в начале XX века. Так в 1924 году было положено начало проведению Западно-Сибирских экспедиций, целью которых было изучение паразитофауны позвоночных. Начиная с 1930 года, эти экспедиции начали проводиться регулярно. Большой вклад в изучении паразитов рыб Сибири сделан лабораторией рыб ВНИОРХа, возглавляемой профессором В.А. Догелем (Догель, 1932). Экспедиция на Обь-Иртышский бассейн была проведена в 1948 году под руководством Г.К. Петрушевского, ее участниками были М.М. Волкова и К.А. Коробов. Исследования проводились в окрестностях Салехарда, Тобольска, где было исследовано 16 видов рыб и обнаружено 54 вида паразитов. В 1942-1944 годах работа была

продолжена И.Г. Щупаковым и М.В. Мосеевич на реках Обь и Иртыш. Ими было происследовано 20 видов рыб и обнаружено 80 видов паразитов (Мосевич, 1948).

В 1948 году впервые была дана зоогеографическая характеристика паразитов рыб Сибири Г.К. Петрушевским и О.Н. Бауер.

В период с 1945 по 1975 годы в Сибири были проведены многочисленные ихтиопаразитологические исследования. В Обь–Иртышском бассейне этим занимались С.Д. Титова (1948) и Б.Е. Быховский (1962). На Нижней Оби исследования проводились М.М. Волковой, Г.К. Петрушевским (1948), а также М.В. Мосевич (1948), О.Н. Бауер (1954). На лесостепных озерах Западной Сибири паразитологию рыб изучала С.М. Соусь (2006).

В 1942–1944 годах работа по исследованию паразитофауны озер Западной Сибири продолжалась М.В. Мосевичем и И.Г. Щупаковым. В своей работе «О паразитофауне рыб озер Обь-Иртышского бассейна» М.В. Мосевич приводит акты заражений карасей серебряного и золотого *Diplostomum spathaceum*, *Myxobolus carasii*, *Myxidium pfeiferi*, *Dactylogirus sp.* и др.

Большой вклад в развитие паразитологии внесли школы Скрыбина К.И. (1932), Догеля В.А. (1932, 1940, 1962), создавшие новые принципы и методы паразитологических исследований и давшие новое экологическое и эколого–географическое направление.

Дальнейшее изучение паразитов рыб в озерах Юго-Западной Сибири, в том числе и Томской области, продолжалось С.Д. Титовой (1965).

Результаты исследований опубликованы в её монографии «Паразиты рыб Западной Сибири» (1965). Обследована паразитофауна наиболее распространенных рыб р. Оби в трех ее течениях (верхнем, среднем, нижнем), рек Томь и Чулым. Позже работы продолжены ее учениками – В.С. Мясоедовым (1960), Т.А. Бочаровой (1977, 1996).

Наиболее полные исследования паразитов рыб проведены Т.А. Бочаровой в бассейне р. Васюган. Начиная с 1968 по 1973 гг. из реки Васюган в трех его участках (верхнем, среднем, нижнем), семи пойменных и четырех материковых озерах исследованы широко распространенные виды рыб: щука, плотва сибирская, елец сибирский, язь, голянь озерный, линь пескарь, карась золотой, карась серебряный, окунь.

Исследования позволили охарактеризовать этот район с необычайно богатой и оригинальной паразитофауной. Было зарегистрировано 156 видов паразитов из 12 систематических групп. Обнаружены новые для науки виды *Sphaerospora pectinacea*, *Wardia schulmani*, *Myxobolus wasjugani*, 40 видов впервые указываются для фауны Западной Сибири. Наиболее богата и разнообразна была паразитофауна карповых рыб и особенно плотвы и насчитывала 73 вида, а самая бедная у голяня озерного (15 видов). Среди паразитов были обнаружены паразиты опасные для человека и животных. Это возбудители описторхоза и дифиллоботриоза.

В ходе исследований был зарегистрирован природный очаг описторхоза, который имеет определенное значение в поддержании антропоического очага описторхоза в водоемах Томской области.

Такое богатство и разнообразие паразитов у столь обычных и широко распространенных рыб вероятно, связано с тем, что в прошлом этот бассейн был связан через систему водоемов с реками Западной Европы. В период похолодания водоемы Васюганья оказались в приледниковой зоне. Большая часть теплолюбивых хозяев и паразитов вымерли, а некоторые, из оставшихся, перешли на новых хозяев и сохранились до наших дней (Бочарова, 1996).

Т.А. Бочаровой проведена работа по выяснению состояния описторхозной ситуации на некоторых притоках р. Оби. Было обнаружено, что самая высокая зараженность рыб метацеркариями кошачьей двуустки у рыб из реки Оби (язь – 94,5%, елец – 94,7%, плотва – 8,5%), в притоках она

ниже. Кроме того, было отмечено, что инвазированность с годами уменьшается незначительно (Бочарова, 1977, 1988, 1996).

Наиболее крупные работы по исследованию паразитофауны рыб были проведены также Щипачевым В.Г. (1932), который исследовал паразитов рыб Томского края. Его, как врача, интересовал вопрос патогенности паразитов для человека (Титова, 1965).

На лесостепных озерах Западной Сибири паразитологию рыб изучала С.М. Соусь (2006). Ею проведены паразитологические исследования рыб на 44 водоемах Барабинской низменности. Описана история изучения паразитов рыб за вековой период (1891-1990 гг.). Изучен видовой состав и эпизоотологическое значение паразитов рыб в рыбохозяйственных водоемах области – прудовых, озерных, садковых и тепловодных хозяйствах. Рассмотрены вопросы прогнозирования фауны паразитов, а также энзоотий отдельных ее видов в озерах с неустойчивым водным режимом. Приведены лечебные мероприятия в борьбе с болезнями прудовых рыб в условиях юга Западной Сибири и биологические основы профилактики болезней рыб в озерных хозяйствах. Дана эпидемиологическая оценка рыб водоемов области по описторхозу и дифиллоботриозу. Исследована морфология, биология и экология описторхид в междуречном очаге описторхоза (рек Карасук, Баган, Бурла) и отражены особенности зараженности рыб описторхидами в течение длительного периода времени (23 года). Предложены меры профилактики описторхоза и дифиллоботриоза (Павлов, 1932).

Большой вклад в исследования водоемов Западной Сибири внес К.П. Федоров, который основное внимание уделял теоретическим вопросам эпизоотологии инвазионных заболеваний, в том числе очаговости описторхоза. Всего им опубликовано около 150 научных работ. Полученные в ходе исследовательской работы материалы легли в основу учебников «Основы общей ветеринарной паразитологии», «Основы общей и прикладной ветеринарной паразитологии» (Федоров, 2001).

Изучением паразитофауны рыб в водоемах и хозяйствах Тюменской области занималась лаборатория болезней рыб СибрыбНИИпроекта, по руководством доктора биологических наук Д.А. Размашкина.

Среди карповых рыб исследованиям подвергались в основном карась золотой, карась серебряный, гольян озерный. Так по данным Д.А. Размашкина (1980) у карася золотого в озерах области зарегистрировано 55 видов паразитов, у карася серебряного 44 вида. Кроме того, отмечено, что в пресных мелководных водоемах паразитофауна этих видов состоит из 10–20 видов. В основном это миксоспоридии, инфузории и личинки трематод (Размашкин, 1965, 1984).

По данным исследований, проведенных Д.А. Размашкиным в Тюменской области гольян озерный изучался из пресных озер – Гагарье, Чебачье, Кучак, двух солоноватых – М. Дубыньское и Кабанье. Всего обнаружено 31 вид паразитов. Паразитофауна гольяна пресных озер наиболее разнообразна и включала 30 видов, относящихся к 10 систематическим группам. Наиболее многочисленными были трематоды – 12 видов. Почти все они являются метацеркариями, активно проникающими в рыб. Богатая фауна моллюсков и обилие рыбадных птиц обусловило высокую зараженность гольяна *Diplostomum spathaceum*, *D. comutatum* – общее число этих метацеркариев у одной рыбы достигало 218 экз.

С середины 50-х годов 20 столетия в Западной Сибири были выявлены крупнейшие в мире запасы нефти и газа. Это послужило причиной интенсивного развития промышленного и топливно-энергетического комплекса на этой территории. Именно с этого периода начались углубленные исследования паразитофауны рыб данного региона. В 1965 году в Иртышском бассейне было выявлено 18 видов трематод, паразитирующих в личиночной стадии у рыб (Титова, 1965). Позднее исследования Д.А. Размашкина (1976) дополнили этот список до 31 вида. Промежуточные хозяева этих видов представлены моллюсками *Codiella inflata*, *Bithynia*

tentaculata, *Planorbis planorbis*, *Valvata piscinalis*, *Lymnea stagnalis*, *L. ovata*, *Viviparus contectus*. Вторыми промежуточными хозяевами являются в основном многие виды семейства карповых, в меньшей степени хищные и растительноядные виды рыб. Для половозрелой стадии гельминтов хозяевами служат рыбацкие птицы и только для трёх видов гельминтов млекопитающие. Патогенными для человека являются *Opisthorchis felinus*, *Metorchis bilis* и *Pseudamchistomum truncatum*.

Исследованием паразитов рыб в водоемах Тюменской области занимались также Р.Г. Фаттахов (1987, 1990, 1996), А.В. Ушаков (2001), Размашкин (2003) и другие исследователи. На территории города Тюмени проводились лишь единичные исследования, не дающие полной картины по эпизоотологической ситуации (Фаттахов, 1990, 2001).

1.3. Распространение трематод семейств *Opisthorchidae* и *Diplostomidae* на территории Тюменской области

В ходе паразитологических исследований, проведенных на территории Тюменской области, следует отметить, что паразиты семейств *Opisthorchidae* и *Diplostomidae* распространены достаточно широко.

В конце 20-х годов XX века врачи А.В. Светлов и Р.К. Окулова в результате многочисленных исследований установили, что в Тюменской области личинки описторхид имеют достаточно большое распространение (1929). В начале 30-х годов в ходе 70-ой Союзной гельминтологической экспедиции проведены целенаправленные и систематические исследования описторхоза крупнейшим русским ученым, гельминтологом, академиком К.И. Скрябиным. Его группа работала во многих городах и поселках Обского бассейна, и везде ученые сталкивались с массовыми случаями заболевания людей данным гельминтозом. Чем дольше они работали, тем серьезней представлялась им эта проблема. За период исследований были собраны огромные сведения по вопросам географии и статистики описторхоза,

биологии возбудителя, эпидемиологии, патогенезу, клинике и прижизненной диагностике описторхоза.

В настоящее время высокая зараженность данным гельминтозом наблюдается на территории Тюменской области во всех звеньях паразитарной цепи. Уровень зараженности данным гельминтом в европейской части России существенно ниже, чем в Западной Сибири.

Тюменская область всегда славилась своими рыбными ресурсами. Однако интенсивное развитие нефтегазового комплекса и усиленное браконьерство в значительной степени подрывало численность популяций ценных видов рыб, таких как сиговых, лососевых и осетровых. В ихтиофауне бассейнов рек стали доминировать карповые рыбы. Большая часть видов из данного семейства являются промежуточными хозяевами возбудителя описторхоза (язь, елец, плотва, лещ, пескарь и верховка, линь, голянь озерный).

Многолетний анализ зараженности карповых рыб на территории Тюменской области показал, что максимальный показатель инвазированности язя и ельца достигает в пойме и русле Средней и Нижней Оби, Нижнего Иртыша до 98%. На отдельных южных притоках Иртыша в реке Туре вблизи города Тюмени язь может быть инвазирован до 80-90%, а елец в реке Тобол до 85%. Плотва имеет более низкую инвазированность от нескольких процентов до 46%. Максимальный показатель зараженности для нее отмечен в пойменном водоеме р. Туры на территории города Тюмени. Лещ из притоков Иртыша (Тобол и Тура) заражен на 7%. Зараженность верховки на притоках Иртыша не превышала 15%, а пескаря 34% (Петрушевский, 1948; Фаттахов, 2001).

Очень большую роль в распространении инвазии играют различные социальные факторы. Так создание нефтегазового территориально-промышленного комплекса в автономных округах Тюменской области поспособствовало возникновению следующей проблемы – повышение

уровня заболеваемости описторхозом и вывоз инвазионного начала на другие территории страны, обусловленные интенсивной миграцией населения. Безвозвратная миграция населения и миграция, связанная с экспедиционно-вахтовым методом организации труда, привели к тому, что проблема описторхоза из региональной приобрела значение государственной и международной (Соусь, 2006).

На территории Тюменской области невелики различия и по удельному весу описторхоза в структуре гельминтозов: в Ханты-Мансийском автономном округе он составил 63,7%, в Ямало-Ненецком автономном округе – 30,7%, на юге области – 34,9%. Однако из-за большого значения в экономике страны Тюменского Севера внимание исследователей традиционно было направлено на изучение эпидемиологии описторхоза и борьбу с ним на этих территориях.

Названные социальные процессы не могли не коснуться населения южных районов Тюменской области, несмотря на их преимущественно сельскохозяйственный уклад производства. Изучение особенностей описторхоза на этих территориях, где проживает 1357,5 тыс. человек, обеспечивающих сельскохозяйственной продукцией все население области, 100% экспорта продовольственных товаров, а также 18,6% общеобластного объема экспорта, несомненно является актуальным. Нуждается также в объяснении различная эпидемиологическая обстановка на географически близко расположенных территориях юга области, различающихся по среднемноголетнему уровню заболеваемости в сотни раз: Армизонский район – 4,74, Ярковский – 1183,8, Нижнетавдинский – 1052,11 случая на 100 тыс. населения. Возможно, причина кроется в природных условиях – ландшафтных и гидрологических особенностях территорий, что, в свою очередь, может обусловить различную численность и зараженность промежуточных хозяев паразита (Степанова, 2002). Следовательно, на процесс распространения описторхид влияют следующие процессы:

социальные факторы, такие как санитарная грамотность населения, интенсивность миграционных процессов, особенно в направлении – «север-юг» в пределах области, состояние санитарно-просветительной работы, а также санитарно-паразитологические исследования. Все они требуют подтверждения и оценки в качестве факторов риска заражения на изучаемых территориях на современном этапе. Иными словами, необходимо районирование территорий южных районов области, как в пространственном отношении, так и по функциональным признакам для дифференцированного подхода к профилактике инвазии и оптимизации эпидемиологического надзора на эндемичных территориях с разным риском заражения (Плотников, 1973).

Высокая зараженность гельминтом *O. felineus* на территории Тюменской области наблюдается во всех звеньях паразитарной цепи. За период исследования данной проблемы были написаны работы по изучению биологии гельминта (Горячев, 1955), специфическим условиям обитания данного паразита, работы, отражающие биологические вопросы проблемы описторхоза (Кривенко, 1984).

Кроме того, были выполнены работы, направленные на изучение роли моллюсков в циркуляции гельминта. В них описаны результаты исследований по выявлению гетерогенности и степени совместимости моллюсков *Codiella* с разными изолятами возбудителей описторхоза (Герман, 1988), по оценке динамики гидрологического режима на характер расселения моллюсков и влияния на их распространение антропогенных факторов в Обь-Иртышском бассейне.

На основании экологических наблюдений установлено, что в организме рыб семейства карповых нередко одновременно встречаются как описторхисы, так и меторхисы. Так, в Тюменской области в пойменно-речных системах рек Исети, Пышмы и Конды было исследовано более 10 тысяч рыб семейства карповых, принадлежащих к семи родам. У

представителей четырех родов часто встречались метацеркарии *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus* (Фаттахов, 1990). В отдельных местностях, в пределах Тюменской области, зараженность рыб личинками меторхисов нередко преобладает над описторхисами (Фаттахов, 1990, 2004).

1.4. Экология и биология трематод

Opisthorchis felineus.

Развитие *Opisthorchis felineus* происходит со сменой трёх хозяев (Гинецинская, 1958; Беэр, 1969; Анисимова, 1991). В целом по всему ареалу *O. felineus* первым промежуточным хозяином гельминта является моллюск *Opisthorchophorus hispanicus* (*Codiella inflata*, *Bithynia leachi*), второй промежуточный хозяин – карповые рыбы. Дефинитивными хозяевами являются млекопитающие – кошка, собака, ондатра, водяная полевка и человек (Prommas, 1927; Yamaguti, 1978).

Встречается в водоемах Карелии, бассейнах Черного, Каспийского, Балтийского морей, в Обь – Иртышском бассейне, р. Волга с притоками (Захваткин, 1936; Kastak, 1960; Судариков, 2006).

Общая схема жизненного цикла *Opisthorchis felineus*.

Для осуществления жизненного цикла *Opisthorchis felineus* яйца должны попасть в воду. Они поедаются пресноводными моллюсками *Opisthorchophorus hispanicus*, в кишечнике которых происходит вылупление мирацидиев (Винников, 1948; Стругова, 1989). Моллюски живут в водоемах со стоячей водой или медленным течением, на глубине не более 0,5 м. Такими местами являются старицы, заливы и протоки рек. Ползая по водным растениям, они заглатывают вместе с пищей яйца описторхов. Эти личинки, пройдя через стенку кишки, попадают в гемоцель моллюска и превращаются в материнскую спороцисту (Быховская-Павловская, 1962, 1985; Сидоров, 1970). Последняя отрождает редий, которые отличаются от типичных редий отсутствием локомоторных выростов и очень коротким кишечником (Догель, 1962). Развитие и размножение партенит до появления

первых зрелых церкарий занимает от 4 мес. до полугода (Шульц, 1970). Церкарии имеют глаза и многочисленные железы проникновения. Их брюшная присоска не развита, крупный экскреторный пузырь выстлан железистыми клетками. Церкарии очень подвижны и являются хорошими пловцами; им свойственен отрицательный фототаксис и геотаксис с тем же знаком (Vogel, 1932, 1934; Близнюк, 1969; Беэр, 1974). Это позволяет им держаться именно в той зоне водоема, в которой наиболее вероятно встреча со вторым промежуточным хозяином, роль которого выполняют многие виды карповых рыб – язь, плотва, линь, елец, лещ, верховка (Ванятинский, 1979). Церкарии внедряются под покровы рыбы и инцистируются в мускулатуре, превращаясь в метацеркарий (Braun, 1895; Гинецинская, 1959; Березанцев, 1968; Гинецинская, 1978;).

Метацеркарии становятся инвазионным лишь по истечении 6 недель (Астафьев, 1983).

Дефинитивными хозяевами *O.felineus* являются более 20 видов млекопитающих, относящихся к насекомоядным, зайцеобразным, грызунам, хищным (собаки, енотовые, куньи), ластоногим, парнокопытным. Важную роль в распространении инвазии занимает человек (Винников, 1948; Ляйман, 1956, 1963; Сединкин, 1966; Осетров, 1978). Метацеркарии высвобождаются из цист и по желчному протоку мигрируют в печень, желчный пузырь и поджелудочную железу (Ахрем-Ахремович, 1940; Мясоедов, 1960; Полянский, 1982; Степанова, 2001, 2002). Через 3-4 недели после заражения сосальщики достигают половозрелости и начинают выделять яйца. Длительность их жизни составляет несколько лет (Винников, 1956, 1959; Bauer, 1961; Яблоков, 1979; Факторович, 1984).

Выживаемость яиц описторхисов зависит от условий окружающей среды. На поверхности почвы летом и под воздействием низких температур зимой яйца быстро (от нескольких часов до 10 дней) гибнут (Куприянова-Шахматова, 1961; Дроздов, 1962). В воде же яйца долго (до 4-5 месяцев, есть

основания считать, что до года и более), сохраняют жизнеспособность, увеличивая тем самым вероятность заражения промежуточного хозяина (Мосевич, 1948; Орлов, 1954; Дроздов, 1965; Кривенко, 1979).

Описторхоз приурочен к бассейнам равнинных, медленно текущих рек с широкой поймой, таких как Обь и Иртыш (Скрябин, 1932; Петрушевский, 1948; Скрябин, 1950; Шульман, 1958; Мусселиус, 1983; Филатов, 1984). По сведениям некоторых авторов (Сидоров, 1983; Фаттахов, 1990) описторхоз является очаговой болезнью. В бассейне Оби потенциальными носителями личинок возбудителя описторхоза являются язь, елец, плотва, лещ, линь, пескарь, гольян, верховка (Сидоров, 1960; Мовсесян, 1972; Фаттахов, 1996;).

С целью предупреждения заболевания населения описторхозом необходима правильная организация производства рыбной продукции в соответствии с установленными санитарными правилами и нормами (СанПин 2.3.4.050-96 «Производство и реализация рыбной продукции») и организация личной гигиены, которая заключается в обработке рыбы (Инструкция по санитарно-гельминтологической оценке рыбы). Обеззараживание рыбы достигается путём её замораживания в течении 7 часов при -40°C или в течении 32 часов при -28°C , солением в растворе соли плотностью 1,2 г/л при 2°C в течении 10–40 суток (в зависимости от массы тела рыбы), варкой не менее 20 минут с момента закипания, прожариванием под зарытой крышкой также не менее 20 минут (Linstow, 1887; Плотников, 1973; Беэр, 1982).

Metorchis xanthosomus (Creplin, 1846)

Встречается в мускулатуре ельца, гольяна, плотвы, язя, щиповки. Преобладает в бассейнах Днепра, Дона, водоемах Обь– Иртышского бассейна, дельте Волги, рыбоводных хозяйствах Сибири и Урала (Изюмова, 1978; Шигин, 1993; Pelgunov, 2002).

Общая схема жизненного цикла *Metorchis xanthosomus*.

Жизненный цикл меторхов очень сходен с таковым у описторхов. Развитие совершается с участием трех хозяев. Дефинитивные хозяева (рыбоядные млекопитающие и птицы), выделяют во внешнюю среду яйца, которые развиваются в воде (Щербина, 1952). Из яиц выходит личинка мирацидий, которая развивается в промежуточном хозяине – пресноводном моллюске *Bithynia tentaculata* (Ataev, 2002). Из моллюска выходит церкарий, развитие которого происходит после внедрения в следующие виды рыб – плотву, язя, верховку (Бауер, 1981; Давыдов, 1984; Бауер 1985). Метацеркарии меторхов поселяются в мышцах рыб, оболочке глаза, в жаберных лепестках (Глушанков, 1951).

Экологические особенности распространения описторхид.

Метацеркарии описторхисов у рыб обнаружены на обширном пространстве в водоемах Западной Европы от Испании до Восточной Сибири в верховьях Енисея. Сведения о нахождении личинок меторхисов очень ограничены, но ареалы их совпадают с находками предыдущего гельминта.

Изучение зараженности второго промежуточного хозяина возбудителя описторхоза показало, что наибольшее видовое разнообразие наблюдается в бассейнах рек южных морей (таблица 1).

Таблица 1 – Основные виды рыб – переносчики личинок *O. felineus* в бассейнах морей и рек

Бассейн	Число видов	Виды рыб
Балтийского моря	6	Язь, плотва, краснопёрка
Северной Двины	2	Язь, плотва
Чёрного моря	21	Плотва, язь, укляя, краснопёрка
Каспийского моря	15	Язь, плотва, краснопёрка, голянь обыкновенный
Оби и Иртыша	9	Язь, елец, плотва
Бессточные водоемы	9	Язь, голянь Чекановского
Северного Казахстана		Линь
Енисея	2	Елец, плотва

Максимальное число видов – носителей личинок гельминтов обитает в бассейне Чёрного моря. Постепенно по мере продвижения на север и восток число видов сокращается. Язь является основным видом – переносчиком метацеркарий *O. felineus* во всех речных бассейнах, кроме тех, которые впадают в Чёрное море и бассейна Енисея (Спасский, 1960). Другой вид – плотва также по уровню и частоте встречаемости у нее паразита занимает второе место (Иванов, 1946).

Материалы по обнаружению личинок меторхов в нашей стране впервые были опубликованы К.И. Скрябиным. Наиболее полные и последние данные по зараженности рыб личинками меторхов получены исследователями в последние 35-40 лет на территории Казахстана и Обь-Иртышского бассейна. В Западной Сибири в бассейнах рек Тура и Тобол зараженность язя по данным Д.А. Размашкина личинками меторхисов была на уровне 100%, у щиповки 7,0-14,0%, у плотвы 15,0%. На юге Западной Сибири в системе Карасукских озер метацеркарии обоих видов меторхов были найдены у золотого карася, верховки и озерного гольяна (Бабуева, 1982). В дельте Днепра зараженность плотвы метацеркариями составила 9,0% (Шигин, 1986).

Diplostomum rutili

Метацеркарии р. *Diplostomum* широко распространены в естественных водоемах по всей территории нашей страны, в том числе в Обь-Иртышском бассейне (Размашкин, 1965, 1976, 1978). Метацеркарии обитают в глазах рыбы. В настоящее время известно около 15 видов диплостом (Гинецинская, 1968; Бауер, 1971; Гинецинская, 1978; Герман, 1988).

Локализуются трематоды в хрусталике, стекловидном теле и внутренней жидкой среде задней камеры глаза.

Диплостомозы проявляются в двух формах. Первая и наиболее распространенная – паразитическая катаракта, которая проявляется помутнением хрусталика. Другая форма – церкариозный диплостомоз,

возникающий во время проникновения церкариев паразита в рыбу (Кашковский, 1974; Шигин, 1977; Размашкин, 1984).

При паразитировании личинок в глазах наблюдается помутнение хрусталика, при высокой интенсивности инвазии образуется бельмо, часто хрусталик разрушается, и на его месте возникает некроз и изъязвление тканей роговицы, воспаляются все оболочки глаза, иногда хрусталик выпадает и рыбы слепнут. Больная рыба плохо берет корм, сильно отстает в росте и при большой интенсивности инвазии погибает (Шигин, 1986; Размашкин, 1988).

Основной, безвредный для рыб метод борьбы с диплостомозом – биологический метод (Инструкция по биологическому методу борьбы с постдиплостомозом пресноводных рыб), то есть зарыбление водоема черным амуром, питающимся моллюсками – первыми промежуточными хозяевами в цикле развития диплостома, с целью снижения их численности (Андреюк, 1966, 1984; Размашкин, 1988; Кривенко, 1989).

Общая схема жизненного цикла *Diplostomum rutili*.

Жизненный цикл диплостома включает в себя паразитические и свободноживущие стадии развития.

Марита. Марита обитает в кишечнике дефинитивного хозяина, роль которого выполняют рыбацкие птицы. Марита достигает половой зрелости за 5-7 суток.

Яйцо. Во внешнюю среду яйца выделяются в несегментированном состоянии. Здесь, в воде происходит эмбриональное развитие, которое завершается формированием и выходом из яичевой скорлупы первой личиночной стадии – мирацидия.

На всех этапах эмбриогенеза яйца очень чувствительны к воздействию минусовых температур и высушиванию. При низкой температуре воды яйца способны длительное время сохраняться, не развиваясь. Это позволяет им жить на дне водоема в течение всей зимы, если дно водоема не промерзает.

Мирацидий. Мирацидий – первая личиночная стадия в развитии трематод, он активно выходит из яичевой скорлупки и ведет свободный образ жизни.

Срок жизни мирацидия в воде ограничивается несколькими часами, обычно не более шести.

Партениты. Под этим названием объединяются две самостоятельные стадии развития – материнская и дочерняя спороцисты. Внедрившийся в моллюска мирацидий превращается в первичную спороцисту, которая является личинкой материнской спороцисты. Первичная спороциста мигрирует в околосоудочную сумку моллюска и превращается там в материнскую. Внутри последней формируются дочерние спороцисты, которые, покинув тело материнской мигрируют в пищеварительную железу хозяина. Там дочерние спороцисты растут, размножаются и заполняют всю «печень» хозяина. В дочерних спороцистах развиваются церкарии, которые достигнув зрелого состояния, выходят из спороцисты, совершают миграцию по тканям хозяина и покидают его.

Церкария. Церкария – вторая свободноживущая стадия трематод. Она ведет планктонный образ жизни.

Церкариям свойственен положительный фото– и отрицательный геотаксисы. Поэтому в стоячей воде они держатся в поверхностных слоях, не погружаясь более чем на 40-50 см (Андреюк, 1980).

Метацеркария. Это - ювенильная марита, у которой имеются все органы и системы взрослого паразита, и только некоторые из них недоразвиты (Размашкин, 1984).

Стимулом к дальнейшему развитию метацеркарий служит их попадание в организм дефинитивного хозяина, где они заканчивают развитие и превращаются в половозрелую мариту (Размашкин, 1980).

Tylodelphys clavata

Широко распространенный палеарктический вид. Является представителем бореального равнинного фаунистического комплекса.

Личинки трематод обитают в стекловидном теле глаз рыб. Окончательными хозяевами являются водоплавающие птицы.

Общая характеристика жизненного цикла *Tylodelphys clavata*.

Цикл развития тилодельфисов очень сходен с таковым у *Diplostomum rutili*. Мариты этого вида трематод паразитируют в кишечнике поганок – дефинитивных хозяев (Баянов, 1976). Промежуточными хозяевами являются моллюски семейства: *Lymneidae* и карповые рыбы (окунь, ерш, голянь озерный, язь, плотва, лещ), в толще стекловидного тела которых метацеркарии гельминта собираются тесными группами. Они избегают пучка света, идущего через зрачок (Шульман, 1958).

Развитие гельминтов происходит следующим образом. Половозрелые гельминты откладывают яйца, которые вместе с экскрементами попадают в воду. Из яиц выходят личинки – мирации, покрытые ресничками, с помощью которых они плавают. В воде мирации проникают в промежуточного хозяина – брюхоногих моллюсков – прудовиков и поселяются в печени. Последняя превращается в спороцисту, затем образуются редии, а из них многочисленное поколение вилохвостых церкариев, которые покидают моллюсков. Церкарии некоторое время плавают в воде при помощи хвоста. Отыскав рыбу они внедряются в нее через кожные покровы, жабры, пищеварительный аппарат, сбрасывая при этом хвост, попадают в кровеносные сосуды, по ним заносятся в глаза и хрусталик. В хрусталике церкарии растут и вскоре превращаются в метацеркариев – инвазионную личинку. Инвазированную рыбу поедает рыбоядная птица, в кишечнике которой метацеркарии в течение 4–5 дней достигают половой зрелости и начинают продуцировать яйца (Акбаев, 2000).

Полный жизненный цикл гельминта завершается за 2,5–3 месяца, однако это зависит от температурного режима воды. В летний период

развитие яиц, а также личинок происходит значительно быстрее, чем в осенний и зимний периоды (Васильков, 1983).

1.5. Экология и биология промежуточных хозяев трематод

1.5.1. Биология первых промежуточных хозяев – моллюсков

Роль промежуточных хозяев описанных выше гельминтов в целом по ареалу выполняют пресноводные переднежаберные и легочные моллюски: для группы описторхид – *Bithynia tentaculata* и *Opisthorchophorus hispanicus*, для группы диплостом и тилодельфисов – *Limnea stagnalis*.

Чаще всего моллюски встречаются на мелководье водоемов, обильно заросшей водной растительностью. Распределение и плотность популяций моллюсков может варьировать от единичных находок до 200–300 экз./м².

а) Систематика моллюсков семейства *Bithyniidae*

Установление точной видовой принадлежности представителей семейства *Bithyniidae* имеет важнейшее значение не только для систематики, но и в целях выяснения роли отдельных видов моллюсков в водных экосистемах. Представители семейства *Bithyniidae* являются промежуточными хозяевами такого опасного для человека заболевания как описторхоз. Но до настоящего времени неизвестно кто является непосредственным распространителем этого заболевания – какой то конкретный вид или группа видов из семейства *Bithyniidae*.

Первые сведения о битиниях Сибири появляются в работах Вестерлюнда (Wesenberg-Lund, 1996), где он, по материалам шведской экспедиции «Вега», отмечает для Западной Сибири *Bithynia leachi* var. *inflata* (West.). В 1947г. Ц.И. Иоффе, а позднее В.И. Жадин для Западной Сибири указывают только *Bithynia leachi* (Sher.), опуская подвидовое название «inflata». В дальнейшем, вслед за В.И. Жадиным, большинство исследователей и особенно паразитологи опустили подвидовое название и стали упоминать только видовое – *Bithynia leachi* (Sher.), тем самым надолго укрепив мнение, что здесь обитает именно этот вид.

К середине XX века сложилось убеждение, что в Западной Сибири обитает два вида моллюсков семейства *Bithyniidae*: *Bithynia tentaculata* (L.) и *B. leachi* (Sher.). Паразитологи считали, что именно *B. leachi* является первым промежуточным хозяином *Opisthorchis felineus*, и участвует в распространении описторхоза на территории Обь–Иртышского бассейна. Многие исследователи до сих пор указывают в качестве первого промежуточного хозяина *O. felineus* – моллюсков *Bithynia leachi* и *Codiella inflata* (*B. inflata*).

В конце 1960-х гг. *Bithynia leachi* был признан сборным, и из него, на основании конхиологических признаков, в качестве самостоятельных видов были выделены *Bithynia inflata* (Hansen, 1845), *B. troscheli* (Paasch, 1842), *Boreoelona sibirica* (West., 1877) и *B. contortrix* (Lindholm, 1909), ранее считавшиеся подвидами *Bithynia leachi*.

В результате работы Я.И. Скоробогатова (1977) по изучению распространения представителей семейства *Bithyniidae* в Евразии, оказалось, что *B. leachi* (Sher.) распространен только в Западной Сибири и реках бассейна Балтийского моря. В Западной Сибири помимо *leachi* обитает *B. troscheli* (Paasch), а *B. inflata* (Hansen) – в Казахстане. Таким образом, проблема о существовании *B. leachi* (Sher.) была решена, но встал вопрос, какой вид понимать под названием *B. inflata* (Hansen), который к этому времени уже указывался для Обь–Иртышского бассейна. В это же время Я.И. Скоробогатов отмечал, что *B. inflata* (Hansen) в Западной Сибири не обитает, а под этим названием надо иметь в виду *B. hispanicus* Servain, но конкретного описания этого вида не было приведено.

В конце 80–х гг. прошлого столетия, описывая фауну *Bithyniidea* СССР, Я.И. Скоробогатов и М.Н. Затравкин (1987) выделяют род *Codiella* Monterosato in Locard, в который включаются *C. leachi*, *C. inflata* и *C. troscheli*, ранее относившиеся в роду *Bithynia*. В результате последующей ревизии этого семейства из рода *Codiella* выделяют новый род

Opisthorchophorus, в который вошли западно-сибирские битинииды *O. troscheli*, *O. hispanicus*, ранее относимые к роду *Codiella*, а также *O. valvatoides* и *O. baudonianus*. Позднее С.И. Андреевой и Я.И. Скоробогатовым из водоемов юга Западной Сибири был описан новый вид *Opisthorchophorus* – *O. abakumovae* (Andr. et Star).

В конце 90-х – начале 2000-х гг. С.И. Андреевой (2001) проведена ревизия *Bithyniidae* в Западной Сибири, в результате было указано 8 видов, принадлежащих к 3 родам: *Bithynia*, *Opisthorchophorus* и *Paraelona*. Из рода *Opisthorchophorus* для данного региона были указаны: *O. trocsheli*, *O. baudonianus*, *O. abacumovae*, а также *O. hispanicus* (Андреева, 2006).

б) Особенности морфологии и анатомии моллюсков.

Bithynia tentaculata

Битиния щупальцевая (*Bithynia tentaculata* L.) – это небольшой моллюск (высота раковины 10мм, ширина 6 мм) с конической раковиной, снабженной известковой крышечкой.

Битинии в основном держатся на дне водоема и не всплывают на поверхность, подобно прудовикам и катушкам. При опасности они замыкают раковину крышечкой, которая служит этим моллюскам превосходным заградительным щитком.

Раковина сеголеток тонкая, хрупкая, полупрозрачная, имеет бледно-коричневую окраску. Со временем толщина увеличивается, раковина становится непрозрачной, приобретает темный цвет. С возрастом происходит постепенное разрушение конхиолинового слоя, усиливается эрозия. Большинство моллюсков растут на протяжении всей жизни: наиболее интенсивно в течение первых полутора лет, затем темп роста снижается. Снижение темпа роста наиболее отчетливо выражено в конце второго года жизни и связано, по-видимому, с наступлением полового созревания (Беклемишев, 1972). В течение года рост происходит в конце весны – начале лета. Сеголетки растут с момента рождения (июнь) до

сентября. Вследствие зимней остановки роста раковины формируется структура, аналогичная «линиям зимней остановки роста» как у других видов моллюсков (Голиков, 1976).

В отличие от прудовика и катушки, битинии принадлежат к жаберным моллюскам, которые извлекают кислород из воды при помощи жаберного аппарата, скрытого под раковиной.

Битинии очень чувствительны к качеству воды и при неблагоприятных условиях погибают гораздо быстрее чем прудовики и катушки (Безр, 1987).

Питаются моллюски различными растительными остатками, которые находятся на дне водоемов. Битинии охотно поедают зеленый налёт водорослей на подводных предметах.

Битинии размножаются, откладывая яйца на водные растения. Кладка их имеет очень своеобразную форму и легко отличима от кладок других моллюсков: она состоит из шестигранных икринок, которые расположены двойным рядом и облечены студенистым веществом, образуя продолговатый слизистый шнур (Мирошниченко, 1954; Логачев, 1969; Козминский, 2003).

Opisthorchophorus hispanicus (Codiella inflata, Bithynia leachi)

Моллюски, обитающие, как правило, в слаботорочных водах, встречаются в водоемах европейской части России, Западной Сибири, Казахстана.

Моллюск имеет более мелкие размеры 5–6 мм.

В отличие от прудовиков и катушек битинии и опистрхофорусы относятся к жабродышащим моллюскам. В мантийной полости у них имеется непарная гребневидная жабра, с помощью которой они извлекают кислород из воды. Благодаря исключительно водному дыханию опистрхофорусы очень чувствительны к качеству воды и в сильно загрязненной воде быстро погибают.

Как и у других пресноводных моллюсков, в развитии моллюска выпадает стадия свободной личинки. Оплодотворенные яйца моллюск откладывает кучкой, причем яйца так тесно прилегают друг к другу, что соприкасаются между собой, яйцевые оболочки образуют прямые грани, дающие ложное представление о наличии между ними перегородок (Лисицкая, 1957). Количество яиц в кладке колеблется в пределах от 16 до 24.

Основные морфологические различия *O. hispanicus* и *B. tentaculata* представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные морфологические различия моллюсков *O. hispanicus* и *B. tentaculata*

<i>Opisthorchophorus hispanicus</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>
1. Раковина моллюсков имеет пупок, то есть узкую щель между краем устья раковины и оборотом. Раковину можно «насадить на иголку».	1. Раковина моллюска не имеет пупка. Раковину нельзя «насадить на иголку», не проколов ее.
2. Обороты раковины выпуклые, расположены «ступенькообразно», резко очерчены.	2. Обороты раковины уплощенные, полого переходящие один в другой.

Limnea stagnalis

Самый крупный из наших прудовиков – обыкновенный прудовик (высота раковины до 55 мм, ширина до 27 мм) с сильно вытянутой конической раковиной.

Прудовики, как правило, встречаются в пресноводных водоемах. Голова моллюсков имеет два длинных щупальца треугольной формы, у основания которых сидит пара глаз. Прудовики ползают при помощи широкой ноги с плоской подошвой (Mattner, 1970).

Прудовик принадлежит к легочным моллюскам и дышит атмосферным воздухом.

Питаются прудовики растительной пищей: листьями и стеблями водных растений, на которых обитают.

Размножаются прудовики яйцами, которые откладывают на водные растения или другие предметы. Яйца связаны общей слизистой оболочкой, и вся кладка имеет вид прозрачной студенистой колбаски. Каждое животное в течение лета откладывает по несколько таких кладок (до 20).

Дней через 20 из икринок выходят крошечные особи, которые довольно быстро растут, питаясь растительной пищей.

Все прудовики – гермафродиты. У некоторых видов наблюдалось даже самооплодотворение (ушковый прудовик).

При высыхании водоемов, заселенных прудовиками, далеко не все моллюски погибают. Большой прудовик (*L. stagnalis*) при высыхании водоема выделяет плотную пленку, замыкающую отверстие раковины.

При замерзании водоемов моллюски не погибают, вмерзая в лед, и оживают при оттаивании.

1.5.2. Экология моллюсков

Битинииды могут селиться в прибрежных зонах небольших, с медленным течением рек, заливов и протоков, но основные биотопы битиний, как правило, пересыхающие пойменные эвтрофные водоемы, заливаемые во время весенних паводков по мере спада воды, обособляющиеся от русла реки (Бабенко, 1983).

Следует отметить, что *O. hispanicus* и *B. tentaculata* могут встречаться в одних и тех же биотопах, однако экологический спектр *B. tentaculata* все же несколько иной. *B. tentaculata* часто образует большие скопления на прибрежных камнях, в иле или на водных растениях. Обычны в пазухах листьев, плавающих у поверхности воды телореза. Восточная граница распространения *B. tentaculata* не заходит далее бассейна реки Оби (Сербина,

2002). *B.tentaculata* чаще всего можно увидеть в проточных водоемах или открытых заливах рек.

Моллюскам свойственно образовывать скопления на сравнительно небольших участках внутри биотопов. В местах таких скоплений плотность их может достигать 300-500 и более экз./м², в то время как в других участках водоемов их меньше, либо вовсе нет. В скоплениях может быть сосредоточено до 85% особей популяции.

Визуальные признаки водоемов, где нахождение битиниид вероятно: мелкие, хорошо прогреваемые, богатые высшей водной растительностью (осоки, стрелолист, частуха, кубышка, кувшинка, ирисы, элодея) и имеющие умеренно илистые донные группы - пойменные озера с чистой, без запаха аммиака и сероводорода водой. Часто благоприятными для обитания битиний оказываются маленькие водоемы.

Битинииды относительные долгожители. Возрастная структура популяции характеризуется значительной нестабильностью. В природных популяциях можно встретить 5–6–летних моллюсков, однако основной костяк популяции составляют 3–4–летние особи. Ряд авторов отмечает, что для различных генераций *B. tentaculata* характерна значительная изменчивость времени достижения половой зрелости, хотя обычно моллюски достигают полового созревания в возрасте двух лет (Козминский, 2003; Мирошниченко, 1954). Битинииды активны летом, зиму же и частично осенне–весенний период переживают в состоянии анабиоза в иле, под слоем растительного опада, во впадинах микрорельефа на дне водоемов. Весной моллюски становятся активными при t воды 8–12° С. В конце лета и осенью они заносятся илом или перегнивающей растительностью.

Биология размножения *B. tentaculata* и *O. hispanicus* в условиях юга Западной Сибири несколько отличается. С учетом литературных данных анализ изменчивости кладок по количеству яйцевых капсул показал, что средний размер кладок *B. tentaculata* несколько больше, чем у кладок *O.*

hispanicus. *B. tentaculata* содержит в среднем от 2 до 55 яйцевых капсул, у *O. hispanicus* количество яйцевых капсул варьировало от 2 до 46 (Сербина, 1999, 2002).

Большинство битинийд размножается в конце мая – июне. Окончание размножения детерминировано во времени и приходится на вторую декаду июля, что, вероятно, связано с уменьшением продолжительности светлой фазы суток до 16,5 часов и ниже. Некоторые самки могут откладывать яйца и в дальнейшем, вплоть до сентября. Но это уже не вносит существенного вклада в воспроизводство популяции.

Присутствие битиний в одних и тех же биотопах довольно обычное явление, однако плотность популяции из года в год может заметно колебаться (от единиц до сотен на 1м²). Это связано с динамикой гидрорежима водоемов, а также с рядом биотических факторов, регулирующих численность (наличие животных–бентофагов, беспозвоночных конкурентов, с эпизоотиями среди моллюсков бактериальной и вирусной этиологии и др.) (Litvin, 1999; Судариков, 2002; Беэр, 2005).

1.5.3. Эколого-биологическая характеристика карповых рыб – вторых промежуточных хозяев

По материалам контрольных обловов и литературных данных, ихтиофауна исследуемых водоемов представлена комплексом лимнофильных и реофильных видов рыб, относимых к трем семействам:

Семейство: Cyprinidae- карповые.

Rutilus rutilus (L) – плотва;

Leucaspis delineatus – верховка;

Carassius carassius – карась серебрянный;

Carassius auratus – карась золотой.

Семейство: Percidae – окуневые.

Perca fluviatilis (L) – окунь речной;

Gymnocephalus cernuus (L) – ерш обыкновенный.

Семейство: *Esocidae* – щуковые.

Esox lucius (L) - щука обыкновенная.

Самое богатое видами семейство карповые. В водоемах Обь – Иртышского бассейна из 40 видов данного семейства обитает десять. Это плотва, елец, язь, серебряный и золотой караси, линь, лещ, верховка, пескарь голянь озерный, голянь речной (Моисеев, 1981; Никольский, 1971). Доля карповых рыб различна в разных районах бассейна р. Обь. Так, доля карповых рыб достигает 37,5 % в средне-обском районе и отражается на напряженности очага опистхохоза.

Ихтиофауна данного региона представлена как видами акклиматизантами (лещ, уклейка, верховка, карпы) так и видами – аборигенами: карась серебряный и золотой, пескарь, язь, елец, голяны (озерный, обыкновенный или речной), плотва, линь. Кроме того, в составе ихтиофауны встречаются экзотические для данного региона виды – османы (2 вида в оз. Зайсан), это Зайсанский голянь, голянь Чекановского.

Тело карповых рыб укорочено, окрашено тонами от ярко–серебристого до золотистого и оливково–бурого. На челюстях зубов нет, в глоточной части располагается костно–роговидный подушкообразный выступ, называемый жерновком, который вместе с глоточными зубами служит для перетирания пищи. Плавательный пузырь разделен на две части (Анисимова, 1991; Никольский, 1971; Сабанеев, 1994).

Наиболее распространенными видами данного семейства в водоемах города Тюмени являются плотва и верховка.

Плотва (Rutilus rutilus, Linei)

Плотва встречается по всей Европе к востоку от Южной Англии и Пиренеев и к северу от Альп, в реках и озёрах Сибири, в бассейнах Каспийского и Аральского морей.

В Сибири ее называют чебаком или сорогой, распространена повсеместно.

Обитает во всех слабопроточных или стоячих водоемах с благоприятным газовым режимом и чистой водой. В реках наиболее многочисленна в курьях, затонах, старичных протонах. Весной, сразу после распада льда, собирается в значительные стаи и совершает странствования к местам нереста. В озерных водоемах подходит к берегам или устремляется в речки, впадающие в озера, выходит в пойму, где и нерестится (Моисеев, 1981).

Половозрелой плотва становится на третий–четвертый год (таблица 3). Во время икрометания рыба шершавая на ощупь от многочисленных бугров (жемчужной сыпи), которые покрывают чешую и жаберные крышки (Никольский, 1971).

Таблица 3 – Размерно-возрастной состав плотвы

Возраст	Длина (см)	Вес (гр)
0+	4,0	5
1+	8,0	25
2+	14,0	40
3+	14,8	60
4+	16,1	70
5+	16,5	75

По степени распространения плотва относится к бореальному равнинному фаунистическому комплексу. Этот комплекс первоначально сформировался в Азии, затем распространился в Европу, в бассейны китайских рек и отчасти в Северную Америку. Во время четвертичного похолодания в некоторых регионах, особенно в Сибири, произошло обеднение видового состава комплекса, вследствие чего некоторые его представители встречаются только в южной и центральной Европе, или получили амфибореальное распространение.

По степени заселенности популяция плотвы в водоемах Тюменской области является аборигенным видом.

По материалам литературных данных (Кашковский, 1974; Фаттахов, 1990) паразитофауна плотвы водоемов Обь-Иртышского бассейна представлена 5 основными группами, доминирующее положение среди которых занимают простейшие – 47 видов, трематоды – 31 вид, моногенеи – 21 вид, а также нематоды – 14 видов, цестооды – 5 видов.

Верховка (Leucaspis delineatus, Heckel)

Обитает в Европе от Рейна до бассейна Волги, низовьев Куры и Кумбашинки. В России встречается во всех реках Балтики на восток до Невы; есть в некоторых озерах бассейнов рек Онега и Северная Двина; в бассейне Каспия Волга, от верховьев до дельты, реки Дагестана до Кумы; в бассейне Черного и Азовского морей – Дон, Кубань и реки черноморского побережья. На Кавказе и в Закавказье она образует местную форму (рисунок 1).

Излюбленные места обитания верховки – медленно текущие небольшие реки, озёра, пойменные водоёмы старичного типа, искусственные пруды, карьеры с песчаным, слегка заиленным дном. Ведёт она стайный образ жизни, летом держится в поверхностных тёплых слоях воды, активна днём и ночью, на глубину опускается в период похолоданий. Весной и осенью верховка держится около дна, а зимой зарывается в грунт. При испуге верховка часто выпрыгивает из воды (Грищенко, 1999).

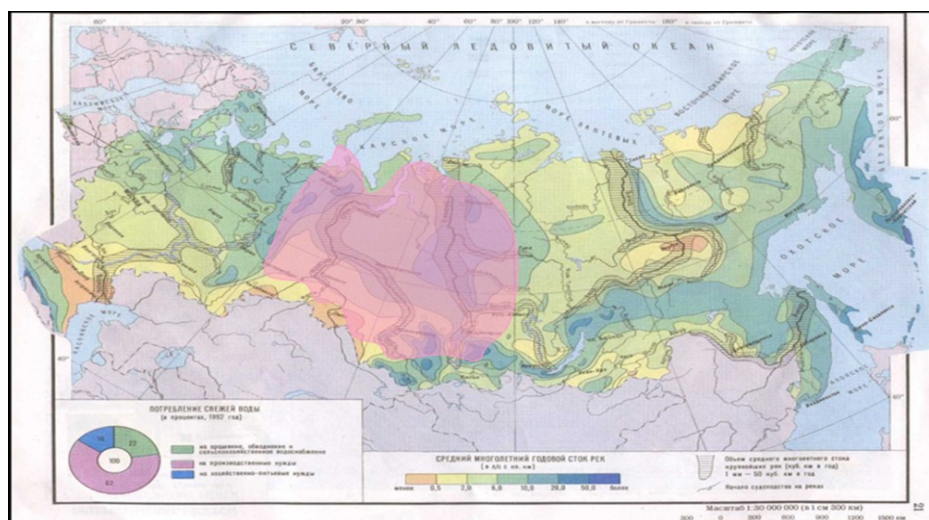


Рисунок 1 – Ареал верховки в Российской Федерации.

Половозрелой верховка становится рано, в 2-летнем возрасте при длине около 8 см (таблица 4). Нерест верховки порционный, первая порция выметывается в мае–июне при температуре воды около 15–20° С, вторая в июле при 22–25° С. Самка откладывает икру на глубине 1,0–1,5 м. Икринки приклеиваются к нижней поверхности плавающих листьев рдеста, стрелолиста, кубышек и других растений, нередко и к брошенным в воду гладким палкам, доскам и другим предметам. Кладки верховки имеют характерный вид строчек в 1–2 икринки шириной (Коблицкая, 1961). В каждой кладке бывает от 10 до 30 икринок. Общее число выметываемых одной самкой икринок может достигать 5000, у рыб в возрасте 2–4 года 700–2100 икринок. Икра развивается примерно 5–6 сут. Вылупившиеся из икры личинки длиной 5 мм способны сразу плавать и добывать корм (Никонов, 1998; Юдкин, 1970).

Таблица 4 – Размерно-возрастной состав верховки

Возраст	Длина (см)	Вес (гр)
0+	4,0	3
1+	6,0	10
2+	8,0	12
3+	12,0	15

4+	13,0	20
5+	14,5	25

Верховка относится к бореальному равнинному фаунистическому комплексу, является видом вселенцем.

В 1965–1968 годах этот вид был случайно завезен в Каменский рыбопитомник вместе с рыбопосадочным материалом. Из этого рыбопитомника верховка распространилась к верховьям Оби и на акваторию Новосибирского водохранилища.

В водоемы нашей области верховка была завезена в 80-е гг. XX века вместе с ценными видами рыб. Данный вид обладает высокой экологической пластичностью и плодовитостью. В настоящее время ею освоены многие водоемы Западной Сибири. В связи с тем, что верховка относится ко вторым промежуточным хозяевам описторхид, она активно включается в циркуляцию паразита в очагах описторхоза (Ванятинский, 1979). Нередко в этих очагах верховка становится доминирующим хозяином цист гельминта и аккумулирует в своей популяции большую часть популяции паразита (Изюмова, 1978).

По литературным данным паразитофауна верховки в Обь-Иртышском бассейне представлена 20 видами паразитов, в том числе: простейшие – 2 вида, цестоды – 2 вида, трематоды – 16 видов (Петрушевский, 1948; Сединкин, 1966; Титова, 1965; Chabaund, 1957). По данным С.М. Союсь (2006) в Новосибирской области у верховки отмечено 13 видов паразитов. Тогда как исследователи Красноярского края отмечают, что у верховки обнаружено 14 видов гельминтов из 9 систематических групп. Среди них наибольшее видовое разнообразие имеют инфузории (5 видов) и трематоды (3 вида). Остальные группы (моногонеи, нематоды) представлены единичным числом видов (Бауер, 1948).

1.6. Ретроспективный анализ заболеваемости населения г. Тюмени описторхозом

Проблема заболеваемости населения описторхозом на территории Тюменской области была и продолжает оставаться актуальной. По сведениям многих авторов основной очаг описторхоза зарегистрирован на территории Западной Сибири, на его долю ежегодно приходится более 60 % от числа всех зарегистрированных больных биогельминтозами. По показателю пораженности территория, где распространен *Opisthorchis felineus* делится на 4 уровня: спорадическая инвазированность (пораженность менее 1%), гипозндемия (пораженность 1-10%), мезозндемия (10-40%) и гиперзндемия (более 40%). Гиперзндемичные территории занимают среднее и нижнее течение реки Оби и Иртыша и нижнее течение их крупных притоков. На этих территориях пораженность детей до 14 лет достигает 60%. Всего больные описторхозом зарегистрированы в 62 субъектах Российской Федерации. В 26 административных территориях выявлены единичные случаи, что, возможно, указывает на их завозное происхождение.

Удельный вес описторхоза в структуре заболеваемости биогельминтозами в Тюменской области составляет 98,8%.

С целью изучения фактической заболеваемости населения города Тюмени описторхозом нами проведен ретроспективный эпидемиологический анализ по данным, предоставленным Управлением Роспотребнадзора по Тюменской области. Анализируя эпидемиологическую ситуацию по заболеваемости населения описторхозом необходимо отметить, что в городе Тюмени сложилась неблагоприятная тенденция, при которой течение болезни сопровождается хронизацией процесса и тяжелыми осложнениями. Ежегодно на территории города регистрируются стабильно высокие показатели заболеваемости данным гельминтозом. В среднем за последние пять лет уровень заболеваемости данной патологией составил 395,1 на 100 тыс. населения. Удельный вес больных описторхозом жителей города

Тюмени в общей структуре заболеваемости по области достигает 60%. По уровню заболеваемости описторхозом населения южные районы Тюменской области занимают четвертое место в РФ после Томской области, Ханты–Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов (рисунок 2). Показатели заболеваемости в области превышают среднероссийские более чем в 10 раз.

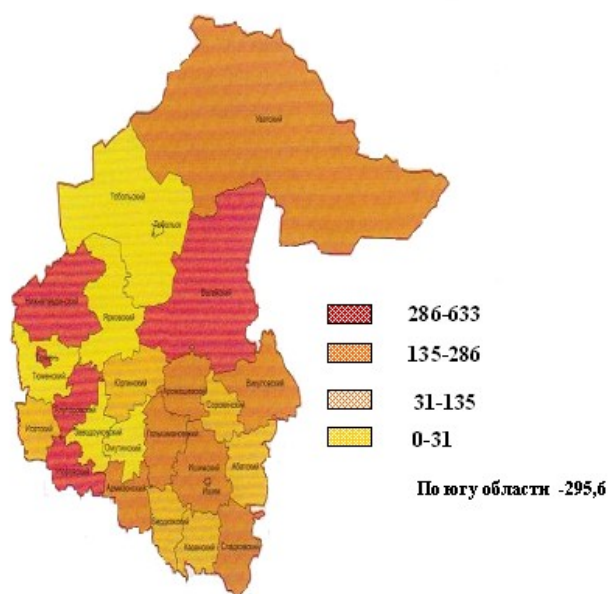


Рисунок 2 – Заболеваемость описторхозом (на 100 000 населения).

Ежегодно среди жителей города Тюмени регистрируется более 2000 впервые выявленных больных. С 2000 года удельный вес данного заболевания увеличивается с 32% до 53% в 2008 году. Показатели заболеваемости описторхозом в 2010 году среди жителей снизилось на 7% и составили в абсолютных числах 3655 человек против 3965 человек в 2000 году (рисунок 3). Заболеваемость регистрировалась во всех возрастных группах, в том числе у детей от 0 до 2 лет (3 случая).

В 2014 году зарегистрирован 1831 случай описторхоза, показатель заболеваемости 132,2 на 100 тыс. населения. Снижение заболеваемости произошло на 14,4% (в 2013-г. – 154,4; в 2012г. – 239,6 на 100 тыс. населения).

Несмотря на высокие показатели зараженности описторхозом и широкое его распространение удельный вес пролеченных больных ежегодно в среднем составляет 25%, что крайне мало. Это приводит к накоплению больных описторхозом с хроническими формами заболевания.

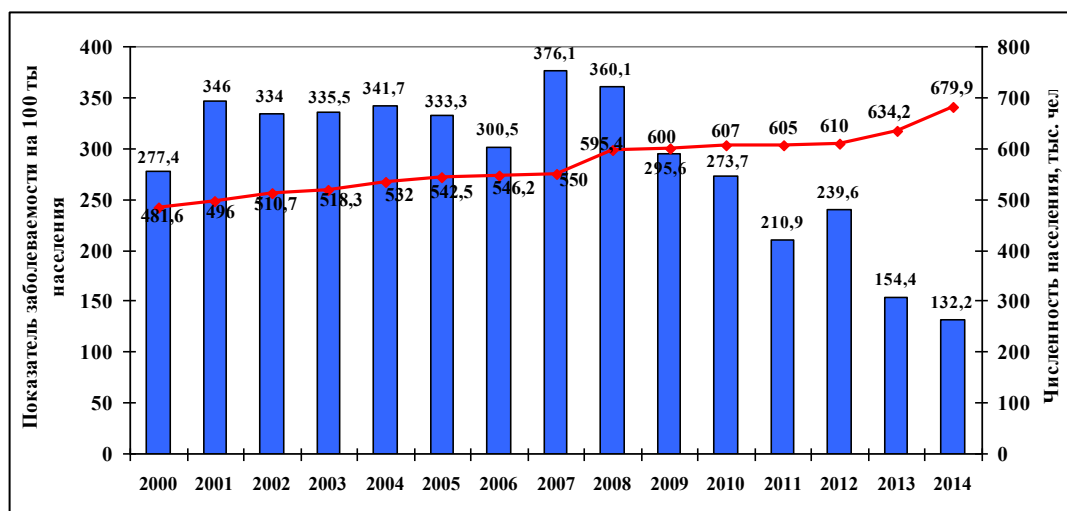


Рисунок 3 – Динамика заболеваемости описторхозом жителей Тюменской области за период 2000-2014 годы.

Высокий уровень заболевания паразитозом способствует интенсивному обсеменению различных объектов окружающей среды возбудителями паразитарных болезней, в первую очередь вод поверхностных водоемов. Ситуация осложняется значительной устойчивостью гельминтов во внешней среде, к действию дезинфицирующих средств (хлорамин, хлорная известь) и ультрафиолетовому излучению, что создает условия для повышенного риска новых заражений.

Сточные воды, являясь продуктом жизнедеятельности человека, интенсивно обсеменяют возбудителями гельминтозов.

В настоящее время на предприятиях города, осуществляющих эксплуатацию канализационных сетей, не используются современные методы дезинвазии сточных вод с применением овицидных препаратов, обеспечивающие полное уничтожение возбудителей паразитозов. Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, после механической и биологической очистки сбрасываются в водоёмы. Хлорация очищенных

сточных вод не действует на гельминтов. Сброс неочищенных сточных вод в водоемы способствует их обсеменению яйцами гельминтов (Степанова, 2002).

По результатам санитарно-гельминтологических исследований, проводимых как при паразитологическом мониторинге, так и в рамках программы производственного контроля (Метод санитарно-гельминтологической экспертизы рыбы на наличие личинок описторхов и определение их жизнеспособности), яйца гельминтов обнаруживались в 25% проб сточной воды и 42% осадка сточных вод.

В связи с тем, что основная водная артерия города – р. Тура относится к категории рыбохозяйственных водоемов, пренебрежение дезинвазией сточных вод, сбрасываемых в водоем, создает дополнительный источник заражения рыбы семейства карповых пород описторхисами и способствует росту заболеваемости среди населения города Тюмени и области в целом. По результатам мониторинговых исследований рыбы, выловленной в водоемах Тюменской области, возбудители описторхоза обнаруживались в 80% язей, в 24% лещей и в 25% плотвы, отобранных для исследований (Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тюменской области в 2014 году).

ГЛАВА 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Город Тюмень расположен в юго-западной части Западно-Сибирской равнины на территории Туринской низменности, представляющей собой ровную поверхность с небольшими понижениями, возникшими на месте древних ложбин стока, а также с небольшими увалами и гривами.

В целом территория города имеет геоморфологию речной долины. Долина р. Туры идет в направлении с запада на восток, ширина ее в пределах города от 3 до 4 км, к востоку она расширяется, но границы ее выражены слабо. Абсолютные отметки рельефа местности составляют 50–105 м.

Территория города включает в себя три надпойменные террасы, водораздел и пойму р. Туры. На одной из таких террас правого берега и расположена основная часть промышленных предприятий, различных учреждений города и жилых районов. На левом берегу непосредственно в пойме реки размещается Заречная часть города. Жилые массивы имеются в западной и восточной частях поймы реки.

В геологическом отношении территория представлена палеогеновыми и четвертичными отложениями, причем последние залегают на размытой поверхности континентальных отложений. Хорошо выделены озерно-аллювиальные разности третьей, второй, первой надпойменных террас. Верхнечетвертичные и современные нерасчлененные отложения представлены делювиальными и озерно-болотными разностями. Первые приурочены к склонам рек, оврагов и сложены супесчаными и суглинистыми почвогрунтами мощностью 1-3 м. Озерно-болотные отложения развиты на всех геоморфологических уровнях, занимают значительные площади, в их состав входят торф, сапропели, илы, супеси и суглинки. Общая их мощность от 1,5 до 5 м.

Почвенный покров в городе своеобразен и сложен. Преобладают почвы луговые, лугово-болотные, торфяно-болотные. Встречаются заболоченные почвы с повышенным залеганием грунтовых вод. Уровень грунтовых вод от 0,5 до 25 м, но приток их небольшой.

Климат района исследования континентальный с продолжительной холодной зимой и теплым летом. Формирование климата происходит под влиянием западного переноса воздушных масс. Наблюдается более быстрая смена циклонов и антициклонов, чем в Европейской части России, что способствует быстрой изменчивости погоды. В любой сезон года возможны резкие колебания температуры воздуха не только от месяца к месяцу, но даже и в течение суток. Особенно неустойчива погода в начале зимы и весной.

В общих чертах климат можно охарактеризовать следующим образом: суровая продолжительная зима с длительными морозами и устойчивым снежным покровом. Короткое и теплое лето. Короткие переходные периоды, поздние весенние и ранние осенние заморозки, короткий безморозный период (Состояние окружающей среды города Тюмени).

Основные климатические характеристики территории приведены в таблицах 5, 6.

Таблица 5 – Основные климатические параметры

Основные климатические параметры	Холодный период	Теплый период
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0.94	–22	21,6
Абсолютная минимальная температура, °С.	–50	38
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее, °С.	9,2	11,3
Средняя месячная относительная влажность воздуха, %	78	74
Количество осадков, мм	107	342
Преобладающее направление ветра	ЮЗ	СЗ
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам, м/с	3,9	0

Таблица 6 – Основные метеорологические параметры*

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
°С	–17,4	–16,1	–7,7	3,2	11,0	15,7	18,2	14,8	9,7
X, мм	17	13	17	21	40	49	72	58	45
V, м/сек	3,5	3,4	3,6	3,5	4,0	3,1	2,7	2,5	3,1
%	81	80	72	68	56	66	74	78	79

Окончание таблицы 6

Месяцы	X	XI	XII	год
--------	---	----	-----	-----

°C	1,0	–7,9	–13,7	0,9
X, мм	33	26	23	414
V, м/сек	3,9	4,0	3,5	3,4
%	81	82	83	75

* С – среднемесячная температура воздуха, X – среднее количество осадков по месяцам, V – среднемесячная и годовая скорость ветра, % – среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха.

Высота снежного покрова по постоянной рейке в защищенном месте наибольшая на зиму:

- средняя – 38см;
- максимальная – 63 см;
- минимальная – 21 см.

В течение года преобладают ветры юго–западного направлений. В январе – юго-западного и южного, а в июле – северо – западного и западного направлений (рисунок 4). Среднегодовая скорость ветра – 3,4 м/с. Слабые ветры (2 м/с и менее) в среднем продолжаются от 10 до 14 ч, наибольшая непрерывная продолжительность их может достигать 10 суток. Наиболее продолжительны в течение всего года ветры со скоростью 4 м/м и менее: в среднем ежемесячно они длятся 27-46 ч, максимальная за год продолжительность равна 585ч. Расчетная максимальная скорость ветра может достигать 19 м/с (Гусейнов, 2001).

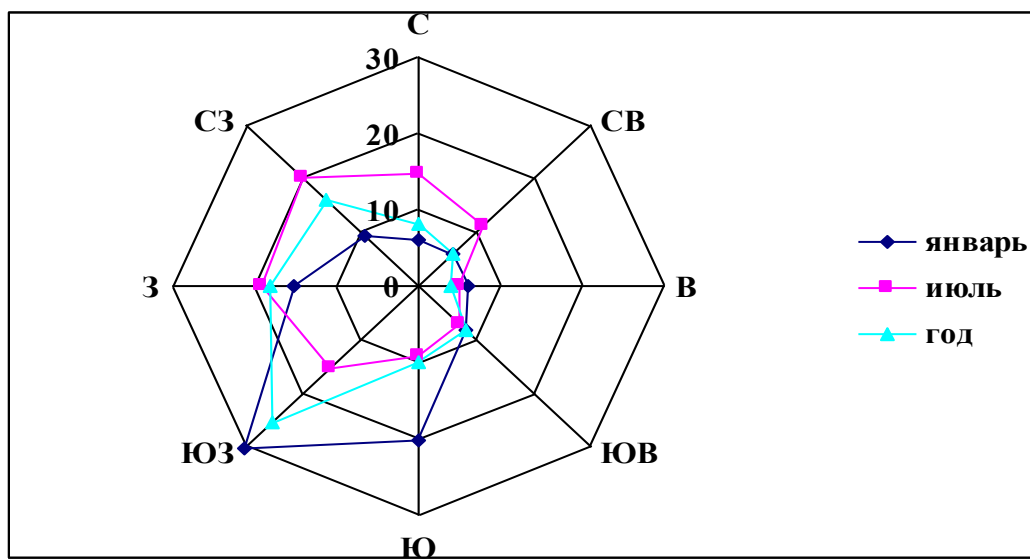


Рисунок 4 – Роза ветров на территории города Тюмени.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Общая характеристика основных объектов исследования

Экспериментальная часть диссертационной работы выполнена на кафедре зоологии и эволюционной биологии животных Тюменского Государственного Университета и на водоемах, расположенных на территории города Тюмени в период 2004 – 2013 гг. Объектом исследования послужили моллюски и карповые рыбы – промежуточные хозяева трематод, собранные из озера Кривое (район Гилевской рощи), пруда Чистый (район ТЭЦ-1), озера Андреевское (11-км Ялуторовского тракта), озера Липовое (6-км Велижанского тракта) (таблица 7).

Таблица 7– Характеристика исследуемых водоемов

Водоем	Тип водоема	Тип берега	Площадь, глубина водоема	Грунт на дне водоема	Класс и группа водоема	Сапробность
Кривое	озеро	пологий, местами обрывистый	17,6 га; 7 м	илисто-песчаный	Гидрокарбонатный класс, кальциевая группа	β – мезосапробное
Чистый	пруд	пологий, местами обрывистый	11 га; 3 м	песчаный	хлоридный класс, натриевая группа	β – мезосапробное
Андреевское	озеро	пологий	184 га; 3 м	илисто-песчаный	Гидрокарбонатно-хлоридный класс, натриево-кальциевая группа	β – мезосапробное
Липовое	озеро	пологий	50 га; 9 м	песчаный	Гидрокарбонатный класс, кальциевая группа	α – мезосапробное

Краткая характеристика исследованных водоемов представлена ниже.

Озеро Кривое.

Водоем пойменного типа и находится между золосборниками и склоном коренного берега реки Туры. Озеро вытянуто с северо-запада на восток (рисунок 5а). Площадь его составляет 17,6 га, длина береговой полосы 5,5 км. Ширина водной поверхности колеблется от 60 до 120 метров. Северный пойменный склон пологий, покрыт кустарником, на приурезовых участках – осоковой растительностью. Южный склон озера является коренным берегом реки Туры. Склон крутой высотой до 14 м, задернован (Гезалов, 1994).

Когда-то озеро представляло русло реки Туры (, но по мере меандрирования оно постепенно отошло от своего правого берега и оказалось там, где оно есть в настоящее время. Осталась лишь цепочка озер, которые, наполняясь весной, представляют собой довольно большие и чем то схожие с рекой, руслообразования. Исток оз. Кривого представлен небольшими ответвлениями логов, пересыхающих летом и приуроченных к индивидуальному сектору д. Букино. Прилегающий к самой дальней ложбине стока рельеф местности имеет пологоволнистый характер, в начале со слабым, а затем все более заметным наклоном поверхности в сторону озера. В 100-120 м от истока русловая часть ложбины резко увеличивается в размерах, приобретая лощинное образование (Проект по установлению водоохранных зон и прибрежных полос реки Туры с притоками в границах г. Тюмени). Происходит это из-за значительного уклона тальвега, по которому весной наблюдается сход талых вод с прилегающей пологовыпуклой местности. Недалеко от истоковой части русло лощины перекрыто глухой дамбой, перед которой образовалась небольшая запруда. За плотиной лог сухой, сток воды наблюдается лишь при таянии снега. С других более мелких ложков, берущих начало с приусадебных огородов, вода стекает вниз, ручьи сливаются и впадают в оз. Кривое.

Правобережный склон долины р.Туры, к которому прилегает вытянутая водная поверхность озера вначале в юго- восточном направлении, а затем с небольшим изгибом в восточном, повторяет почти все изгибы русловой части озерного образования. Высота крутого берега составляет 13-14 м. На отдельных участках он изрезан мелкими ложками, работающими весной и при выпадении дождей, склоны которых умеренно крутые, задернованы и только в очень редких случаях подвержены размыву.

Левобережный склон пологий, представлен поймой р.Туры и соответственно пойменной растительностью. В начале на протяжении 0,7 м вдоль пойменного понижения, прилегающего к озеру на расстоянии около 100-150 м от его водной поверхности пролегает дамба золоотборника, по верху которой проходит грунтовая дорога. Затем дамба резко поворачивает на восток, отходя от озерного образования на расстоянии от 350 до 750 м, и в период половодья это расстояние значительно сокращается.

Вниз по течению от истока озерное образование постепенно отходит на восток. Ширина его водной поверхности колеблется в пределах от 150 до 180 м, приуездные участки покрыты сосновой растительностью и кустарниками ивняка. Высота коренного берега достигает 12–14 м, задернован и порос сосной и березой.

В состав ихтиофауны водоема входят плотва сибирская, голянь озерный, золотой карась, лещ, окунь, щука и верховка.

Пруд Чистый.

Пруд Чистый расположен в районе ул. Чекистов г. Тюмени. Пруд образован на месте золоотвала № 3 Тюменской ТЭЦ-1, расположенного в пойменной части р. Тура (рисунок 5б). Водоем имеет правильную форму в виде прямоугольника, окружен по периметру дамбой высотой по гребню 6-7 м, объем накопителя по проекту 6350 тыс. м³, гребень дамбы – 4м, зацебен, верховой откос задернован и укреплен древесной и кустарниковой растительностью. Общая протяженность береговой полосы пруда – 4,493 км.

Глубина водоема колеблется от 1 до 3 м. Юго-западная часть пруда обмелела и заросла болотной растительностью. На заболоченной местности выделяются острова с более высокими отметками, которые покрыты березовым лесом.

Ихтиофауна водоема представлена плотвой сибирской, верховкой, окунем, щукой, карасем.

Озеро Андреевское - площадь 184 га. Представляет собой часть уникальной проточной озерной системы (рисунок 5в), расположенной на Тура-Пышминском водоразделе: оз. Андреевское - Песьянка - Грязное – Буторлыга – Казариново – Дуван – Пышма.

Максимальная глубина достигает 2,4 м, средняя – 1,8 м. В результате выемки песка со дна водоема образовались углубления от 4 до 20 м. На восточном плесе территория выработок превысила 120 га с глубиной 16-20 м. На участках с глубиной 4-6 м создались благоприятные химические и кислородные условия для гидробионтов, на участках с углублением 15-20 м образовались «мертвые зоны» (рисунок 5г), где отсутствует кислород и образуется метан, сероводород, что способствовало перестройке донных макро- и микроценозов (Андреюк, 1966).

В настоящее время длина озера 7 км, наибольшая ширина 4,1, а средняя - 2,8 км, длина береговой линии 50 км, коэффициент извилистости береговой линии – 3,2. Берега озера преимущественно пологие, местами умеренно крутые, песчаные. С восточной части прибрежная зона сильно заболочена. С запада и юго-запада к озеру подходит болото Боровое. Грунты – песчано-илистые. Мощность донных отложений (сапропели) достигает нескольких метров, а песка 25–30 м. Удельный водосбор озера, представляющий собой отношение площади водосбора к площади зеркала, составляет 10–11.

В состав ихтиофауны озера входят щука, плотва сибирская, верховка, карась, лещ, окунь.

Озеро Липовое.

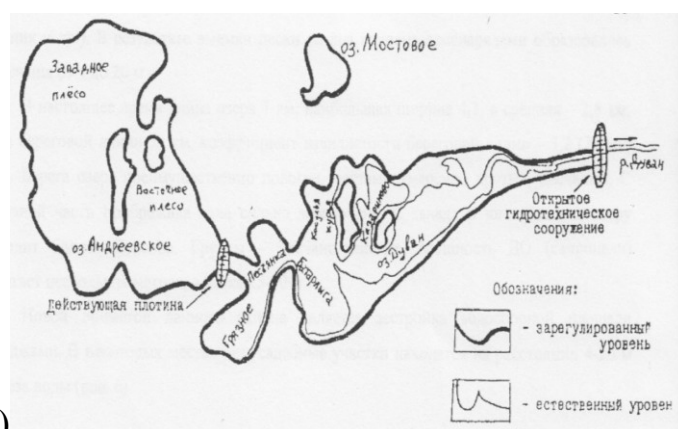
Озеро Липовое представляет собой естественный природный водоем, расположенный на 6-ом км Велижанского тракта, общей площадью более 50 га и глубиной порядка 9 метров, множество природных ключей, а также отсутствие сточных вод (рисунок 5д). Следовательно, водоем считают одним из самых чистых водоемов, расположенных на территории города Тюмени. Водоем используется населением в рекреационных целях, а также для любительского рыболовства. Ихтиофауна озера представлена плотвой сибирской, верховкой, карасем, окунем, щукой.



а)



б)



в)

г)

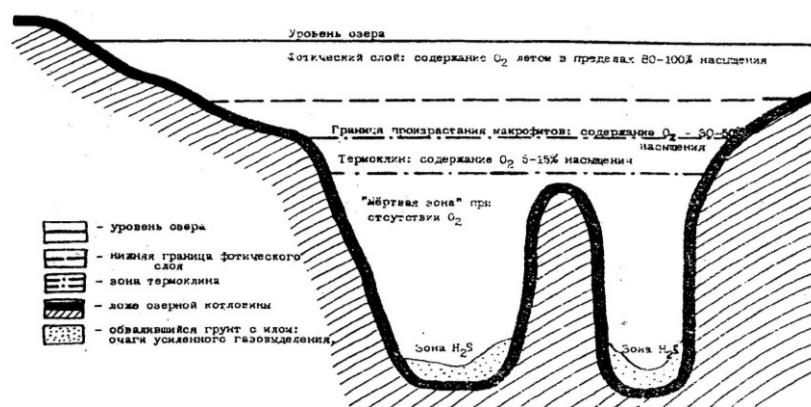


Рисунок 5. а) Схема расположения озера Кривое; б) схема расположения пруда Чистый; в) Андреевская озерная система; г) схема летнего распределения кислорода в воде озера Андреевское; д) схема расположения озера Липовое.

3.2. Метод отбора проб воды для анализа

С целью характеристики условий, в которых происходит развитие личиночных стадий полостных трематод, проведены исследования физико-химических свойств воды из отдельных участков водоема. Химический состав воды определяли по 26 показателям, включающим в себя определение кислотности среды, концентрацию органических веществ, тяжелых металлов,

нефтепродуктов. Кроме того, выполнена работа по определению токсического действия загрязняющих веществ на жизнедеятельность живых организмов (тест-объектов) (Kastak, 1960).

В озерах пробу воды для гидрохимического анализа отбирали с поверхности в 1–1,5 м от берега, осторожно опуская бутылку без взбалтывания на глубину погружения 0,2 – 0,5 м. Исследования воды проводили путем смешения проб по десяти точкам отбора по периметру изучаемого водоёма.

Взятие проб воды проводили в середине июля каждого года исследования (летняя межень). После отбора гидрохимических проб проводили забор проб донных отложений

Забор проб производился в летнее время, в сходных погодных условиях.

Для проб воды применяли посуду из полиэтилена. Пробки использовали полиэтиленовыми. Во время отбора пробы воды посуду споласкивали три раза набираемой водой для исследования. Пробы отбирали по 2 литра с пяти участков береговой линии на равноудалённом расстоянии, затем их смешивали. До начала анализа пробы хранили в холодильнике при температуре 3–5° С и вынимали из него только перед началом работы.

3.3. Методы расчета индексов степени загрязнения водоёмов и классификации водоёмов по степени загрязнения

По результатам гидрохимического анализа провели расчеты индексов степени загрязнения водоёмов. Были выбраны наиболее распространенные индексы:

– сапробное загрязнение (таблица 8) (ГОСТ 17.1.1.02-77, 1977) определяется по формуле:

$$C=A/B*100,$$

где А – БПК 5, В – перманганатная окисляемость, С – сапробное загрязнение, в %.

Таблица 8 – Классификация сапробного загрязнения

БПК 5/ПО (в %)	Степень загрязнения
До 10	Природное
11–20	Слабое сапробное загрязнение
21–40	Сильное сапробное загрязнение
Более 41	Неочищенные сточные воды

– ПХЗ-10 – рассчитывается по десяти соединениям, максимально превышающим ПДК, среди которых: О₂, БПК₅, взвешенные вещества, вещества азотной группы и наиболее характерные для конкретного водного объекта (если $C_i/ПДК_i > 1$, то принимается $C_i/ПДК_i = 1$).

– ИЗВ (Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод, 1986) – индекс загрязнения воды (таблица 9):

$$ИЗВ = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_{e_i}}$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра); $ПДК_i$ – рыбохозяйственные нормативы; n – количество рассматриваемых веществ (для оценки качества вод расчеты ведут для $n=6$ загрязняющих веществ, включая : О₂ , БПК₅, нефтепродукты, рН).

Таблица 9 – Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Степень загрязнения воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	I
Чистые	0,2–1,0	II
Умеренно загрязненные	1,0–2,0	III
Загрязненные	2,0–4,0	IV

Грязные	4,0–6,0	V
Очень грязные	6,0–10,0	VI
Чрезвычайно грязные	>10,0	VII

– экотоксикологический критерий (Моисеенко, 1995), степень загрязнения токсическими веществами оценивали традиционной суммой превышений концентрации соответствующих элементов (C_i) к их предельно допустимым концентрациям

(ПДК $_i$):

$$X_{\text{токс}} = \sum C_i / \text{ПДК}_i$$

– классификация по БПК 5 (Крылов, 2005) (таблица 10):

Таблица 10 – Классы качества вод в зависимости по БПК 5

Степень загрязнения воды	БПК 5, мг O ₂ /л
Очень чистые	0,5–1,0
Чистые	1,1–1,9
Умеренно загрязненные	2,0–2,9
Загрязненные	3,0–3,9
Грязные	4,0–10,0

Статистическая обработка результатов проведена по общепринятым математико–статистическим методикам.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ «Statan», Statistika 6.0 и 10.0. Проводили основные статистики и анализы: корреляционный, факторный.

3.4. Общая характеристика материала и его объем

На наличие метацеркарий и церкарий трематод, обследованию подверглись моллюски в количестве 1298 экз., а также карповые рыбы разных возрастных групп, общее количество исследованных особей составило 8409 экз.

Объем выполненных исследований представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Объем выполненных исследований по видам рыб и моллюсков в водоемах города Тюмени

Виды рыб и моллюсков	Количество рыб и моллюсков по водоемам (шт.)				
	Озеро Кривое	Пруд Чистый	Озеро Андреевское	Озеро Липовое	Всего
<i>Bithynia tentaculata</i>	124	117	101	21	363
<i>Opisthorchus hispanicus</i>	51	38	21	12	122
<i>Limnea stagnalis</i>	265	374	133	41	813
ИТОГО:	440	529	255	74	1298
<i>Rutilus rutilus</i> (плотва)	1837	950	862	987	4636
<i>Leucaspis delineatus</i> (верховка)	2947	190	636	---	3773
ИТОГО:	4784	1140	1498	987	8409

Удельный вес исследованной рыбы представлен на рисунке 6.

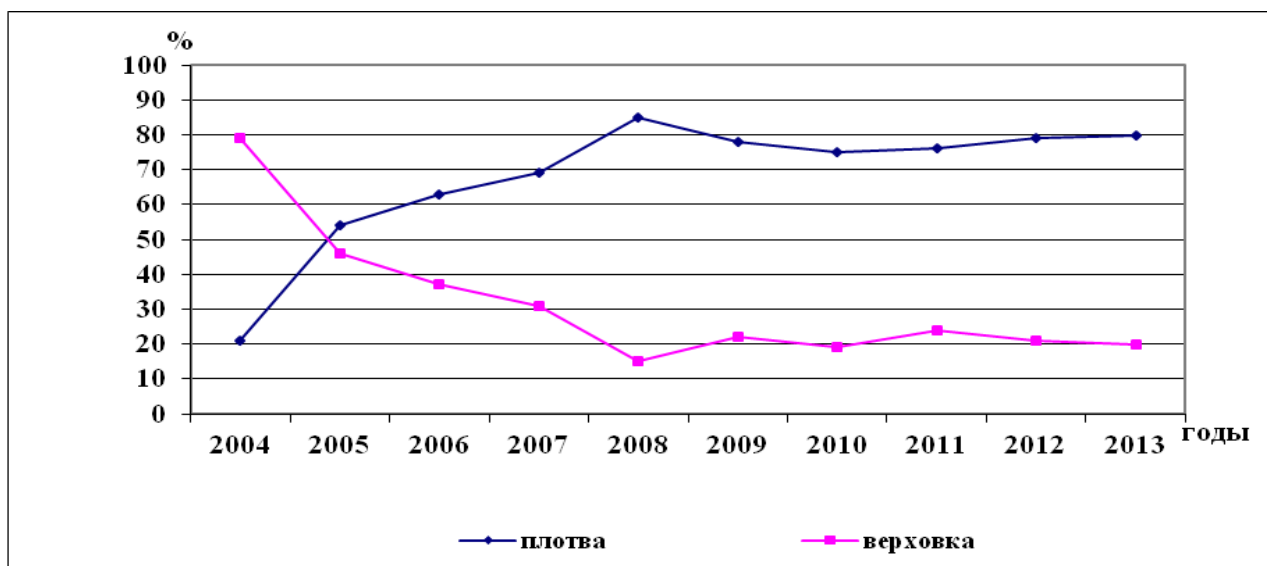


Рисунок 6 – Удельный вес плотвы и верховки в уловах (2004–2013 гг.).

Первоначально численность популяции плотвы была невысокой (21%). В последующие годы она стала постепенно возрастать, и ее удельный вес в уловах достиг максимума (85 %) в 2008 г. Затем в период 2010–2013 гг.

отмечается снижение численности рыб. Для популяции верховки характерна обратная картина.

Кроме того, следует отметить, что на протяжении всего периода исследований в уловах были обнаружены особи карася серебряного и золотого. Однако, в связи с тем, что численность его была небольшой, результаты исследований по данному виду не включены в работу, так как являются недостоверными.

3.5. Сбор и определение инвазированности моллюсков

С целью определения экологических предпосылок формирования очагов исследуемых трематодозов проводили изучение малакофауны 4 водоемов города Тюмени.

Сбор моллюсков производился в прибрежной полосе шириной до 5 м, с грунта или водных растений, вручную или сачком.

Для выявления возрастной динамики зараженности моллюсков личинками трематод определяли их возраст прямым подсчетом валиков и колец нарастания на раковине и крышечке. Признаки «годовые кольца на крышечке» (ГК) и «годовые валики на раковине» (ГВ) не всегда надежны при определении возраста. Граница между кольцами на крышечке благодаря большой подвижности последней часто стирается, и более надежно определить возраст моллюска можно, подсчитав годовые валики на раковине. Подсчет ГВ и ГК производятся под биноклем «МБС» при малом увеличении (Беэр, 1987).

При определении инвазированности моллюсков не устанавливали возраст каждой особи, а лишь сгруппировали их по размерным классам,

каждому из которых соответствовали особи определенных возрастных групп (таблица 12):

Таблица 12 - Характеристика моллюсков по размерным и возрастным группам

Размерные группы моллюсков (по высоте раковины, мм)	Возраст моллюсков
До 3	Сеголетки
От 3 до 8	2-годовые
Свыше 8	3,4-годовые

При исследовании моллюсков на наличие личинок гельминтов применялся *метод прижизненной диагностики* (Беэр, 1987), основанный на положительном фототаксисе церкарий. При использовании этого метода моллюсков поштучно рассаживали в небольшие баночки с водой и выставляли под яркий свет на 20-30 мин. Затем баночки не вынимая из них моллюсков, поочередно просматривали под биноклем.

В тех емкостях, где находились инвазированные моллюски, хорошо заметны активнодвигающиеся церкарии. В ходе определения церкарий учитывались следующие признаки: форма и размеры тела, наличие или отсутствие хвоста, наличие или отсутствие брюшной присоски, стилета, пигментированных глазков. В дальнейшем проводился их подсчет.

Кроме того, при исследовании моллюсков использовался *компрессионный метод*, который заключается в том, что тела исследуемых моллюсков извлекали пинцетом из раковины, раздавливали между двумя предметными стеклами в нескольких каплях воды и затем просматривали и просчитывали количество личинок под биноклем (Беэр, 1987; Гинецинская, 1959; Глазков, 1977). Далее проводили определение обнаруженных личинок гельминтов. Определение трематод по церкариям производилась по работам Е.А. Арыстанова, (1986), М.И. Черногоренко (1983).

По каждому виду паразитов рассчитывались показатели экстенсивности и интенсивности инвазии, индекс обилия (Бреев, 1972).

3.6. Сбор и определение инвазированности рыб трематодами

Сбор материала проводился при помощи следующих технических устройств: сачка, удочки, «паука», рыболовных сетей.

Для паразитологического исследования брали свежую рыбу, исследования проводили по общепринятым методам гельминтологических вскрытий (Быховская–Павловская, 1985; Беэр, Белякова, 1987, 1998; Скрыбин, 1950). Исследование морфометрических характеристик рыб выполняли по методике И.Ф. Правдина (1966). Пробы рыб регистрировали в специальном журнале с указанием даты исследования, названия водоема (и зоны сбора рыбы). Перед вскрытием рыбу отмывали от слизи, взвешивали, измеряли длину туловища от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника (рисунок 7). Вскрытие проводили на ровной поверхности.



Рисунок 7 – Измерение длины тела рыбы.

Для осмотра мускулатуры делали разрез скальпелем или острыми ножницами вдоль головы и спинных плавников, затем, придерживая туловище рыбы одной рукой, снимали кожу, после этого, пользуясь пинцетом производили осмотр внутренней стороны кожи и отделившейся с ней части поверхности мышечной ткани. Основную мышечную ткань осматривали вначале снаружи. После окончания наружного осмотра

мышечную ткань проверяли компрессорным методом, рекомендованным МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно – паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки», с последующим просмотром и просчетом личинок паразита в 1г мышц под бинокулярным микроскопом. Для исследования брались по 5 проб подкожного слоя мышц с обеих сторон рыбы: по 3 пробы из спинной и 2 из брюшной части тела с каждой стороны. Каждая проба мышц бралась с площади 1-2 см² на глубине 2-3 мм. Затем приступали к исследованию головы. Поднимали жаберные крышки и вырезали жабры, поместив их на предметное стекло (Глазков, 1977; Беэр, 1987; Litvin, 1999).

Обнаружение личинок диплостомид в тканях глаз рыб проводилось также компрессионным методом, путем просмотра сначала хрусталика, а затем и стекловидного тела на наличие личинок гельминтов (Шигин, 1986).

После обследования рыбы в рабочий журнал вносили дату исследования, название водоема, возраст, вес, длину тела, а также все данные, полученные при вскрытии: название, место локализации и количество паразитов.

Мышцы и ткани глаз просматривали под бинокуляром, а при наличии в них паразитов извлекали и делали фиксированные препараты. Подготовка препаратов проводилась путем фиксации и окрашивания в растворе уксуснокислого кармина (Беэр, 1987).

Видовая принадлежность паразита определялась по морфометрическим признакам и специфичности паразито-хозяйинных отношений.

Локализация описторхид в теле рыб определялась по схеме предложенной Сидоровым в 1960 году. Согласно данной методике тело рыб делили на шесть участков, в каждом из которых определялась плотность обнаруженных личинок.

Полученные результаты анализа записывали в журнал и обрабатывали. Математическую обработку результатов исследований проводили методом вариационной статистики.

Кроме того, определяли следующие основные показатели зараженности:

Экстенсивность инвазии (ЭИ) – количество инвазированных рыб к общему числу исследованных особей.

Интенсивность инвазии (ИИ) - минимальное и максимальное число личинок в одной зараженной особи рыб.

Средняя интенсивность инвазии (СИИ) - число личинок, приходящееся в среднем на одну зараженную рыбу.

Индекс обилия (ИО) - число личинок, приходящееся на одну исследованную (не только зараженную особь данного вида рыбы).

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. Гидрохимический анализ вод и донных отложений изучаемых водоемов

Экологическая среда Западной Сибири, в последние десятилетия существенно изменилась из-за производственной деятельности человека и аварий на промышленных предприятиях, приводящих к загрязнению окружающей среды, главным образом тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Тяжелые металлы, поступая в водоемы, включаются в круговорот веществ. Они могут длительно сохраняться в воде, аккумулироваться в донных отложениях, мигрировать по пищевой цепи вплоть до рыб (Фаттахов, 1987).

Качество природных вод во многом зависит от их химического состава. Последний в определенной степени обусловлен природным содержанием тех

или иных элементов в почвах водосборной территории, параметрами гидрологического режима (Coimbra, 1991). Сезонная динамика химического состава воды не только отражает физико-химические процессы в водоеме, но и оказывает огромное влияние на состав и численность гидробионтов и соответственно на функционирование всей водной экосистемы. Примером может служить содержание в воде биогенных элементов, которое определяет интенсивность фотосинтеза в водоеме. Изучение химического состава воды очень важно в практических целях, поскольку выявляет пригодность водоема для рыборазведения, рекреации населения, водоснабжения.

Изменения в химическом составе воды выявляют воздействие на водоем природных (осадков, периодических колебаний климата и объема стока) и антропогенных (промышленных и бытовых выбросов и стоков, теплового загрязнения, зарегулирования, загрязнения площади водосбора, вырубки леса, строительства коммуникаций и др.) факторов (Алекин, 1970). Последствия комплексного воздействия факторов обнаруживаются, прежде всего на небольших и относительно замкнутых водоемах, где проточность очень слабая или отсутствует. В отличие от рек в озерах преобладают процессы накопления над транзитом химических элементов и их соединений. В крупных озерах большой объем водной массы снижает эффект теплового и химического загрязнения вследствие разбавления и перемешивания. По сравнению с крупными озерами буферная система малых водоемов обладает небольшим «запасом прочности». Гидрохимический режим озера нарушается даже при воздействии экологических факторов слабой интенсивности или в течение короткого периода. Свойства водных экосистем малых озер обуславливают важность изучения их гидрохимических характеристик, а также состава донных отложений, депонирующих ряд микроэлементов и других веществ на протяжении многих лет.

Химический состав природных вод, под которым понимается сложный комплекс минеральных и органических веществ в разных формах ионно-

молекулярного и коллоидного состояния, подразделяется на шесть групп: главные ионы, содержащиеся в наибольшем количестве (натрий Na^+ , калий K^+ , кальций Ca^{2+} , магний Mg^{2+} , сульфаты SO_4^{2-} , карбонаты CO_3^{2-} , хлориды Cl^- , гидрокарбонаты HCO_3^-); растворенные газы (азот N_2 , кислород O_2 , диоксид углерода CO_2 , сероводород H_2S и др.); биогенные элементы (соединения фосфора, азота, кремния); органические вещества (органические кислоты, сложные эфиры, фенолы, белки и др.); микроэлементы – соединения всех остальных химических элементов; загрязняющие вещества (пестициды, СПАВ, детергенты и др.).

Озеро Кривое.

Гидрохимический состав воды и донных отложений. Проведенные гидрохимические исследования озера Кривое позволили выявить ионный состав, минерализацию, содержание биогенных элементов, органического вещества, тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенолов в воде. Полученные показатели сравнивали с утвержденными нормативными значениями ПДК (таблица 31).

Полученные данные о качестве воды в озере, показали, что кислородный режим водоема с каждым годом ухудшается. В открытый период (весна–осень) содержание растворенного в воде кислорода составляло 4,84 и 4,5 мг/дм³.

По показателю рН (8,15–8,10) вода в водоеме ближе к нейтральной. Содержание органических веществ (далее – ОВ) также достаточно высокое: показатель БПК₅ превышает как рыбохозяйственный, так и санитарно-гигиенический норматив.

Содержание биогенных элементов ниже (нитриты и нитраты), в пределах (аммоний) или выше (фосфаты, железо) норм. Так, фосфаты превышают ПДК в 1,2 раза, железо – в 4,5-5,0 раза соответственно и по БПК₅ в 2,7-3,0 раза. По солевому составу вода классифицируется как гидрокарбонатно-кальциевая, I типа.

Среди загрязняющих веществ наблюдаются превышения по ртути, меди, железу и нефтепродуктам (таблица 32).

Химический состав донных отложений из озера Кривого мало отличается от такового других городских водоемов.

Реакция среды (pH) подщелоченная, содержание минеральных компонентов (Cl, SO₄) в пределах фона. Содержание биогенов (N, P) превышает фон в 2–4 раза. Содержание ОВ также снижается. Это свидетельствует об активно идущих процессах самоочищения грунтов от токсических компонентов органического происхождения и деструкции автохтонной органики.

Содержание нефтепродуктов превышает нормативный показатель в 3 раза.

Содержание тяжелых металлов изменялось в зависимости от периода исследований. За весь период исследований отмечалось превышение по меди от 2 ПДК. Содержание цинка во весь период исследования практически не менялось, превышение ПДК было незначительным. Такая динамика свидетельствует об антропогенном загрязнении водоема.

Таким образом, озеро Кривое является мезосапробным водоемом, вода и ДО которого загрязнены сапробной органикой, биогенами, нефтепродуктами (фосфором и железом), ртутью и медью.

Среди всех исследованных озер в ДО оз. Кривого самое высокое содержание нефти (таблица 34).

Структура зообентоса и зоопланктона. В пробах грунта, собранных на озере Кривое было обнаружено 36 видов зоопланктона. Самой разнообразной группой в видовом отношении были личинки двукрылых насекомых. Индекс Шеннона в среднем за три месяца составил 2,4. Средняя численность бентофауны озера Кривое составила 2,3 тыс. экз./м², а биомасса – 84,4 г./м². Основу численности макрозообентоса составляли хабориды и хирономиды (в сумме 56%), а основу биомассы – брюхоногие моллюски

(91%). Анализ данных позволяет отнести озеро к категории умеренно загрязненных.

В сообществе зоопланктона обнаружено 29 видов, включающих 18 видов коловраток, 8 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих ракообразных.

В результате ранжирования зоопланктеров, наиболее значимыми видами в сообществе являлись: *Bosmina longirostris* (19,5), *Mesocyclops leuckarti* (18,4), *Keratella cochlearis* (9,7) и *Chydorus sphaericus* (8,7). Появление этих видов в массовом количестве указывает на процесс эвтрофирования в водоёме. Более грубые фильтраторы вытесняются более тонкими (босмины, хидорусы). Большинство зоопланктёров, обнаруженных в озере, являются типичными мезо-эвтрофными видами. Индекс сапробности, рассчитанный по Пантле–Букку, (1,88) позволяет отнести озеро к классу – β -мезосапробных и к разряду – β' -мезосапробных вод.

Пруд Чистый.

Гидрохимический состав воды и донных отложений. Вода пруда Чистый прозрачная, без запаха, отличается повышенной минерализацией, превышающие фоновые значения данной географической зоны в 4–15 раз и приблизившейся к границе солоноватых вод. По солевому составу вода пресная, хлоридного класса, натриевой группы, с высокой минерализацией (по ГОСТ 17.1.2.04-77), жесткая, III типа, поскольку содержание хлоридов превышает содержание натрия, подтипа III б по Е.В. Посохову (1965). Порядок распределения ионов $\text{Cl} > \text{SO}_4 > \text{HCO}_3$ и $\text{Na} + \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg}$ не соответствует таковому пресных вод.

Воды типа III – метаморфизированные. Они включают какую-то часть сильно минерализованных вод или вод, подвергшихся катионному обмену Na^+ на Ca^{2+} и Mg^{2+} . Что определяется антропогенным поступлением солей в водоем.

Обращает внимание, что содержание солевых компонентов в этом водоеме практически не зависит от сезона года. Немного к осени

повышается содержание гидрокарбонатов и Na+K и снижается содержание хлоридов и магния, но общая минерализация остается абсолютно одинаковой. Такое наблюдается на единственном из исследованных водоемов.

Проведенные исследования показали высокое содержание кислорода (8,3-8,4 мг/л) и сдвиг величины pH в щелочную сторону.

Содержание биогенов (N, P, Fe) в течение всего периода исследований (2004-2013 гг.) ниже нормы, что, вероятно, связано с их активным потреблением. В ежегодных осенних пробах наблюдалось «цветение» воды. Содержание ОВ в воде в весенний период было выше, чем в осенний (по БПК₅), что подтверждает активацию сапрофитной микрофлоры в ответ на смыв ОВ с площади водосбора. Осенью содержание легкоокисляемых ОВ (по ОП) увеличивалось в 2 раза за счет отмирания массы водорослей.

Токсическое загрязнение воды связано с фенолом (от 3,0 ПДК_р) и тяжелыми металлами: Cu – 8,5 ПДК_р и Hg – 7 ПДК_р.

Таким образом, по содержанию биогенов и ОВ в воде пруд Чистый относится к олигомезосапробным водоемам с присутствием опасных (ртуть) токсических компонентов.

Донные отложения исследованного объекта песчаные, белого цвета. Высокое содержание в ДО хлоридов и сульфатов подтверждает предположение о длительном поступлении в водоем соленых вод.

Биогенный состав ДО также отличается от фона: содержание аммония и фосфатов – ниже. Содержание ОВ, находится в пределах нормы. Содержание ТМ следующее: отмечается превышение по цинку почти в 2 раза. В период 2006-2008 гг. выявлено незначительное превышение по меди (таблицы 32).

Одним из важных компонентов, характеризующих состояние водоема, является биоценозы, реагирующие на весь комплекс факторов антропогенного воздействия.

Структура зообентоса и зоопланктона. За весь период исследований в пруду Чистый были зафиксированы беспозвоночные, относящиеся к 3 основным таксономическим группам: *Rotatoria*, *Cladocera* и *Copepoda*. Согласно ранжированию видов по индексу значимости, среди веслоногих рачков доминировал *Mesocyclops leuckarti*, среди ветвистоусых – *Bosminia longirostris* и *Ceriodaphnia affinis*, среди коловраток – *Keratella quadrata*. Количество видов в зоопланктоне изменялось в течение сезона. Динамика видового богатства имела вид одновёршинной кривой, пик которой приходился на середину летнего сезона. Средняя за сезон биомасса сообщества достигла 1,0 г/м³. Основу биомассы на данном водоеме составили брюхоногие моллюски.

На основе полученных данных была проведена оценка качества воды по сапробиологическим показателям. По зонам сапробности водоем относится к классу – β – мезосапробные, к разряду – β'' – мезосапробные. В целом, согласно комплексной классификации качества поверхностных вод, вода в водоеме отнесена к классу 3-удовлетворительной чистоты. Для более полной экологической оценки состояния водоемов необходимо учитывать их трофность, которая показывает, сколько органического вещества содержится в данной гидроэкосистеме. Пруд Чистый относится к классу трофности – мезотрофный, к разряду – мезоэвтрофный.

Таким образом, сапробиологические исследования воды подтверждают полученные данные о принадлежности водоема к группе со средней степенью загрязненности воды органическими веществами.

Озеро Андреевское.

Гидрохимический состав воды и донных отложений. Вода из озера Андреевского прозрачная, темного цвета, цветность ее, определенная по хромово-кобальтовой шкале, составляет 50°. В 70–90-е годы этот показатель колебался в пределах 10–35°. Следовательно, в настоящее время увеличилось в воде содержание гуминовых веществ, хотя величина

перманганатной окисляемости (далее – ПО) колеблется в тех же пределах, что и в прежние времена 10,8-15,0 мгО/л.

Во весь период наблюдения возрастало содержание легкоокисляемых ОВ (по ПО и БПК₅), что связано с отмиранием большого количества водорослей в период «цветения». Отмечено превышение концентрации железа 3 ПДК по рыхлохозяйственному показателю.

Вода из озера Андреевского относится к гидрокарбонатно-хлоридному классу натриево-кальциевой группы, I типа, пресная среднеминерализованная, от мягкой до умеренно-жесткой, от нормальной до под щелоченной (Коваленко, 1994).

Среднее содержание хлоридов в период исследования по сравнению с 1963-1989 гг. (Коваленко, 1994) возросло в 2,2 раза (соответственно 117,2 и 52,4 мг/дм³), а натрия и калия – в 1,7 раза (78,4 против 46,0 мг/дм³) (таблица 32). Следовательно, несмотря на увеличение общего объема воды в озере содержание в воде хлорида натрия значительно возросло, что послужило причиной изменения класса и группы воды с гидрокарбонатно-кальциевой на гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-кальциевую. Вероятной причиной этого является зарегулирование стока Андреевской озерной системы (проточность сократилась в 3 раза) и усиление антропогенного пресса.

В районе коттеджного поселка на протяжении всего периода исследования наблюдается превышение ртути от 20 до 40 ПДКр, меди от 2 до 2,3 ПДКр, цинка от 9,3 до 14 ПДКр.

В районе насосной станции Моторного завода берег выложен плитами, что предотвращает взмучивание ДО в прибрежной зоне, поэтому концентрация ЗВ в воде здесь несколько ниже.

Содержание ртути превышало ПДКр. в 10–90 раз, ПДК с-г. от 0,2 до 1,8 раз. Превышение ПДКр. отмечено также по меди 1,3-1,8 ПДК, цинку 4,9 – 6,2 ПДК (таблица 32).

Донные отложения озера Андреевского слабощелочные. В пробе взятой в районе коттеджной застройки в течение всего периода исследований значительно возросло содержание в ДО хлоридов и сульфатов. Это может быть связано как с антропогенной нагрузкой, так и с оседанием взвешенных веществ и отмирающих водорослей на дно. Содержание аммонийного азота было в пределах нормы, однако максимальное значение концентрации данного вещества было отмечено весной и постепенно снижалось к осени в связи с их потреблением водорослями и как результат нитрификации. Содержание тяжелых металлов было в пределах нормы.

Концентрации всех загрязняющих веществ не превышали нормативных показателей.

Структура зообентоса и зоопланктона.

В составе зоопланктона оз. Андреевского зарегистрировано 63 таксона, относящихся к трем основным систематическим группам: *Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*. Наибольшим видовым разнообразием отличались коловратки, среди которых обнаружено 33 вида. Основу группы составляли палеарктические виды и космополиты. Высокими показателями встречаемости (более 90%) по годам характеризовались такие виды как *Trichocerca capucina*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Conochilus unicornis*, *Filinia longiseta*. Единично встречены *Cephalodella sp.*, *Epipharies brachionus*, *Trichocerca similis*, *Trichotria pocillum*, *Brachionus urceus*, *B.guadriidentatus clun-iorbicularis*. Наибольшим видовым богатством отличались роды *Brachionus* (8 видов) и *Trichocerca* (5 видов). Число таксонов коловраток варьировало от 15 до 25.

В группе ветвистоусых рачков зафиксировано 17 видов. Высокими показателями встречаемости (более 80%) характеризовались такие виды как *Daphnia longispina*, *Macrotrix hirsuticornis*, *Bosmina longirostris*, *Leptodora kindtii*, *Bytho-rephes longimanus*. Единично встречены *Sida cristallina*,

Scaphole-)eris mucronata, *Pleuroxus uncinata*, *Alona rectángula*, *Biapertura affinis*, *Bosmina obtusirostris*. Наибольшим числом видов представлены семейства *Daphniidae* (5 видов) и *Chydoridae* (4 вида). Остальные семейства были представлены 1–3 видами, основу группы *Cladocera* в разные годы составляли палеаркты (*Limnosida rontosa*, *L. kindtii*, *B. longimanus*) и космополиты (*Daphnia pulex*). По зонам сапробности водоем относится к классу – β – мезосапробные, к разряду – β'' – мезосапробные.

Озеро Липовое.

Гидрохимический состав воды и донных отложений. Физико–химический анализ воды из озера Липового показал, что она прозрачная, без посторонних запахов.

По результатам проведенных исследований по рыбохозяйственному показателю отмечается незначительное превышение установленных предельно допустимых норм по тяжелым металлам.

Донные отложения озера Липового слабощелочные. Превышение установленных нормативов не отмечено.

Структура зообентоса и зоопланктона. В результате камеральной обработки в составе зоопланктона было зафиксировано всего 20 таксонов, что указывает на низкое видовое разнообразие. Представители относятся к 3 основным систематическим группам: *Cladocera*, *Copepoda*, *Rotifera*. В первую очередь отмечается низкое видовое разнообразие коловраток (8 видов). Известно, что коловратки служат показателем благоприятных условий для развития зоопланктона в водоемах. Представители данной группы обладают наибольшей чувствительностью к разным видам загрязнений и других внешних воздействий. Среди кладоцер отмечено 11 видов. Практически все виды имели высокую встречаемость (80 – 100%), за исключением зарослевых форм, которые встречались единично. Доминировала в сообществе по индексу значимости - *Daphnia cucullata* и *D.*

longispina. Из копепод обнаружен один мелкий вид циклопов – *Thermocyclops oithonoides*.

Замедленный темп роста у гидробионтов, измельчение, понижение плодовитости сказывается и на биомассе зоопланктона в целом. В период исследований биомасса в среднем составляла 1,0–1,2 г/м³. Согласно классификации, водоем можно отнести к α -мезотрофному типу, что указывает на его малокормность.

Таблица 13 – Классификация исследуемых водоемов по уровню загрязнения

Водоем	Сапробное загрязнение	ИЗВ	Экотоксикологический критерий	Классификация по БПК5
Озеро Кривое	Не очищенные сточные воды	Грязное	41,8	Грязное
Пруд Чистый	Сильное загрязнение	Загрязненное	182,1	Загрязненный
Озеро Андреевское	Сильное загрязнение	Умеренно загрязненное	248,7	Загрязненное
Озеро Липовое	Сильное загрязнение	Чистое	1,25	Умеренно-загрязненное

Проведя анализ качественных показателей, характеризующих состояние водных объектов, их пригодность для использования в рыбохозяйственных целях (таблица 13), можно сделать вывод, что наиболее слабо загрязненным водоемом в гидрохимическом отношении является озеро Липовое, в гидрохимических пробах воды из этого водоема отмечены низкие концентрации биогенных элементов, содержание органического и взвешенных веществ, нефтепродуктов. В связи с чем, данный водоем был взят как объект сравнения (контрольный водоём).

Остальные водные объекты по степени загрязнения воды и ДО были ранжированы на следующие категории: «грязный» – озеро Кривое, «загрязненный» – пруд Чистый, «умеренно загрязненный» – озеро Андреевское.

4.2. Эколого-эпизоотологическая характеристика трематод моллюсков и карповых рыб в водоемах урбанизированных территорий с различной степенью антропогенного воздействия

4.2.1. Биоценотические связи описторхид и диплостомид в водных сообществах

4.2.1.1. Структура популяции моллюсков

С целью выявления удельного веса различных видов моллюсков в изучаемых биотопах была изучена динамика их численности в исследуемых водных объектах. В результате проведенных наблюдений были получены материалы свидетельствующие, что доминирующими видами в малакофауне 4 изучаемых водоемов, являются *Bithynia tentaculata* и *Limnea stagnalis*. Кроме того, для проведения исследования нами была изучена структура популяции *Opisthorchophorus hispanicus*. Данные виды моллюсков обитают в водоемах всех типов со слабым течением или стоячей водой.

Многолетние исследования (2004–2013 гг.) на городских водоемах выявили совместное обитание *Bithynia tentaculata*, *Opisthorchophorus hispanicus*, *Limnea stagnalis* на протяжении всего периода работы. Во всех наблюдаемых станциях изучаемых озёр были найдены совместные биотопы этих моллюсков.

Наблюдения за плотностью популяций указанных видов моллюсков в биотопах и соотношением численности этих видов в период с 2004 по 2013 год были выявлены существенные изменения. Наибольшая численность битиний была отмечена в 2008 и 2010 годах, лимнеид в период 2007–2010 гг., а численность описторхофорусов за весь период исследований постепенно снижалась.

За весь период исследований популяция битиний превышала численность популяции описторхофорусов в 2,5 раза. В последние годы это соотношение стабильно держится в интервале 30–37 % в пользу битиний. При этом общая численность популяций битиний существенных изменений

не претерпела, в то время как популяции описторхофорулов в последние годы заметно снизили свою численность в среднем в 2–3 раза. Численность же лимнеид превышала численность битиний в 2 раза, а описторхофорулов в 6 раз.

Исследования плотности популяции данных видов моллюсков в наблюдаемых биотопах в динамике по годам показали, что она была невысокой. Для *B. tentaculata* среднее значение данной величины составило 30 экз./1 м², для *O. hispanicus* 8 экз./1 м², для *L. stagnalis* 47 экз./1 м² (таблица 14).

В период исследований по численности особей всегда доминировала *L. stagnalis* (45–50%). Тогда как в соотношении популяции моллюсков *Bithynia tentaculata* и *Opisthorchophorus hispanicus* отмечалось доминирование первого вида моллюсков. Численность битиний в биотопах в среднем за весь период исследований колебалось в пределах 25–35% от общего количества исследованных моллюсков, количество описторхофорулов составило значение равное 10–15%.

Таблица 14 - Плотность популяций моллюсков в водоёмах города Тюмени

Категория водоема	Плотность на 1 м ² <i>B. tentaculata</i>	Плотность на 1 м ² <i>O. hispanicus</i>	Плотность на 1 м ² <i>L. stagnalis</i>
«Грязный» (озеро Кривое)	43±2,9	6±1,8	52±3,3
«Загрязненный» (пруд Чистый)	45±3,0	3±1,8	75±5,5
«Умеренно загрязненный» (Озеро Андреевское)	8±0,5	1±0	20±8,1
«Слабо загрязненный» (Озеро Липовое)	10±1,0	1±0	25±4,2

Во всех исследованных водоемах независимо от периода исследования плотность битиний нарастала от верховья водоемов. У популяций описторхофорулов и лимнеид такой зависимости отмечено не было.

В ходе анализа динамики численности исследуемых видов моллюсков

на водоемах города за весь период исследования выявлена следующая картина. Численность *B. tentaculata* варьировала и достигла своего максимального значения (57 экз./1м²) в 2006 году, что характерно также для популяций *O. hispanicus* (10 экз./1м²). Данная ситуация возникла в результате высокого уровня воды в водоеме, что привело к развитию высшей водной растительности, активному размножению моллюсков и увеличению их численности.

Тогда как численность лимнеид изменялась постепенно и достигла своего пика в 2005 году (75 экз./1м²) (рисунок 8).

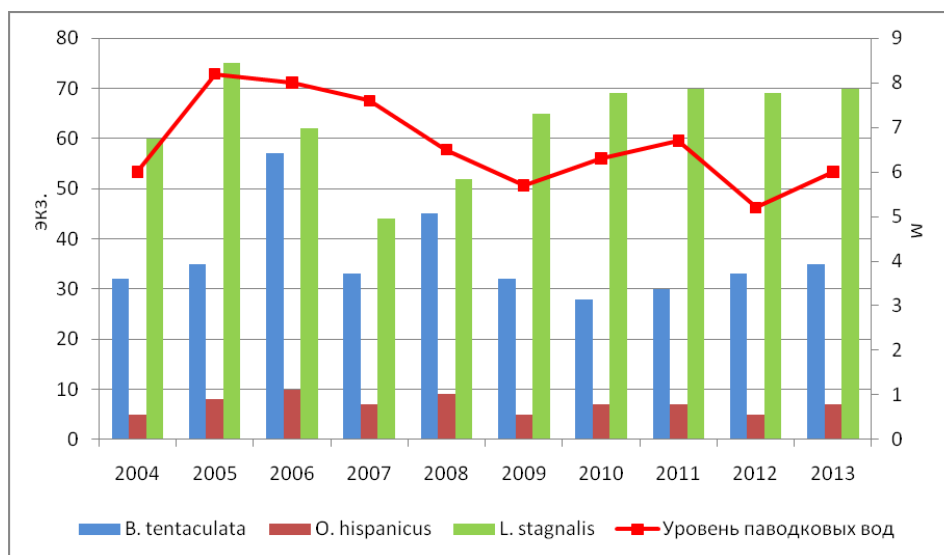


Рисунок 8 – Годовая динамика численности моллюсков на водоемах города Тюмени.

В процессе исследований выявлено следующее: численность популяций моллюсков изменялась постепенно в течение сезона. Плотность битиний постепенно возрастала в начале летнего сезона (32 экз.), превышала таковую у описторхофорусов почти в 8 раз, и достигала своего максимального значения к середине лета (57 экз.). К концу летнего сезона этот разрыв значительно сократился.

Средняя плотность описторхофорусов напротив, в течение сезона увеличивалась и достигала максимума к концу августа (30 экз.).

В завершении летнего сезона средняя плотность популяции

описторхофуров практически достигла средних значений численности популяции битиний в начале лета. Численность же лимнеид увеличивалась постепенно в течение летнего периода (рисунок 9).

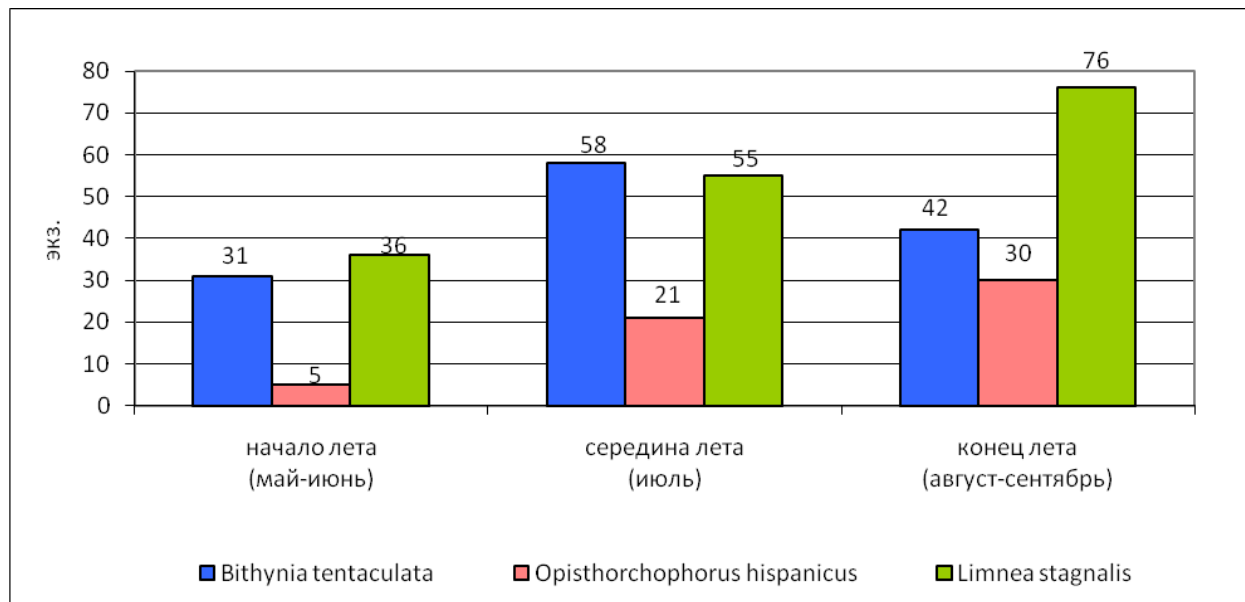


Рисунок 9 – Сезонная динамика численности моллюсков на водоемах города Тюмени.

В период исследований наблюдалось постепенное изменение возрастной структуры популяции битиний, обусловленное значительными изменениями доли сеголеток. В начале сезона в пробах сеголеток не было обнаружено. Максимальное число сеголеток наблюдалось в середине лета (60–65 экз.), затем, к концу летнего сезона их доля постепенно снижалась и достигала значений равных 50–55 экз. Отмечена тенденция к преобладанию в популяции особей трехлетнего возраста (63% от общего количества обнаруженных моллюсков). Аналогичная картина отмечалась и в популяции лимнеид.

Изучение возрастной структуры популяции описторхофуров показало, что для нее характерно преобладание особей второго года жизни (48–51%).

4.2.1.2. Инвазированность первых промежуточных хозяев трематодами в исследованных водоемах

Согласно сведениям авторов, исследовавших паразитофауну моллюсков в водоемах Западной Сибири, можно сказать, что моллюски сем. *Bithyniidae* и сем. *Limneidae* имеют широкое распространение и являются хозяевами многих трематод (Андреева, 2001; Атаев, 2002; Дроздов, 1969).

Так согласно исследованиям, проведенным на территории Омской области лимнеиды поражены 8 видами метацеркарий из 3 семейств. Одним из наиболее распространенных паразитов обнаруженных у *L. stagnalis* является *Diplostomum rutili* – возбудитель диплостомоза рыб. Экстенсивность инвазии данным гельминтом составила 3,5%.

Исследования малакофауны водоемов юга Тюменской области, с точки зрения изучения видового состава гельминтов, начали проводиться недавно. Так первые находки промежуточных хозяев *Opisthorchis felineus* моллюсков *Bithynia leachi* (по современной классификации *O. hispanicus* (Андреева, 2001) были найдены в водоемах поймы Ишима от Усть-Ишима до Петропавловска по 17 из 31 экз/м². Т.В. Сажина и В.П. Комарова (1969) сообщают о находках моллюсков *Bithynia leachi* в р. Карасуль от 10 до 40 экз., в р. Мергнь – до 100 экз., в р. Ишим – до 20–30 экз. Зараженность *Bithynia leachi* личинками описторха составляла от 0,8 до 2,26%.

Согласно нашим исследованиям из общего числа обследованных моллюсков (1298 экз.) инвазированными личинками трематод (описторхидами и диплостомидами), представляющими интерес для нашей работы, оказались 701 экз. или 54%.

Мониторинг инвазированности моллюсков обнаруженными видами гельминтов (*Opisthorchis felineus*, *Metorchis xanthosomus*, *Diplostomum rutili*, *Tylodelphis clavata*) выявил значительную динамику ее показателей по годам (таблица 15). Общая зараженность популяций *B. tentaculata* колебалась в интервале от 35 до 63 %. В то же время экстенсивность инвазии описторхофорусов находилась в пределах 9–26 %. Во все годы зараженность у описторхофорусов была ниже, чем у битиний, при этом в отдельные годы

на порядок и более. Можно предположить, что в популяции *Opisthorchophorus hispanicus* начинает просматриваться тенденция к снижению пораженности, в то время как у битиний она возрастает. Это можно объяснить, на наш взгляд, снижением плотности популяций описторхофоров и соответственно - уменьшением вероятности их заражения.

Таблица 15 – Зараженность исследованных видов моллюсков церкариями трематод, (%)

Вид моллюска	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Bithynia tentaculata</i>	38±5,5	35±5,1	51±5,7	44±6,2	63±6,5	56±6,0	53±5,9
<i>Opisthorchophorus hispanicus</i>	9±4,4	12±2,8	24±4,6	15±3,9	26±4,9	22±2,7	19±3,2
<i>Limnea stagnalis</i>	65±4,3	59±2,3	78±6,2	69±5,0	56±4,9	54±2,7	55±5,3

Окончание таблицы 15

Вид моллюска	2011	2012	2013
<i>Bithynia tentaculata</i>	54±5,6	51±5,5	52±5,7
<i>Opisthorchophorus hispanicus</i>	19±4,0	16±3,1	20±3,0
<i>Limnea stagnalis</i>	56±4,5	58±2,3	60±5,4

При анализе результатов паразитологических исследований моллюсков церкариями описторхид, отмечен высокий уровень зараженности (ЭИ) моллюсков на водоемах, относящихся к категориям «грязный» – 54,0% и «загрязненный» – 55,0% (таблица 16), при средней интенсивности инвазии (СИИ) равной 0,3 и 0,6 соответственно.

Таблица 16 – Инвазированность моллюсков сем. *Bythyniidae* личинками описторхид в водоёмах города Тюмени

Категория водоема	Исследовано моллюсков, экз.	Из них заражено, экз.	ЭИ, %
«Грязный» (Озеро Кривое)	175	95	54,0±5,7
«Загрязненный» (Пруд Чистый)	155	85	55,0±5,5
«Умеренно загрязненный» (Озеро Андреевское)	122	21	17,0±4,8
«Слабо загрязненный» (Озеро Липовое)	33	5	15,0±6,4

Необходимо отметить, что водоемы, содержащие зараженных моллюсков, расположены в непосредственной близости от населенных пунктов, либо традиционных мест отдыха и хозяйственной деятельности населения.

Уровень зараженности моллюсков сем. *Bythyniidae* церкариями описторхид, может зависеть от различных факторов среды (Маркевич, 1987; MacKenzi, 1995; Kirichuk, 2002). Так некоторые исследователи считают, что уровень пораженности определяется размером водоема. Другие придерживаются противоположной точки зрения. М.И. Черногоренко (1983) считает, что степень зараженности моллюсков находится в зависимости от концентрации на мелководьях дефинитивных хозяев. А.Н. Поцелуев (1992) выявил прямопропорциональную связь между плотностью первого промежуточного хозяина и его инвазированностью партенитами гельминта.

По данным А.А. Струговой (1989), экстенсивность инвазии определяется элиминационным процессом. Он зависит от плотности заселения водоема элиминаторами яиц гельминтов. Вышесказанным автором установлено, что 90% яиц описторхид элиминируется олигохетами и лишь 8% приходится на долю моллюсков. В проведенных исследованиях мы придерживаемся мнения последнего автора. Анализ материалов по составу бентостных организмов в исследованных водоемах, показал, что

наибольшую часть биомассы в водоема, относящихся к категориям «грязные» и «загрязненные» (91%), в отличие от других водоемов составляют брюхоногие моллюски. Вероятно, этим и объясняются высокие показатели инвазированности моллюсков церкариями описторхид. В остальных исследованных водоемах численность моллюсков значительно меньше (33–47%).

Результаты анализа инвазированности моллюсков сем. *Limneidae* церкариями диплостом показали следующее. Наиболее неблагоприятными водоемами в части инвазированности лимнеид личинками трематод является водоем, относящийся к категориям «грязный» – показатель ЭИ составил 73,0% и «загрязненный» водоем (ЭИ, 80%). Меньшие значения экстенсивности инвазии отмечены в «умеренно загрязненном» водоеме – 41,0% и наименьшая инвазированность была отмечена у лимнеид из контрольного водоема – 32,0% (таблица 17).

Таблица 17 – Инвазированность моллюсков сем. *Limneidae* личинками диплостамид в водоёмах города Тюмени

Категория водоема	Исследовано моллюсков, экз.	Из них заражено, экз.	ЭИ, %
«Грязный» (Озеро Кривое)	265	194	73,0±4,1
«Загрязненный» (Пруд Чистый)	374	301	80,0±3,2
«Умеренно загрязненный» (Озеро Андреевское)	133	54	41,0±5,5
«Слабо загрязненный» (Озеро Липовое)	41	13	32,0±5,4

Таким образом, наиболее неблагоприятными водоемами в части зараженности моллюсков церкариями трематод являются водоемы категорий «грязный» и «загрязненный».

4.2.1.3. Инвазированность вторых промежуточных хозяев личинками трематод в исследованных водоемах

О существовании второго промежуточного хозяина *Opisthorchis felineus* известно уже более века. Анализ материалов по источникам литературы и собственных исследований выявил, что самый широкий круг вторых промежуточных хозяев у *O. felineus* - 23 вида, у *M. xanthosomus* – 13 видов и у *D. rutili* – более 100 видов (Ляйман, 1966).

С целью изучения наличия соматических трематод у рыб семейства карповых были исследованы особи из 4 водоемов, расположенных на территории города Тюмени.

При обследовании 8 409 экз. карповых рыб, отловленных из городских водоемов, обнаружены 4 вида трематод. Систематический обзор выявленных видов трематод карповых рыб в водоемах города Тюмени представлен в таблице 18.

Изучая годовую динамику инвазированности карповых рыб метацеркариями описторхид была отмечена следующая картина. Максимальные показатели зараженности плотвы были выявлены в 2004 и 2008 годах, значение данного показателя составило 57%. В период с 2005 года по 2007 год было отмечено увеличение показателя экстенсивности инвазии с 34% до 40%, в период 2009–2013 годы – 40–54% соответственно (рисунок 10).

Динамика зараженности популяции верховки личинками гельминтов имеет более плавные и относительно небольшие колебания. Все показатели инвазированности популяции верховки незначительно уступали показателям плотвы на протяжении 2004, 2007 и 2008 годов. В популяции верховки максимальный показатель пораженности достиг в 2009г. (56,0 %). В 2010–2013 годы исследований данный показатель находился в пределах 49–52%.

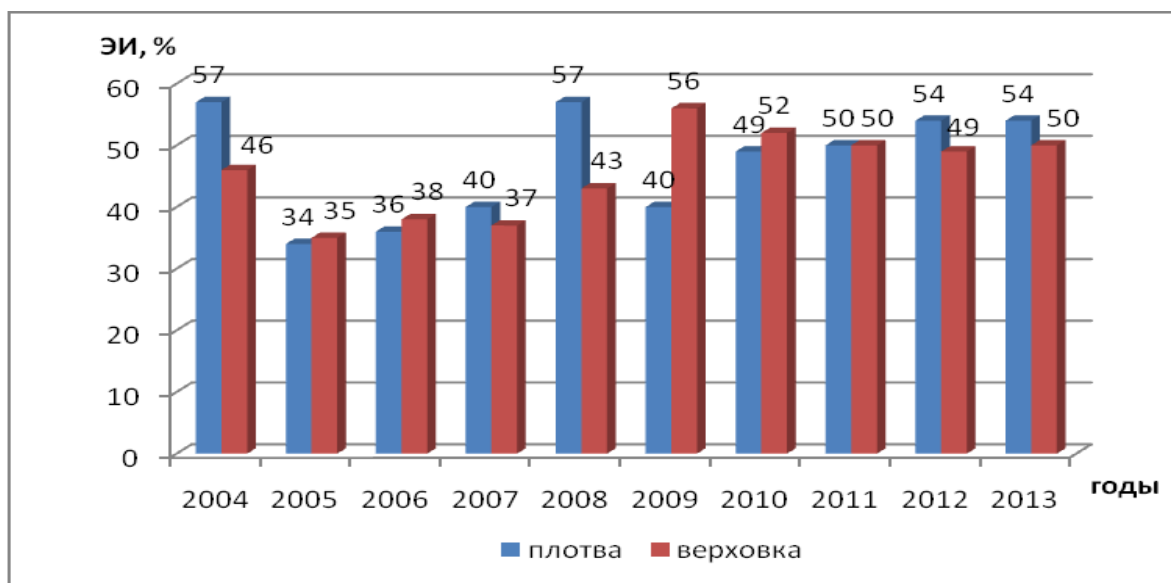


Рисунок 10 – Годовая динамика зараженности плотвы и верховки личинками описторхид.

Полученные результаты обусловлены высоким уровнем паводковых вод в эти периоды исследований и как следствие развитие высшей водной растительности, что создаёт благоприятные условия для размножения моллюсков – основного инвазионного материала для рыб. Кроме того, в период паводка распространению описторхид способствует загрязнение пресноводных водоемов фекалиями человека и животных. Это отмечается в тот период, когда паводковые воды затопляют выгребные уборные или при смыве ливневыми водами поверхностных загрязнений почв.

Сравнительный анализ многолетних показателей уровня зараженности метацеркариями описторхид для обеих популяций рыб не выявил какой-либо зависимости между ними.

Таблица 18 - Систематический обзор обнаруженных трематод карповых рыб в водоемах города Тюмени

Семейство	Вид	Водоем	Виды рыб	Место локализации
1	2	3	4	5
Класс Trematoda Rud, 1808				
<i>Diplostomidae Poirier, 1886</i>	<i>Diplostomum rutili, Razmashkin, 1969</i>	оз. Кривое, пруд Чистый, оз. Андреевское оз. Липовое	верховка, плотва	хрусталик глаза
	<i>Tylodelphis clavata, Nordmann, 1832</i>	оз. Кривое, пруд Чистый, оз. Андреевское	верховка, плотва	стекловидное тело
<i>Opisthorchidae Braun, 1901</i>	<i>Opisthorchis felineus, Rivolta, 1884</i>	оз. Кривое, пруд Чистый, оз. Андреевское	верховка, плотва	мышцы, жабры
	<i>Metorchis xanthosomus, Creplin, 1846</i>	оз. Кривое, пруд Чистый, оз. Андреевское оз. Липовое	верховка, плотва	мышцы, жабры

В ходе работы нами проведены исследования по изучению морфологических признаков обнаруженных церкарий трематод семейства *Opisthorchidae*. Выявлено, что они морфологически трудно различимы. В таблице приведены основные признаки, по которым можно различить личинок описторхид (таблица 19).

Таблица 19 – Морфологические признаки церкарий описторхид

Вид	Соотношение длины и ширины	Окраска тела	Основание хвоста
<i>Opisthorchis felineus</i>	2:1	темно-коричневая	расширено, мембрана с двух сторон
<i>Metorchis xanthosomus</i>	2,5:1	зеленовато-коричневая	расширено, мембрана с двух сторон

Изучая инвазированность карповых рыб возбудителями трематод, выявлено, что она имеет различные показатели. Как плотва, так и верховка являются носителями всех обнаруженных видов гельминтов.

Общая зараженность плотвы описторхидами была равна следующим значениям (Таблица 20): ЭИ – 18,8% (личинки описторхиса), 55,7% (меторхи), с показателем СИИ -0,3 и 0,9 соответственно, при максимуме 5 особей в одной рыбе. Инвазированность диплостомами имела максимальные значения (ЭИ – 84,2%, СИИ – 3,7) и наименьшие показатели были отмечены в отношении зараженности личинками тилодельфисов (ЭИ-5,1%, СИИ – 0,1).

Для верховки отмечены наиболее статистически достоверно низкие по сравнению с плотвой показатели инвазированности рыб метацеркариями описторхиса (12,5%), меторхиса (49,5%), диплостомума (71,2%). Выявлено незначительное превышение по зараженности *Tylodelphis clavata* (6,0%) по сравнению с плотвой. Для верховки характерно превышение показателя экстенсивности инвазии лишь в уровне инвазированности *Tylodelphis clavata*.

Анализ экстенсивности инвазии между популяциями плотвы и верховки показал статистические достоверные различия (Вепрева, Гашев, 2010).

Ведущую роль в эпизоотическом процессе принадлежит плотве, как наиболее распространенному виду. Кроме того, плотва достигает более крупных размеров по сравнению с верховкой, что увеличивает вероятность проникновения личинок паразитов в организм хозяина (Naumova, 2001).

Кроме того, нами впервые проведена работа по изучению динамики распределения инвазии исследуемыми видами в различных возрастных группах второго промежуточного хозяина в городских водоемах (Ляйман, 1955) (таблицы 35-38).

Полученные результаты показывают увеличение количества инвазированных метацеркариями описторхисов рыб с возрастом у всех обследованных видов. Инвазированность сеголеток плотвы достигла значения $17\% \pm 16,3$, трёхлеток – $18\% \pm 9,7$ и у рыб пятого года жизни составила $27\% \pm 8,7$. У верховки данный показатель был равен $6\% \pm 11,6$, $16\% \pm 8,6$, $17\% \pm 5,6$ соответственно.

Следует отметить, что для верховки пик зараженности *Metorchis xanthosomus* приходится на рыб второго года жизни и равен 66%. Показатель экстенсивности заражения личинками *Diplostomum rutili* возрастала постепенно и достигла максимального значения в популяции рыб четвертого года жизни (89%), тогда как у пятилеток показатель экстенсивности инвазии резко снизился до 49%. Зараженность *Tylodelphis clavata* в среднем составила значение 6%.

В популяции плотвы отмечалось увеличение показателя инвазии прямопропорционально (таблица 20).

Для получения наиболее полной и достоверной картины по зараженности карповых рыб трематодами, был сделан анализ инвазированности рыб на каждом из водоемов в отдельности.

Таблица 20 – Инвазированность карповых рыб возбудителями трематод в водоемах города Тюмени

Виды паразитов	Плотва (n – 4636)			Верховка (n – 3773)		
	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СII	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СII
1	2	3	4	5	6	7
<i>Diplostomum rutili</i>	3 671	84,2±2,8*	3,7	1 721	71,2±3,8	3,1
<i>Tylodelphis clavata</i>	160	5,1±9,4*	0,1	141	6,0±14,7	0,06
<i>Opisthorchis felineus</i>	608	18,8±10,6*	0,3	318	12,5±10,4	0,2
<i>Metorchis xanthosomus</i>	2457	55,7±6,7*	0,9	1630	49,5±6,0	0,9

Примечание: * – статистические достоверные отличия с популяцией верховки, при $P < 0,05$.

Зараженность карповых рыб метацеркариями трематод в водоеме с высоким уровнем антропогенного воздействия (категория «грязный»).

В процессе исследований, выполненных нами в период 2004–2013 гг., была изучена трематодофауна плотвы (n=1837), верховки (n = 2947). Все обнаруженные паразиты являются общими как для плотвы так и для верховки.

Семейство *Diplostomidae*:

- плотва – ЭИ – $81,5\% \pm 4,4$ (диплостомы), $7,2\% \pm 11,4$ (тилодельфисы);
- верховка – ЭИ – $65,0\% \pm 6,4$, $6,0\% \pm 11,0$ соответственно (таблица 21).

Показатель средней интенсивности инвазии для данного семейства у карповых рыб варьировал в пределах 2,0–4,5.

Семейство *Opisthorchidae*:

- плотва – ЭИ – $56,0\% \pm 7,4$ (меторхи), $17,8\% \pm 12,6$ (описторхи), СИИ – 1,6–2,0;
- верховка – ЭИ – $54,3\% \pm 8,0$, $19,5\% \pm 12,0$ соответственно, СИИ – 1,6–2,2 (Вепрева, Фаттахов, 2008).

В ходе исследований проведен анализ возрастной динамики зараженности карповых рыб метацеркариями описторхид, который выявил следующие результаты.

- В популяции плотвы показатель экстенсивности инвазии меторхисами увеличивался с возрастом и находился в пределах 43–64%. Тогда как экстенсивность инвазии *Opisthorchis felineus* варьировала в пределах 9–24%, причем следует отметить, что у рыб самой старшей возрастной группы данный показатель был ниже по сравнению с рыбами третьего и четвертого года жизни (рисунок 11).

- У верховки зараженность меторхами увеличивалась с возрастом и варьировала в пределах от $38\% \pm 14,1$ у сеголеток и достигла максимальных значений $71\% \pm 7,3$ у рыб трехлетнего возраста. Показатель ЭИ личинками

описторхисов в популяции верховки ниже по сравнению с таковым у плотвы (рисунок 12). Индекс обилия метацеркариями описторхисов как у верховки так и у плотвы варьировал в пределах 0,1–0,4. В ходе анализа данных выявлено, что зараженность особей как плотвы так и верховки *Opisthorchis felineus* достоверно ниже ($P < 0,001$) по сравнению с инвазированностью меторхами (Вепрева, Фаттахов, 2008).

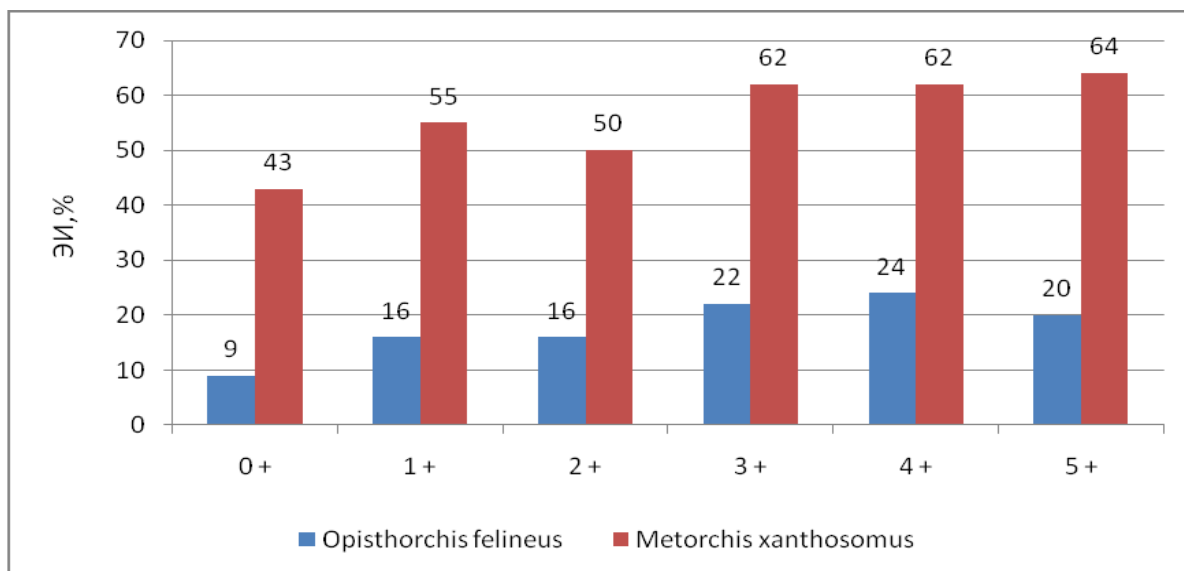


Рисунок 11 – Зараженность разных возрастных групп плотвы личинками описторхид.

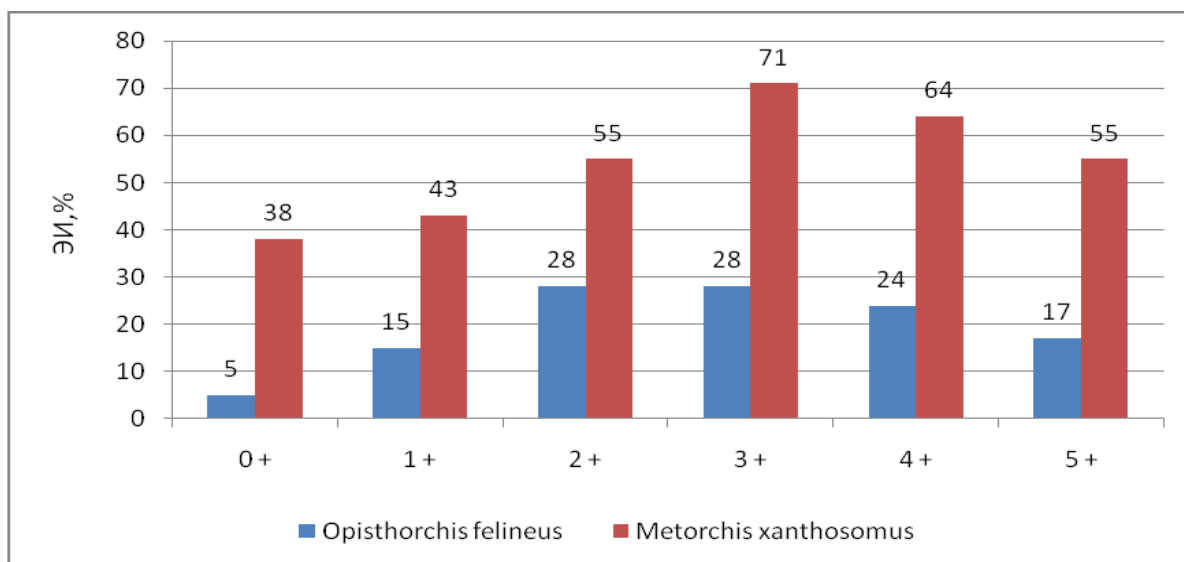


Рисунок 12 – Зараженность разных возрастных групп верховки личинками описторхид.

Таблица 21 – Инвазированность карповых рыб метацеркариями трематод

Виды паразитов	Плотва (n – 1837)			Верховка (n – 2947)		
	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ
1	2	3	4	5	6	7
<i>Diplostomum rutili</i>	1341	81,5±4,2*	3,3	1064	65,0±6,4	4,5
<i>Tylodelphis clavata</i>	131	7,2±11,4*	2,3	141	6,0±14,7	2,0
<i>Opisthorchis felineus</i>	271	17,8±12,6*	1,6	284	19,5±12,8	1,6
<i>Metorchis xanthosomus</i>	947	56,0±8,0*	2,0	1247	54,3±8,0	2,2
<i>Среднее</i>		40,625			36,2	

Примечание: * – статистические достоверные отличия с популяцией верховки, при P<0,05.

В результате исследования внутренней среды глаз исследуемых рыб, обнаружены диплостомы и тилодельфисы. Для популяции плотвы показатель зараженности диплостомами был на 17% выше, по сравнению с популяцией верховки. Тогда как показатель зараженности личинками тилодельфисов как у плотвы, так и у верховки был низким и составил 6–7% (рисунок 13).

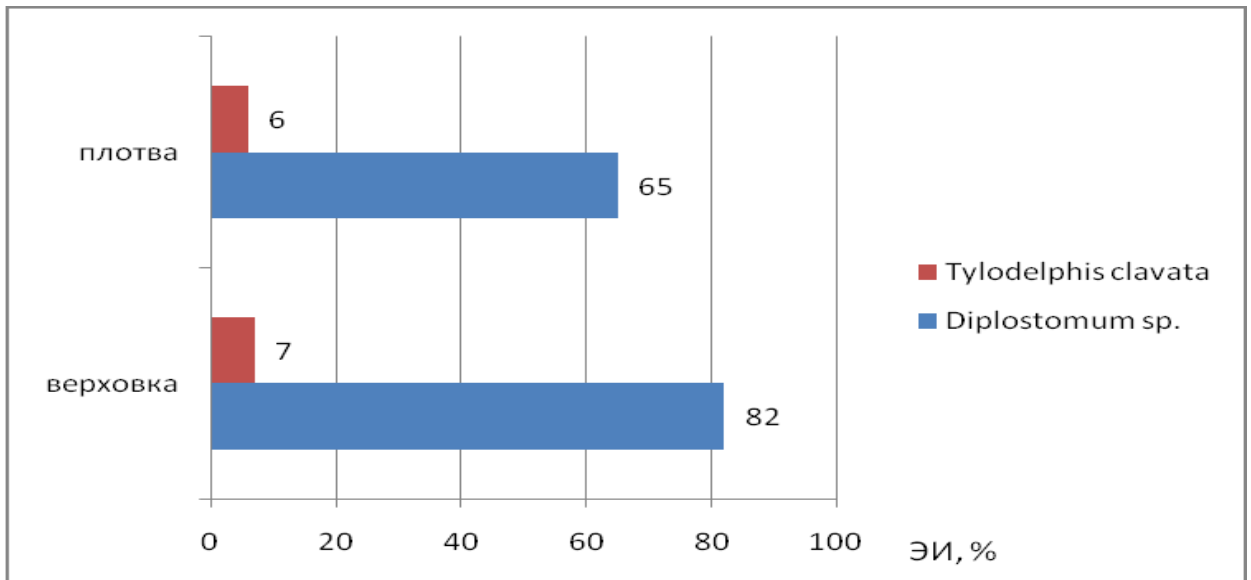


Рисунок 13 – Зараженность карповых рыб метациеркариями диплостом и тилодельфисов.

Изучая годовую динамику инвазированности карповых рыб трематодами в данном водоеме была отмечена следующая картина. Популяция плотвы по сравнению с верховкой имела более высокие показатели инвазированности. Максимальные показатели зараженности плотвы были отмечены в 2010 и 2013 годах, среднее значение данного показателя составило 58%. Наиболее низкий показатель экстенсивности инвазии выявлен у рыб в 2005 году, его значение составило 36% (рисунок 14).

Для популяции верховки годовая динамика зараженности трематодами варьировала от 26% в 2004 году до 50% в 2010. В 2005 году у особей верховки выявлена наибольшая зараженность по сравнению с плотвой – 40%. В остальные периоды исследования ЭИ была меньше.

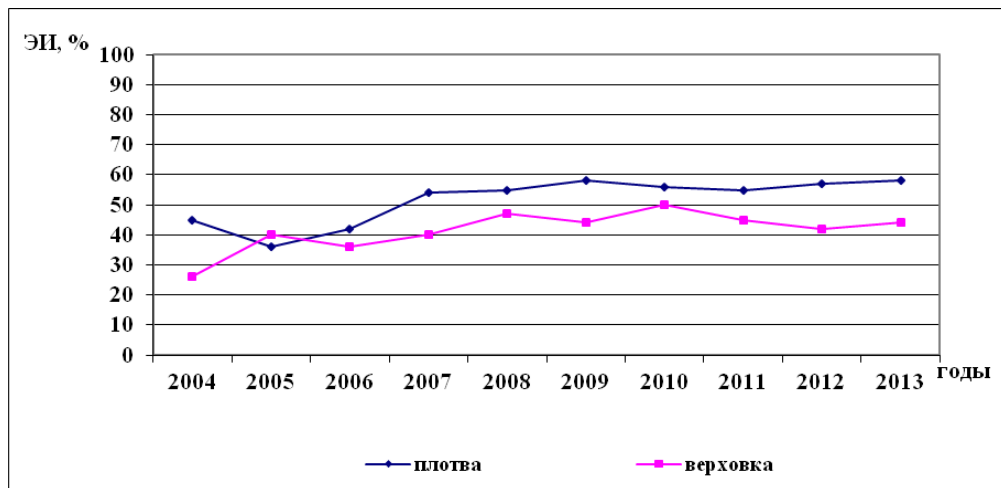


Рисунок 14 – Годовая динамика зараженности карповых рыб метацеркариями трематод.

Зараженность карповых рыб метацеркариями трематод в водоеме со средним уровнем антропогенного воздействия (категория «загрязненный»).

Из обнаруженных видов паразитов в водоеме встречаются все 4 вида, однако в разных возрастных группах и у разных видов рыб экстенсивность зараженности гельминтами значительно отличается. Так из 950 экз. плотвы инвазированными оказались более половины особей, в которых встречаются ассоциации всех видов обнаруженных гельминтов (таблица 22). Для популяции плотвы в данном водоеме характерна высокая экстенсивность инвазии метацеркариями диплостом и составляет значение равное 89,0% и низкая зараженность личинками тилодельфисов.

Верховка наиболее свободна от инвазии в части зараженности метацеркариями, вызывающими офтальмогельминтозы. В сравнении с плотвой, у нее не отмечена инвазированность *Tylodelphis clavata*. Однако достаточно высокая зараженность меторхами, составившая $50\% \pm 3,7$. У плотвы данный показатель равен $60,2\% \pm 6,3$ (таблица 22). Кроме того, для верховки характерна зараженность паразитами лишь у более младших возрастных групп рыб.

Таким образом, пруд является неблагополучным по инвазированности рыб меторхисом, диплостомами и занимает 3 место среди исследованных

водоемов по зараженности рыб метацеркариями описторхиса, после «грязного» и «умеренно загрязненного» водных объектов.

Таблица 22 – Инвазированность карповых рыб личинками трематод

Виды паразитов	Плотва (n – 950)			Верховка (n – 190)		
	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ
1	2	3	4	5	6	7
<i>Diplostomum rutili</i>	813	89,0±2,2	4,5	154	82,0±1,2	4,6
<i>Tylodelphis clavata</i>	6	1,25±11,3	1,9	---	---	---
<i>Opisthorchis felineus</i>	156	16,6±10,0	1,3	11	8,5±6,8	1,4
<i>Metorchis xanthosomus</i>	537	60,2±6,3	1,5	91	50,0±3,7	1,6
<i>Среднее</i>		41,76			46,83	

Годовая динамика зараженности карповых рыб трематодами показывает, что для популяции плотвы характерно наибольшая зараженность особей за весь период исследований. Динамика инвазированности изменялась плавно без резких подъемов и спадов. В среднем за весь период исследования зараженность составила 42% (рисунок 15). Тогда как у верховки максимальный показатель зараженности был отмечен в 2007 и 2010 годах 39%.

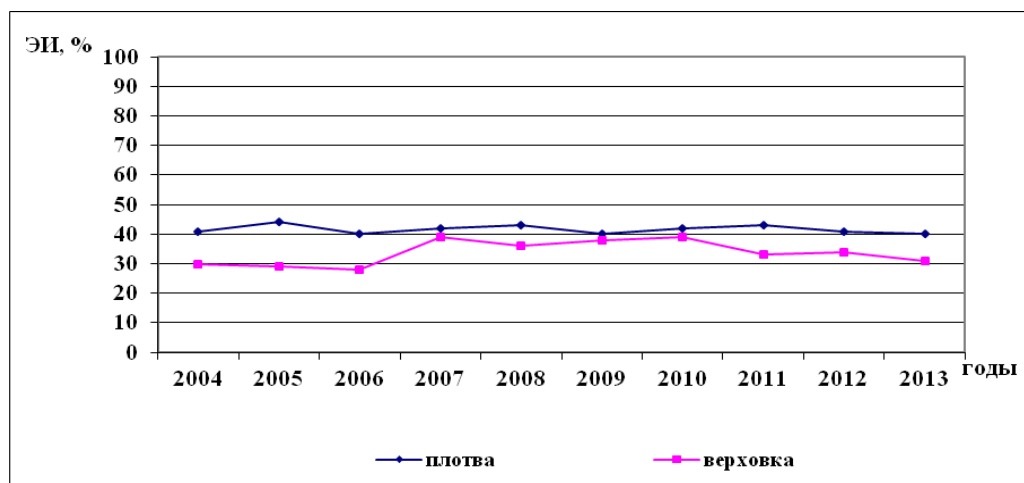


Рисунок 15 – Годовая динамика зараженности карповых рыб метацеркариями трематод.

Зараженность карповых рыб метацеркариями трематод в водоеме с умеренным уровнем антропогенного воздействия (категория «умеренно загрязненный»).

С целью изучения трематодофауны карповых рыб, обитающих в водоеме, нами проведено вскрытие 1498 экземпляров рыбы, в том числе плотвы 862 экз., верховки 636 экз.

Анализ результатов показывает, что паразитофауна карповых рыб в данном водоеме представлена личинками диплостомума (ЭИ – 75,2%), меторхиса (ЭИ – 50,1%), описторхиса (ЭИ – 12,9%) и личинками *Tylodelphis clavata* (ЭИ – 4,2%) (рисунок 16).

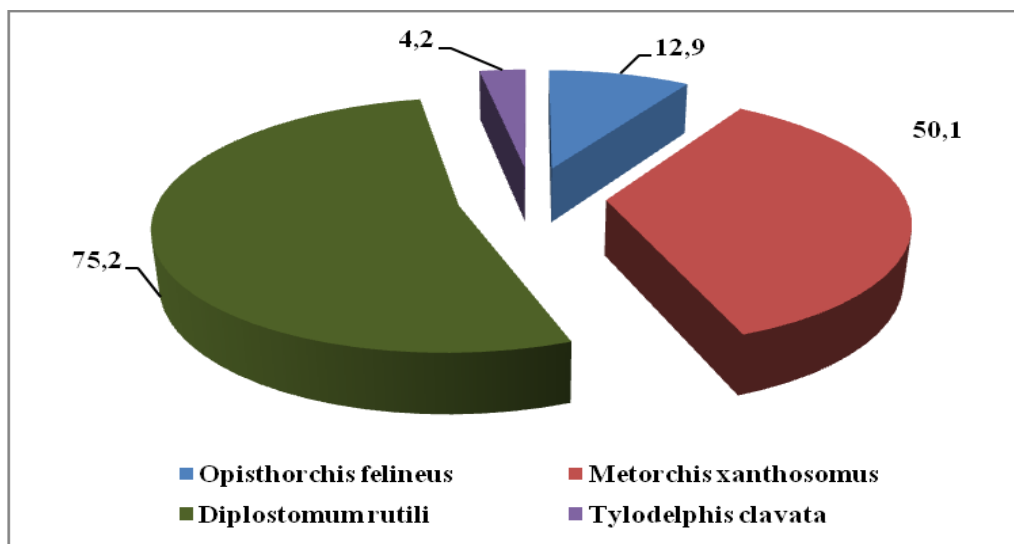


Рисунок 16 – Удельный вес личинок трематод карповых рыб.

Наибольший удельный вес в паразитоценозе карповых рыб водного объекта занимают *Diplostomum rutili* и *Metorchis xanthosomus*.

В ходе исследований у плотвы выявлена инвазия метацеркариями всех обнаруженных видов гельминтов. В популяции наблюдается рост инвазированности *Metorchis xanthosomus* от 51%±8,5 у сеголеток до 74%±2,2 у рыб пятого года жизни (таблица 37). Показатель инвазированности метацеркариями описторхов находился на уровне 23-25%, зараженность личинками тилодельфисов имела низкий показатель (4,0%) (Вепрева, Гашев, 2010).

В популяции верховки выявлена инвазированность диплостомами, описторхами и меторхами, при чем зараженность по меторхозу и описторхозу в разных возрастных группах была значительно меньше в сравнении с плотвой. Следует отметить, что у рыб четвертого года жизни выявлена стопроцентная зараженность личинками *Diplostomum rutili*

Индекс обилия всех обнаруженных трематод, за исключением тилодельфисов, в этом озере был выше у плотвы по сравнению с верховкой. В популяции плотвы индекс обилия имел следующие значения:

- описторхисы – 0,4;
- меторхисы – 1,0;
- диплостомы – 3,8;
- тилодельфисы – 0,1;

У верховки данные показатели имели более низкие значения и составляли следующие значения 0,05, 0,7 и 3,5 соответственно.

Зараженность тилодельфисами была обнаружена лишь в популяции плотвы, средний показатель экстенсивности инвазии составил (4,2%) (таблица 23).

Таблица 23 – Инвазированность карповых рыб личинками трематод

Виды паразитов	Плотва (n - 862)			Верховка (n - 636)		
	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ
<i>Diplostomum rutili</i>	642	80,2±2,8	4,6	503	70,2±2,3	2,7
<i>Tylodelphis clavata</i>	23	4,2±6,3	3,3	---	---	---
<i>Opisthorchis felineus</i>	181	21,8±9,1*	1,4	23	4,0±6,9	1,4
<i>Metorchis xanthosomus</i>	481	58,8±5,1*	1,7	292	41,3±5,1	1,8
<i>Среднее</i>		41,2			38,5	

Примечание: * - статистические достоверные отличия с популяцией верховки в зараженности личинками описторхид, при $P < 0,05$.

Анализ годовой динамики зараженности карповых рыб показал, что наибольшая инвазированность рыб отмечена в популяции плотвы. Максимальные показатели зараженности, как у плотвы, так и у верховки отмечены в 2010 году. Значение ЭИ составило 58% и 46% соответственно. Резкое увеличение показателя зараженности отмечается в 2008 году (плотва – 50%, верховка – 36%). В период с 2011 по 2013 годы отмечено снижение показателя зараженности рыб в данном водоеме (рисунок 17).

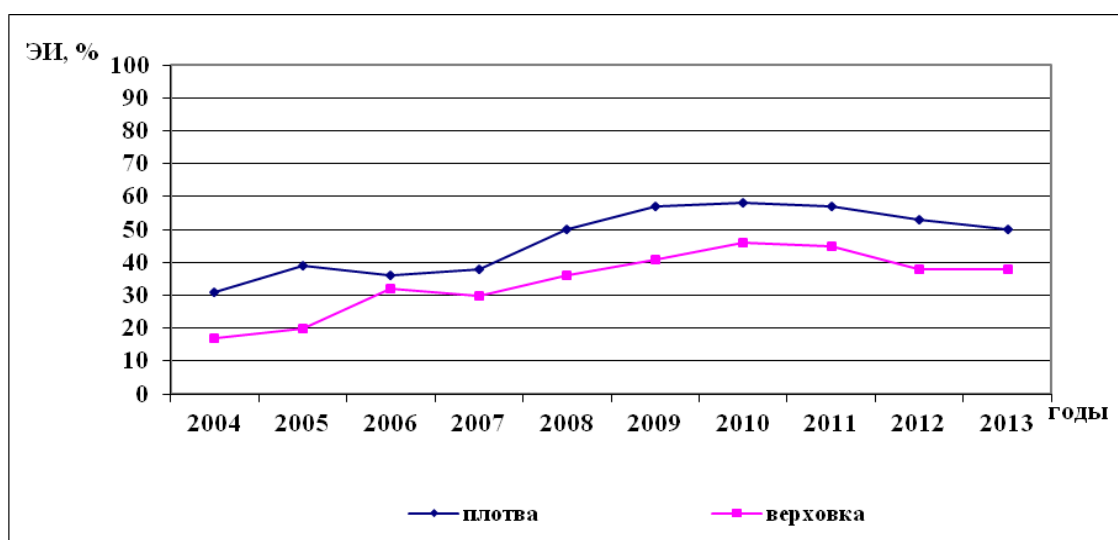


Рисунок 17 – Годовая динамика зараженности карповых рыб личинками трематод.

Зараженность карповых рыб метацеркариями трематод в контрольном водоеме (категория «слабо загрязненный»).

Работа выполнялась с 2004 по 2013 гг. За этот период нами обнаружены лишь особи плотвы ($n = 987$).

В популяции плотвы обнаружены 2 вида паразитов (*Diplostomum rutili*, *Metorchis xanthosomus*) (таблица 24). Инвазированность плотвы диплостомами увеличивалась постепенно, с возрастом и достигла пика у рыб пятого года жизни (ЭИ – 100%) с максимальным количеством личинок равным 31. Необходимо отметить, что около половины исследованной молоди плотвы инвазированы данным гельминтом, что оказывает негативное

влияние на развитие популяции в целом, так как функционирование паразита приводит к задержке роста.

Следует отметить достаточно высокую пораженность плотвы метацеркариями *Metorchis xanthosomus*, особенно в июле-августе (ЭИ – 80%). Однако интенсивность инвазии была сравнительно низкой.

Отсутствие личинок описторхиса в озере по сравнению с другими водоемами является очень важным определяющим фактором. Это дает возможность населению без вреда для здоровья использовать водный объект в качестве рекреационной зоны и любительского рыболовства.

Таким образом, в водоеме отмечена неблагоприятная ситуация по зараженности рыб меторхисами и диплостомами. Причем экстенсивность инвазии имеет достаточно высокие показатели.

Таблица 24 – Инвазированность карповых рыб личинками трематод

Виды паразитов	Плотва (n – 987)		
	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ
<i>Diplostomum rutili</i>	815	86,0±2,1	5,0
<i>Tylodelphis clavata</i>	---	---	---
<i>Opisthorchis felineus</i>	---	---	---
<i>Metorchis xanthosomus</i>	492	56,2±7,3	1,4
<i>Среднее</i>		71,1	

Изучив годовую динамику зараженности плотвы личинками трематод, нами выявлено следующее. Наибольший показатель зараженности отмечен в 2008 году и составил значение равное 39%. В остальные периоды исследований данный показатель варьировал в пределах 19–37%.

Очень часто в результате исследований отмечается совместное обитание трематод в организме хозяина, в результате чего возникают смешанные инвазии.

Анализ ассоциативных инвазионных болезней рыб, проведенный в ходе нашего исследования, свидетельствует, что большая часть из числа пораженных рыб заражены возбудителями двух и трех инвазий (n– 4725 экз. или 56,2%).

Из общего числа инвазированных особей одним возбудителем, на долю пораженных меторхисом приходилось 8,2 % или 690 случаев, описторхисом 2,7% (230 случаев), диплостомумом 32,8% (2764 случаев). Из числа исследованных, у 4221 экземпляров рыб (50,2%) зарегистрировано по два возбудителя инвазии. Всего зарегистрировано 4 вариации ассоциативного течения биинвазий (диплостомум+тилодельфис, диплостомум+меторхис, меторхис+описторхис, диплостомум+описторхис). Каких-либо четко выраженных закономерностей преобладания тех или иных ассоциаций не обнаружено.

Численность рыб, инвазированных одновременно представителями трёх видов паразитов составила 504 экземпляра или 6%. При анализе этой группы просматривается превалирование личинок диплостомума и меторхиса.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что среди карповых рыб исследованных водоёмов широко распространены моно и биинвазии.

Выполнив общий анализ инвазированности карповых рыб в водоемах города Тюмени, выявлены следующие закономерности (рисунок 18):

- наиболее неблагополучными водоемами, имеющими высокие показатели инвазированности карповых рыб личинками исследуемых гельминтов являются водоемы, относящиеся к категориям «грязные» и «загрязненные»;

- неблагоприятная эпизоотическая ситуация по зараженности рыб метацеркариями, вызывающими описторхоз, наблюдается во всех исследованных водоемах, кроме контрольного («слабо загрязненного»)

водного объекта, рыба из данного водоема свободна от личинок *Opisthorchis felineus*;

– во всех исследуемых водных объектах отмечена напряженная ситуация с зараженностью рыб *Diplostomum rutili*, в среднем показатель зараженности рыб был равен 80,1%;

– из исследованных гельминтозов наиболее благоприятная ситуация складывается по зараженности рыб личинками тилодельфисов, что вероятнее всего связано с незначительной численностью на исследованных водоемах окончательных хозяев данного гельминта (поганок). Проведенный учет численности данных водоплавающих птиц показал, что на 1 км² водоема встречается не более 1–3 особей данного вида водоплавающих птиц, что не позволяет поддерживать популяцию гельминтов. Наибольшая инвазированность рыб тилодельфисами была отмечена в водоеме категории «грязный» и составила 6,6%, 4,2% – показатель зараженности рыб в «умеренно загрязненном» озере, 1,3% – значение экстенсивности инвазии рыб в «загрязненном» пруду.

– в исследованных водоемах инвазии рыб в большей части протекают в форме микстинвазий.

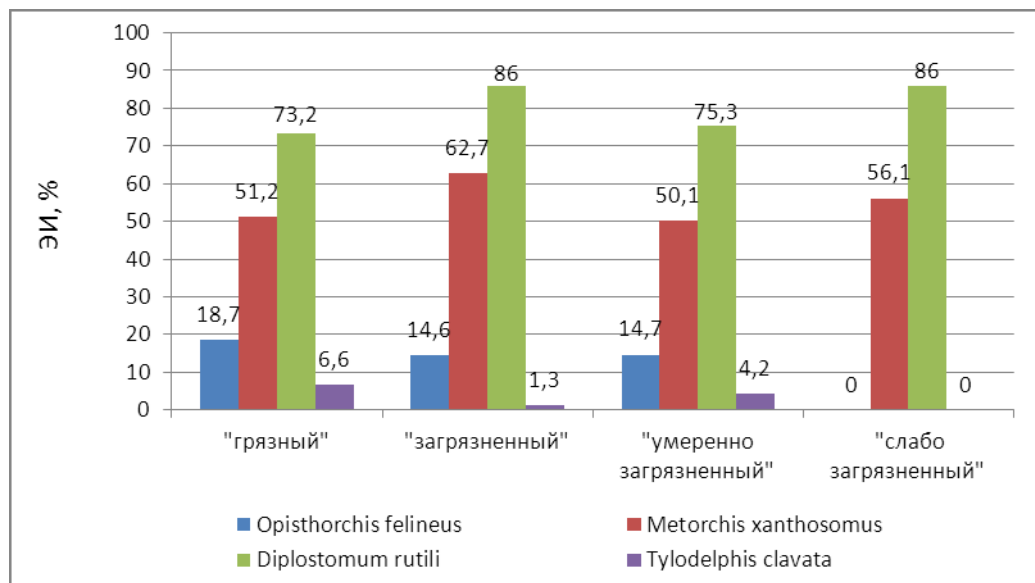


Рисунок 18 - Инвазированность карповых рыб личинками трематод в водоемах города Тюмени.

Анализ достоверных различий в зараженности карповых рыб трематодами в исследуемых водоемах показал различия в инвазированности рыб *Opisthorchis felineus*, *Metorchis xanthosomus* и *Diplostomum rutili* (таблица 25).

Таблица 25 – Зараженность карповых рыб метацеркариями трематод в исследованных водоемах.

Вид	Категория загрязнения водоема			
	«Грязный» (Озеро Кривое)	«Загрязненный» (Пруд Чистый)	«Умеренно загрязненный» (Озеро Андреевское)	«Слабо загрязненный» (Озеро Липовое)
<i>Opisthorchis felineus</i>	18,7**••	14,6**••	14,7**••	0**••
<i>Metorchis xanthosomus</i>	51,2"•	62,7"•	50,1"•	56,1"•
<i>Diplostomum rutili</i>	73,2▪	86▪	75,3▪	86▪
<i>Tylodelphis clavata</i>	6,6	1,3	4,2	0

Примечание: * - статистические достоверные отличия с *Metorchis xanthosomus*; • - с *Diplostomum rutili*; " - с *Tylodelphis clavata*; ▪ - с *Opisthorchis felineus*. Один условный знак – отличия достоверны при $P < 0,05$, два знака - при $P < 0,01$, три знака - при $P < 0,001$.

Для оценки уровня сходства исследуемых водоемов по сумме 12 показателей зараженности моллюсков и рыб обнаруженными видами трематод был проведен кластерный анализ по Евклидову расстоянию методом сравнения парно-групповых весов), на основе которого построена дендрограмма (рисунок 19).

Наибольшее сходство по всем показателям зараженности промежуточных хозяев трематодами отмечается в водоеме категории «грязный» (озеро Кривое) и «умеренно загрязненный» (озеро Андреевское) (Евклидово расстояние минимально и составляет 4,5). Большие различия наблюдается между вышеназванными водоемами и «загрязненным»

водоемом (пруд Чистый) (Евклидово расстояние – 5,4). Наиболее обособленно от других водоемов располагается контрольный водоем (озеро Липовое), для которого характерно наименьшее сходство по показателям инвазированности по сравнению с остальными исследованными водными объектами (Евклидово расстояние - 7,1).

В ходе статистической обработки полученных данных в части выявления наличия связи между уровнем зараженности моллюсков и рыб обнаруженными видами трематод, выявлено следующее. Коэффициент корреляции между инвазированностью моллюсков и рыб исследуемыми видами гельминтов в различных сочетаниях составил $r > 0,5$, что говорит о наличии достоверной связи и взаимодействии популяций промежуточных хозяев в процессе поддержания численности гельминтов в водоемах.

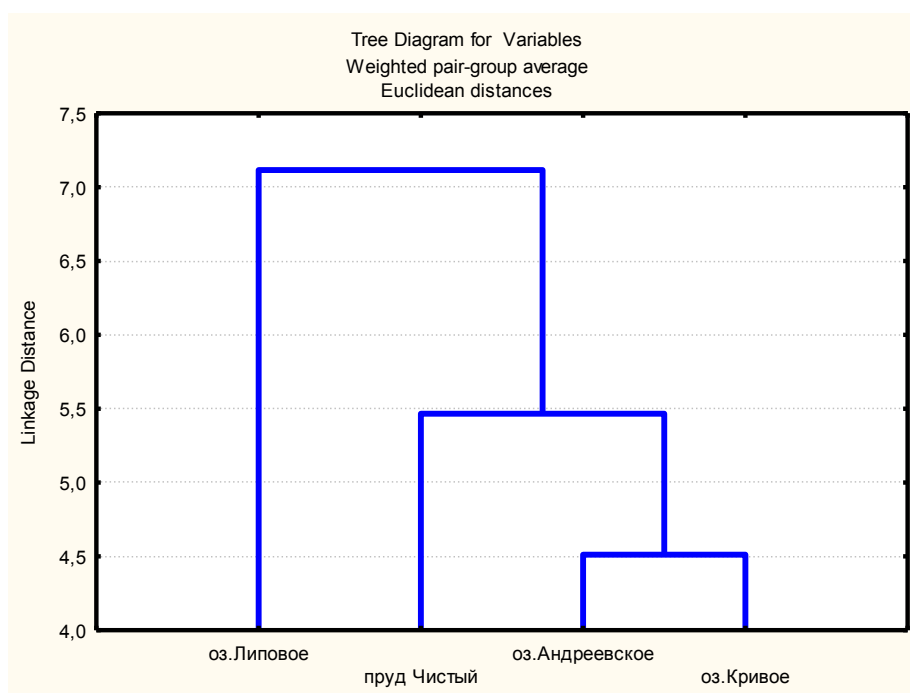


Рисунок 19 – Дендрограмма сходства исследованных водоемов по показателям зараженности гельминтами моллюсков и рыб.

4.3. Распределение метацеркарий паразитов в теле рыб, обитающих в водоемах с различными экологическими условиями

Изучение топографии метацеркарий гельминтов проводилось по методике Е.Г. Сидорова (1960).

Исток водоема	164*•	258*•	183*•	29*•	96*•	27*•
Средняя часть водоема (вблизи расположения кладбища)	509	894	503	41	243	45
Устье водоема	594*	960*	490*	45*	236*	51*
Категория водоема «загрязненный» (пруд Чистый)						
Со стороны автодороги	168"	301"	153"	20"	80"	9"
Зона отдыха населения	104	161	113	6	43	6
Категория водоема «умеренно загрязненный» (озеро Андреевское)						
Коттеджный поселок	210	350	157	18	106	14
Зона отдыха населения	159	242	154	18	72	10
Категория водоема «слабо загрязненный» (озеро Липовое)						
Со стороны автодороги	113"	164"	102"	9"	49"	6"
Зона отдыха населения	47	90	60	4	25	3

(1 участок – участок мышечной ткани, расположенный в спинной части тела, вблизи жабр; 2 участок - участок мышечной ткани, расположенный вблизи спинного плавника; 3 участок - участок мышечной ткани, расположенный в спинной части тела, вблизи хвостового плавника; 4 участок - участок мышечной ткани, расположенный в брюшной части тела, вблизи жабр; 5 участок - участок мышечной ткани, расположенный вблизи брюшного плавника; 6 участок - участок мышечной ткани, расположенный в брюшной части тела, вблизи хвостового плавника)

Примечание: * – статистические достоверные отличия со средней частью водоема; • – с устьем водоема; " – с зоной отдыха населения, при $P < 0,05$.

В ходе проведения статистического анализа данных выявлено, что имеются достоверные различия в количестве гельминтов, обнаруженных у рыб из различных частей водоема.

Полученные нами результаты исследований подтверждают сведения, других авторов (Соусь, 2006; Коряковцева, 1991; Шустов, 1977) о том, что в различных возрастных группах, основная часть метацеркарий описторхид локализована в мышцах спины, вблизи спинного плавника (1-3 участки), остальная наименьшая часть гельминтов была сосредоточена в 4,5,6 участках, количество обнаруженных личинок гельминтов в данных участках составило значение равное 1,6,11 и 1,4 процентов соответственно (рисунок

20). Кроме того, небольшая часть личинок гельминтов была обнаружена в мышцах ротовой полости.

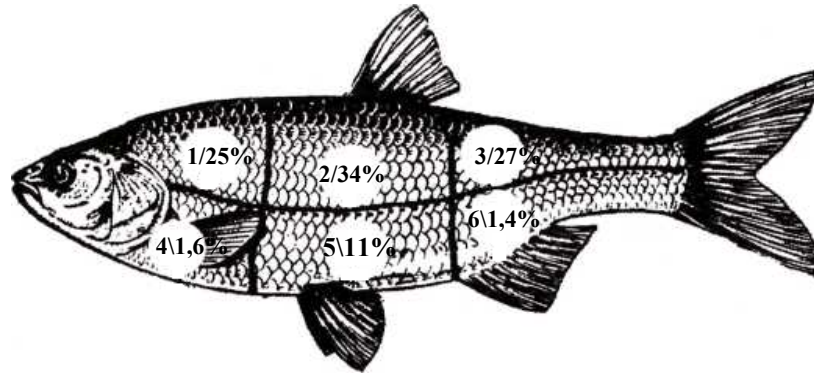


Рисунок 20 – Схема локализации гельминтов теле рыб (участок тела/процент обнаруженных гельминтов).

Проведя анализ интенсивности накопления метацеркарий трематод у карповых рыб различных возрастных групп в исследованных водоемах, было отмечено, что их аккумуляция происходит постепенно, с наименьшим количеством личинок у рыб младших возрастов (7 ед. у плотвы и 5 ед. у верховки) и достигает максимальных значений у особей 4-5-го года жизни (33-36 ед.- плотва, 28-34 ед. верховка) в среднем на одну исследованную рыбу.

В ходе проведенной работы наибольшее количество метацеркарий в исследованной рыбе отмечено в середине лета (таблица 27), что объясняется скоплением рыб в прибрежной, наиболее прогретой части водоема, их контактом с моллюсками – первыми промежуточными хозяевами. Кроме того, именно в этот период (июль-август) происходит массовый выход церкарий, что приводит к их массовому внедрению в тело второго хозяина. При этом, численность обнаруженных личинок в исследованных водоемах варьировала. Так на более крупных проточных озерах (озеро Кривое, озеро Андреевское) у плотвы она составила значения 195 экз. и 100 экз., у верховки 87 экз. и 39 экз. соответственно, что вероятнее всего объясняется поступлением инвазионного начала из рек, соединяющихся с данными водными объектами. Тогда как в обособленных водоемах - пруд Чистый и

озеро Липовое количество личинок гельминтов у плотвы было равно 62 экз. и 35 экз., у верховки 35 экз. и 25 экз. соответственно.

Таблица 27 – Сезонная динамика накопления гельминтов в теле рыб исследованных водоемов (2004-2013 гг.)

Категория загрязнения водоема	Количество обнаруженных паразитов в различные периоды исследования, ед.		
	Начало лета (май–июнь)	Середина лета (июль–август)	Конец лета (конец августа –сентябрь)
«Грязный» (озеро Кривое)	82*	195*	103*
	54"	100"	84"
«Загрязненный» (пруд Чистый)	21*	62 *	33*
	10"	35"	21"
«Умеренно загрязненный» (Озеро Андреевское)	46*	87 *	68*
	28"	39"	34"
«Слабо загрязненный» (Озеро Липовое)	11*	35*	27*
	6"	25"	17"

Примечание: * – плотва; " – верховка.

Кроме того, следует отметить, что численность обнаруженных паразитов в конце лета на всех исследованных водоемах больше по сравнению с весенне–летним периодом.

4.4. Влияние антропогенных факторов на степень инвазированности моллюсков и рыб трематодами

В паразитологической литературе прочно утвердилось представление об однозначно отрицательном воздействии трематод на резистентность моллюсков–хозяев к стрессовым значениям неблагоприятных факторов внешней среды. Представления эти в основном базируются на результатах относительно небольшого числа экспериментальных исследований (Linstow, 1878, 1887; Reader, 1971). При этом анализ количественных данных, приводимых в некоторых работах (Coimbra, 1991; Mattner, 1970), показал, что различия в выживаемости задействованных в опытах зараженных и незараженных моллюсков далеко не всегда статистически достоверны.

Современная экологическая паразитология накопила большой объем данных о воздействии антропогенных факторов на паразитофауну рыб (Кривенко, 1979). Состояние паразитофауны может быть использовано как один из самых чувствительных биоиндикаторов, поскольку обилие паразитических организмов у рыб может отражать благополучие водного сообщества в целом, на которое оказывает большое влияние изменение гидрологических параметров водоема, сбросы сточных вод, приводящие к эвтрофикации водных объектов (MacKenzi et. al., 1995).

При изучении устойчивости зараженных моллюсков и рыб весьма важным представляется учет характера взаимоотношений в конкретной системе паразит–хозяин. Разные по своей морфофункциональной организации трематоды оказывают разное по степени патогенности воздействие на организм хозяина (Ataev, 2002) .

Одной из задач нашей работы стало определение влияния антропогенных факторов, в том числе загрязняющих веществ на интенсивность зараженности рыб метацеркариями и моллюсков партенитами трематод.

Оценка качества воды исследуемых водных объектов выявила наличие как органического загрязнения, возникающего вследствие поступления органических веществ с канализационными сточными водами, а также накопление в воде исследованных объектов тяжелых металлов (ртуть, свинец, медь, цинк) и нефтепродуктов.

В ходе проведения статистического анализа данных выявлено, что имеются достоверные различия в экстенсивности инвазии моллюсков и рыб всеми исследованными видами паразитов в сторону уменьшения между водоемами, относящимися к категории «грязный» (озеро Кривое), «загрязненный» (пруд Чистый) и «умеренно загрязненный» (озеро Андреевское), а также между популяциями хозяев паразитов из водоема категории «умеренно загрязненный» и контрольным водоемом (таблица 28).

Таблица 28 – Зараженность промежуточных хозяев трематодами в водоемах с различной степенью антропогенного воздействия. В таблице приведены объединенные выборки за весь период исследования (2004–2013 гг.)

Экстенсивность инвазии моллюсков, %		Экстенсивность инвазии рыб, %	
Категория водоема «грязный»			
<i>Bithynia tentaculata</i>	65,9±6,3 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)	Плотва	56,0±8,1 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)
<i>Opisthorchophorus hispanicus</i>	33,4±5,2 (<i>Opisthorchis felineus</i>)		17,8±11,5 (<i>Opisthorchis felineus</i>)
			81,5±4,2 (<i>Diplostomum rutili</i>) 7,2±11,4 (<i>Tylodelphis clavata</i>)
<i>Limnea stagnalis</i>	63,8±4,9 (<i>Diplostomum rutili</i>) 2,7±3,3 (<i>Tylodelphis clavata</i>)	Верховка	54,3±8,9 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)
			19,5±12,0 (<i>Opisthorchis felineus</i>)
			65,0±6,4 (<i>Diplostomum rutili</i>) 6,0±14,7 (<i>Tylodelphis clavata</i>)
Категория водоема «загрязненный»			
<i>Bithynia tentaculata</i>	66,2±6,6 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)	Плотва	60,2±6,3 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)
<i>Opisthorchophorus hispanicus</i>	17,8±5,0 (<i>Opisthorchis felineus</i>)		16,7±10,1 (<i>Opisthorchis felineus</i>)
			89,0±2,2 (<i>Diplostomum rutili</i>) 1,1±11,3 (<i>Tylodelphis clavata</i>)
<i>Limnea stagnalis</i>	62,6±4,1 (<i>Diplostomum rutili</i>)	Верховка	42,0±2,7 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)

	0,2±2,1 (<i>Tylodelphis clavata</i>)		8,5±6,8 (<i>Opisthorchis felineus</i>) 82,0±1,4 (<i>Diplostomum rutili</i>)
Категория водоема «умеренно загрязненный» •			
<i>Bithynia tentaculata</i>	36,0±5,9 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)	Плотва	60,3±5,1 (<i>Metorchis xanthosomus</i>) 21,8±9,1 (<i>Opisthorchis felineus</i>)
<i>Opisthorchophorus hispanicus</i>	13,0±3,8 (<i>Opisthorchis felineus</i>)		80,1±2,8 (<i>Diplostomum rutili</i>) 4,2±6,3 (<i>Tylodelphis clavata</i>)
<i>Limnea stagnalis</i>	61,0±6,3 (<i>Diplostomum rutili</i>) 0,7±2,3 (<i>Tylodelphis clavata</i>)	Верховка	41,3±5,1 (<i>Metorchis xanthosomus</i>) 4,0±10,4 (<i>Opisthorchis felineus</i>) 70,2±1,7 (<i>Diplostomum rutili</i>)
Контрольный водоем*			
<i>Bithynia tentaculata</i>	25,4±5,4 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)	Плотва	56,2±7,4 (<i>Metorchis xanthosomus</i>)
<i>Limnea stagnalis</i>	56,7±5,7 (<i>Diplostomum rutili</i>)		86,0±2,2 (<i>Diplostomum rutili</i>)

Примечание: * – статистические достоверные отличия с популяцией моллюсков и рыб, из водоемов категории «загрязненные», • – с популяцией моллюсков из водоемов, относящихся к категории «грязные», при $P < 0,05$.

Анализируя сложившуюся ситуацию по зараженности моллюсков гельминтами необходимо отметить постепенное увеличение показателя инвазированности *Bithynia tentaculata* метацеркариями *Metorchis xanthosomus* от 25,4% в контрольном водоеме до 65,9-66,2% в «грязном» и «загрязненном» водоемах, а также *Limnea stagnalis* гельминтами *Diplostomum rutili* от 56,7% до 62,6% соответственно. Наибольшая зараженность *Opisthorchis felineus* и *Tylodelphis clavata* была отмечена в популяции

моллюсков из водоема категории «грязный», составила значение равное 33,4% и 2,7%.

Относительно зараженности вторых промежуточных хозяев трематодами следует отметить, что в популяции плотвы во всех исследованных водоемах, независимо от категории, инвазированность рыб находилась в пределах 56,0–60,3%, в популяции верховки 41,3–54,3% соответственно. Наибольшая зараженность плотвы *Opisthorchis felineus* отмечена в водном объекте категории «умеренно загрязненные», у верховки в водном объекте категории «грязные». Максимальный показатель зараженности *Diplostomum rutili* выявлен в популяции плотвы из контрольного водного объекта (86,0%) и «загрязненного» пруда (89,0%) , что обусловлено особенностями данного водоема, в частности наличие большого количества высшей водной растительности (тростник, камыш, рдест), являющейся местом обитания дефинитивных хозяев (чайки).

Изучив показатель индекса обилия, были получены следующие результаты. По зараженности рыб *Metorchis xanthosomus* показатель индекса обилия в популяциях как плотвы, так и верховки варьировал в пределах от 0,8 до 1,1. Наименьшее значение у плотвы было обнаружено в контроле, значение показателя составило 0,8, наибольшее значение было характерно для рыб из водоема категории «грязные». По инвазированности *Opisthorchis felineus* в популяциях исследованных рыб ИО имел достаточно низкие значения, варьировал в пределах 0,05-0,3. Независимо от категории загрязненности исследованных водных объектов индекс обилия зараженности рыб *Diplostomum rutili* имел достаточно высокие показатели в популяциях исследованных рыб и достигал значения 3,6. ИО *Tylodelphis clavata* варьировал в пределах 0,02–0,2. Достоверные различия в значении показателя ИО в популяциях рыб из водоемов разной категории не выявлены.

При анализе соотношения видов гельминтов в водоемах различной категории загрязненности, установлено, что гельминтофауна рыб водных

объектов, относящихся к категории «грязные», «загрязненные» и «умеренно загрязненные» представлена наибольшим количеством видов (рисунок 21). Высокий показатель зараженности промежуточных хозяев (как рыб, так и моллюсков) всеми обнаруженными видами гельминтов был отмечен именно на водных объектах, относящихся к вышеобозначенным категориям. Причиной полученных результатов стали естественные экологические и техногенные факторы. Из числа первых, имеет значение численность окончательных хозяев. Для таких видов гельминтов как *Metorchis xanthosomus*, *Diplostomum rutili*, *Tylodelphis clavata* окончательными хозяевами являются дикие утки, поганки, чайки и крачки. Подсчет численности птиц (чаек, поганок) на водоемах, проводимый в одно и тоже время, относящихся к категории «загрязненные» и «грязные», показал, что средняя плотность составила 25-30 экз./час, тогда как на озере Липовое (категория «слабо загрязненные») данное значение составило 5–10 экз./час.

Исследованные водоемы различаются по степени выраженности литорали. Так для контрольного водоема характерны высокие показатели глубины по сравнению с остальными исследованными водоемами, что препятствует прогреванию прибрежной части водоема и отсутствию условий для обитания моллюсков. Выраженность литорали определяет температурный режим прибрежной зоны водоема и площадь, занимаемую высшей водной растительностью, которая обеспечивает условия для скопления большого количества моллюсков и рыб.

Ещё одним немаловажным фактором, влияющим на накопление паразитов, является высокая концентрация загрязняющих веществ, в частности нефтепродуктов и тяжелых металлов, содержание которых в исследованных водоемах было превышено в 2 раза. Влияние данного фактора уже демонстрировалось в литературе, в частности, в публикации Н.Н. Ильинских (2011). Исследования данного автора заключались в оценке роли техногенного загрязнения р. Томи на изменения численности популяции моллюсков *Bithynia inflata* и степени их зараженности

описторхисом. По результатам полученных данных отмечаются высокие концентрации загрязняющих веществ в реке, снижение численности моллюсков, обитающих в водоеме, а также увеличение количества особей зараженных *O. felineus*.

По данным И.А. Глазуновой (2005) и Р.Г. Фаттахова (1996) накопление нефтепродуктов в организме рыб оказывает негативное влияние на сердце, изменяет дыхание, увеличивает печень, замедляет рост, приводит к различным биологическим и клеточным изменениям, влияет на поведение. Кроме того, происходят изменения в возрастной структуре популяций рыб. Соли тяжелых металлов оказывают влияние на моллюсков. А.П. Стадниченко с соавторами (1998) установлено, что в водоемах, испытывающих загрязнение тяжелыми металлами, последние с высокой концентрацией накапливаются в гепатопанкреасе моллюсков, где локализуются спороцисты и рении трематод. Накопление этих микроэлементов в избыточных количествах обуславливает сбои в функционировании различных систем органов у зараженных моллюсков, ведущее в конечном итоге к снижению их активности.

Исследования, проведенные зарубежными исследователями, показывают, что вследствие воздействия тяжелых металлов и нефтепродуктов, накапливающихся в воде, на организм рыб, происходит увеличение количества заболевших особей, возрастание интенсивности и экстенсивности зараженности рыб паразитами, изменение восприимчивости рыб к условно-патогенным симбионтам.

Немаловажным фактором, регулирующим численность популяции моллюсков в водоеме, является накопление загрязняющих веществ самими паразитами. Так Г.В. Кондинским с соавторами (1974) обнаружено, что описторхи способны накапливать в своем теле некоторые тяжелые металлы, в том числе и радионуклиды. В связи с этим, возникает предположение, что описторх концентрируя в своем теле загрязняющие вещества, тем самым

может оказывать патогенное действие на ткани и организм своего хозяина, в частности моллюсков, способствуя его гибели и сокращению численности популяции этого вида.

Однако химическое загрязнение оказывает влияние и на самих паразитов. В результате исследований Pietrock et al. (2003), проводимых на реке Одер, было выявлено, что донные отложения, содержащие разнообразные токсичные вещества, включая тяжелые металлы и нефтепродукты, оказывали отрицательное влияние на продолжительность жизни и активность церкарий трематоды *Diplostomum sp.* Концентрации кадмия превышающие 20 мкг/л приводили к статистически достоверному снижению активности церкарий *Diplostomum sp.* Аналогичные результаты были получены для ртути в концентрации более 10 мкг/л и хрома в концентрации 2 мг/л. Авторы делают вывод, что загрязнение воды кадмием может оказывать влияние на паразитов и таким образом снижать их численность (Wisniewski, 1955; Reader, 1971). С учетом полученных нами результатов, можно предполагать, что химическое загрязнения в существующем составе и/или концентрациях, оказывает на трематод меньший негативный эффект в сравнении с их хозяевами – моллюсками и рыбами.

Наименьшее видовое разнообразие гельминтов наблюдается в контрольном водоеме, на которое оказывается менее сильное антропогенное воздействие (рисунок 21). У рыб и моллюсков из данного водоема обнаружено 2 вида паразитов: *Diplostomum rutili* и *Metorchis xanthosomus*. (Плеханова, Гашев, 2011).

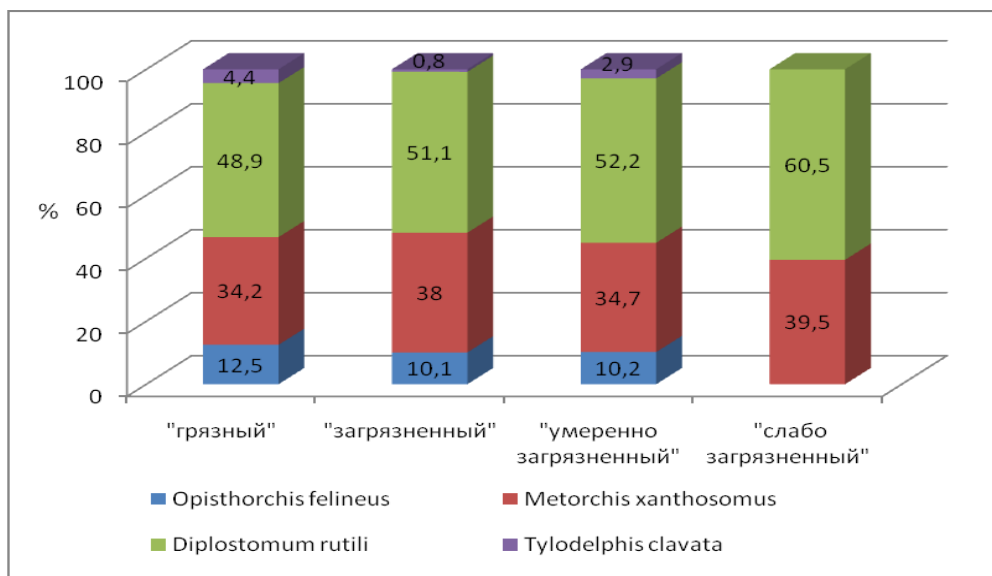


Рисунок 21 – Соотношение видов паразитов в популяциях промежуточных хозяев из водоемов с различной степенью загрязненности.

Основываясь на изложенных материалах, мы приходим к следующему заключению:

- исследованные водоемы г.Тюмени имеют значимые различия по встречаемости трематод у моллюсков и рыб;
- данные различия определяются сочетанным действием естественных (численность хозяев, выраженность литорали) и техногенный (химическое загрязнение) факторов.

ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучению паразитофауны рыб водоемов России посвятили свои работы многие исследователи. Так крупную научную школу, работающую над проблемами общей паразитологии (вопросы экологии, сравнительной морфологии, закономерности паразитизма и др.) основал профессор, член-корреспондент Академии наук В.А. Догель. Он подготовил большую группу отечественных паразитологов, изучающих различные вопросы общей паразитологии и протистологии, организовал исследование паразитов рыб.

Примерно за 30 лет интенсивных исследований небольшой коллектив лаборатории сумел осуществить паразитологическое обследование рыб в основных пресноводных водоемах нашей страны и в некоторых прилегающих к России морях. У пресноводных рыб было выявлено около 1400 видов паразитов, относящихся к самым различным систематическим группам паразитических животных. Одновременно формировались и специалисты по различным группам, среди которых следует назвать Б.Е. Быховского и А.В. Гусева, Г.К. Петрушевского и С.С. Шульмана, А.П. Маркевича, М.Н. Дубинину, О.Н.Бауэра, Н.А. Изюмову, А.А.Стрелкова.

Начало изучению видового состава паразитов пресноводных рыб Европейского Северо-Востока России положено в 20-е годы работами Союзных Гельминтологических Экспедиций, 32-й и 38-й СГЭ под руководством академика К. И. Скрябина. Уже тогда, в числе первых гельминтов был обнаружен опасный паразит человека *Opisthorchis felineus*, исследована паразитофауна стерляди (Скрябин, 1932).

После значительного уточнения систематики паразитов, список их видов был значительно пополнен прежде всего за счет простейших, моногеней и метацеркарий трематод.

Большой вклад в изучение значимых проблем паразитологии, в том числе вопросов, касающихся проблем описторхоза как гельминтоза человека и плотоядных животных, а также эпизоотологии инвазионных болезней внес К.П. Федоров (2001).

Не оставлен без внимания этот вопрос и за рубежом (Chabaud, 1957; Kastak, Zitnan, 1960).

Анализ исследованной литературы показал, что изучению паразитофауны рыб водоемы Тюменской области посвящены работы многих авторов (Р.Г. Фаттахов, В.Я. Ширшова, А.С. Осипова и др.). По результатам которых, выявлена зараженность рыб трематодами, моногенеями, цестодами и нематодами.

Большой вклад в исследование паразитофауны карповых рыб в водоемах Тюменской области внес Д.А. Размашкин. Очень много его работ посвящены изучению личинок диплостом, их анатомии и морфологии, распространению, мерам профилактики и борьбы с ними.

В настоящее время в питании населения выросла доля рыбы и рыбопродуктов, что повышает риск заражения человека особо опасными инвазионными болезнями как клонорхоз, метагонимоз, описторхоз, анизакидозы, нанофиетоз и дифиллоботриозы. В результате всесторонних исследований установлено, что опасность для здоровья людей представляет личиночная стадия описторхид – *Opisthorchis felineus*. На территории России выделяют 62 субъекта, в которых зарегистрированы больные описторхозом. Наибольшее распространение личинки *Opisthorchis felineus* отмечены у рыб в Обь-Иртышском бассейне (Томская область, Новосибирская область, Тюменская область). Изучение данного гельминта проведены следующими авторами: Т.А. Бочарова (1988, 1996), К.П. Федоровым (1989, 2001), С.М. Соусь (2006) и др.

Однако на внутренних водоемах города Тюмени, данные исследования проводились лишь в единичных случаях, в связи с чем возникла необходимость проведения паразитологического мониторинга на городских водных объектах.

Зона наших исследований охватывает территорию города, исследования проведены на наиболее крупных водоемах в период 2004-2013 гг. Характеристика исследованных водоемов представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Обобщенная экологическая характеристика исследованных водоемов

Параметр	Ед. измерения	Озеро Кривое	Пруд Чистый	Озеро Андреевское	Озеро Липовое
Тип водоема		Пойменная старица	Пойменный пруд	Проточное водораздельное озеро	Протопойма р.Тура
Суммарная плотность популяций моллюсков	экз./кв. м	62,3	123	29	36
Ихтиофауна	кол-во видов рыб	7	7	10	5
Средняя ЭИ моллюсков	%	63,5	67,5	29	23,5
Средняя ЭИ рыб	%	38,4	44,30	39,85	71,1
Категория водоема по степени загрязнения		«грязный»	«загрязненный»	«умеренно загрязненный»	«слабо загрязненный»
Интегральная антропогенная нагрузка	баллы	10	8	5	2
- промышленное и жилищное строительство;		++	+	+	0
- наличие транспортных путей;		++	+++	+	0
- наличие сточных вод;		+++	++	0	0
- рекреация;		++	+	++	+
- любительское рыболовство.		+	+	+	+

Примечание: «0» - отсутствие факторов влияния; «+» - слабое влияние факторов; «++» - среднее влияние факторов; «+++» - сильное влияние факторов.

Одними из основных объектов исследования стали моллюски. В ходе проведенной работы были обнаружены следующие виды промежуточных хозяев, интересующих нас соматических гельминтов, это *Bithynia tentaculata*,

Opisthorchophorus hispanicus и *Limnea stagnalis*. Наибольшая плотность данных моллюсков отмечена на водоемах категории «грязный» и категории «загрязненный» и составила 43-45 экз. на 1м², 3-6 на 1м², 52 и 75 на 1м² соответственно. Максимальная инвазированность моллюсков личинками трематод отмечена также на вышеназванных водоемах. Высокие показатели экстенсивности инвазии описторхидами были отмечены на водоемах категории «грязный» – 54%, на «загрязненном» – 55%, диплостомидами 73% и 80% соответственно. Полученные показатели обусловлены наличием большой площади произрастания водной растительности, способствующей развитию и увеличению популяции обнаруженных моллюсков.

Средняя экстенсивность инвазии моллюсков положительно коррелирована с интегральной антропогенной нагрузкой на водоемы: коэффициент корреляции составляет $0,92 \pm 0,41$, при этом она еще больше коррелирована с суммарной плотностью моллюсков ($r=0.84 \pm 0.38$), связь описывается уравнением $y = 0.45x + 17.77 \pm 10.48$ (Таблица 30, 30а), что, впрочем, вполне естественно: повышение плотности всегда приводит к усилению инвазированности.

Одним из важных факторов, влияющих на инвазированность моллюсков церкариями паразитов, является сезонность. Так у битиний максимальный показатель инвазированности отмечается в середине лета, к концу летнего сезона он резко падает. Для описторхофоров и лимнеид характерно постепенное увеличение зараженности в течение лета.

Не менее сильными являются позиции гельминтов в звене второго промежуточного хозяина. Очень важную роль в циркуляции личинок паразитов в природе и поддержании популяции гельминтов играют карповые рыбы, относящиеся к бореально - равнинному фаунистическому комплексу.

Удельный вес плотвы в уловах для исследования возрастал постепенно от 21 % в 2004 году до 85% в 2008 году. Для популяции верховки была отмечена обратная картина.

Для выяснения зараженности карповых рыб личинками полостных трематод нами в водоемах города Тюмени исследованы карповые рыбы методом неполного гельминтологического вскрытия. Фауна личинок трематод представлена 4 видами: *Opisthorchis felineus*, *Metorchis xanthosomus*, *Diplostomum rutili*, *Tylodelphis clavata*. Промежуточными хозяевами для данных видов паразитов служат: плотва, показатель ЭИ у которой составил 18,8% (СИИ – 0,3), 55,7% (СИИ – 0,9), 84,2% (СИИ – 3,7), 5,1% (СИИ составила 0,1 личинок) соответственно, а также верховка, для которой показатель экстенсивности инвазии метацеркариями описторхисов составил 12,5% со значением СИИ равным 0,2, меторхисами 49,5 (СИИ – 0,9), диплостомами 71,2 (СИИ – 3,1), тилодельфисами 6,0 (СИИ – 0,06).

Изучая многолетнюю динамику инвазированности карповых рыб, выявлена следующая закономерность. Максимальный показатель зараженности у плотвы был отмечен в 2004 году, который составил значение равное 57%, в 2005-2007 годах показатель варьировал в пределах 33-40%.

У верховки наибольшие показатели инвазированности наблюдались также в 2004, 2008 годах и максимального значения зараженность рыб достигла в 2009 году (56%).

Данная картина характеризуется высоким уровнем паводковых вод в эти периоды исследований и как следствие развитие высшей водной растительности, что создаёт благоприятные условия для размножения моллюсков – основного инвазионного материала для рыб.

Исследуя инвазированность рыб на каждом из водоемов в отдельности, выявлено следующее: наиболее неблагополучными по обнаруженным гельминтозам являются водоемы категорий «грязный», «загрязненный» и «умеренно загрязненный». Для которых характерна высокая зараженность метацеркариями описторхисов (18,7%; 14,7% и 14,6%), а также *Tylodelphis clavata* (6,6%; 1,3%; 4,2%) соответственно, тогда как рыба из контрольного водоема свободна от личинок данных гельминтов. Наибольший показатель инвазированности диплостомами отмечен у рыб из «слабо загрязненного»

водного объекта и «загрязненного» водоема, где показатель экстенсивности инвазии составил 86%, что объясняется высокой численностью окончательных хозяев – птиц семейства чайковых.

Экстенсивность инвазии рыб также как и у моллюсков коррелировала со степенью антропогенной нарушенности экосистемы (Таблица 30, 30а), но направленность связи обратная. Коэффициент корреляции составил $-0,81 \pm 0,27$ (при $P < 0,05$), связь описывается уравнением $y = -4.80x + 82.04 \pm 5.03$, т.е. в первую очередь, загрязнение водоемов, повышает экстенсивность инвазии моллюсков, но снижает инвазированность карповых рыб.

Проведя анализ уровня инвазированности рыб личинками трематод, у разных возрастных групп рыб, было отмечено, что в популяции плотвы показатель зараженности нарастал постепенно с возрастом. Тогда как в популяции верховки максимальная зараженность *Metorchis xanthosomus* выявлена у рыб второго года жизни, а *Diplostomum rutili* у пятилеток. Вероятнее всего данная ситуация сложилась, из-за заморных явлений, отмеченных в отдельные периоды исследований, в результате чего популяция паразитов распределялась между оставшимися особями рыб.

Проведя анализ оценки уровня сходства исследуемых водоемов по сумме показателей зараженности моллюсков и рыб обнаруженными видами трематод было выявлено, что близость друг к другу озер категорий «грязный» и «умеренно загрязненный», может быть обусловлена гидрологическими особенностями данных водоемов, в частности их гидрологической связью с другими водными объектами, что способствует дополнительному поступлению инвазионного материала посредством второго промежуточного хозяина. Кроме того, эти озёра объединяет то, что они расположены в зеленых зонах, используемых населением как место массового отдыха, что приводит антропогенному воздействию (поступление загрязняющих веществ) на водоем и как следствие ухудшению экологической обстановки.

Похожая ситуация по уровню зараженности промежуточных хозяев

личинками трематод отмечается на водном объекте категории «загрязненный». Что характеризуется большой плотностью моллюсков на всех трёх водоемах, это приводит к росту инвазирования хозяев на различных этапах развития паразитов.

Наиболее обособленно от других водоемов на дендрограмме располагается контрольный водоем, для которого характерна благоприятная экологическая обстановка, что подтверждается данными об отсутствии превышений концентрации ЗВ в воде и донных отложениях, а также отсутствие в трематодофауне двух видов паразитов *Opisthorchis felineus* и *Tylodelphis clavata*. Вероятнее всего это объясняется большой глубиной водоема и как следствие низкой температурой воды, снижающей жизнеспособность моллюсков. Кроме того, для данного водоема характерно преобладание в ихтиофауне хищных видов рыб, которые, питаясь рыбами мелких размеров, прерывают жизненный цикл паразита.

В ходе статистической обработки полученных данных в части выявления наличия связи между уровнем зараженности моллюсков и рыб обнаруженными видами трематод, выявлено, что коэффициент корреляции между инвазированностью моллюсков и рыб исследуемыми видами гельминтов в различных сочетаниях составил – 0,6, что, вопреки ожиданиям, говорит о наличии невысокой отрицательной связи при взаимодействии популяций промежуточных хозяев в процессе поддержания численности гельминтов в водоемах. Эта связь невысока, на наш взгляд, именно в силу противоположной направленности эффектов, вызываемых антропогенным прессом на водоемы, которые наблюдаются у моллюсков и рыб.

Таблица 30 – Матрица коэффициентов корреляции Пирсона эколого-паразитологических показателей исследуемых водоемов

Признаки	Интегральная антропогенная нагрузка	Суммарная плотность популяций моллюсков	Количество видов рыб	Средняя ЭИ моллюсков	Средняя ЭИ рыб

Интегральная антропогенная нагрузка	1	0,58±0,65	0,22±0,64	0,92±0,41 T=4.12	-0,81±0,27 T=3.38
Суммарная плотность популяций моллюсков	0,58±0,65	1	-0,18±0,26	0,84±0,38 T=2.20	-0,29±0,68
Количество видов рыб	0,22±0,64	-0,18±0,26	1	-0,04±0,71	-0,75±0,47
Средняя ЭИ моллюсков	0,92±0,41 T=4.12	0,84±0,38 T=2.20	-0,04±0,71	1	-0,60±0,57
Средняя ЭИ рыб	-0,81±0,27 T=3.38	-0,29±0,68	-0,75±0,47	-0,60±0,57	1

Таблица 30 а – Матрица ранговых коэффициентов корреляции Спирмена эколого-паразитологических показателей исследуемых водоемов

Признаки	Интегральная антропогенная нагрузка	Суммарная плотность популяций моллюсков	Количество видов рыб	Средняя ЭИ моллюсков	Средняя ЭИ рыб
Интегральная антропогенная нагрузка	1	0,60 T=1.06	0,32 T=0.47	0,80 T=1.89	-0,80 T=1.89
Суммарная плотность популяций моллюсков	0,60 T=1.06	1	-0,32 T=0.47	0,80 T=1.89	0 T=0
Количество видов рыб	0,32 T=0.47	-0,32 T=0.47	1	0,31 T=0,47	-0,63 T=1,16
Средняя ЭИ моллюсков	0,80 T=1.89	0,80 T=1.89	0,31 T=0,47	1	-0,40 T=0,62
Средняя ЭИ рыб	-0,80 T=1.89	0 T=0	-0,63 T=1,16	-0,40 T=0,62	1

Видно, что ранговые коэффициенты корреляции Спирмена большинства пар исследуемых признаков меньше по величине и уровню достоверности по сравнению с таковыми Пирсона, что вполне соответствует распределению этих признаков, отличному от нормального. Однако, по ним можно так же составить представление о совпадении тенденций в этих зависимостях.

Для полного выяснения эпидемиологической ситуации по такому антропозоонозу как описторхоз, мы провели ретроспективный анализ заболеваемости населения данным биогельминтозом. В результате анализа данных установлено, что на территории города Тюмени описторхоз регистрируется повсеместно. Ежегодно с ростом численности населения города наблюдается постепенное увеличение количества населения, заболевшего описторхозом с 255,5 человек на 100 тыс. населения в 2000 году до 360,1 человек в 2008 году. Зараженность населения в регионе превышает среднефедеративный показатель в 3-29 раз.

По полученным результатам исследований моллюсков и рыб личинками описторхиса можно предположить, что в исследованных водных объектах сформированы «микроочаги» описторхоза. Очагами данные территории назвать нельзя, так как в них отсутствуют основные характеристики, описанные Е.Г. Сидоровым в 1983 году. К таким характеристикам относятся следующие:

- очаг гельминтоза формируется как правило в крупных речных бассейнах;
- наличие участка относительно стойкого сохранения инвазии («ядро очага»);
- наличие участка выноса инвазии;
- наличие участков постоянно свободных от возбудителя.

Если рассматривать основные виды очагов, исследованные водоемы относятся к антропоическому очагу, который осуществляется по схеме:

человек - моллюск - рыбы - человек. Одним из решающих факторов данного очага служит количество инвазионного начала, поступающего в водоем.

Течение инвазии во многом определяется численностью паразитирующих одновременно возбудителей. Выполненные нами исследования позволили определить закономерности течения микстинвазий в различных водоемах.

Для оценки изучения ассоциативных инвазий нами был проведен анализ совместной встречаемости паразитарных болезней рыб. Полученные результаты показали, что большая часть из числа пораженных рыб инвазирована возбудителями двух и трех инвазий ($n=4725$ экз. или 56,2%). Инвазии карповых рыб в городских водоемах протекают в форме моно – и микстинвазий. У 50,2% исследованных рыб зарегистрированы биинвазии в 4 вариациях: диплостомум+тилодельфис, диплостомум+меторхис, меторхис+описторхис, диплостомум+описторхис. Лишь у 6% исследованных особей отмечено присутствие паразитов 3 нозологических единиц (диплостомум+меторхис+тилодельфис).

С целью определения мест локализации личинок описторхид, проведены исследования по выявлению мест их накопления в теле рыбы. Согласно проведенным исследованиям определено, что основными участками накопления паразитов является область спинных плавников, в которой накапливается до 90% гельминтов. При чем данная картина отмечена как у плотвы так и у верховки, и не зависит от вида рыбы.

Полученная картина согласуется с данными других исследователей из разных регионов. Они подтверждают, что наибольшее скопление личинок описторхид именно в области спинных плавников. Следовательно, можно предположить, что процесс накопления личинок гельминтов не зависит от внешних факторов среды (температурного режима, гидрологических особенностей водоема), а определяется биологическими особенностями самих паразитов.

Все возрастные группы рыб подвергаются инвазии при совместном обитании в биотопах с первыми промежуточными хозяевами. Вероятнее всего проникновение личинок осуществляется через наружные покровы.

Масштаб антропогенного воздействия на природные ландшафты и экосистемы в последние десятилетия приобрел глобальный характер. Одним из важных техногенных составляющих является загрязнение водоемов нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Распределив исследуемые водоемы по степени загрязнения было отмечено, что наиболее благоприятная экологическая обстановка отмечается на озере Липовое, которое было использовано как контрольный водоем, сильное антропогенное влияние испытывают озеро Кривое, которое было отнесено к категории «грязные», а также пруд Чистый – категория «загрязненные». При этом видовое разнообразие гельминтов на данных водоемах выше по сравнению с другими водоемами. Вероятнее всего это объясняется негативным влиянием химизма среды на промежуточных хозяев и как следствие снижение их защитных реакций, приводящих к активному проникновению личинок паразитов.

ВЫВОДЫ

1. Плотность популяций различных видов моллюсков в наблюдаемых биотопах в г.Тюмень составляет в среднем около 63 экз./ кв.м, при этом на городских водоемах выявлены сопряженные биотопы всех исследованных видов моллюсков. Возрастная структура популяций битиний и лимнеид отличается преобладанием особей 3 года жизни; для популяции описторхофорусов характерно доминирование особей двухлетнего возраста.

2. Трематодофауна моллюсков и карповых рыб исследуемых водоемов представлена 4 видами гельминтов: *Opisthorchis felineus*, *Metorchis xanthosomus*, *Diplostomum rutili*, *Tylodelphis clavata*, при этом доминирующее положение среди обнаруженных гельминтов занимают *Metorchis xanthosomus*, *Diplostomum rutili*.

3. Наибольшая инвазированность личинками паразитов среди исследованных рыб отмечена в популяции плотвы. Показатель зараженности в популяциях карповых рыб увеличивался с возрастом путем постепенной ежегодной аккумуляции в организме хозяина и зависит от продолжительности контакта с инвазированными моллюсками.

4. Локализация личинок гельминтов в теле карповых видов рыб характеризуется скоплением личинок вблизи спинного плавника (1-3 участки), где удельный вес накопившихся личинок составляет 90 %.

5. Важным фактором внешней среды, оказывающим различное по направленности влияние на функционирование и зараженность личинками паразитов популяций моллюсков и рыб, является загрязнение водоема (в частности накопление нефтепродуктов и тяжелых металлов): наибольшее накопление гельминтов в организме моллюсков отмечается на водоемах с высоким уровнем антропогенного воздействия, а у рыб - наоборот.

6. Наиболее высокая зараженность моллюсков личинками описторхид, как и максимальный показатель инвазированности диплостомами, отмечены в водоемах, относящихся к категории «грязные», при этом зараженность моллюсков диплостомами превышает инвазированность описторхидами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акбаев М.Ш. Паразитология и инвазионные болезни животных. – М.: Колос, 2000. – 743 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 440 с.
3. Андреева С.И. Новые находки моллюсков сем. *Bithyniidae* Западной Сибири// Современные проблемы гидробиологии Сибири. – 2001. – С. 14-16.
4. Андреева С.И., Долгин В.Н., Лазуткина Е.А. Что понимается под *Bithynia inflata* (Hansen, 1845) в водоемах Западной Сибири//Вестник ТГПУ. – 2006. – Вып. 6. – С.164–165.
5. Андреюк Г.И. Влияние заморов на зараженность рыб паразитами в озере Андреевском// Экол. – популяционный анализ паразито-хозяйинных отношений. – 1966, –С.60–66.
6. Андреюк Г.И. Морфология и биология церкарий рода *Diplostomum* и некоторые вопросы эпизоотологии диплостомозов рыб в озерах юга Тюменской области: Дис...канд. биол. наук. – Тюмень, 1980. – 197 с.
7. Андреюк Г.И. Эпизоотология диплостомоза рыб и профилактика заболеваний в озерных хозяйствах Тюменской области// Сборник научных трудов. – 1984. вып. 226. – С. 16–23.
8. Анисимова И.М. Ихтиология. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.
9. Арыстанов Е.А. Фауна партенит и личинок трематод моллюсков дельты Амударьи и юга Аральского моря. – Ташкент, 1986. – 160 с.
10. Астафьев Б.А. Патогенность, вирулентность и инвазивность гельминтов в аспекте их отношений с хозяевами в естественных и антропогенных биоценозах// Биологические основы борьбы с гельминтозами животных и растений. – 1983. – С. 179-181.
11. Атаев Г.Л. Динамика зараженности *Bitynia tentaculata* трематодами// Паразитология. – 2002. – № 3. – С.203-217.

12. Ахрем-Ахремович Р.М. К клинике и терапии описторхоза// Медицинская паразитология. – 1940. – № 5. – С. 427-431.
13. Ахрем-Ахремович Р.М. Описторхоз человека. –М.: Медицина, 1963. –146с.
14. Бабенко З.С. Беспозвоночные юга Томской области. - Томск: Издательство Томского университета, 1983. – С. 37–38.
15. Бабуева Р.В. Верховка *Leucaspius delineatus* в бассейне р. Карасук//Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер. Новосибирск: Наука, 1982. – С.204–207.
16. Бауер О.Н., Петрушевский Г.К. Зоогеографическая характеристика паразитов рыб Сибири. – М.: ВНИОРХ, 1948. –С.217–231.
17. Бауер О.Н. Паразиты рыб р. Енисей. –М.: ВНИОРХ, 1948.-Т.27. – С.97–156.
18. Бауер О.Н. Ихтиопатология. - М.: Пищевая промышленность, 1971. – С. 431.
19. Бауер О.Н. Болезни прудовых рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 320 с.
20. Бауер О.Н. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. - Л.: Наука, 1985. –Т. 2. –С. 269–341.
21. Бахнов В.К. Почвообразование. Взгляд в прошлое и настоящее (биосферные аспекты).- Новосибирск: СО РАН, 2002, –117с.
22. Баянов М.Г. Рыбы, как промежуточные и дополнительные хозяева гельминтов птиц. - М.: Производственно издательский комитет ВИНТИ, 1976. – 25 с.
23. Беклемишев К.В. Зоология беспозвоночных: монография. – М.: Издательство МГУ, 1972. –179с.
24. Березанцев Ю.А. Процессы инкапсуляции метацеркарий трематод в рыбах// Сборник гельминтологических работ. Труды Астраханского заповедника. – 1968. вып. 11.– С. 7–12.

25. Беэр С.А. Описторхоз: теория и практика. – М.: Наука, 1969. – С.7–47.
26. Беэр С.А. Моделирование контактов карповых рыб с моллюсками, инвазированными церкариями описторхисов// Медицинская паразитология. –1974. – Т. 4. –С. 458–461.
27. Беэр С.А. Экологические основы профилактики описторхоза: Автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 1982. – 50 с.
28. Беэр С.А. Методы изучения промежуточных хозяев возбудителя описторхиса. – Алма-Ата. Наука, 1987. – 90с.
29. Беэр С.А., Белякова Ю.В., Сидоров Е.Г. Методы изучения промежуточных хозяев возбудителя описторхоза. Алма-Ата: Наука, 1987. – 85с.
30. Беэр С.А., Белякова Ю.В., Сидоров Е.Г. Методические указания по определению возбудителей диплостомозов пресноводных рыб. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. –С.271–286.
31. Беэр С.А. Биология возбудителя описторхоза. – М., Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 336 с.
32. Биологический энциклопедический словарь/под. ред. М.С. Гилярова. –М.: Советская энциклопедия, 1986. – 832с.
33. Близнюк И.Д. Экспериментальное заражение рыб свободноплавающими церкариями кошачьей двуустки// Вестник зоологии. – 1969. – № 3. – С 76–79.
34. Бочарова Т.А. Паразитофауна рыб водоемов Васюганья: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Томск, 1977.
35. Бочарова Т.А., Головкин Г.И., Гундризер А.Н. Изменение паразитофауны рыб озера Малые Чаны за длительный период времени// Вопросы экологии беспозвоночных. – Томск. Издательство Томского ГУ, 1988. – С. 102–113.

36. Бочарова Т.А. Паразитофауна молоди карповых рыб озера Манатка// Тезисы докладов I научной конференции Новосибирского отделения паразитологического общества РАН. Новосибирск, 1996. – С. 110.
37. Бочарова Т.А. Состояние индикаторных видов паразитов рыб бассейна р. Томи в условиях антропогенного воздействия// Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах. Томск, 1996. – С. 104–105.
38. Бреев К.А. Применение негативного биномиального распределения для изучения популяционной экологии паразитов. – Л.: Наука, 1972. – 71с.
39. Брускин Б.Р. Некоторые вопросы болезни Виноградова (описторхоза) на севере Омской обл.: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Омск, 1954. - 18 с.
40. Быховская – Павловская И. Е. Дигенетические сосальщики трематода. Определитель паразитов пресноводных рыб. – Л.: АН СССР, 1962. – 596 с.
41. Быховская – Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. - Л.: Наука, 1985. – С. 125.
42. Быховский Б.Е. Определитель паразитов пресноводных рыб СССР. –Л.: АН СССР, 1962. – 776с.
43. Васильков Г.В. Гельминтозы рыб. – М.: Колос, 1983. –208с.
44. Ванятинский В.Ф., Мирзоева Л.М., Поддубная А.В. Болезни рыб. –М.: Пищевая промышленность, 1979. – 231с.
45. Вепрева В.В., Фаттахов Р.Г. Оценка зараженности карповых рыб метацеркариями сем. *Opisthorchidae* в водоемах города Тюмени. Вестник Оренбургского Государственного Университета, № 85, 2008, – С. 137–141.
46. Вепрева В.В., Гашев С.Н. Паразитологический мониторинг водоемов г. Тюмени. Вестник Тюменского государственного университета, №7, 2010. – С. 74–80.

47. Винников М.Э. Актуальные вопросы описторхоза// Сборник тезисов и авторефератов научной конференции. – 1948. – № 5. – С 31–34.
48. Винников М.Э. Опыт применения дозированной описторхозной аллергической пробы с учетом влияния фазных состояний нервной системы//Труды Омского медицинского института им. М.И. Калинина. – Омск, 1956. – Вып. 20. – С.67–68.
49. Винников М.Э. Клиника и диагностика описторхоза//Труды Всероссийской конференции терапевтов. – Новосибирск, 1959. – С. 407–414.
50. Виноградов К. Н. О новом виде двуустки (*Distomum sibiricum*) в печени человека. Отдельный оттиск // Труды Томского общества естествоиспытателей. Томск, 1881. 15 с.
51. Волкова М.М. Паразитофауна рыб бассейна Оби// Учеб.зап. ЛГУ.1941. Т.74. №18. –С.20-36.
52. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. – М.: 1986. – 5 с.
53. Герман С.М. Взаимоотношения возбудителя описторхоза с промежуточными хозяевами – моллюсками (разработка экспериментальных методов исследований, популяционные аспекты совместимости): Автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 1988. – 23 с.
54. Гинецинская Т.А. Жизненные циклы и биология личиночных стадий паразитических червей рыб// Основные проблемы паразитологии рыб. – 1958. – № 1. – С.32–35.
55. Гинецинская Т.А. К фауне церкарий моллюсков Рыбинского водохранилища. Ч.1. Систематический обзор церкарий// Экологическая паразитология. – 1959. – С. 96–149.
56. Гинецинская Т.А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. – Л.: Наука, 1968. – 422с.
57. Гинецинская Т.А. Частная паразитология. -М.: Высшая школа, 1978. –С. 304.
- 58.

59. Глазков Г.А. К методике выделения метацеркариев сибирской двуустки из мышечной ткани пораженной рыбы// Проблема описторхоза в Западной Сибири. – 1977. – С. 53–54.
60. Глазунова И.А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбах верховьев Оби // Автореф. дисс. канд. биол. наук. Барнаул: 2005. 19 с.
61. Глушанков К.В. Болезни и враги рыб. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1951. –87 с.
62. Голиков А.В. Некоторые закономерности роста и изменчивости на примере моллюсков// Гидробиологические исследования самоочищения водоемов. – 1976. – С. 97–118.
63. Горячев, П.П. Биология *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) в условиях Западной Сибири: Автореф. дис... канд. биол. наук. –М., 1955. – 16 с.
64. ГОСТ 17.1.1.01–77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод». –М.: Гос. Ком. СССР по стандартам, 1977. – 26с.
65. ГОСТ 17.1.2.04–77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов». –М.: Гос. Ком. СССР по стандартам, 1977.
66. Грищенко Л.И. Болезни рыб и основы рыбоводства. –М.: Колос, 1999. – 455с.
67. Гуревич А.С. Преадаптация и ее роль в жизни растений //Интродукция, акклиматизация и культивация растений: сборник научных трудов. –1996. – С.3–9.
68. Гусейнов А.Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. – Тюмень: Слово, 2001. –176с.
69. Давыдов О.Н. Гельминты. - Киев: Наукова Думка, 1984. –135 с.
70. Догель В.А. Паразитарные заболевания рыб. –Л.: Госиздат, 1932. – 387с.

71. Догель В.А. Очаговые заболевания у рыб// Зоологический журнал. – 1940. – Т 19. – С. 68-75.
72. Догель В.А. Общая паразитология: монография. – Л: Издательство ЛГУ, 1962. –463 с.
73. Догель В.А. Паразитофауна и окружающая среда. Некоторые вопросы зоологии паразитов пресноводных рыб. Основные проблемы паразитологии рыб. –Л.: Изд-во ЛГХ, 1962. – С. 56-78.
74. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тюменской области в 2014 году. – Тюмень: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области, 2015. – 196с.
75. Дроздов В.Н. Выживаемость яиц *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) в различных условиях внешней среды// Медицинская паразитология. – 1962, № 3.– С. 323–326.
76. Дроздов В.Н. О способах проникновения личинок описторхиса в рыб// Зоологический журнал. – 1965. –Т.44, – вып. 9. – С. 1405–1406.
77. Дроздов В.Н. Значение моллюсков в передаче некоторых трематодозов человека и животных в Западной Сибири// Вопросы малакологии Сибири. – 1969. – № 3. –С. 145–147.
78. Захваткин В.А. К фауне паразитических червей сибирских рыб. – Пермь, Ученые записки ПГУ. 1936. – С. 31–49.
79. Зона рекреации [Электронный ресурс] – <http://www.w-siberia.ru/turto/area/tyumen/infr/vidturs/hunt/fishing.htm>
80. Иванов А.С. К гельминтофауне карповых рыб дельты Волги// Гельминтологический сборник, посвященный академику К.И. Скрябину. – 1946. –С. 61–69.
81. Изюмова Н.А. Паразиты пресноводных рыб. - М.: Знание, 1978. – 235 с.
82. Ильинских Н. Н., А. Ю. Юркин, Ильинских И.Н. Загрязнение р. Томи тяжелыми металлами и изменение численности и инвазированности

описторхами моллюсков *Bithynia inflata*// Региональные проблемы экологии и природопользования: Материалы городской конференции молодых ученых и специалистов. — Томск, 2000. — С. 101 - 102.

83. Инструкция по санитарно-гельминтологической оценке рыбы, зараженной личинками дифиллоботриид (возбудителей дифиллоботриоза) и личинками описторхиса (возбудителями описторхоза) и ее технологической обработке. — М.: 1983. —С. 14–18.

84. Инструкция по санитарно-гельминтологической оценке рыбы зараженной личинками дифиллоботриид и личинками описторхиса и ее технологической обработке/ Институт медицинской паразитологии тропической медицины им. Е.И. Марциновского Минздрава СССР. — М.: 1983. —20 с.

85. Инструкция по биологическому методу борьбы с постдиплостомозом и диплостомозом пресноводных рыб/— Краснодар, 1985. — 10с.

86. Исайчиков И.М. К фауне паразитических червей домашних плотоядных Западной Сибири//Ветеринарный труженик. —М., 1925. —№5. — С.1-8.

87. Кашковский В.В. Болезни и паразиты рыб рыбоводных хозяйств Сибири и Урала. — Свердловск: Средне - Уральское книжное издательство, 1974. —159 с.

88. Коблицкая А.Л. Определитель молоди пресноводных рыб. —М.: Наука, 1961. —206с.

89. Коваленко А.И. Гидрохимический мониторинг заморного озера// Экологические проблемы рекультивации озер. — 1994. —С. 58–84.

90. Козин В.В. Современная экологическая ситуация в Тюменской области и задачи формирования экологического каркаса//Налоги, инвестиции, капитал. — 2004. — № 1. —С. 82-86.

91. Козминский Е.В. Рост, демографическая структура популяции и определение возраста у *Bitynia tentaculata* // Зоологический журнал. – 2003, № 5. – С. 567–576.
92. Козминский Е.В. Сезонная динамика размножения и репродуктивные показатели *Bitynia tentaculata*// Зоологический журнал. – 2003, № 3. –С. 325–331.
93. Кондинский Г.В. О культивировании половозрелых описторхисов // Вопросы краевой инфекционной патологии.-Тюмень, 1974,- 169-170.
94. Коряковцева Л.П., Карпенко С.В., Чечулин А.Л. О необычной локализации метацеркарий *O. felineus* (Riv., 1884) в карповых рыбах// 9 Всесоюзное совещание по паразитологии и болезням рыб. – 1991. – С. 65–66.
95. Кривенко, В.В. Действие факторов внешней среды на выживаемость яиц описторхиса в водоемах и почве// Гигиена и санитария. – 1979. Вып. 4. – С. 80–84.
96. Кривенко В.В. Выживаемость яиц описторхиса во внешней среде// Современное состояние проблемы описторхоза. – 1979. – С. 19–27.
97. Кривенко В.В. Биологические свойства яиц описторхисов и роль некоторых видов окончательных хозяев как источников инвазионного материала при описторхозе в Западной Сибири: Автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 1984. –21с.
98. Кривенко В.В. Экологические основы борьбы с описторхозом. – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 1989. –С. 99.
99. Куприянова-Шахматова Р.А. Некоторые наблюдения по экологии личинок трематод//Паразитология. – 1961. – Т. 3, № 1. –С. 193–200.
100. Лабораторный практикум по гидрохимии Сибирских водоемов / Ко- валенко А.И. – Тюмень: ТГСХА, 2009. – 72 с.
101. Лисицкая Л.С. Некоторые вопросы биологии промежуточного хозяина *Opisthorchis felineus*, *Bithynia leachi*// Труды научной конференции Ростовского государственного медицинского института. – 1957. – С. 837–839.

102. Логачев Е.Д. О развитии половых клеток у битиний// Вопросы малакологии Сибири. – 1969. –С. 24–27.
103. Львович М.И. Вода и жизнь:Водные ресурсы, их преобразование и охрана. –М.:1986. –254с.
104. Ляйман Э.М. Динамика зараженности рыб паразитами в зависимости от возраста (к вопросу о предотвращении эпизоотии)// Труды Мосрабвтуза. –1955. – вып. 7. –С.162–173.
105. Ляйман Э.М. Болезни рыб и возможность заражения ими человека. – М.: Медгиз, 1956. – С. 31–54.
106. Ляйман Э.М. Болезни рыб. -М.: Сельскохозяйственная литература, 1963. –295 с.
107. Ляйман Э.М. Курс болезней рыб. –М.: Высшая школа, 1966. – 325с.
108. Маркевич А. П. Паразиты и другие симбионты водных беспозвоночных и рыб. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 125.
109. Метод санитарно-гельминтологической экспертизы рыбы на наличие личинок описторхов и определение их жизнеспособности/Гигиена и санитария. –1979. –№ 8. –С. 53–55.
110. Методы изучения промежуточных хозяев возбудителя описторхоза/под. ред. С.А. Безра. –Алма-Ата, Наука, 1987. –85с.
111. Мирошниченко М.П. Битинии Западной Сибири. Исследование экологии моллюсков связи с их ролью в распространении описторхоза: Автореф. дис канд. биол.наук. –Томск, 1954. – 18 с.
112. Мовсесян С.О. О зараженности описторхозом рыб и плотоядных в Тюменской области. – М.: Издательство Всесоюзного института гельминтологии, 1972. – С. 33–35.
113. Моисеев П.А. Ихтиология. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – С. 381.
114. Моисеенко Т.И. Методические подходы к нормированию антропоген- ных нагрузок на водоемы Субарктики (на примере Кольского

севера) / Т.И. Мосеев // Проблемы химического и биологического мониторинга экологического состояния водных объектов Кольского севера. – Апатиты, 1995. – С. 7–23.

115. Мосевич М.В. О паразитофауне рыб озер Обь-Иртышского бассейна. –Л.: Изд-во ВНИИОРХ, 1948. – 27с.

116. Мусселиус В.А. Лабораторный практикум по болезням рыб. – М.: Наука, 1983. – С. 295.

117. Мясоедов В.С. Эпидемиология описторхоза. – Томск: Изд-во ТГУ, 1960. – 99с.

118. Никольский Г.В. Частная ихтиология. –М.: Высшая школа, 1971. –211с.

119. Никонов Г.И. «Живое серебро» Обь – Иртышья. – Тюмень: Офт – Дизайн, 1998. – 174 с.

120. Носков В.М. Исследование термического режима и оценка теплового загрязнения в приплотинной части Камского водохранилища/В.М. Носков//Географический вестник –2008. – №1(7). –С. 77–78.

121. Окулова Р.К. Из статистики Тобольской окружной больницы по глистным заболеваниям // Бюллетень общества изучения края при музее Тобольского Севера. 1929.- №1-2.- С.24-25.

122. Орлов Н.П. Проблема специфичности в паразитологии и ее значение для решения практических вопросов// Труды проблемн. и темат. Сопевщания Зоологического института АН СССР. – 1954. – вып.4. – С.251-255.

123. Осетров В. С. Справочник по болезням рыб. – М.: Колос, 1978. – 351 с.

124. Павлов Н.Н. К вопросу о паразитологии рыб бассейна р. Оби// Труды Дальневосточного педагогического института. – 1932. – С. 129–135.

125. Петрушевский Г.К., Мосевич В.В., Щупаков И.Г. Фауна паразитов рыб р. Оби и Иртыша. –М.: Изд-во ВНИИОРХ, 1948. –254с.

126. Петрушевский Г.К. Зоогеографическая характеристика паразитов рыб Сибири. –М.: Изд-во ВНИОРХ, 1948. – 271с.
127. Плеханова В.В., Гашев С.Н. Устойчивость паразитофауны моллюсков сем. Bithyniidae и сем. Limneidae водоемов г. Тюмени к действию антропогенных факторов. Вестник Тюменского государственного университета, №12, 2011. – С. 103-107.
128. Плотников Н.Н. Статистика и география описторхоза человека и животных // Тр. Свердловского и Пермского институтов микробиологии и эпидемиологии. 1939. - В.1.- С.80-91.
129. Плотников Н.Н. К клинике, диагностике и терапии описторхоза//Современная медицина. – 1949. – № 12. –С.21–22.
130. Плотников Н. Н. Описторхоз (гельминтоз печени и поджелудочной железы). - М.: Изд-во АМН СССР, 1953. 127 с.
131. Плотников Н.Н. Профилактика гельминтозов. - М.: Знание, 1973. -С. 92.
132. Полянский Ю.И. Паразиты и паразитозы человека и животных. – Киев: Наукова Думка, 1982. – 263 с.
133. Поцелуев А.Н. Влияние гидрологического режима и факторов деятельности человека на экологию первого промежуточного хозяина возбудителя описторхоза (на примере Обь-Иртышского бассейна): Дис. канд. биол.наук. Тюмень, 1992.
134. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. –М.:Издательство «Пищевая промышленность», 1966. 267 с.
135. Проект по установлению водоохранных зон и прибрежных полос реки Туры с притоками в границах г. Тюмени, ЗАО «Интехсервис»/ под ред. Олещук А.И.– Тюмень. – С. 10–12.
136. Проект по установке водоохранных зон и прибрежных полос реки Тура в черте города Тюмени. Инженерно- гидрологические и гидрографические изыскания АООТ «Тюменьгипроводхоз»/ под ред. С.Д. Гезалова. –Тюмень. – Часть1. – 1994. – С. 33–35.

137. Размашкин Д.А. Личинки трематод из рыб Нижней Оби. - Тюмень: Издательство Тюменского научно-исследовательского института краевой и инфекционной патологии, 1965. – С. 105–109.
138. Размашкин Д.А. О личинках трематод паразитирующих у рыб водоемов Обь-Иртышского бассейна. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1976. – С. 80–103.
139. Размашкин Д.А., Андреюк Г.И. Диплостомозы рыб в озерах юга Тюменской области// Известия НИИ озерного и речного рыбного хозяйства. – 1978. – 140с.
140. Размашкин Д.А. Болезни карповых рыб, разводимых в озерных и тепловодных хозяйствах Западной Сибири и меры борьбы с ними//Отчет СибрыбНИИпроекта. – Тюмень, 1980. – 63с.
141. Размашкин Д.А. Болезни и паразиты рыб водоемов Западной Сибири// Сборник научных трудов. – 1984. – вып. 226. –С. 56–65.
142. Размашкин Д.А. Биологические основы профилактики паразитарных болезней рыб в озерных хозяйствах Западной Сибири: Автореф. дис... докт. биол.наук. – Л., 1988. – 321с.
143. Размашкин Д.А., Осипов А.С. Зараженность карповых рыб Тюменской области метацеркариями сем. *Opisthorchidae* (Zuhe, 1911)//Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. –Екатеринбург, 2003. –С.15–16.
144. Романов Ф. И. Результаты патологоанатомических вскрытий, произведенных при Томском университете с 1890 по 1900 гг.//Известия Томского университета. 1902. Т. 19, № 19. -С. 1-60.
145. Румянцев В.А. Особенности природы цианобактерий/В.А. Румянцев, Л.Н. Крюков//Общество. Среда. Развитие. – 2012. – № 1. –С. 232–238.
146. Сабанеев Л.П. Жизнь пресноводных рыб. - Иркутск: Акцент, 1994. -509 с.

147. Сажина Т.В., Комарова В.П. К эпидемиологии описторхоза в г. Ишиме//Природноочаговые инфекции и инвазии в Зап. Сибири. Тюмень, 1969, -С. 215-217.
148. Сединкин А.Н. Гельминты рыб и вызываемые ими заболевания в водоемах Южного Урала: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Челябинск, 1966. – 16с.
149. Сербина Е.А. К биологии размножения моллюсков семейства *Bithyniidae* (*Gastropoda, Prosobranchia*) на юге Западной Сибири// Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда. – 1999. – С.108–110.
150. Сербина Е.А. Моллюски сем. *Bithyniidae* в водоемах юга западной Сибири и их роль в жизненных циклах трематод: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2002. – 22с.
151. Сидоров Е.Г. Паразиты рыб водоемов Центрального Казахстана: Автореф. дис... канд. биол. наук. –М., 1960. – 19с.
152. Сидоров Е.Г. К методике определения зараженности рыб личинками гельминтов.-М., Медицинская паразитология, 1960. - с. 177-178.
153. Сидоров Е.Г. Описторхоз. Рыбы водоемов Казахстана – источник заражения. –Алма – Ата: Кайнар, 1970. – 60с.
154. Сидоров Е.Г. Природная очаговость описторхоза. –Алма-Ата: Наука, 1983. – 240 с.
155. Сиренко Л.А. Цветение воды и эвтрофирование/Л.А. Сиренко, М.Я. Гавриленко. –Киев: Наукова думка, 1978. – 232с.
156. Скоробогатов Я.И., Кутикова Л.А. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. –М.: Гидрометеиздат, 1977. –С. 30.
157. Старобогатов Я.И., Затравкин М.Н. *Bithynioidea* (*Gastropoda, Pectinibranchia*) фауны СССР. Моллюски. Результаты и перспективы их

исследований. Восьмое Всесоюзное совещание по изучению моллюсков. Авторефераты докладов. Ленинград: Наука, 1987. 150-153.

158. Скрыбин К.И. Описторхоз как санитарная и социально-экономическая проблема Советского севера//Мед. паразитология и паразитарные болезни. – 1932. – Т.1. – С 15–26.

159. Скрыбин К.И. Статистика и география описторхоза//Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1932. – Т.1. – С 37–59.

160. Скрыбин К.И. Трематодозы животных и человека. –Л.: Наука, 1950, –С.67–262.

161. Соусь С.М., Ростовцев А.А. Паразиты рыб Новосибирской области. – Тюмень. – Ч. 2. – 2006. – С. 17 – 23.

162. Состояние окружающей среды города Тюмени/Управление по экологии Администрации города Тюмени. Экологический сборник. – Тюмень, ООО «Александр», 2006. – 44с.

163. Спасский А.А. Фауна трематод, цестод и скребней рыб верховьев Енисея// Вопросы ихтиологии. – 1960. – вып. 15. – С. 145–161.

164. Стадниченко А.П., Иваненко Л.Д., Куркчи Л.Н., Витковская О.В., калинина Н.Н., Вискушенко Д.А., Шевчук А.В. Влияние трематодной инвазии на накопление ионов тяжелых металлов пресноводными моллюсками//паразитология.1998. Т.32, вып.4. –С. 357-362.

165. Степанова Т.Ф. Особенности описторхоза у коренного и пришлого населения Сибирского Севера. - Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2001. – 99с.

166. Степанова Т.Ф. Описторхоз: новые взгляды на инвазионную болезнь, основы клинической реабилитации, методология крупномасштабных оздоровительных работ. – Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2002. – 196 с.

167. Стругова Л.С., Беэр С.А., Мефодьев В.В. Моллюски – детритофаги, как элиминаторы яиц описторхид// Гельминтология сегодня, проблемы и перспективы. – 1989. – Т. 2. – С. 119–120.
168. Судариков В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России. – М.: «Наука», 2002. – 297с.
169. Судариков В.Е., Ломакин В.В., Атаев А.М., Семенова Н.Н. Метацеркарии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги. – М.: Наука, 2006. –С. 25–31.
170. Титова С.Д. Паразиты рыб бассейна р. Томи// Вопросы зоологии. – 1948. - Т. 97. –С. 81–96.
171. Титова С.Д. Паразиты рыб Западной Сибири. – Томск: Издательство Томского университета, 1965. – 172с.
172. Факторович К.А. Алиментарные заболевания рыб. Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. –М.: Наука, 1984. –С. 144–157.
173. Фаттахов Р.Г. Зараженность рыб личинками описторхид в районах с различной степенью трансформации природных ландшафтов//Новое в теории и практике борьбы с гельминтозами. – 1987. – С. 38–44.
174. Фаттахов Р.Г. Второй промежуточный хозяин возбудителя описторхоза в Обь-Иртышском очаге: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1990. – 21 с.
175. Фаттахов Р.Г. Распространение метацеркарий описторхид у рыб семейства карповых в Западной Сибири// Болезни и паразиты гидробионтов Ледовитоморской провинции. – 1990. – С. 132–147.
176. Фаттахов Р.Г. Экология паразитарных систем описторхид Обь-Иртышского бассейна в условиях антропопрессий: Автореф. дис... докт. биол. наук. – Тюмень, 1996. – 48с.
177. Фаттахов Р.Г. Динамика паразитофауны рыб в водоемах города Тюмени// Проблемы взаимодействия человека и природной среды. – 2001. – вып.2. –С. 100–103.

178. Фаттахов Р.Г. Зараженность карповых рыб метацеркариями возбудителя описторхоза и меторхоза//Проблемы паразитологии и токсикологии при рыбохозяйственной эксплуатации водоемов. – 2004. – С. 81.
179. Федоров К.П., Соусь С.М., Юрлова, Н.И. Карпенко С.В., Чечулин А.И., Водяницкая С.Н. Особенности распространения описторхоза на юге Западной Сибири.//Гельминтология сегодня: проблемы и перспективы. -М., 1989.- С. 146.
180. Федоров К.П., Белов Г.Ф. Проблема трематодозов человека в Западной Сибири// Актуальные проблемы инфектологии и паразитологии. – 2001. – С. 34.
181. Филатов В.Г., Фаттахов Р.Г., Поцелуев А.Н., Ушаков А.В., Кривенко В.В. Зависимость поражения рыб метацеркариями описторхоза от гидрорежима рек Обь-Иртышского бассейна// Сборник научных трудов. – 1984. – 226 с.
182. Филатов В.Г., Ушаков А.Г., Фаттахов Р.Г. Экологические основы сочетанности природных очагов эндемичных паразитозов в Западной Сибири. –Тюмень.: Издательство Тюменского государственного университета, 2001. –С.26.
183. Фюрон Р. Проблемы воды на земном шаре. –Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 256с.
184. Шигин А.А. Трематоды фауны России и сопредельных государств. Мариты. – М.: Наука, 1993. –158 с.
185. Шигин А.А. Патогенез и клинические проявления диплостомозов рыб// Тезисы доклада Всесоюзного общества по инвазионным болезням рыб. – 1977. –С. 118–126.
186. Шигин А.А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. –М.: «Наука». 1986. – 253с.

187. Шульман С.С. Зоогеографический анализ паразитов пресноводных рыб Советского Союза// Основные проблемы паразитологии рыб. – 1958. –С. 113–136.
188. Шульман С.С. Специфичность паразитов рыб// Основные проблемы паразитологии рыб. – 1958. –С. 191–215.
189. Шульц Р.С. Основы общей гельминтологии. – М: Изд-во «Наука», 1970. – Т. 1. – 491 с.
190. Шульц Р.С. Основы общей гельминтологии. – М.: Наука, 1970. – Т. 2. – 300с.
191. Шульц Р.С. Основы общей гельминтологии. – М.: Наука, 1970. – Т. 3. – С. 188–193.
192. Шумилова А.М. Экспериментальные исследования по вопросу профилактики описторхоза: Автореф. дис... канд. биол. наук. –Омск. 1954.
193. Шустов А.И., Середина Т.А. Необычная локализация метацеркарий описторхиса// Медицинская паразитология. – 1977. – Т. 46, – № 2.– С. 233–234.
194. Щербина А.К. Болезни прудовых рыб. – М.: Издательство Министерства сельского хозяйства СССР, 1952. – С. 40–46.
195. Щербина А.К. Болезни рыб и основы рыбоводства. – М.: Колос, 1964. – С. 228–133.
196. Черногоренко М.И. Личинки трематод в моллюсках Днепра и его водохранилищах. – Киев, Наукова думка, 1983. – 210с.
197. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна/А.Д. Мочек, Д.С. Павлов. Под ред. А. Мочек. – М.: Издательство: товарищество научных изданий КМК, 2006. – 594 с.
198. Юдкин И.И. Ихтиология. -М.: Пищеромиздат, 1970. – 379 с.
199. Яблоков Д.Д. Описторхоз человека. - Томск: Издательство Томского университета, 1979. – С. 125–137.

200. Ataev G.L., Kozminsky E.V., Dobrovolskij A.A. Dynamics of infection of *Bithynia tentaculata* (Gastropoda: Prosobranchia) with trematodes//Parasitology. –2002. – № 36.2. – P. 203–218.
201. Bauer O. Krankheiten und Parasiten des Zanders (*Lucioperca lucioperca* L. //Zeitschrift für fischerei und deren hilfswissenschaften Soneledruck aus Band X.N. – 1961. –P. 8–10.
202. Braun T. Die thierischen parasiten des menschen ein handbuch für Stitdlerende und Sertte// - Frankfurt, – 1895. –S. 15–19.
203. Chabaund O. First symposium jn host specificity among parasites of vertebrates// – 1957. –P. 26–31.
204. Coimbra C.E. Madsen H. Biological control for fresh water spail//Parasitol today. – 1991. – Vol. 7, – № 5. – P. 124.
205. Kastak V., Zitnan R. Age dinamica jf some fish heiminthiasis//Helmintologia. – 1960. – P. 127–131.
206. Kirichuk G.Ye., Stadnichenko A.P., Pershko I.A. The Effect of the trematode invasion and accumulation of heavy Memals onto the pond spail (*Mollusca Gastropoda Pectinibranchia*)//Parasitology. – 2002. – № 36.4. – S. 295–302.
207. Linstow G. Compendium der Helminthologie. Hannover, 1878. – P. 156–172.
208. Linstow G. Helminthologische untersuchungen Zoologische jahrbucher. Hannover, – 1887. – P. 137–168.
209. Litvin V.Yu., Rorenberg E.I. Natural focality of diseases: development of the concept by the end of the century//Parasitology. – 1999. – № 33.5. – S. 179–183.
210. MacKenzi K., Williams H.H., Williams B., Mc Vicar A.H., Siddall R. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies// Advances in Parasitology. 1995. V. 35. P. 86–144.

211. Mattner C. Der Einfluss larvales Trematoden auf den Gasstoffwechsel von *Lymnea stagnalis* unter besonderer Berücksichtigung der Parasitierung durch redien Abhandlungen. - Hamburg, Verhandlungen Naturwiss., 1970. – Vol. 15. – P. 83–106.
212. Naumova A.Y., Visotski A.A., Bobichewa I.G., Prophylaxis and control of infections fish diseases by fish croprotation// EAFP Tenth International conference in Diseases of Fish and Shelfish. – 2001, – S. 167.
213. Pelgunov A.N., Kazakov B.E., Sergeeva E.G., Fillipova A.Y. Parasitological investigation of fish in the middle reaches of the Irtysh River in 2002// 4-Sino-Russian symposium. Conservation and sustainable use of Biodiversity and Bioresurse of Eurasia. – 2002. – S. 59–60.
214. Pietrock M, Marcogliese DJ. Free-living endohelminth stages: at the mercy of environmental conditions. Trends in Parasitology, 2003. 19:293–29
215. Prommas C. Report of cfse of *Opisthorchis felineus* Siam// Ann. Trop. Med. Parasitol. – 1927. – №. 21. – P. 9–10.
216. Reader T.A.J. Hisochemical observations in carbohydrates, lipids and enzymes in digenean parasites and host tissues of *Bithynia tentaculata*// Parasitology. – 1971. – №. 63. – P. 125–136.
217. Wesenberg-Lund C. Contributions to the development of the Trematoda Diginea. II. The biology of the freshwater cercariae in dabish fresh-water// Dansk.vidensk. selsk Skr. – 1996. – Vol. 9. №. 5. – P. 1–223.
218. Wisniewski, W. Zagadnienia biocenologiczne w parasitologii// Wiadom. Parasitol. – 1955. – P. 227–233.
219. Whittaker R.H. Cummmunities and Ecosystems. - New York. Macmillan, 1975. – P. 184–192.
220. Vogel H. Über den ersten Zwischenwirt und zerkarie *Opisthorchis felineus* Riv.// Arch. Schiffs-Tropenhyg. Bd. 86. Hf. 10. – 1932. – P. 559–562.
221. Vogel H. Der Entwicklungscyclus von *Opisthorchis felineus* (Riv.) nebst Bemerkungen über den Systematidae und Epidemiologie// Zoological Stuttgart. – 1934. – S. 103.

222. Yamaguti S. *Systema Helmintum*. – New York – London. – 1978. – S. 162–175.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 31 – Критерии оценки загрязненности вод (в соответствии с ГН 2.1.5.690-98, СанПин 2.1.4.027–95)

Ингредиенты и показатели качества воды (мг/л)	Значение ПДК в воде разного назначения (мг/л)	
	рыбохозяйственного	санитарно-бытового
Кислород растворенный	Зимой не менее 4,0 Летом не менее 6,0	Не менее 4,0
БПК ₅	Не более 2,0	Не более 3,0 (хозяйственно-питьевая) Не более 6,0 (купание отдыхающих)
Азот аммонийный	0,40	2,0
Азот нитритный	0,02	1,0
Азот нитратный	9,1	10,2
Медь	0,001	1,0
Никель	0,01	0,1
Цинк	0,01	1,0
Фтор-ион	0,75	1,5
Мышьяк	0,05	0,05
Кальций	180,0	-
Магний	40,0	-
Сульфат-ион	100,0	500,0
Хлорид-ион	300,0	350,0
Нефтепродукты	0,05	0,3
Фенолы	0,001	0,001
Железо общее	0,1	0,3
рН	6,5-8,5	6,5-8,5
Свинец	0,01	0,03
Калий и натрий	170	-
Фосфаты	0,2	-
Ртуть	0,00001	0,0005

Таблица 32 – Химические показатели воды исследованных водоемов (2004–2013 гг.)

Параметр	Ед. измерения	Озеро Кривое	Пруд Чистый	Озеро Андреевское	Озеро Липовое
Кислород	мгО/дм ³	7,8	7,9	<u>9,5</u> 8,0	8,0
рН	Ед.	4,3	9,7	<u>8,3</u>	8,0

				8,2	
Аммонийный ион (N/NH ₄)	мг/дм ³	0,32	0,16	<u>0,20</u> 0,16	0,17
Нитриты (N/NO ₂)	мг/дм ³	0,02	0,005	<u>0,008</u> 0,015	0,006
Нитраты (N/NO ₃)	мг/дм ³	0,09	0,07	<u>0,15</u> 0,09	0,09
Фосфат-ион (PO ₄ ³⁺)	мг/дм ³	0,24	0,04	<u>0,14</u> 0,1	0,12
Железо общее (Fe)	мг/л ³	0,48	0,08	<u>0,35</u> 0,61	0,09
БПК ₅	мгО/дм ³	5,7	3,6	<u>4,9</u> 3,6	2,5
Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	6,4	9,2	<u>11,6</u> 13,1	11,0
Карбонаты (CO ₃ ²⁻)	мг/дм ³	12,1	0	<u>8,5</u> 8,1	8,5
Гидрокарбонаты (HCO ₃)	мг/дм ³	250,7	126,0	<u>152,9</u> 162	139,1
Хлориды (Cl)	мг/дм ³	29,2	287,1	<u>113,1</u> 116,1	99,6
Сульфаты (SO ₄)	мг/дм ³	3,6	181,7	<u>5,9</u> 5,9	5,8
Кальций (Ca)	мг/дм ³	40,5	100,8	<u>34,3</u> 37,7	31,6
Магний (Mg)	мг/дм ³	17,1	26,4	<u>12,9</u> 13,2	11,1
Жесткость общая	-	3,6	7,8	<u>3,0</u> 3,0	3,0
Na+K	мг/дм ³	34,4	155,1	<u>72,3</u> 77,9	64,6
Сумма ионов	мг/дм ³	390,4	885,3	<u>400,1</u> 402,6	378,2
Взвешенные вещества	мг/дм ³	17,1	19,1	<u>20,8</u> 21,3	20,0
Прозрачность	-	>30	>30	<u>>30</u> >30	>30
Нефтепродукты	мг/л	0,06	0,05	<u>0,09</u> 0,09	0,03
Фенол	мг/л	0,0004	0,0031	---	---
Hg	мг/л	0,00011	0,07	<u>0,3</u> 0,9	0,00001
Pb	мг/л	0,00004	0,9	<u>1,7</u> 3,1	0,00003

Cu	мг/л	0,002	8,5	<u>2,1</u> 1,5	0,001
Zn	мг/л	0,002	544,5	<u>116,5</u> 55,5	0,01

Таблица 33 – Критерии оценки загрязненности донных отложений

Ингредиенты и показатели качества воды (мг/л)	ПДК _{п'} валовое	Фон для ДО Тюменской области
Органические вещества	---	3,13±0,5
Азот аммонийный	---	9,4±1,3
Азот нитритный	---	0,1±0,03
Медь	3,0	10,6±1,7
Цинк	23,0	29,5±4,7
Сульфат-ион	161,0	33,0±4
Хлорид-ион	560	13,8±1,1
Нефтепродукты	20,0	10,0±5,0
pH	---	---
Свинец	6,0	16,3±5,3
Фосфаты	---	63,0±11,7
Ртуть	2,1	0,033±0,012

Таблица 34 – Химические показатели донных отложений исследованных водоемов (2004–2013 гг.)

Параметр	Ед. измерения	Озеро Кривое	Пруд Чистый	Озеро Андреевское	Озеро Липовое
pH	мг/кг	8,2	7,6	<u>8,4</u> 8,1	8,2
Хлориды (Cl)	мг/кг	28,3	104,9	<u>43,1</u> 38,9	20,7
Сульфаты (SO ₄)	мг/кг	60,6	133,3	<u>69,2</u> 24,9	71,0
Аммонийный ион (N/NH ₄)	мг/кг	24,4	3,17	<u>2,3</u> 2,3	1,9
Нитриты (N/NO ₂)	мг/кг	0,16	0,12	<u>0,22</u> 0,19	0,16
Нитраты (N/NO ₃)	мг/кг	41,7	---	---	---
Фосфат-ион (PO ₄ ³⁺)	мг/кг	79,3	30,9	---	---
Органические вещества	мг/кг	4,68	3,8	<u>0,45</u> 0,3	0,4

Нефтепродукты	мг/кг	60,4	22	<u>8,6</u> 7,9	20,0
Zn	мг/кг	32,8	25	<u>20,0</u> 6,0	18,0
Cu	мг/кг	5,2	2,8	<u>1,9</u> 1,7	1,6
Pb	мг/кг	4,1	2,1	<u>0,3</u> 0,4	0,2
Hg	мг/кг	0,035	0,12	<u>0,01</u> 0,02	0,01

Таблица 35 – Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (озеро Кривое)

Возраст	Вид гельминта	Плотва			Верховка		
		Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО	Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО
0+	<i>Diplostomum rutili</i>	697	71%±8,8	1,8	2028	20%±22,1	0,7
	<i>Tylodelphis clavata</i>		6%±18,2	0,1		4%±45,2	0,04
	<i>Opisthorchis felineus</i>		9%±22,7	0,1		5%±30,5	0,1
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		43%±14,1	0,8		38%±14,1	0,8
1+	<i>Diplostomum rutili</i>	358	80%±4,7	2,6	433	71%±6,6	2,0
	<i>Tylodelphis clavata</i>		9%±14,1	0,2		5%±14,1	0,1
	<i>Opisthorchis felineus</i>		16%±14,8	0,2		15%±17,3	0,2
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		55%±8,6	1,2		43%±8,6	1,2
2+	<i>Diplostomum rutili</i>	298	76%±4,2	3,1	220	65%±4,2	2,9
	<i>Tylodelphis clavata</i>		6%±10,8	0,1		7%±11,8	0,1
	<i>Opisthorchis felineus</i>		16%±12,5	0,3		28%±11,0	0,4
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		50%±8,4	1,1		55%±8,4	1,1
3+	<i>Diplostomum rutili</i>	235	90%±3,3	2,6	114	80%±2,0	4,4
	<i>Tylodelphis clavata</i>		8%±11,0	0,2		8%±6,4	0,2
	<i>Opisthorchis felineus</i>		22%±10,8	0,3		28%±7,0	0,5

	<i>Metorchis xanthosomus</i>		62%±7,3	1,0		71%±7,3	1,0
4+	<i>Diplostomum rutili</i>	144	86%±2,3	3,2	83	79%±1,7	4,6
	<i>Tylodelphis clavata</i>		7%±7,1	0,2		7%±6,0	0,2
	<i>Opisthorchis felineus</i>		24%±8,5	0,4		24%±6,3	0,4
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		62%±5,4	1,2		64%±5,4	1,2
5+	<i>Diplostomum rutili</i>	105	86%±2,1	2,8	69	75%±1,9	3,6
	<i>Tylodelphis clavata</i>		7%±7,4	0,1		5%±5,1	0,1
	<i>Opisthorchis felineus</i>		20%±6,6	0,4		17%±5,6	0,3
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		64%±4,6	1,1		55%±4,6	1,1

Таблица 36 – Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (пруд Чистый)

Возраст	Вид гельминта	Плотва			Верховка		
		Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО	Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО
0+	<i>Diplostomum rutili</i>	324	82%±4,0	2,8	82	79%±2,1	3,2
	<i>Tylodelphis clavata</i>		2%±12,6	0,03		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		23%±14,3	0,3		8%±8,7	0,09
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		48%±9,7	1,8		62%±4,7	0,9
1+	<i>Diplostomum rutili</i>	221	89%±2,5	3,3	46	78%±1,6	3,2
	<i>Tylodelphis clavata</i>		0,5%±10,1	0,01		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		17%±11,7	0,2		9%±4,9	0,2
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		61%±7,1	1		50%±3,7	0,8
2+	<i>Diplostomum rutili</i>	181	90%±2,0	3,7	30	80%±1,1	4,3
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		12%±12,7	0,1		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		59%±6,8	0,9		91%±2,7	1,0
3+	<i>Diplostomum rutili</i>	138	81%±2,4	3,8	32	---	---
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		13%±9,3	0,2		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		58%±6,0	0,9		---	---

4+	<i>Diplostomum rutili</i>	72	95%±1,3	5,3	---	---	---
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		12%±8,5	0,2		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		58%±5,8	0,8		---	---
5+	<i>Diplostomum rutili</i>	51	97%±1,0	4,4	---	---	---
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		23%±3,9	0,3		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		77%±2,5	1		---	---

Таблица 37 – Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (озеро Андреевское)

Возраст	Вид гельминта	Плотва			Верховка		
		Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО	Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО
0+	<i>Diplostomum rutili</i>	229	66%±4,4	2,7	223	84%±3,6	2,2
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		27%±11,9	0,3		5%±14,6	0,04
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		51%±8,5	0,8		49%±8,7	0,7
1+	<i>Diplostomum rutili</i>	221	76%±4,1	2,5	185	74%±3,8	2,5
	<i>Tylodelphis clavata</i>		1%±5,0	0,1		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		23%±10,9	0,3		4%±10,6	0,05
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		53%±2,9	0,8		46%±7,8	0,7
2+	<i>Diplostomum rutili</i>	173	69%±3,6	2,9	148	81%±2,6	3,3
	<i>Tylodelphis clavata</i>		6%±7,4	0,2		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		17%±5,7	0,2		4%±10,1	0,05
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		60%±6,7	0,9		53%±6,2	1,0
3+	<i>Diplostomum rutili</i>	140	90%±3,1	2,6	62	60%±2,6	2,3
	<i>Tylodelphis clavata</i>		3%±9,8	0,05		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		19%±9,2	0,2		3%±6,3	0,05

	<i>Metorchis xanthosomus</i>		59%±6,0	0,9		17%±4,8	0,4
4+	<i>Diplostomum rutili</i>	72	85%±1,3	5,3	12	100%±0	9,8
	<i>Tylodelphis clavata</i>		4%±5,4	0,09		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		10%±6,4	0,2		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		56%±4,3	0,9		33%±1,9	0,8
5+	<i>Diplostomum rutili</i>	27	96%±0,4	6,9	6	22%±1,3	1,2
	<i>Tylodelphis clavata</i>		7%±4,1	0,1		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		35%±10,8	0,5		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		74%±2,2	1,5		50%±1,3	0,8

Таблица 38 – Зараженность разных возрастных групп рыб семейства *Cyprinidae* личинками трематод (озеро Липовое)

Возраст	Вид гельминта	Плотва		
		Обсл. экз.	ЭИ,%	ИО
0+	<i>Diplostomum rutili</i>	324	73%±4,6	3
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		45%±11,7	0,6
1+	<i>Diplostomum rutili</i>	221	82%±3,1	3,5
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		47%±9,3	0,6
2+	<i>Diplostomum rutili</i>	181	85%±2,5	3,1
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		48%±8,3	0,7
3+	<i>Diplostomum rutili</i>	138	86%±1,7	5,5
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		---	---

	<i>Metorchis xanthosomus</i>		49%±8,3	0,7
4+	<i>Diplostomum rutili</i>	72	90%±1,1	4,8
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		68%±4,0	1,0
5+	<i>Diplostomum rutili</i>	51	100%±0	6,5
	<i>Tylodelphis clavata</i>		---	---
	<i>Opisthorchis felineus</i>		---	---
	<i>Metorchis xanthosomus</i>		80%±2,6	1,2