

МЕЖДУРЕЧЕНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

Муниципальное учреждение управления образованием Комитет Образования
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа № 22
Творческое объединение "ЮнЭМ"

Использование биометрических показателей хариуса сибирского
Thymallus arcticus arcticus (Pallas, 1776) в биоиндикации реки Томь.

Автор: Соколовский Константин Эдуардович,
обучающийся 11 класса
руководитель: Медведева Светлана Геннадьевна,
учитель биологии, магистрант ИСиА ТГУ,
"Экология и природопользование"

Кемеровская область

2020

Содержание

Введение	3
Литературный обзор.....	7
Район, методы, оборудование и материалы исследования.....	8
Основные результаты работы.....	11
Выводы и рекомендации.....	14
Список литературы.....	15
Приложение. Карта - схема 1.....	16
Приложение. Рис.1, Сведения о водоемах.....	17
Приложение. Материалы исследования.....	18
Приложение. Фото 1, фото 2.....	21
Приложение. Фото3, фото 4.....	22
Приложение. Диаграмма 1.....	23

Кузбасс – одна из самых урбанизированных территорий России. На относительно небольшой площади (95,5 тыс. кв.км.) находятся 20 городов областного подчинения. Область отличается самой высокой за Уралом плотностью населения (29,5 человек на 1 кв. км), 85% которого сосредоточено в городской местности [16]. В области насчитывается 7 городских округов с численностью населения свыше 100 тыс. жителей. Основное природное богатство Кузбасса - уголь - добывается в 13 городах. Кроме добычи угля в области развиты тяжелая и химическая промышленность, транспорт, сельское хозяйство. Этому способствовала природа и географическое положение Кузбасса. В Кемеровской области есть равнины и горы, залежи полезных ископаемых, леса и реки. Естественно, что антропогенное воздействие на природу тоже велико и разнообразно. Когда то основными промыслами коренных народов нашей местности были охота и рыбалка. В лесах было много соболя и белки, в полноводных реках – рыбы [15]. Профессором Томского университета Иоганзенем Б.Г. в 1940 году делался расчет улова в верховьях реки Томь, включая Мрассу и Кондому, в пределах 250-300 центнеров рыбы за лето [9,15]. Однако уже в семидесятых годах прошлого столетия уже речи не шло о массовом лове рыбы. Для сохранения нерестилищ некоторых видов рыб были организованы заказники Бельсинский и Терсинский. Обилие видов и поголовья рыб зависят от характера водоемов и их экологического состояния [9]. Всего в нашей области более 32 тысячи рек и речушек, более 800 из которых имеют протяженность более 10 км [16]. На всем протяжении главной водной артерии области - реки Томь, на ней расположены города, поселки, промышленные и сельскохозяйственные объекты, тянутся вдоль нее транспортные магистрали. И, хотя все поселения человека и предприятия должны иметь очистные сооружения, происходит загрязнение реки Томь. Эти изменения влекут за собой изменения в речной биоте, которые можно обнаружить методами биоиндикации. Биоиндикаторы – это организмы или сообщества организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об естественных и антропогенных изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей. По мнению Ван Штраалена (1998) [17], существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой. Это когда фактор не может быть измерен, или его трудно измерить, или легко измерить, но трудно интерпретировать. С точки зрения охраны природы, важнее получить ответ на вопрос, к каким последствиям приведет та или иная концентрация загрязнителя в среде или вмешательство в биологию вида. Это и решает биомониторинг, позволяя оценить биологические последствия антропогенного изменения среды. Физические и химические методы дают качественные и количественные

характеристики фактора, но лишь косвенно судят о его биологическом действии. Биоиндикация, наоборот, позволяет получить информацию о биологических последствиях изменения среды и сделать лишь косвенные выводы об особенностях самого фактора [19]. Биоиндикация может осуществляться на всех уровнях организации живого: биологических макромолекул, клеток, тканей и органов, организмов, популяций (пространственная группировка особей одного вида), сообществ, экосистем и биосферы в целом. Признание этого факта – достижение современной теории биоиндикации. О прямой биоиндикации говорят, когда выбранный фактор среды действует на биологический объект непосредственно. При косвенной биоиндикации один фактор действует через изменение других (абиотических или биотических) факторов среды. Например, применение гербицидов (2,2 дихлорпропионовой кислоты) на лугу ведет к уменьшению злаков в растительном сообществе (с 55 до 12%) и увеличению разнотравья, что может рассматриваться как прямая биоиндикация. Изменения растительного покрова ведут к падению численности представителей саранчовых и росту численности тлей. Таким образом, изменение в соотношении двух групп насекомых это пример косвенной биоиндикации применения гербицида [19]. На низших уровнях биоиндикации возможны прямые и специфические формы биоиндикации, на высших – лишь косвенные и неспецифические. Однако именно последние дают комплексную оценку влияния антропогенных воздействий на природу в целом. Изменение каких-либо факторов, влияющих на организм, влечёт за собой изменения в их морфологии, физиологии или (и) поведении.

Мы живем в городе само название которого говорит об обилии рек - Междуреченск. Самая большая по протяженности на территории Кемеровской области река Томь сливается с одним из самых больших своих притоков - рекой Уса на территории города. Чуть выше этого слияния, практически в середине города, в Усу впадает река Ольжерас. Подавляющее большинство мужчин города являются рыбаками – любителями. Рыбалка это не просто добыча пищи, а большей частью - это вид активного отдыха. Действительно, район Междуречья и расположенный недалеко Кузнецкий Алатау с быстрыми, холодными реками, обладают большим рекреационным потенциалом. Многие рыбаки говорят, что им не важно сколько и какой рыбы они поймали, важно отдохнуть от шума города, машин, напряженной работы. Есть проекты по коммерческой рыбалке, когда жители крупных городов выезжают на горные реки для спортивной ловли рыб. Однако, все чаще можно услышать от рыбаков, что рыба стала меньше, слабее, появились паразиты. Всего в Кемеровской области обитает более 40 вида рыб и один вид

круглоротых [9]. В реке Томь - 35 видов, из них 5 видов акклиматизированы [9, 14]. Одним из ярких представителей костных рыб является хариус сибирский (*Thymallus arcticus arcticus Pallas, 1776*). Хариус сибирский достаточно широко распространен в реках Сибири, в Кемеровской области встречается во всех быстрых и чистых реках, но особенно в Горной Шории и Кузнецком Алатау [9,14,15,16]. Мы решили использовать этот вид в качестве организма-биоиндикатора, так как он встречается на всем протяжении реки Томь и на данный момент достаточно многочислен. Актуальность нашей работы в определении хариуса как вида - индикатора и возможных последствиях изменения его биометрических показателей. Это необходимо для природоохранной деятельности и рационального использования природных ресурсов. Новизна нашей работы в том, что подобных исследований на территории бассейна Томи еще не проводилось, хотя для этого есть ряд значимых причин. Первая: хариус сибирский - рыба перспективная в экономическом отношении, как объект экологической спортивной рыбалки, так и пищевой объект. Поэтому необходимо сохранить ее в первоначальном, природном морфологическом состоянии. Вторая - хариус, достаточно крупный организм, показывает загрязнение воды в реке Томь, ухудшение ее качества. Это косвенный, то есть высший уровень биоиндикации. Значит, вода становится действительно опасной для человека и всей экосистемы Томи.

В 2002-2003 году воспитанником станции юных натуралистов города Междуреченска Медведевым Александром была проведена исследовательская работа по определению некоторых биологических параметров хариуса сибирского и его экологии в реках Междуреченского района притоках Томи - Тайжесу, Бельсу и верхнего течения реки Томь. В 2016 году эту работу продолжил Яшкин Александр. Им были исследованы притоки нижнего течения реки Томь: река Писаная, река Глубокая и приток верхнего течения - река Мрассу. Мы провели работу по изучению морфометрического состояния хариуса сибирского в 2018 году на рыбах, выловленных в реке Казыр и Бельсу. В августе 2019 года автором работы были измерены 7 особей с точки "Пороги", это участок верхнего течения реки Томь, недалеко от устья Бельсу.

Мы выдвинули гипотезу - морфологические показатели хариуса сибирского зависят от экологического состояния водоема и могут быть адаптацией к неблагоприятным условиям. Объект исследования - экологическое состояние реки Томь, предмет исследования - морфометрические показатели хариуса сибирского.

Цель работы : определение зависимости некоторых биометрических показателей хариуса сибирского от условий местообитания.

Задачи :

1. Выбрать биометрические показатели, характеризующие жизненное состояние хариуса сибирского;
2. Провести измерения, сравнить с полученными ранее результатами, определить их достоверность;
3. Выявить зависимость проявления признака (отклонения) от условий обитания;
4. Проанализировать изменения признака.

Литературный обзор

Биоиндикация в последнее время приобретает все более весомую значимость, этому посвящено большое количество работ [1,11,17,18]. Работы Шварца С.С в зоологии, повлекли за собой поиски различных биоиндикаторов, разных уровней их применения, методов и методик [11]. Одним из направлений биоиндикации является биометрия, и как ее составляющая - исследование асимметрии у разных организмов [1]. Группой ученых был разработан БИОТЕСТ - совокупность методик, оценивающих интегрированное влияние окружающей среды на физиологические процессы в организмах. Эти методы носят профилактический характер, то есть предсказывают появление проблемы [22]. В других работах методы биометрии используются для прикладных целей, например для выбора размеров ячеи сетей [7,18]. В работе Хорошенькова и Песковой [10] рассмотрены как биоиндикаторы рыбы разных возрастов, что в свою очередь показало, что на формирование внешних признаков особей одного экотопа влияют сезонные изменения. То есть организм рыб тонко реагирует на изменения окружающей среды. Линейно-весовые показатели рыб использовались в работе Венедиктова и Апсалиховой [21]. Была показана зависимость этих промеров от паразитов. Самое большое значение для нашей работы имела статья Романова В.И.[6], из которой мы выяснили значимые для хариуса сибирского промеры - признаки. Только в этой работе было разделение рыб по полам, так как хариус сибирский действительно обладает достаточной выраженностью полового диморфизма. О чем было сказано в наших первых работах. Там же [6] было предположено об адаптивных механизмах изменения признаков хариуса, ведущих к образованию новых подвидов и, возможно, видов. В электронном источнике (Кузицин К. [18]) был приведен пример нереста хариуса европейского при размерах 10 см, и особенностях размножения хариуса, из-за которых его невозможно разводить искусственно, как некоторых других лососевых рыб. Хариус должен размножаться только в особо чистых природных водоемах. Остальная литература использовалась для понимания биологии вида, его систематического и морфологического определения [2,10,12,13,20]. Методики по определению возраста и промерам рыб были взяты из Наумова Н.П. [3].

Сведения о распространении хариуса сибирского на территории Кемеровской области были взяты из сборника Скалона Н.В. [9,14]

Для определения организмов макрозообентоса и пищевых объектов хариуса были использованы определители и методические пособия по биоиндикации водоемов [4,5].

Район, методы, оборудование и материалы исследования.

Район исследования - бассейн реки Томь (Приложение. Карта-схема 1. Приложение. Краткая характеристика рек.), правого притока реки Обь. Реки Кемеровской области можно разделить на три группы - лососевые, сиговые и реки среднего течения, с более высокой температурой, чем первые два типа [5]. Нами были исследованы рыбы со следующих участков:

1 участок - река Бельсу при впадении в нее ручья Поднебесный (2002,2003,2018гг), река Тайжасу при впадении ее в Бельсу (2002,2003гг), 1а участок - река Томь, станция "Бельсу"(2002,2003гг), р.Томь около станции "Пороги"(2019г);

2-ой участок - река Мрассу, 20 км от устья вверх (2016г);

3 участок - реки Глубокая и Писаная, недалеко от устья (2016г);

4 участок - река Казыр, недалеко от устья (2018г).

Вода рек первого участка насыщена кислородом, очень холодная и быстрая. Антропогенного, промышленного или хозяйственно - бытового загрязнения этих рек нет. Проведенные в 2016 и 2018 году работы по определению биотического индекса Вудивиса и оценки качества речных вод методом Ксиландера и Вассмана показали, что вода в реке Бельсу и Казыр относится к чистым водам (1 класс).

Мрассу протекает через поселение, однако выше поселка стоят леса. Вылов рыбы был сделан выше поселка. Вода в Томи при впадении в нее Мрассу прозрачная, чистая. Органолептические показатели Мрассу также относят ее к чистым водам.

На наш взгляд, реки Писаная и Глубокая испытывают антропогенную нагрузку – они протекают в непосредственной близости с сельхозугодьями и деревнями. Кроме того, Томь, при впадении в нее этих рек, уже достаточно грязная, так как течет после многочисленных городов и поселков (Приложение, фото 1). Вода рек Глубокая и Писаная мутная, с бело-коричневой пеной. Есть запах гниения (растительности). Макрозообентос представлен только сапробными организмами и в очень малом количестве.

Отлов рыбы велся удочкой и на "кораблик" в июле-сентябре. Были использованы купленные рыбы, отловленные браконьерским способом - сетями с мелкой ячейей (Казыр,2018г).

При промерах лососей обычно пользуются схемой Смитта (Приложение, рис. 1), которая дает богатейший материал по систематике лососевых [6]. За длину тела лососей принимается расстояние от вершины рыла, т. е. от передней, наиболее удаленной точки тела при закрытом рте, до конца средних лучей хвостового плавника. Передней

точкой тела у хариуса сибирского служит край верхней челюсти, у других лососевых — край нижней челюсти. Длина всей рыбы, или предельный размер лососей, исчисляется от конца рыла до середины линии, соединяющей концы верхней к нижней лопасти хвостового плавника [7]. Как ценные для определения жизненного состояния были признаны измерение расстояния между глазами (толщина головы) , общая длина рыбы L , количество костных лучей в спинном плавнике, ширина спинного плавника, расстояние от жирового плавника до основания хвостового плавника. Вес рыбы не определялся. Промеры были распределены по полам и возрастам. С серединной части туловища снимались несколько чешуй - для определения возраста по методу Никольского (из Наумова Н.П. [3]). В соответствии с неравномерным ростом рыбы в течение года на чешуйке образуются концентрические кольца: широкие соответствуют периоду интенсивного роста, узкие - образуются в сезон его замедления. С этой же целью можно использовать слоистость и других частей - костей, жаберной крышки. Чешуя исследуемых рыб - циклоидная. Определение возраста шло с применением бинокля и микроскопа «Микромед». Пол рыбы определялся по половым продуктам. Пищевые объекты - при вскрытии желудка и кишечника, определение беспозвоночных по определителям [4,5].

Исследования рыб (плотва, лещ, карась и др.) в р. Москве в пределах города выявило следующие уродства: нарушение формы тела, искривление позвоночника, нарушение пигментации, «оплавление» лучей спинного плавника, редукцию плавников, «мопсовидность» головы, слепоту, редукцию зрачка, бельмо на глазу, выпуклость глаз, ожирение, длиннохвостость и пр. У плотвы доля особей с уродствами (иногда несколькими сразу) колебалась от 10 до 70% [13,20]. Поэтому были взяты на заметку резкие отклонения в морфологии рыб в нашей работе.

В предыдущих работах были промеры были использованы не все, лишь линейно-возрастные, согласно целям работ. При анализе комплекса морфологических признаков предлагается использовать интегральный индекс стабильности развития. Признаки делятся на меристические (в нашем случае это количество прободенных чешуй средней линии и лучей в спинных плавниках) и пластические (линейные промеры) - измерение длин разных функциональных частей тела: длина и высота тела рыб, диаметр глаза. Для нескольких меристических признаков он рассчитывается как среднее арифметическое количеств асимметричных признаков у каждой особи, деленных на общее количество исследованных признаков. Коэффициент асимметрии дает оценку окружающей среды в

баллах по интегральному показателю стабильности развития животных (по В.М. Захарову, 1996г из [8]).

Сбор и промеры проводились на свежем материале. Для оценки достоверности был использован коэффициент Стьюдента ($p=0,05$).

Все собранные особи были определены как представители вида хариус сибирский - *Thymallus arcticus arcticus* (Pallas, 1776).

Всего было исследовано :

1 участок, 2002г - 23 особи (15 самок\8 самцов), возраст 3-6 лет, 2018г - 33 особи (5 самок\3 самца\10 неполовозрелые) 2-4 года, 2019г - 7 особей (2 самки\5 самцов);

2 участок - 2016 г. 8 особей (5 самок\3 самца), 3-4 года;

3 участок - 2016 г. 13 особей (5 самок\8 самцов), 3-4 года;

4 участок - 2018 г. 15 особей. Неполовозрелые, 2 года.

Мы решили использовать в нашей работе только рыб со сходной возрастной группой. Таким образом, из всех мест изучения были взяты данные только по группе 3-4+ летних рыб. Участки 1 и 2 имеют одинаковые природные показатели, это реки верховья Томи, горные, быстротекущие, с прозрачной водой, с разнообразными объектами питания для хариуса (Приложение. Фото 1). Участок 3 - реки нижнего течения Томи, медленные, короткие, с мутной водой, текущие среди сельскохозяйственных полей и поселков (Приложение. Фото 2). Поэтому мы решили объединить материалы с участков 1 и 2 (40 особей), и сравнивать их с промерами участка 3 (13 особей). На данном этапе работы мы не стали делить группы по полу, так как соотношение самок и самцов в обеих группах примерно одинаковое.

Число степеней свободы в нашей работе - $f = (40+13) - 2 = 51$, значит, критический коэффициент Стьюдента при $p=0,05$ равен 2,009. Были высчитаны средняя длина рыб в популяциях, высота, горизонтальная длина глаз, количество пор с левой и правой стороны, число лучей в спинном плавнике. Для каждой особи посчитана погрешность и высчитана средняя погрешность по популяциям. Коэффициент Стьюдента рассчитывался

по формуле : $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$, где M_1 - средняя длина рыб в популяции 1-2, M_2 - средняя длина рыб в популяции 3, m_1^2 и m_2^2 - средняя погрешность признака по популяциям 1-2 и 3 соответственно. Полученные данные по пластическим и меристическим признакам для сравнения достоверности были объединены в таблицу 1.

Таблица 1. Сравнение признаков *Thymallus arcticus arcticus* двух популяций (точки 1-2 и 3)

Признаки	Точка № 1-2			Различие t_{st}	Точка №3		
	\bar{x}	$\pm m$	Lim		\bar{x}	$\pm m$	Lim
Длина, мм	199,6	19,8	172-265	2,094	150,3	12,79	131-200
Высота, мм	54,45	5,54	44-65	1,6	44,46	2,18	41-51
Горизонтальный диаметр глаза, мм	9,76	0,32	8-10	2,55	8	0,62	7-10
Лучи, шт	23,1	1,59	21-25	0,848	21,08	1,79	18-25
Поры, шт	84,23	1,31	80-89	1,169	81,54	1,89	78-90

Коэффициент Стьюдента для длины тела хариуса равен 2,094, делаем вывод о том, что наблюдаемые различия статистически значимы (уровень значимости $p < 0,05$). Так же и для горизонтальной длины глаз (коэффициент Стьюдента = 2,55). Для других показателей достоверность различий меньше. Хотя если смотреть средние величины, то в группе 1-2 они явно больше.

Интегральная оценка качества среды является ответом на вопрос — какова реакция животного организма на неблагоприятное воздействие, которое имело место в период его развития. В связи с тем, что онтогенез рыб протекает изначально вне материнского организма, они обладают высокой чувствительностью к загрязнению, являются универсальными индикаторами качества водной среды с самого рождения. Интегральный индекс равен среднему арифметическому сумм относительных значений асимметрии по всем признакам у каждой особи. Относительное значение асимметрии в данном случае вычисляется как $|L-R|/(L+R)$, где L и R — размеры признака соответственно с левой и правой стороны. Применительно к позвоночным животным и человеку удобным показателем может служить заболеваемость организмов определенными недугами (аномалии развития) или морфологическими отклонениями, которые индуцируются факторами окружающей среды. Оценку качества окружающей среды можно оценить в баллах по интегральному показателю стабильности развития животных (по В.М. Захарову, 1996 г.):

Класс	Коэффициент асимметрии согласно балльной оценке				
	1 (чисто)	2 (относительно чисто)	3 (загрязнено)	4 (грязно)	5 (очень грязно)
Рыбы	<0,35	0,35-0,4	0,4-0,45	0,45-0,5	>0,5

Из взятых нами двух меристических признаков, количество пор на чешуях боковой линии и числа лучей в спинном плавнике, асимметричным оказался один признак - число пор. Из трех пластических симметрию может показать длина глаз. Обычно коэффициент асимметрии смотрят отдельно по пластическим и меристическим признакам. ЧАПП (частота асимметричных признаков популяции) рассчитывается как отношение числа особей, имеющих асимметричный признак, к общему числу учтенных признаков, а ЧАП (частота асимметричных признаков особей) — как отношение числа признаков, проявляющих асимметрию, к общему числу признаков умноженное на общее число особей в одной выборке. При оценке величины асимметрии по нескольким размерным признакам применяется интегральный показатель: среднее относительное различие между сторонами на признак

$$X_a = \sum(d_{l,r})i / nk,$$

где $d_{l,r} = d_l - d_r / d_l + d_r$ — величина линейного признака; k — число признаков; n — число повторностей. Для анализа асимметрии качественных признаков на образец используется

оценка среднего числа асимметричных признаков на образец (средняя частота асимметричного проявления на признак – ЧАП) как отношение числа особей имеющих асимметричный признак к общему числу особей:

$$ЧАП = \sum A_i / n k,$$

где A_i – число асимметричных проявлений признака i (число особей асимметричных по признаку i). В таблице 2 приведены расчеты по обоим участкам: А-среднее число асимметричных признаков; n-число признаков; К-качество среды в баллах по интегральному показателю стабильности развития животных.

Согласно интегральному показателю стабильности развития животных (рыб) участок 1-2 относится к чистым водам, участок 3 - очень грязным.

Вид	Участок №1-2			Участок №3		
	А	ЧАПП, А/n	К	А	ЧАПП, А/n	К
<i>Thymallus arcticus arcticus</i>	0,3	0,15	1	1	0,5	5

По ранее проведенным исследованиям объектов питания хариуса в данных участках было отмечено различие как в видовом и так и в разнообразии экологических групп (Приложение. Диаграмма 1, 2).

Выводы и рекомендации

На основании проделанной нами работы мы выяснили, что линейные промеры, пластические и меристические признаки хариуса сибирского могут быть показателем изменения состояния качества воды. Популяции верхнего (участок1-2) и нижнего (участок 3) достоверно различаются по 3 признакам из 5. Средняя длина особей 3-4 лет первого участка на 49,3 мм (28%) достоверно больше чем на втором участке. Высота рыб

различается на 9,9 мм (21%). То есть общий объем рыбы больше. Значит рыба лучше питается, что подтверждается анализом пищевых объектов. Превышение горизонтальной длины глаза на 1,48 мм (18%) говорит о большей значимости зрения в чистой воде, чем в мутной. Однако количество пор на боковой линии (сенсорная система) практически одинаково - разница в 2,02 единицы (1,5%). Известно, что организмы находящиеся в условиях плохой видимости - мутная вода, темнота, почва, зачастую утрачивают органы зрения, однако компенсируют их другими органами чувств. Количество лучей в спинном плавнике, отвечающим за маневренность, коррелирующее с возрастом рыбы, также мало различимо (1,3%). Из этого можно сделать вывод, что рыба "взрослеет" даже при небольших размерах. Это необходимо для выживания. Наличие асимметрии в органах зрения и боковой линии говорит о нарушенных физиологических процессах, не заложенных генетически. Большой процент асимметричных признаков - следствие не одного, а нескольких факторов. Мы предполагаем, что эти разнообразные факторы действуют на хариуса как напрямую, так и косвенно, через объекты питания. Интегральный показатель развития хариуса на разных участках реки Томь четко показывает чистые (по общему комплексу) и грязные воды. Верховье реки - 0,12 ЧАПП, соответственно - 1 группа чистоты окружающей среды, нижнее течение - 0,5 ЧАПП, соответственно - 5 группа чистоты окружающей среды. Что дает нам возможность считать хариуса сибирского биоиндикаторным организмом высшего порядка.

Таким образом, мы считаем, что гипотеза наша подтвердилась, морфологические показатели являются показателями окружающей среды и показывают адаптационные пути выживания хариуса.

Список литературы и источников

1. Боголюбов А.Г. СТОЛЕТИЕ БИОМЕТРИИ В РОССИИ [Текст].- Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург. Биология и Экология. 2002г.;
2. Мягков, Н. А. Атлас – определитель рыб [Текст] / Н.А.Мягков. – М.: Просвещение, 1994. – 233 с.;
3. Наумов, Н. П. Зоология позвоночных [Текст] / Н.П. Наумов, Н.Н. Карташов. – М.: Высшая школа, 1979. – Т.1. – 333 с. ;

4. Нидон, К. Растения и животные [Текст]: руководство для натуралиста / К. Нидон.– М.: Мир, 1991. – 263 с.;
5. Плавильщиков, Н. Н. Определитель насекомых [Текст] / Н. Н. Плавильщиков.– М.: Топикал, 1994. – 544 с.;
6. Романов В.И. Морфологическая изменчивость хариуса сибирского (*Thymallus arcticus* (Паллас, 1776)) из разнотипных озер бассейна реки Хатанги (полуостров Таймыр) в связи с адаптацией к горным и равнинным условиям [Текст].- Известия Иркутского государственного университета, серия "Биология. Экология", 2016. Т.18, стр. 45-57.;
7. Сеславинский В.И., В.Н. Аверков, **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЯЧЕИ ДРИФТЕРНЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ ЭКСТЕРЬЕРА ЛОСОСЕЙ** [Текст]. ТИНРО-Центр.- Управление рыбного хозяйства Приморского края, Владивосток, 2016;
8. Сизова Е.А, Романова А. П., Умрихина В.В. Использование флуктуирующей асимметрии *ALBURNUS ALBURNUS* и *RANA RIDIBUNDA* для оценки качества водной среды [Текст]. - Вестник Оренбургского государственного университета, №8 (208) 2017 ;
9. Скалон, Н. В. Рыбы Кемеровской области [Текст] / Н. В. Скалон.- Кемерово: ООО «Скиф»: ИПП «Кузбасс», 2009. – 112 с.;
10. Хорошеньков Е .А., Т.Ю. Пескова. **ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ И ГУСТЕРЫ ИЗ НЕКОТОРЫХ СТЕПНЫХ РЕК КУБАНИ** [Текст] .- Вестник ТГУ, т.18, вып.6, 2013;
11. Шадманова Т.Х., Чуйков Ю.С. Экологические основы биоиндикационных исследований [Текст]. -Астраханский государственный университет
12. Большая советская энциклопедия. [Текст] / М., Советская энциклопедия, 1989. – 864 с.
13. Рыбы Подмосковья [Текст] / Ответ. ред. В. Е. Соколов. – М.: Наука, 1998. – 158 с.
14. Рыбы, амфибии, рептилии. Методические указания по полевой практике Ответ. ред. Гагина Т.Н., Скалон Н.В., Куценко Т.И. – Кемерово: Изд-во КемГУ, 1986. – 48 с.
15. Шорский сборник [Текст] / Ответ. ред. В.М. Кимеев. - Кемерово: изд-во КемГУ, 1997. – Вып. 2. – 83 с.
16. Административно-территориальное деление [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ako.ru/Kuzbass/territ.asp?n=3>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус.
17. Биоиндикация, Ван Штраален [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/22464.html>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус, англ.
18. Кузицин К. Хариус европейский [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fishblog.info/component/k2/item/409-parus-na-spine.html>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус, англ.
19. Мониторинг [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://infopedia.su>, свободный.- Загл. с экрана, рус. англ. яз.
20. Рыбы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fish-collection.com>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус, англ.
21. Венедиктов С.Ю., Апсалихова О.Д. ВЛИЯНИЕ ПЛЕРОЦЕРКОИДОВ *LIGULA INTESTINALIS* НА ЛИНЕЙНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИБИРСКОЙ ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS LACUSTRIS* (*CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE*) ВИЛЮЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА [Текст] . - Российский паразитологический журнал, 2008, № 1;

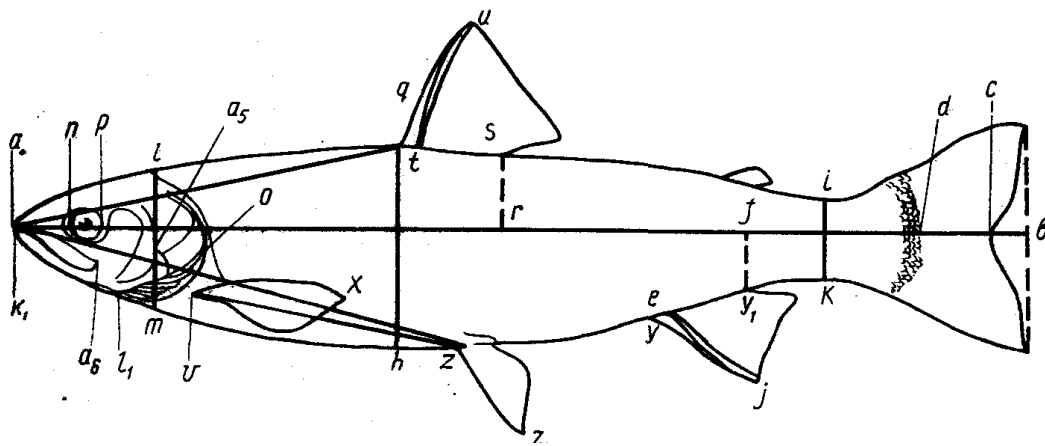
22. Камардин Н. Н., Любимцев В. А., Холодкевич С. В. Модельные исследования влияния на наземных моллюсков *Achatina fulica* аэрозольных выбросов сточных вод [Текст] // Петрозаводский государственный университет. Принципы экологии. 2016. № 5. С. 4–16.

Приложение. Карта-схема 1.



Обозначения: 1,2,3,4 - участки, на которых велся отлов образцов.

Приложение. Рис 1. Схема промеров рыб по Смитту.



Сведения о реках .

Томь. Длина реки — 827 км, из них более 500 км по территории Кемеровской области. Ширина поймы до 3 км, перепад высот от истока до устья — 1185 м, площадь водосбора — 62 тыс. км². Среднемноголетний расход воды и годовой сток соответственно: 1100 м³/с и 35,0 км³/год. Средняя скорость течения — 0,33 м/с, на перекатах — 1,75 м/с. Замерзает в конце октября — начале ноября, вскрывается в конце апреля. Средняя продолжительность ледостава — 158—160 дней, в среднем 175 дней в год свободна от льда. Дождевое питание реки составляет 25—40 %, снеговое — 35—55 % и грунтовое — 25—35 % годового стока. Исток Томи находится на западных склонах [Абаканского хребта](#), на болотистом склоне между северными отрогами хребта [Карлыган](#) и горой «Вершина Томи» - данные взяты из электронного источника Википедия.

Мрассу (Мрас-Су, в верховье — Акмрас) — река в [Кемеровской области](#), левый приток [Томи](#) (бассейн [Оби](#)). Длина 338 км, площадь бассейна 8840 км². Берёт начало с [Абаканского хребта](#), течёт в глубокой долине по [Горной Шории](#). Извилиста; в русле имеются пороги. Питание смешанное, с преобладанием снегового. Замерзает в середине [ноября](#), вскрывается в [апреле](#). [Лесосплав](#) до 1994 года. Река активно используется для водного туризма. Крупных поселений нет, сельскохозяйственных угодий нет. Отлов хариуса на Мрассу осуществлялся в июле 2016 года.

Писаная — река в [Кемеровской области](#). Длина реки составляет 36 км. Устье реки находится в 225 км по правому берегу реки [Томь](#), в деревне [Писаная](#). Река течет среди сельскохозяйственных угодий и дачных поселков. Рядом с устьем располагается музей-заповедник «[Томская писаница](#)». Отлов хариуса осуществлялся в августе 2016 года.

Глубокая — река протекает в Кемеровской области. Устье реки Глубокой находится в 240 км от устья реки [Томь](#) по левому берегу, в деревне [Полонино](#). Длина реки составляет 27 км. [10]. Отлов образцов осуществлялся в августе 2016 года.

Приложение. Материалы исследования.

Хариус сибирский (отр. Лососеобразные, сем. Хариусовые) - один из самых интересных видов. В брачный период у самцов на удлиненном спинном плавнике проявляются яркие глазчатые малиново-бордовые пятна, обведенные неоновым - голубым ободком. На туловище появляются две широкие полосы красно - кирпичного оттенка. У самок тоже бывают пятна на плавниках, но их меньше. Окраской и размерами хариус сибирский отличается от других хариусов - европейского и байкальского [1]. Излюбленные места обитания хариуса — перекаты с быстрым течением, где он обычно держится за крупными камнями. Реже встречается у берегов. В мелких ручьях его нет. В нерестовый период хариусы поднимаются вверх по рекам, практически до снежных озер. Самцы занимают определенную территорию с прозрачной, ледяной водой и быстрым течением. Нерест происходит в мае-июне. После этого рыбы мигрируют вниз по течению. Мальки-сеголетки и одногодники, по данным Медведева А., «стоят» обычно на мелководьях среднего и нижнего течения Бельсу, Казыра, Усы. «Подростки» стоят стаями в Томи, Писаной. Хариус сибирский – хищная рыба, питается водными беспозвоночными и летающими насекомыми, выпрыгивая из воды.

1 участок (2002 год, Медведев А.):

Самки 3+ (7 особей) - средняя длина (L)17,2 см, средняя высота (Н) 4,94 см, глаза(D)- 1,03 см, лучи- от 22 до 25, поры-

Самки 4+ (4 особи), - L 22,6 см, Н-6,4 см, D - 0,97см, лучи- от 22 до 25, поры....

Самки 5+ (3 особи)- L 28,9см, Н-6,9 см, D - 1,03 см, лучи- от 24 до 25, поры...

Самка 6+ (1 особь)- L 36,0 см, Н-7,9 см, D - 1,0 см, лучи - 24, поры...

Самцы 3+(5 особей) - L 18,6 см, Н-6,04 см (5,9-6,2 см), D - 0,92см, лучи- от 23 до 25, поры...

Самцы 4+(2 особи) - L - 23,2 см, Н-6,25 см, D - 0,97см, лучи- 25, поры ..

1 участок (2018 год, Кондратьев Е., Соколовский К.):

Самки 3+ (4 особи) - L 18,6 см (), Н - 4,98 см (2-5,0; 4,8; 5,1), D - 0,92 см, лучи - от 23 до 25, поры 80-86 (Лев.сторона 82 из 84, нет в середине и в конце, прав. сторона-83 из 84, нет в конце.)

Самка 4+, одна - L 24,3 см, Н-6,2 см, D - 0,95см, лучи- 24, поры 86

Самцы 3+ (3 особи)- L 18,8 см, Н-5,2 см (4,8; 5,1; 5,2 см), D - 0,92см, лучи- от 23 до 25, поры 82-86.

1 участок (2019 г., Соколовский К.):

Рыба 1. Самец, 4+, L 222мм, Н-53мм, D -10\9мм (п\л), лучи- 18, поры 81-82.

Рыба 2. Самка, 4+, L 248 мм, Н-61мм, D -12\11мм (п\л), лучи- 19, поры 86-89

Рыба 3. Самец, 4+, L 195мм, Н-62мм, D -13мм (п\л), лучи- 17, поры 79.

Рыба 4. Самец, 4+, L 265мм, Н-59мм, D -11\10,5мм (п\л), лучи- 19, поры 82-78.

Рыба 5. Самец, 4+, L 250мм, H-53мм, D -11мм (п\л), лучи- 19, поры 77-81.

Рыба 6. Самец, 4+, L 255мм, H-52мм, D -11мм (п\л), лучи- 19, поры 84.

Рыба 7. Самка, 6+, L 393мм, H-83мм, D -13\12мм (п\л), лучи- 21, поры 91-92.

2 участок (Яшкин А., 2016):

08,07,16. Река Майзас

1- длина 18,5 см, высота -4,8 см, глаз - 0,8 см, лучей - 22, пор - 84 (85), самка, муха(меньше 1 см), голова с сосущ. ротовым аппаратом, бабочка, муха, Веснянка большая (6 шт), личинки комара, надкрылье (жука), поденка 2-19 см., высота- 4,6 см, глаз - 0,9 см, лучей 25, пор 86 (86) самец. Почти пустой желудок (ИЛ и песок)

3- 19,2 см, 5,0 см, 0,9 см, 24 луча, 87(88), самец. Поденки, насекомое до 1 см, 2(?) круглый червяк.

4 -17,5 см, 4,8 см, 0,8 см, 23 луча, 85 (87), самка. Ручейник, два куска поденки.

5 - 18,6 см, 5,1 см, 1,0 см, 24 луча, 86 (87), самка, муха больше 1 см, Веснянка большая (3 шт), личинка поденка, голова мухи, голова с сосущ. аппаратом как у 1 образца. сирфида.

6- 20,5 см, 5,6 см, 1,0 см, 25 лучей, 88 (89), самка, бабочка, комар-долгунец, ручейник, муха, бабочка, муха, куски поденок.

7- 17,8 - самка, песок, ил,

8 – 18,7 см, 4,4 см, 0,8 см, 24 луча, 86(87), самец, поденка, ручейник, песок.

3 участок (Яшкин А., 2016):

17,08,16

Река Глубокая

1- 13,2 см, 4,2 см, 0,7 см, 18 лучей, 78(79), самец, камни, песок, ил, пара личинок ручейника.

2-14,1 см, 4,4 см, 0,8 см, 20 лучей, 80 (84), **искривленный позвоночник**, самец, как 1 особь

3-14,3 см, 4,5 см, 0,8 см, 21 луч, 79(80), самка, червь, ил, песок, камни, голова с сосущ. аппаратом.

4-13,1 см, 4,1 см, **0,8 см (0,9)**, 19 лучей, 79 (81) самец, червь, камень, песок, ил.

5-15,3 см, 4,4 см, 0,8 см, 23 луча, 83(84), самец, опарыш (от удочки), ручейник, ил, песок.

6-13,5 см, 4,3 см, 0,7 см, 19 лучей, 78(79), самец, как в 1

7-14,2 см, 4,4 см, 0,8 см, 21 лучей, 80 (82), самец, как в 1

8-15,1 см, 4,7 см, 0,8 см, 22 луча, 81(81), самка, как в 1

9-16,9 см, 5,1 см, 0,9 см, 24 луча, 82(83), самка, червь, бабочка, личинка руч, ил, песок, камни.

Писанная 21,08,16.

п1 - 20 см, 4,9 см, 1,0 см, 25 лучей, 88(90), самец, 3-4 мелких жука, голова мухи, веснянка большая, три личинки(Не знаю кого)

п2- 15,9 см, 4,4 см, 0,7 см, 20 лучей, 80 (83), самка, остатки насекомых, ил, песок.

п3 – 15,3 см., 4,2 см, **0,8 см (0,9)**, 23 луча, 82(84), самец, муха, ил, песок

п4 – 14,5 см, 4,2 см, 0,7 см, 19 лучей, 80 (81), самка,

Приложение .Фото1. Река Бельсу



Приложение. Фото2. Река Глубокая

Приложение. Фото 3. Хариус сибирский (1-2 группа)



Приложение. Фото 4. Хариус сибирский (3 группа)



Приложение. Диаграмма 1. Видовое разнообразие пищевых объектов хариуса

