

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра
Водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ _____
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

06.03.01- Биология

Морфо- экологическая характеристика сибирского хариуса верхней
части реки Енисей.

Руководитель _____ _____ доцент, к.б.н. Чупров С.М.
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник ББ13-03Б
_____ _____ Некипелова Е.О
номер группы подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Содержание

Введение.....	3
1. Обзор литературы.....	5
1.1. Физико-географическая и гидробиологическая характеристика района исследования (участок верхнего течения реки Енисей от г. Саяногорска до г. Минусинска)	5
1.2. Биологическая характеристика сибирского хариуса водоемов Сибири.....	8
2. Материалы и методы исследования.....	16
3. Результаты и обсуждения.....	23
3.1 Морфологические признаки хариуса	23
3.2 Рост и возраст хариуса.....	28
3.3 Видовой состав зообентоса верхнего течения р. Енисей.....	31
3.4 Питание хариуса.....	34
4. Выводы	39
5. Список используемых источников	41

Введение

Хариус, обитающий в водоёмах и водотоках Сибири, является весьма пластичным видом и образует не только подвиды, но и экологические формы, отличающиеся друг от друга морфологией, темпом роста, экологией (Попов, 2007).

С начала 21 века изменилось представление о систематике хариусов Сибири и в частности, бассейна реки Енисей. В реке Енисей И.Б. Книжиным с соавторами (2009) было выделено 3 вида хариуса – сибирский, байкальский и верхнеенисейский. В работе Вайса с соавторами (цит. по Книжину, 2009), доказано симпатрическое обитание сибирского и байкальского хариусов. В 2002 году было выяснено, что верхнеенисейский хариус генетически и фенотипически отличается от байкальского и сибирского хариусов (Koskinen et al., 2002) цитата по [26]. В 2009 году Книжин и Вайс выделили новый вид хариуса - *Thymallus svetovidovi* (Knizhin et Weiss, 2009) – верхнеенисейский хариус. Таким образом, было подтверждено обитание трех видов хариуса в бассейне р. Енисей.

Интерес к изучению сибирского хариуса верхнего течения реки Енисей вызван тем, что изучаемый нами вид хариуса обитает на участке реки Енисей, ограниченном с одной стороны плотиной Саяно-Шушенской ГЭС и с другой стороны – Красноярским водохранилищем. Распространение хариуса на этом участке ограничено данными условиями. Исследования биологии хариуса на этом участке практически не проводились, немногочисленные данные представлены в отчете [23]. В связи с этим важно изучить рост, размножение и питание данного вида.

Цель работы: Оценить состояние сибирского хариуса, обитающего в реке Енисей на участке между Саяно-Шушенским и Красноярским водохранилищами.

Задачи исследования:

- обзор литературы по биологии сибирского хариуса;
- определить таксономическую принадлежность хариуса верхнего течения р. Енисей в основе морфологического анализа;
- провести анализ размерно-половой структуры популяции и роста хариуса;
- определить численность и биомассу зообентоса на исследуемом участке реки;
- изучить питание хариуса.

Глава 1. Обзор литературы.

1.1 Физико-географическая и гидробиологическая характеристика района исследования участок верхнего течения реки Енисей от г. Саяногорска до г. Минусинска.

Енисей – река, протекающая по территории республики Тыва, далее по границе Красноярского края и республики Хакасия. Относится к бассейну Карского моря. Левобережные притоки севернее Красноярска расположены в восточной окраине Западносибирской низменности. Они отличаются наличием хорошо развитой поймы, почти отсутствующей у правобережных притоков.

Протекает по Сибири. Разделяет Сибирь на Западную и Восточную. От населенного пункта Черемушки до Новоселово слева от реки республика Хакасия, справа – Красноярский край.

Река Енисей – одна из крупнейших рек нашей планеты. По длине русла Енисей занимает 4 место в России.

Енисей течет в разных ландшафтных зонах. Верхний Енисей – среди горной степи и тайги. Почвенный покров бассейна представлен преимущественно подзолистыми лесными и тундровыми почвам, бедными минеральными солями и органогенами.

Количество взвешенных частиц изменяется по сезонам года - максимум наблюдается в паводок, минимум – зимой.

Так как продолжительность периода открытой воды в верхнем и среднем Енисее больше, чем в низовьях, то среднегодовая температура воды ниже, но разница в средних температурах за период открытой воды сравнительно небольшая и лишь в заливе она заметно ниже.

Высшая водная растительность развита слабо в Енисее, и только на отдельных участках она преимущественно разрастается сравнительно хорошо. Ниже дельты высшей водной растительности нет. Из водорослей

господствуют диатомовые, причем в верхнем Енисее преобладают донные формы [31].

В районе вылова хариуса ширина реки Енисей составляет около 40-50 метров. Берега разнообразны по структуре глиняные скалы, галечные берега, острова по середине реки покрыты растительностью и лесом, в котором преобладают тополя, осины и березы.

Енисей по глубине различен, встречаются глубокие ямы до 8м. и мелкие перекаты, где нет и 0,5 м., течение также разнообразно в основном быстрое, в заводях практически стоячее. Из-за тёплой температуры воды 13-14 градусов сильное цветение водорослей летом, ближе к г. Минусинску вода теплее 14.3 градуса, а ближе к г. Саяногорску к ГЭС прохладнее 13 градусов. Камень на дне местами крупный, вода прозрачна на 0,7-1,3м. русло извито слабо.



Рисунок 1– Река Енисей (район д. Нижняя Коя 110 км от плотины Саяно-Шушенская ГЭС), июль 2016г (фото автора)

В районе данного участка Енисея обитают виды рыб и бесчелюстных:

Арктические пресноводные - Тугун *Coregonus tugun* (Pallas, 1814);
Налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758); Сибирская минога *Lethenteron kesslery*
(Anikin, 1905);

- Бореальные равнинные пресноводные - Обыкновенная щука *Esox lucius* (Linnaeus, 1758); Сибирская плотва *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1814); Сибирский елец *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874); Речной окунь *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758); Обыкновенный ёрш *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758); Третичные равнинные пресноводные - Сибирский пескарь *Gobio gobio cynocephalus* (Dybowski, 1869);
- Бореальные предгорные пресноводные - Сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776); Ленок *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773); Таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773); Радужная форель *Oncorhynchus mykiss irideus* (Walbaum, 1792); Каменная широколобка *Paracottus knerii* (Dybowski, 1874); Речной голяк *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758);
- Понто - Каспийские пресноводные - Лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) [2], [4].

Кормовые ресурсы рыб Енисея состоят из зоопланктона, бентоса и падающих в воду или летающих над водой насекомых «воздушный корм». Основное значение на протяжении всего Енисея имеет бентос; роль планктона гораздо меньше, что связано с биологией планктонных организмов, максимум развития которых обычно ограничен двумя месяцами - июлем и августом [29].

Решающее влияние на развитие планктона оказывают также скорости течения - чем сильнее течение, тем беднее качественно и количественно становится планктон.

По данным сотрудников СФУ [27] в пробах 2009 года зарегистрировано 68 видов и форм донных беспозвоночных из 10 систематических групп. В составе бентофауны преобладал класс насекомых (*Insecta*), в котором личинок двукрылых (отр. *Diptera*) – 38 таксонов, ручейников (отр. *Trichoptera*) – 5, поденок (отр. *Ephemeroptera*) – 3, жуков (отр. *Coleoptera*), клопов (отр. *Heteroptera*) – по одному таксону. Олигохет (кл. *Oligochaeta*) отмечалось – 10 таксонов, моллюсков (кл. *Gastropoda*, кл. *Bivalvia*) – 4, амфипод (кл. *Crustacea*) – 3, пиявок (кл. *Hirudinea*) – 2 вида.

1.2 Биологическая характеристика сибирского хариуса

Отряд Salmoniformes - Лососеобразные

Семейство Salmonidae - Лососёвые

Род *Thymallus* - Хариус

Вид *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) - сибирский хариус

Несмотря на длительную историю изучения хариусовых рыб, проблема систематики семейства до настоящего времени носит дискуссионный характер и остается во многом нерешённой. Внутривидовая дивергенция хариуса обусловленного широким ареалом, высокой пластичностью и образованием многочисленных форм [18]. Многие ученые в своих выводах о таксонометрической принадлежности той или иной формы хариуса до сих пор считают, что бассейны сибирских рек населяет лишь один вид – сибирский хариус *Thymallus arcticus*, характеризующийся значительным фенотипическим полиморфизмом и мозаичным ареалом. Существовавшие представления о составе рода основывались на системе, предложенной А.Н. Световидовым (1936) и Л.С. Бергом (1948) [28]. Всё это коснулось и бассейна р. Енисей, в низовьях которой (Хантайское озеро) в условиях полной симпатрии было обнаружено обитание двух форм, рассматривавшихся в ранге подвидов сибирского хариуса [32].

Обнаружение симпатричных форм хариусов в бассейнах Амура, Лены, Байкала и Енисея показало, что они обладают ярко выраженными признаками, позволяющими без рутинного морфологического анализа различать их без особого труда. К ним относятся: окраска тела, рисунок из пятен на спинном плавнике и в ряде случаев его форма [14].

В целом, сибирский хариус является пластичной рыбой и образует не только подвиды, но и экологические формы: озёрные, озерно-речные, речные, ручьевые, отличающиеся друг от друга морфологией, темпом роста, экологией [30].

Хариус сибирский встречается практически по всему Енисею [7]. Наиболее характерен хариус для многочисленных правобережных притоков и озёр Верхнего и Среднего Енисея. Населяет озёра и водохранилища тундры, лесотундры, очень редко в эстуарной зоне.

В течение жизни окраска у сибирского хариуса меняется. Молодь в возрасте до двух лет имеет типичную пестренную окраску лососёвых рыб, тёмную спинку, серебристые бока с вертикальными тёмными полосами, светлое брюшко. У подростков пропадают тёмные полосы, появляются черные пятнышки размером в 3-4 чешуйки, обычно V-образной формы [4].

В зависимости от мест обитания окраска варьируется. В р. Енисей и его крупных притоках хариус светлее, в мелких горных притоках более темный. Отличительной чертой хариуса является его спинной плавник, в его задней части находится несколько рядов разноцветных пятен, расположенных на перепонке между лучами. Особенно длинный и высокий спинной плавник имеют самцы. Парные плавники жёлтые или красноватые, непарные - фиолетового оттенка с голубоватым отливом [4].

Обитает в быстротекущих реках с холодной водой. Предпочитает преимущественно участки реки, где ямы чередуются с перекатами. Обычно держатся небольшими стайками, главным образом на перекатах и порожистых участках реки каменистым и галечным дном. В озёрах обитает

на каменистых, реже песчаных отмелях. У каждой рыбы имеется свой охотничий участок, куда она старается не допускать своих собратьев. Не встречается в заводях, старицах, где нет течения или оно слабое. Избегает мест, заросших водной растительностью.

Крупные рыбы ведут одиночный образ жизни, мелкие держатся небольшими группами. Хариус - оседлая рыба оставляет свои излюбленные места охоты только на время размножения и зимовки. В стаи собирается только во время нереста. На зиму хариус уходит на более глубокие места, где в течение зимы активно питается.

Обычные размеры хариуса в реках региона - до 50 см. длиной и 1.5 кг. массой, но в труднодоступных таёжных районах хариус достигает массы до 3-х кг.. Необходимо заметить, что размеры хариуса зависят как от типа популяции, так и от размера водотока [11].

В Красноярском регионе хариус становится половозрелым в возрасте от трёх до шести лет. Прослеживается закономерность - чем южнее находится водоем, в котором имеется популяция хариуса, тем раньше рыба "взрослеет" [11]. Схема сезонной цикличности хариусов разной продолжительности: зимовка (январь - апрель), размножение (апрель - июнь), нагул (июнь - декабрь). Из названных сезонных ритмов предопределяющим уровень воспроизводства популяции хариусов является нагульный, который отличается здесь значительной продолжительностью [32].

Нерестится хариус вскоре после ледохода при температуре воды 5-11 градусов С, обычно через 6-9 дней после нереста щуки.

В период нереста у самцов появляется брачный наряд, задняя часть спинного плавника увеличивается [7].

Нерестовое поведение хариуса во всех водоёмах его обитания не отличается разнообразием. К апрелю - маю (в зависимости от климатической зоны) производители скапливаются у устьев нерестовых притоков и после ледохода на этих речках поднимается на нерестилище. Первые идут наиболее

крупные и сильные особи, они достигают самых верхних и возможно лучших нерестилищ. Более мелкие идут позднее, и соответственно, достигают средних и нижних нерестилищ. Нереститься хариусы в мае - начале июня, сроки нереста зависят от климатической зоны расположения водоёма, погодных условий. Главное условие при этом - повышение температуры воды до 3-5 градусов С. Икру хариусы откладывают на галечных перекатах рек и ручьёв. Нерест у хариуса "Групповой" - на перекате собирается косяк рыбы примерно одного возраста и размера с приблизительно равным количеством самок и самцов. После оплодотворения икра приклеивается ко дну. Через 2-2.5 недели выклевываются личинки. Растёт малёк довольно быстро и к сентябрю достигает длины 6-8 см. [11].

В высоких широтах рост хариуса хуже: вес рыб в десятилетнем возрасте в среднем составляет 400-700 граммов, а самые крупные особи редко бывают 1- 1.2 кг.. В больших реках южной части региона хариус быстро растёт, набирая за 8-10 лет жизни вес 1-1,5 кг.. Наибольшего размера и веса он достигает в водоёмах материкового побережья Охотского моря (длина до 55 см., вес 2 кг.) [18].

Для хариуса характерен широкий спектр пищевого рациона. Его состав может включать до 25 кормовых объектов и состоит из воздушных и водных беспозвоночных, водорослей и как исключение, рыбы [5]. Предпочитает червей, ручейников, подёнок и стрекоз. Излюбленной пищей хариуса являются летающие и падающие в воду комары, слепни, мухи, мошка. Например, у молоди хариуса длиной менее 5 см. в пищевом рационе воздушный корм составляет до 70%, а зоопланктон - всего 1,5% [7]. Амфиподы и личинки ручейников в пищевом рационе хариуса доминируют по массе, составляя в совокупности более 90% в течение большей части года. Только в июне существенное значение приобретают двукрылые - 18,2%, в остальные месяцы их массовая доля не велика. В июне наличие двукрылых превышает 50% от массы пищевого комка [13]. На стадии личинки

решающее значение для развития и роста молоди хариусов имеет концентрация, доступность корма и его качество, а также температура воды.

Скат молоди хариуса с нерестилищ, расположенных в притоках на расстоянии от 5 до 30-40 км. и более от их устьев, начинается единично с 20-х чисел июня, но массовый приходится на половину июля, заканчивается же в конце августа - сентября. Основными стаями обитания молоди хариуса в притоках являются мелководные участки рек: заводи, проточки, курьи с песчано-галечным, песчано-илистым грунтом, глубиной от 5 до 20 см.. Добывание пищи у молоди хариуса сводится к её собиранию, иногда преследованием, при этом важнейшее значение имеет зрение. Самая высокая активность у молоди наблюдается в солнечную штилевую погоду и низкая в пасмурную, а так же в ночное время. В пасмурные дни молодь малоподвижна и держатся ближе у дна. Состав пищевых организмов у молоди хариуса включает хирономид, личинок насекомых, а также насекомых, падающих с прибрежной растительности. Молодь хариуса на предличиночной и личиночной стадиях имеют смешанное питание [32].

Численность хариуса зависит, главным образом от степени его использования рыболовами - любителями и, кроме того, от антропогенного вмешательства в водные экосистемы. За счёт ГЭС изменились характеристики роста. Кроме того, в нижних бьефах плотин сформировались свои нерестовые популяции хариуса, которые уже не совершают миграции в притоки, а осваивают для этих целей перекаты Енисея и Ангары. Кормовые миграции также незначительны и связаны с преимущественным развитием того или иного вида пищи и выглядят как перемещение рыбы с ям на плёсы и перекаты. В таких условиях хариус стал основным видом по численности в пределах незамерзающих участков рек "полыньи" [11].

Причина снижения численности хариуса в водоёмах края значительно сократилась. Причинами снижения численности является подрыв запасов в

связи со значительным выловом производителей в период нереста, изменения гидрологических условий в водоемах [36].

Наличие сибирского хариуса только в нижнем течении крупных сибирских, а также некоторых уральских рек объясняется событиями, произошедшими в период последних оледенений: образованием на севере цепи подпрудных водоемов, в которых шло расселение их материнских популяций в направлении с северо-востока на запад [16]. Вывод об отсутствии сибирского хариуса в верховьях Енисея в Монголии был подтвержден в ходе изучения фенетических и генетических характеристик рыб из бассейна р. Шишхид-Гол, берущей свое начало на водоразделе с оз. Хубсугул на востоке и притоками Ангары на севере. На этом участке реки обитает хариус, имеющий значительные генетические различия с сибирским из низовьев Енисея, Лены и других рек арктического побережья Азии и Сев. Америки, в меньшей степени он различается с байкальским хариусом из р. Ангара и оз. Байкал [14]. По генетическим характеристикам данный таксон более близок монгольскому *Th. brevirostris* и верхнеобскому *Th. nikolskyi* хариусам, но отличается от них окраской тела, формой и рисунком на спинном плавнике, некоторыми морфометрическими признаками. В результате описан новый вид – верхнеенисейский хариус (хариус Световидова) *Th. svetovidovi* [16].

Его ареал требует уточнения по данным Книжина И.Б. во всех реках, составляющих верховья Енисея в Монголии и до г. Кызыл (республика Тыва), а также истоки р. Большой Енисей и р. Белин в Тыве. Не исключено обитание его локальных популяций в некоторых притоках р. Ока (бассейн р. Ангара), притоках оз. Увс-Нур и других приграничных с Монголией водоемах. Кроме того, отмечается обитание рыб, генетически сходных с верхнеенисейским хариусом в р. Конуй (Абакан- Енисейск) [17]. Несмотря на существование ряда вопросов, требующих дальнейшей разработки, таксономическая идентификация хариусов на большей части бассейна Енисея может быть проведена на основе использования признаков окраски

тела и рисунка из пятен на спинном плавнике, без необходимости генетического анализа [19].

Ключ для определения хариусов рода *Thymallus* реки Енисей [16]:

- 1. На спинном плавнике мелкие округлые пятна одинакового размера расположены в виде нескольких рядов, число которых в конце плавника больше 5.
- 2. Форма и размер пятен в задней части плавника такие же, как и в его передней части. Хвостовой стебель и основание плавника имеют темно-бордовую окраску. Над брюшными плавниками есть крупное пятно того же цвета. Высота головы у затылка 12,0–16,6(14,0) %, антедорсальное расстояние 28,2–34,3(31,1) % *LSm*. *Сибирский хариус – Thymallus arcticus*
- 3. Форма пятен в задней части плавника различная, их размер заметно больше, чем в передней части. Верхний ряд пятен в задней части сливается в сплошную широкую извилистую горизонтальную полосу. Хвостовой стебель и основание плавника имеют яркую желто - оранжевую окраску. Над брюшными плавниками слабо заметное крупное пятно. Высота головы у затылка 15,6–18,2(17,0) %, антедорсальное расстояние 33,0–37,0(35,0) % *LSm*. *Верхнеенисейский хариус, (хариус Световидова) – Thymallus svetovidovi*
- 4. На спинном плавнике пятна разной формы и размера, расположены в виде нечетких рядов, число которых в конце плавника не больше 5 (рис. 1б). Байкальский хариус – *Thymallus baicalensis* [16].

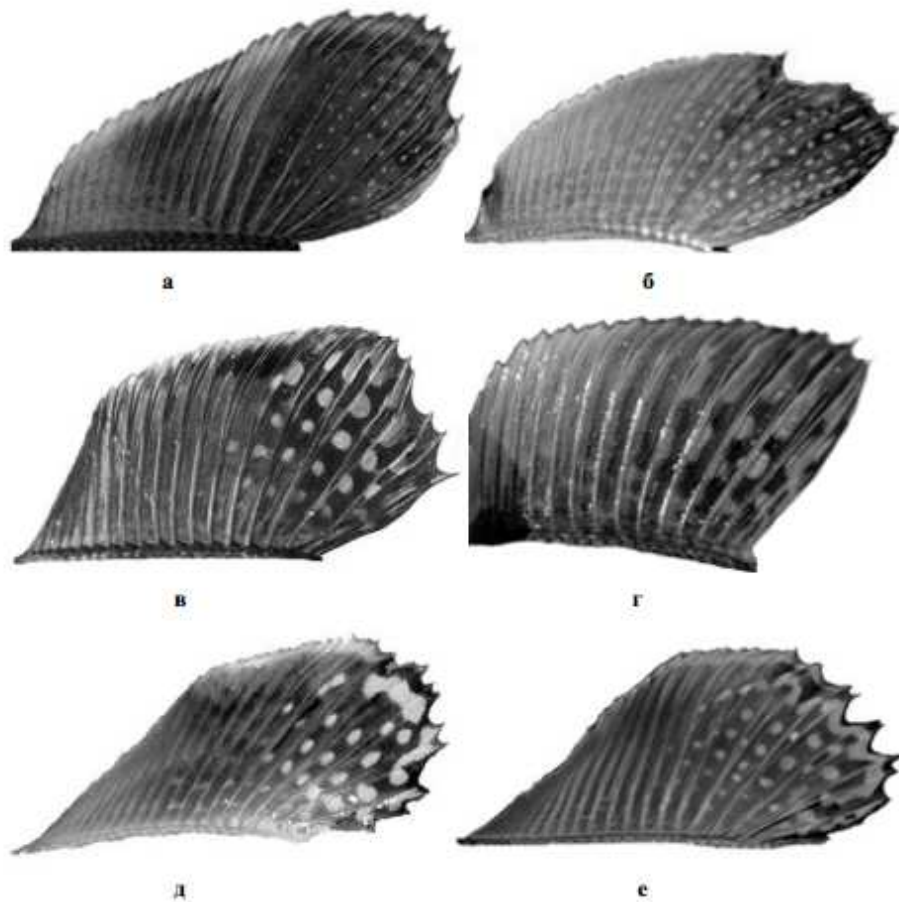


Рисунок 2 - Варианты рисунка на спинном плавнике хариусов *Thymallus* байкальского и ангаро-енисейского бассейнов: а – сибирский хариус (Хантайское озеро, фото В.И. Романов); б – сибирский хариус (оз. Кета, плато Путорана); в – байкальский хариус (Хантайское озеро, фото В.И. Романов), г – байкальский хариус (б. Фролиха, оз. Байкал); д, е – верхнеенисейский хариус (р. Шарга Гол, верховья Енисея в Монголии, фото К. Ратшан) [18].

Глава 2. Материалы и методы исследования

Отлов хариуса проводился в реке Енисей в летний период (июль-август) с 02.07.15 по 29.08.15 и с 05.07.2016 г по 27.08.2016 г (рис. 3).

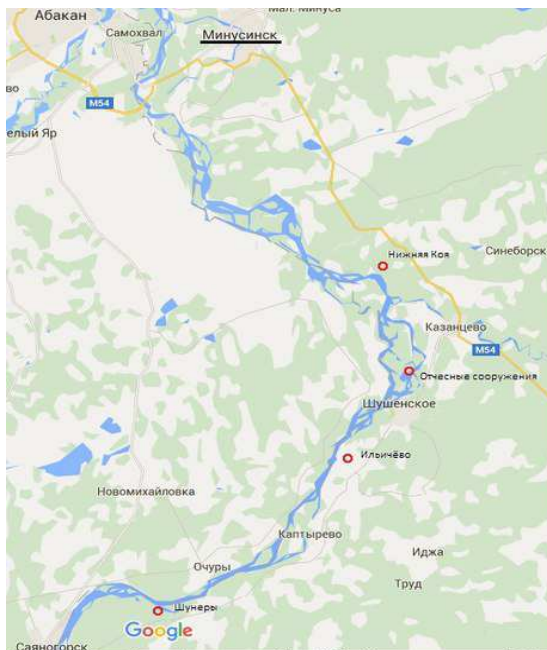


Рисунок 3 - Карта схема района исследования (Google, карта <https://www.google.com>). Примечание: ● – места отлова рыбы

За два года исследований было отловлено 291 экземпляр хариуса. Отлов рыб производился крючковой снастью - с тремя крючками – одной из самой популярной снасти рыбаками любителями – “балды”. Отловленные рыбы разных возрастных групп. За один выход-выезд на рыбалку улов с берега может составлять 6-8 кг и даже более. Улов с гребных резиновых лодок не редко превышает 10-12 кг, а с моторных 15-20 кг [7].

Из отловленных рыб 67 экземпляров взято на морфометрический анализ. Взяты пробы для анализа питания рыб - 224 желудочно-кишечных трактов. С помощью ножниц разрежала брюшную полость рыбы и извлекала желудочно-кишечный тракт рыбы, помещала желудочно-кишечный тракт в марлевую салфетку и фиксировала 4 % водным раствором формальдегида.

Рыбу длиной до 17 см и 26 см фиксировала целиком для дальнейшего морфологического анализа в 4 % -ном водном растворе формальдегида.

Был проведен биологический анализ. Для этого была определена абсолютная длина тела рыбы от начала рыла до конца лучей хвостового плавника (L, см), длина по Смитту (Lsm, см) - от начала рыла до конца средних лучей хвостового плавника; длина тела (l, см) от начала рыла до конца чешуйного покрова. Рыбу взвешивала на весах с точностью до 0,1 г. Определяла массу с внутренностями (W, г), массу без внутренностей (w, г), пол и стадию зрелости половых продуктов, жирность. Для определения возраста рыб брала под спинным плавником 10-15 чешуй. Чешую помещала в бумажный конверт специальной книжки (чешуйная книжка) и хранила в сухом месте до анализа [5].

Анализ возраста рыб проводился по чешуе, для этого использовала бинокулярный микроскоп МБС-10. Кольца зон роста считаются, если один год уже закончен и начинается другой, то это прирост уже следующего года жизни и обозначается знаком (+) [3].

Морфометрический анализ рыб включал определение меристических (счётных) и пластических признаков.

Измерение признаков проводилось с использованием штангенциркуля с точность до 0,1 мм. Все измерения признаков даны в сантиметрах.

Меристические признаки к ним относят:

- число прободенных чешуй в боковой линии – *ll (line lateralis)*
Указывается степень протяженности боковой линии - полная или неполная;
- число жаберных тычинок на первой жаберной дуге слева- *sp.br (spinae branchiales)*;
- число лучей в спинном плавнике – *D (pinna dorsalis)* Отдельно просчитывается не ветвистые и ветвистые лучи, обозначая первые римские, а вторые – арабскими цифрами;

- число лучей в грудном, брюшном и анальном плавниках – P, V, A (*pinnas thoracalis, abdominalis, analis*). Подсчет производится таким же образом, как и спинном плавнике;

- число позвонков – *vt.* или *vert.* (*vertebrae*). Рыба разрезается вдоль позвоночника и подсчитывается все позвонки с уростилем или без него;

Пластические признаки.

Данный тип признаков определяет соотношение размеров, длин поверхностных структур.

L - длина тела от конца рыла до конца лопастей хвостового плавника;

L_{Sm} - длина тела по Смитту- от конца рыла до конца средних лучей хвостового плавника S ;

L - длина тела от конца рыла до конца чешуйного покрова;

C - длина головы – от вершины рыла до наиболее удаленной от него точки жаберной крышки, без жаберной перепонки;

e - ширина рыльной площадки;

f - высота рыльной площадки;

ao - длина рыла - от вершины рыла до переднего края глаза;

o - диаметр глаза - измеряется диаметр роговицы;

io - ширина лба или межглазничное пространство – расстояние между глазами сверху;

$hC1$ - высота головы у затылка;

$hC2$ - высота головы на уровне глаза;

po - заглазничный отдел головы - от заднего края глаза до наиболее удаленной точки жаберной крышки, без жаберной перепонки;

l_{mx} - длина верхней челюсти;

h_{mx} - ширина верхней челюсти;

L_{md} - длина нижней челюсти;

H - наибольшая высота тела - расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали;

h - наименьшая высота тела – на середине хвостового стебля;

B - наибольшая толщина тела;

b - наименьшая толщина тела;

rA - длина хвостового стебля – от вертикали заднего края анального плавника до конца чешуйного покрова, считая по середине тела;

aD - антедорсальное расстояние – от вершины рыла до основания первого луча спинного плавника;

aV - антевентральное расстояние – от вершины рыла до основания первого луча брюшного плавника;

aA - антенальное расстояние- от вершины рыла до основания первого луча анального плавника ;

aP - антепекторальное расстояние от вершины рыла до основания первого луча грудного плавника;

rD - постдорсальное расстояние –от вертикали заднего конца основания спинного плавника, спроецированной на середину тела;

DC - дорсокудальное расстояние- от переднего луча спинного плавника до основания хвоста;

VC - вентрокудальное расстояние- от переднего луча брюшного плавника до основания хвостового;

AC - анальнокудальное расстояние- от переднего луча анального плавника до основания хвостового;

PV - пектовентральное расстояние –от передней точки основания грудного плавника до передней точки основания брюшного плавника;

VA - венторальное расстояние – от передней точки основания брюшного плавника до передней точки основания анального плавника;

PA - пектоанальное расстояние- расстояние между основаниями грудного (P) и анального (A) плавника;

ID - длина спинного плавника- от основания переднего (зачаточного) луча до основания последнего луча D;

hD - высота спинного плавника- высота наибольшего луча D ;
 LA - длина анального плавника – от основания переднего (зачаточного) луча до основания последнего луча A ;
 hA - высота анального плавника – высота наибольшего луча A ;
 IP - длина грудного плавника – от основания переднего (зачаточного) луча до основания последнего луча P ;
 IV - длина брюшного плавника – от основания переднего (зачаточного) луча до основания последнего луча;
 IC_1 - длина нижней лопасти хвостового плавника - длина наибольшего луча нижней лопасти;
 IC_2 - длина верхней лопасти хвостового плавника – длина наибольшего луча верхней лопасти;
 ll - число прободенных чешуй в боковой линии ;
 D, A, P, V - число лучей в спинном, анальном, брюшном и грудном плавниках;
 $Sp.br$ - число тычинок на первой жаберной дуге слева;
 vt - число позвонков [5].

Пробы зообентоса в верхнем течении р. Енисей отбирались скребком Г.Д. Дулькейта в 2-х повторностях в августе 2016 года на различных типах грунта: песчаный, илистый и каменистый.



Рисунок 4- Скребок Дулькейта [1].

Поскольку скребок является орудием лова, который обычно изготавливают в подсобных мастерских, привожу описание его несложной конструкции. Составными частями скребка являются: округлая в верхней части или полностью квадратная рамка со стороной 20-30 см с

прикрепленной к нижнему краю под углом 45° заточенной стальной пластинкой 2-3 см. шириной. Рамка насаживается на шест длиной 1-1,5 м. К рамке пришивается округлый в концевой части мешок, который состоит из плотной прочной ткани для прикрепления к обручу и мельничного газа N 23 в концевой части. Такой скребок может одновременно служить и сачком-промывалкой. Однако мешок из мельничного газа быстро изнашивается. Поэтому мешок для скребка можно изготовить из более прочного материала, например из капронового газа N 10 или даже из рогожи. Перед прикреплением мешка рамку скребка следует обмотать узкой лентой из плотной ткани для уменьшения трения мешка о рамку. На нижней части рамки для прикрепления мешка необходимо просверлить отверстия, так как широкая режущая грунт пластина не позволит пришить мешок непосредственно на рамку [1].

Определение зообентоса велось по определителям: определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [40], определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР [22]. Весь собранный материал проб был зафиксирован в 4%-ном водном растворе формальдегида.

При пересчете животных за единицу принимается целое животное или только часть его тела с головой в том случае, если экземпляр будет не целый. У двустворчатых моллюсков за целый экземпляр следует считать обломки обеих половин раковины с кусочками тканей на них у замкового края раковины. При расчете численности и биомассы на 1 м^2 дна следует учитывать количество дночерпательных проб, объединенных на одной станции. На каждой станции отбирают не менее двух дночерпательных проб [1]. Всего отобрано на различных участках реки 12 проб зообентоса

В расчётах использую индексы морфометрических признаков – величина признака, отнесенная к длине тела (все промеры тела, включая длину головы) и к длине головы (все промеры головы) в процентах.

Полученные значения меристических и переведенных в индексы пластических признаков обрабатывались вариационно - статистическим методом [28]. Находила стандартные биометрические показатели: среднее арифметическое – M , среднее квадратичное – δ , ошибка репрезентативности – m , по следующим формулам:

$$M = \frac{\sum V}{n} \quad ; \quad C = \sum (V - M)^2; \quad \delta = \sqrt{\frac{C}{n-1}}; \quad m = \pm \frac{\delta}{\sqrt{n}};$$

где V - значение признака у каждого объекта; n - число объектов в выборке; C - дисперсия. Определяла достоверность различий признаков рыб, с использованием критерия Стьюдента [31]: $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$;

где M_1 и M_2 – среднее арифметическое двух сравниваемых признаков; m_1 и m_2 – ошибка двух сравниваемых признаков; t – критерий Стьюдента;

Также для расчётов использовалась программа Microsoft Excel, с помощью неё считалось среднее значение и ошибка среднего.

Рассчитана частота встречаемости пищевых компонентов в желудочно-кишечном тракте по формуле [6]:

$$P = \frac{m}{n} * 100\%$$

где, P - частота встречаемости;

m - число желудочно-кишечных тактов, в которых вид встречался;

n - общее число желудочно-кишечных тактов;

Систематическое определение организмов пищевого комка хариуса до рода и вида выполнено с помощью определителя пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [40] и также по определителю пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) [22].

Выводы

1. Впервые проведены исследования морфологических признаков хариуса, обитающего в верхнем течении р. Енисей на участке от г. Саяногорска до г. Минусинска. Хариус, обитающий на данном участке, вероятно, является верхнеенисейским хариусом, (хариус Световидова) – *Thymallus svetovidovi* (Knizhin et Weiss, 2009).
2. Выявлен половой диморфизм у хариуса, проявляющийся по 4 меристическим и 13 пластическим признакам. Возрастная изменчивость хариуса выявлена по 2 меристическим и 19 пластическим признакам.
3. В уловах 2015-2016 гг хариус представлен четырьмя возрастными группами. Основу уловов составляют двухлетние и трёхлетние особи. На ранних (1+, 2+) фазах жизненного цикла преобладают самки, на поздних (3+, 4+) самцы. По массе тела, хариус верхнего течения реки Енисей участка от г. Саяногорска до г. Минусинска превосходит особей из других водоемов Сибири (реки Мана, Ангара, Подкаменная Тунгуска). По линейным размерам схож с хариусом р. Кан и уступает в размерах хариусу Братского водохранилища.
4. В видовом составе организмов зообентоса в августе на исследованном участке р. Енисей зарегистрировано 15 видов. Наименьшее видовое разнообразие организмов отмечено на каменистом и песчаном грунте, наибольшее – на илистом грунте. Наибольшая биомасса зообентоса отмечается на каменистом грунте.
5. Спектр питания хариуса в летний период включает 6 компонентов. Основу питания в июле - августе составляют по встречаемости личинки ручейников 32,0%, личинки и имаго подёнок 31,8% и личинки хирономид 22,0%, менее значимы в рационе личинки и имаго веснянок 3,7% и имаго насекомых 2,5%. Основу питания хариуса в весенний период (март-апрель)

составили по встречаемости личинки ручейников 47,1% и бокоплавов 40,2%, менее значимы личинки и имаго веснянок 0,7%.

б. Средняя биомасса зообентоса исследуемого участка составляет около 26,9 г/м². При таком состоянии зообентоса обеспеченность пищевыми ресурсами хариуса в верхнем течении Енисея достаточно высока. По полученным данным можно судить, что хариус обладает элективным питанием.

Список использованных источников

1. Абакумова В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. / Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
2. Богуцкая Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека./Москва.: Товарищество научных изданий КМК, 2004.- 389 с.
3. Бочкарёв Н.А. К изучению морфогенеза хариусов из некоторых водоёмов горного Алтая / Бочкарёв Н.А., Брусьянина Т.А Томск: ТГУ , 1998.- 32-34 с.
4. Вышегородцев А.А. Промысловые рыбы Енисея / Вышегородцев А.А., Заделенов В.А. Красноярск: СФУ, 2013. -303 с.
5. Вышегородцев А.А., Практикум по ихтиологии: учебное пособие для студентов / Вышегородцев А.А., Скопцов Г.Н., С.М. Чупров., И.В. Зуев – Красноярск: КГУ, 2002 .-127 с.
6. Вышегородцев, А.А. Рыбы Енисея : справочник / А.А. Вышегородцев; отв. ред. Д.А. Бураков; М-во образования Рос. Федерации, Краснояр. гос. ун-т. – Новосибирск : Наука, 2000. –175 с.
7. Гайденок Н.Д. Потребительский лов хариуса р. Енисея на участке (Дивногорск- Казачинское) / Гайденок Н.Д. , Глечиков В.В., Гулимов А.В., Друк Б.Г., Еремеев Б.А., Заделенов В.А., Корнев С.Ф., Чмарков Ч.М. Красноярск, 2007.-150 с.
8. Грезе В. Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисея и их использование / Москва: Пищепромиздат , 1957. – Т. 41. -236 с.
9. Егоров А.Г. Рыбы водоемов Юго- Восточной Сибири / Иркутск: Иркутский государственный университет, 1985- 364 с.

10. Заделёнов В.А. Морфо-экологическая характеристика хариуса бассейна р. Енисей /Дипломная работа, Красноярск .- 1980. – 50 с.
11. Заделенов В.А. Весенне-нерестующих лососевых рыбы Центральной Сибири, Проблемы использования и охраны природных ресурсов центральной Сибири / Заделенов В.А., Шадрин Е.Н. Красноярск: КНИИГиМС, 2003.- Вып.4.- 244-254 с.
12. Запёкина-Дулькейт Ю.Н. Рыбы бассейна р. Мана .Вопросы изучения гидрофаны водоёмов верхнего Енисея / Красноярск: Кр.книж. изд-во 1987.- 106-180 с.
13. Зуев И.В. Питание хариуса *Thymallus* sp. в среднем течении р. Енисея / Зуев И.В., Семенова Е.М. , Шулепина С.П., Резник К.А., Трофимова Е.А. , Шадрин Е.Н. , Зотина Т.А. Красноярск: Journal of Siberian Federal University. Biology 3 - (2011 4) 281-292.- 286 с.
14. Иванова Е.В. Биотехника искусственного воспроизводства хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в бассейне р. Енисей в условиях временного рыбоводного комплекса : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 06.04.01 / Иванова Елена Валерьевна; [Место защиты: Новосиб. гос. аграр. ун-т]. - Новосибирск, 2015. - 20 с.
15. Калюжная Н.И. Активность пищеварительных ферментов рыб озера Чаны и кормовая ценность их основных объектов питания/ Красноярск: Выпускная квалификационная работа, 2016.-46с.
16. Книжин И.Б. Новый вид хариуса *Thymallus tugarinae* sp. nova (Thymallidae) из бассейна Амура. / Книжин И.Б., Антонов А.Л., Сафронов С.Н., Вайс С. Дж. (2007) Вопр. ихтиол. 47(2). 2005.- 139-156 с.
17. Книжин И.Б. Морфологическое и генетическое разнообразие амурских хариусов (*Thymallus*, Thymallidae) / Книжин И.Б., Вайс С.Дж., Антонов А.Л., Фруфе Э. Вопр. ихтиол. 44(1): 2004.-59-76 с.

18. Книжин И.Б. Новый вид хариуса *Thymallus svetovidovi sp. nova* из бассейна Енисея и его положение в роде *Thymallus* / Книжин И.Б., Вайс С.Дж. (2009) Вопр. ихтиол. 49(1): - 5-14 с.
19. Книжин И.Б. К вопросу о разнообразии и таксономическом статусе хариусов (*Thymallus*, *Thymallidae*) реки Лена / Книжин И.Б., Кириллов А.Ф., Вайс С.Дж. (2006г) Вопр. ихтиол. 46(2):- 182-194 с.
20. Книжин И. Б. Фауна позвоночных / Книжин И. Б. и др., 2006; Романов, 2001, 2004; Фауна позвоночных..., 2004; Богуцкая и Насека, 2004 и др. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2009.- 29-32 с.
21. Книжин И.Б. Разнообразие и таксономическая идентификация хариусов (*Thymallus*) бассейна реки Енисей / Красноярск: Journal of Siberian Federal University. Biology 3 (2011 4).- 293-300 с.
22. Кутикова Л. А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Кутикова Л. А., Старобогатов Я. И. Рипол Классик, 1977. – 511 с.
23. Мамаев Б.М. Определитель насекомых европейской части СССР / Мамаев Б.М., Медведев П.Н., Правдин Ф.Н. Москва: Просвещение, 1976. -168 с.
24. Мамонтов А.М. Рыбы Братского водохранилища / Новосибирск: Изд-во Наука, 1977.- 246 с.
25. Норенко Д.С. Ихтиофауна Ангары и её притоков в зоне устья-Илимского водохранилища. Рыбы и рыбное хозяйство Восточной Сибири / Улан-Удэ: Труды Восточносибирского НИИ., 1980. - 206-207 с.
26. Оськина Н.А. Видовая принадлежность и экология хариуса реки Коэтру (басс.р.Абакан) /Красноярск:Дипломная работа (рукописный фонд кафедры водных и наземных экосистем), 2013.- 31с.

27. Отчет по теме «Оценка ущерба экосистеме Майнского водохранилища и р. Енисей в зоне влияния Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса в связи с разливом масла в результате аварии на Саяно-Шушенской ГЭС» / Красноярск: СФУ (рукопись), 2009.- 57-66 с.
28. Отчёт о научно исследовательской работе «Река Подкаменная Тунгуска» / Красноярск: (рукописный фонд кафедры водных и наземных экосистем), 1978. – 65 с.
29. Подлесный А.В. Рыбы Енисея условия их обитания и использование / Известия всесоюзного научно- исследовательского института озёрного и речного рыбного хозяйства том XLIV 1958
30. Правдин И.Ф. Промысловые рыбы Оби и Енисея и их использование» / Правдин И.Ф., Пирожникова П.Л. Москва: Пищепромиздат, 1958 .- 240 с.
31. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии Учебно-методическое пособие / Москва: Московский университет, 1978. - 265 с.
32. Попов П.А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов / Новосибирск: НГУ, 2007.- 525 с.
33. Резник К.А. Современное состояние систематики евразийских хариусов (сем. *Thymallidae*) / Красноярск: Сибирского федерального университета, 2011.- 2-3 с.
34. Решетникова Ю.С. Атлас пресноводных рыб России / Москва.: Наука .-2003. Т.2.- 253 с.
35. Рукосуев В.А. Морфо-экологическая характеристика хариуса верхнего течения реки Кан / Красноярск: Дипломная работа ((рукописный фонд кафедры водных и наземных экосистем), 2003.- 19-51с.

36. Сиротский С.Е. Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла / Сиротский С.Е., Тиунова Т. М. – Хабаровск: ДВО РАН, 2010. – 354 с.
37. Тугарина П.Я. Хариусы Байкала / Новосибирск.: Наука, 1981.- 281 с.
38. Чупров С.М. Атлас бесчелюстных и рыб водоёмов и водотоков Красноярского края / Красноярск: СФУ, ООО "Амальгама", 2015-144с.
39. Хохуткин И.М. Урала и прилегающих территорий. Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) Часть 1 / Хохуткин И.М, Винарский М.В., Гребенников М.Е. Под ред. И.А.Васильевой Екатеринбург: Гощицкий, 2009. — 162 с.
40. Цалолихин С. Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий Т. 3. / С-Пб.: ЗИН РАН, 1997. – 426 с.
41. Шадрин Е.Н. Эколого-трофическая характеристика сибирского хариуса (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)» бассейна р.Енисей: автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.16 / Шадрин Евгений Николаевич; - Красноярск, 2016. - 21 с.